

BioClim: Kliimamuutuste mõjuanalüüs, kohanemisstrateegia ja rakenduskava looduskeskkonna ja biomajanduse teemavaldkondades

LOODUSKESKKOND ja BIOMAJANDUS (teemarühm II)

Valdkonna ülevaade, alavaldkondlik jaotus ja hetkeolukorra analüüs (I periood)

Alavaldkondlik mõjude analüüs ja uuringusootitused (II periood)

Kohanemismeetmete ettepanekud (III periood)

Projekti elluviija ja partnerid:

Eesti Maaülikool
Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste Instituut ja TÜ Eesti Mereinstituut
Säästva Eesti Instituut
Eestimaa Looduse Fond
Islandi Põllumajandusülikool

Tartu 2015

Eessõna

Kliimamuutuste mõjude leevendamise kõrval on oluline tunda võimalusi nendega kohanemiseks. Euroopa Komisjoni valge raamat „Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik“ (COM (2009) 147/4) annab liikmesriikidele selge märguande vajadusest koostada ühtsed ja valdkonnaülesed riiklikud kohanemisstrateegiad. Praeguseks on paljudes EL riikides sarnased kohanemisstrateegiad juba olemas. Eesti keskkonnapoliitikas on siiani tähelepanu pööratud eeskätt kliimamuutuste mõjude leevendamisele, nt looduskaitstes või metsamajanduses. Eesti 6. kliimaaruandes ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni rakendamise kohta (2013) tõdetakse, et Eestis on käsitletud kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmeid keskkonnapoliitikas üldisemalt, aga ka erinevates valdkondades. Vaatamata nimetatud valdkondlikele arengutele puudub Eestis seni ühtne lähenemine nii kliimamuutuste mõjude (teaduslik-rakenduslikus) analüüsis kui ka strateegiliste tegevussuundade seadmisel.

Käesolev uurimus viidi läbi rakendusprojekti BioClim raames. Uurimus koondab süstemaatiliselt sisendteabe **Eesti kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia** ja **rakendusplaani** väljatöötamiseks, kahe **prioriteetse võtmevaldkonna – looduskeskkond (I) ja biomajandus (II)** lõikes. Lisaks oli projekti eesmärk tõsta avalikkuse ja asjaomaste valdkondlike osapoolte **teadlikkust kliimamuutuste mõjudest** ja nendega **kohanemise meetmetest**.

Uurimus jaotus kolme etappi.

- I etapis määratleti kahe võtmevaldkonna peale kokku üheteistkümnes teemavaldkonnas olulisemad alateemad ning kaardisti hetkeolukord nende teemade lõikes (probleemid, võimalused, ohud; mineviku ilmastikunähtuste mõju; olemasolevad kohanemismeetmed).
- II etapis analüüsiti kliimamuutuste mõju kahe võtmevaldkonna alateemavaldkondadele: elurikkusele, maismaa, magevee- ning mereökosüsteemidele ja nende teenustele, samuti nende ökosüsteemidega seotud biomajandussektorites (nt põllumajandus, metsandus, kalandus, turism). Analüüs lähtus etteantud kliimastenaariumitest RCP4.5 ja RCP8.5 ning teadmata suunaga mõjude osas määratleti edasised uuringusuunad.
- III etapis töötati välja valdkonnapõhised kohanemismeetmete **ettepanekud** negatiivsete mõjude minimeerimiseks ja positiivsete mõjude paremaks rakendamiseks, nelja ajaperioodi jaoks: kuni aastani 2020; 2021–2030; 2031–2050 ja 2051–2100.

Projektis kaetavad teemad hõlmavad erinevaid poliitikavaldkondi ja nendega seotud huvigruppe. Kogu projekti vältel olid kohanemismeetmete väljatöötamisel suureks abiks konsultatsioonid valdkondlike huvirühmadega (nt erialaliidud). **Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava koostamist nõustab ka selleks kokkukutsutud juhtkomisjon¹, kelle nõudmisel on teatud käesolevas alusuuringus käsitletavat meetmeid kohanemise strateegia ning rakenduskava ettepanekutest välja jäetud (vt vastavad teemaptk-d „Kohanemismeetmed“).**

¹ <http://www.klab.ee/kohanemine/arengukava/juhtkomisjon/>

Projekti rahastati Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 III voo
programmist „Integreeritud mere ja siseveekogude majandamine“ ja Keskkonna-
investeeringute Keskuse atmosfääriõhu programmist.

Uuringu põhitäitjad

Elurikkuse töörühm:

Indrek Melts (Eesti Maaülikool, EMÜ)
Kaire Lanno (EMÜ)
Karin Kaljund (EMÜ)
Lauri Laanisto (EMÜ)
Tiiu Kull (EMÜ)

Maismaa ökosüsteemid

Kaie Kriiska (Tartu Ülikool, TÜ)
Janika Laht (TÜ)
Rein Kalamees (TÜ)
Ülo Mander (TÜ)

Magaveeökosüsteemid

René Freiberg (EMÜ)
Peeter Pall (EMÜ)
Eva-Ingrid Rõõm (EMÜ)
Tiina Nõges (EMÜ)
Peeter Nõges (EMÜ)

Merekeskkond, sh Läänemeri

Merli Pärnoja (TÜ)
Elen Neito (TÜ)
Lennart Lennuk (TÜ)
Triin Veber (TÜ)
Tiia Rosenberg (TÜ)
Kristiina Nurkse (TÜ)
Küllil Lokko (TÜ)
Jonne Kotta (TÜ)

Ökosüsteemiteenused

Kaja Peterson (Säästva Eesti Instituut, SEI Tallinn)
Meelis Uustal (SEI Tallinn)

Põllumajandus

Marika Mänd (EMÜ)
Eha Kruus (EMÜ)
Karin Kauer (EMÜ)
Enn Lauringson (EMÜ)
Allan Kaasik (EMÜ)
Ragnar Leming (EMÜ)

Metsandus

Hardi Tullus (EMÜ)
Rein Drenkhan (EMÜ)

Reimo Lutter (EMÜ)
Märt Hanso (EMÜ)

Kalandus

Küllil Kangur (EMÜ)
Markus Vetemaa (TÜ)
Lauri Saks (TÜ)
Peeter Kangur (EMÜ)

Jahindus ja ulukid

Hardi Tullus (EMÜ)
Tiit Randveer (EMÜ)
Andres Jäärats (EMÜ)

Turism

Lea Sudakova (EMÜ)
Roger Evans (EMÜ)
Tiiu Kull (EMÜ)
Kaili Kattai (EMÜ)

Turba tootmine

Jüri-Ott Salm (Eestimaa Looduse Fond, ELF)
Indrek Sell (ELF)

Majandusanalüüs ja kohanemismeetmete ühtlustamine

Kaja Peterson (Säästva Eesti Instituut, SEI Tallinn)
Helen Poltimäe (SEI Tallinn)
Tea Nõmmann (SEI Tallinn)

Üldespertiis: kliimamuutuste mõju analüüs ja kohanemismeetmed

Ülo Niinemets; Tiia Kurvits (tippkeskus ENVIRON)
Bjarni D. Sigurdsson (Islandi Põllumajandusülikool)
Sigurdur Mar Einarsson (Islandi Põllumajandusülikool)

Projekti juhtimine, koordineerimine ja avalikustamine

Monika Suškevičs (EMÜ)
Karin Kruusmaa (EMÜ)
Janar Raet (EMÜ)

Sisukord

Eessõna	2
Uuringu põhitäitjad.....	4
Sisukord.....	5
Tabelite ja jooniste loetelu	15
Kokkuvõte	23
I Looduskeskkond	23
1. Elurikkus	23
2. Maismaa ökosüsteemid	24
3. Mageveeökosüsteemid	26
4. Läänemeri ja merekeskkond.....	28
5. Ökosüsteemiteenused	29
II Biomajandus	30
6. Põllumajandus	30
7. Metsandus.....	32
8. Kalandus	33
9. Jahindus ja ulukid.....	35
10. Turism.....	36
11. Turba kaevandamine.....	37
Kohanemismeetmete ettepaneku maksumuse prognoos	38
Summary	40
I Natural environment	40
1. Biodiversity	40
2. Terrestrial ecosystems	42
3. Freshwater ecosystems	43
4. Marine ecosystems, incl. the Baltic Sea	45
5. Ecosystem services	46
II Bioeconomy	47
6. Agriculture.....	47
7. Forestry.....	49
8. Fishery	50
9. Hunting.....	51

10.	Tourism.....	52
11.	Peat extraction.....	53
	Indicative cost prognosis of adaptation measures	54
	Kasutatud lühendid.....	56
	Kasutatud mõisted.....	57
	Sissejuhatuseks	62
	I Looduskeskkond	68
1.	Elurikkus.....	69
1.1.	Sissejuhatus.....	69
1.2.	Metoodika	70
1.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	71
1.3.1.	Ohustatud liigid	71
1.3.2.	Invasiivsed võõrliigid	74
1.3.3.	Kaitse- ja hoiualad.....	76
1.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	79
1.4.1.	Alavaldkond: ohustatud liigid	79
1.4.2.	Alavaldkond: invasiivsed võõrliigid	84
1.4.3.	Alavaldkond: kaitse- ja hoiualad	86
1.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	98
1.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	98
1.5.	Soovitused ja edasised uuringusuunad	98
1.6.	Kohanemismeetmed	101
1.6.1.	Elurikkuse valdkonna strateegiline eesmärk	101
1.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud.....	101
1.6.3.	Vajadused õigusraamistikus elurikkuse valdkonnas	104
1.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	104
1.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	105
1.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	108
2.	Maismaa ökosüsteemid	110
2.1.	Sissejuhatus.....	110
2.2.	Metoodika	112
2.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	112
2.3.1.	Metsad	112

2.3.2.	Sood ja teised märgalad.....	117
2.3.3.	Rohumaad ja põllumaad.....	120
2.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	123
2.4.1.	Alavaldkond: metsad.....	123
2.4.2.	Alavaldkond: sood ja teised märgalad.....	129
2.4.3.	Alavaldkond: põllumaad ja rohumaad	134
2.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	143
2.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	143
2.5.	Edasised uuringusuunad	144
2.5.1.	Metsad	144
2.5.2.	Sood ja teised märgalad.....	145
2.5.3.	Põllumaad ja rohumaad	145
2.6.	Kohanemismeetmed	145
2.6.1.	Maismaaökosüsteemide valdkonna strateegiline eesmärk.....	145
2.6.2.	Kohanemismeetmete koondülevaade, kirjeldused ja hinnangud	146
2.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	153
2.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	154
2.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	155
2.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	159
3.	Mageveeökosüsteemid.....	165
3.1.	Sissejuhatus.....	165
3.2.	Metoodika.....	165
3.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	166
3.3.1.	Suurjärved	166
3.3.2.	Väikejärved	168
3.3.3.	Vooluveekogud	169
3.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	171
3.4.1.	Alavaldkond: suurjärved	172
3.4.2.	Alavaldkond: väikejärved.....	176
3.4.3.	Alavaldkond: vooluveekogud.....	179
3.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	181
3.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	182
3.5.	Edasised uuringusuunad	195

3.6.	Kohanemismeetmed	195
3.6.1.	Mageveeökosüsteemide valdkonna strateegiline eesmärk	195
3.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos 195	
3.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	199
3.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	200
3.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	201
3.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	203
4.	Läänemeri ja merekeskkond	206
4.1.	Sissejuhatus.....	206
4.2.	Metoodika	207
4.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	208
4.3.1.	Mere eutrofeerumine	208
4.3.2.	Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	209
4.3.3.	Toiduahelad	210
4.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	211
4.4.1.	Alavaldkond: eutrofeerumine	212
4.4.2.	Alavaldkond: võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	214
4.4.3.	Alavaldkond: toiduahelad.....	218
4.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	231
4.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	231
4.5.	Edasised uuringusuunad	231
4.5.1.	Eutrofeerumine	232
4.5.2.	Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	232
4.5.3.	Toiduahelad	232
4.6.	Kohanemismeetmed	232
4.6.1.	Läänemere ja merekeskkonna valdkonna strateegiline eesmärk.....	232
4.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos 233	
4.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	237
4.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	237
4.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	239
4.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	241
5.	Ökosüsteemiteenused	244

5.1.	Sissejuhatus.....	244
5.2.	Metoodika.....	245
5.2.1.	Hetkeolukorra analüüs.....	245
5.2.2.	Mõjude analüüs	246
5.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	249
5.3.1.	Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused.....	249
5.3.2.	Mageveeökosüsteemid ja nende teenused	259
5.3.3.	Metsaökosüsteemid ja nende teenused	269
5.2.1.	Sooökosüsteemid ja nende teenused	280
5.2.2.	Mullaökosüsteem ja selle teenused	288
5.2.3.	Tolmeldamisteenus.....	293
5.2.4.	Niiduökosüsteemid ja nende teenused	299
1.1.1.	Linnaökosüsteemid ja nende teenused	305
5.3.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	311
1.1.1.	Alavaldkond: mereökosüsteemi teenused	311
1.1.2.	Alavaldkond: mageveeökosüsteemi teenused	312
1.1.3.	Alavaldkond: metsaökosüsteemi teenused	314
1.1.4.	Alavaldkond: sooökosüsteemi teenused.....	316
1.1.5.	Alavaldkond: mullaökosüsteemi teenused	317
1.1.6.	Alavaldkond: niiduökosüsteemi teenused	318
1.1.7.	Alavaldkond: tolmeldamine	319
1.1.8.	Alavaldkond: linnaökosüsteemi teenused	321
1.1.9.	Mõjude kokkuvõte.....	322
5.3.1.	Piiriülesed aspektid.....	323
5.4.	Edasised uuringusuunad	323
5.6.	Kohanemismeetmed	324
5.6.1.	Ökosüsteemiteenuste kliimakohanemise strateegiline alaeesmärk	324
5.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud.....	324
5.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	330
5.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	330
5.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	345
5.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	347
II	Biomajandus	351

6. Põllumajandus	352
6.1. Sissejuhatus.....	352
6.2. Metoodika.....	352
6.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	354
6.3.1. Taimekasvatus	354
6.3.2. Loomakasvatus, sh vesiviljelus ja mesindus	357
6.3.3. Taimekaitse ja veterinaaria.....	358
6.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	362
6.4.1. Alavaldkond: taimekasvatus.....	364
6.4.2. Alavaldkond: loomakasvatus	370
6.4.3. Alavaldkond: taimekaitse ja veterinaaria	372
6.4.4. Mõjude kokkuvõte.....	395
6.4.5. Piiriülesed aspektid.....	395
6.5. Edasised uuringusuunad	395
6.6. Kohanemismeetmed	396
6.6.1. Põllumajanduse valdkonna strateegiline eesmärk	396
6.6.2. Kohanemismeetmete koondülevaade, kirjeldused ja hinnangud	397
6.6.3. Vajadused õigusraamistikus	403
6.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	404
6.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine.....	406
6.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	411
7. Metsandus	416
7.1. Sissejuhatus.....	416
7.2. Metoodika.....	416
7.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	418
7.3.1. Metsamajandus ja metsatööstus	418
7.3.2. Metsakasvatus	419
7.3.3. Metsahaigused	420
7.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	422
7.4.1. Alavaldkond: metsamajandus ja metsatööstus	422
7.4.2. Alavaldkond: metsakasvatus	424
7.4.3. Alavaldkond: metsahaigused.....	426
7.4.4. Mõjude kokkuvõte.....	437

7.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	437
7.5.	Soovitused uuringuteks.....	437
7.6.	Kohanemismeetmed	438
7.6.1.	Metsanduse valdkonna strateegiline eesmärk	438
7.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos 438	
7.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	443
7.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	443
7.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	443
7.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	445
8.	Kalandus.....	447
8.1.	Sissejuhatus.....	447
8.2.	Metoodika	447
8.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	449
8.3.1.	Läänemere kalastik ja kalandus.....	449
8.3.2.	Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele	451
8.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	456
8.4.1.	Riskid ja haavatavus: Läänemere ja sisevete kalastik ning kalandus.....	456
8.4.2.	Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud.....	457
8.4.3.	Mõjude kokkuvõte.....	469
8.4.4.	Piiriülesed aspektid.....	469
8.5.	Edasised uuringusuunad	470
8.6.	Kohanemismeetmed	471
8.6.1.	Kalanduse valdkonna strateegiline eesmärk.....	471
8.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos 471	
8.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	478
8.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	479
8.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	480
8.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	483
9.	Ulukid ning jahindus.....	486
9.1.	Sissejuhatus.....	486
9.2.	Metoodika	486
9.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	487

9.3.1.	Ulukite liigid, arvukus ja haigused.....	487
9.3.2.	Ulukite toidubaas ja kahjustused.....	489
9.3.3.	Jahindus sotsiaalse tegevusena.....	490
9.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	491
9.4.1.	Alavaldkond: ulukite liigid, arvukus ja haigused.....	491
9.4.2.	Alavaldkond: ulukite toidubaas ja kahjustused.....	495
9.4.3.	Alavaldkond: jahindus sotsiaalse tegevusena.....	496
9.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	502
9.4.5.	Piiriülesed aspektid.....	502
9.5.	Edasised uuringusuunad.....	502
9.6.	Kohanemismeetmed.....	502
9.6.1.	Ulukite ja jahinduse valdkonna strateegiline eesmärk.....	502
9.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud.....	503
9.6.3.	Vajadused õigusraamistikus.....	506
9.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed.....	506
9.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine.....	507
9.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine.....	509
10.	Turism.....	510
10.1.	Sissejuhatus.....	510
10.2.	Metoodika.....	510
10.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs.....	511
10.3.1.	Turismi sihtkohtade muutus ja sesoonsus.....	511
10.3.2.	Turismitransport.....	513
10.3.3.	Loodusturism.....	515
10.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	516
10.4.1.	Alavaldkond: turismisihtkohad ja sesoonsus.....	516
10.4.2.	Alavaldkond: turismitransport.....	520
10.4.3.	Alavaldkond: loodusturism.....	522
10.4.4.	Mõjude kokkuvõte.....	534
10.5.	Edasised uuringusuunad.....	534
10.6.	Kohanemismeetmed.....	535
10.6.1.	Turismi valdkonna strateegiline eesmärk.....	535
10.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud.....	535

10.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	540
10.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	540
10.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine	541
10.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	544
11.	Turba kaevandamine	546
11.1.	Sissejuhatus	546
11.2.	Metoodika	547
11.3.	Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs	548
11.3.1.	Valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid.....	548
11.3.2.	Kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt.....	550
11.3.3.	Mõju turba kaevandamise mahtudele	552
11.3.4.	Kaevandamise tehnoloogiad.....	555
11.3.5.	Kaevandusjärgne turbaalade kasutus	556
11.4.	Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud.....	558
11.4.1.	Riskid ja haavatavus	558
11.4.2.	Alavaldkond: kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon..	559
11.4.3.	Alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule	561
11.4.4.	Alavaldkond: kaevandamise tehnoloogiad ja sõltuvus ilmastikutingimustest.....	565
11.4.5.	Alavaldkond: valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid ja täiendavad mõjud	566
11.4.6.	Alavaldkond: kaevandusjärgne turbaalade kasutus ja sõltuvus ilmastikutingimustest.....	568
11.4.7.	Mõjude kokkuvõte	573
11.4.8.	Mõjude kokkuvõte	573
11.4.9.	Piiriülesed aspektid	582
11.5.	Edasised uuringusuunad.....	582
11.5.1.	Kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon.....	583
11.5.2.	Tehnoloogiad	583
11.5.3.	Alade kaevandusjärgne kasutus	584
11.5.4.	Täiendavad mõjud	584
11.6.	Kohanemismeetmed.....	584
11.6.1.	Turba kaevandamise valdkonna strateegiline eesmärk.....	584
11.6.2.	Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud.....	584

11.6.3.	Vajadused õigusraamistikus	589
Kaevandamise ja kaeveõõne teisese kasutamise ohutusnõuete määrus, Maapõueseadus, Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord.....		
11.6.4.	Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed	589
11.6.5.	Kohanemismeetmete rakendamine	590
11.6.6.	Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine	592
12.	Kohanemismeetmete ettepanekute maksumuse prognoos looduskeskkonna (I) ja biomajanduse (II) võtmevaldkondades	593
12.1.	Looduskeskkonna võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumuse prognoos 593	
12.2.	Biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumuse prognoos	597
12.3.	Looduskeskkonna ja biomajanduse võtmevaldkondade kohanemismeetmete kogumaksumuse prognoos	601
Kasutatud kirjandus		602
Lisa 1. Kliimariskide mõju mereökosüsteemi teenustele		658
Lisa 2. Kliimariskide mõju mageveeökosüsteemi teenustele		668
Lisa 3. Kliimariskide mõju metsaökosüsteemi teenustele		684
Lisa 4. Kliimariskide mõju sooökosüsteemi teenustele		697
Lisa 5. Kliimariskide mõju tolmeldamise teenusele		701
Lisa 6. Kliimariskide mõju mullaökosüsteemi teenustele		706
Lisa 7. Kliimariskide mõju niiduökosüsteemi teenustele		716
Lisa 8. Kliimariskide mõju linnaökosüsteemi teenustele		721

Tabelite ja jooniste loetelu

TABELID

Tabel 1. Teemad looduskeskkonna (I) võtmevaldkonnas ja alavaldkondlik jaotus.	62
Tabel 2. Teemad biomajanduse (II) võtmevaldkonnas ja alavaldkondlik jaotus.	62
Tabel 3. Eesti keskmine õhutemperatuur (°C) (vastavalt Luhamaa et al., 2015).	63
Tabel 4. Eesti sademete hulk (mm) (vastavalt Luhamaa et al., 2015).	63
Tabel 5. Valdkondlikult olulised kliimategurid ja -riskid	66
Tabel 6. Kliimamuutuste mõjud ohustatud liikidele	92
Tabel 7. Kliimamuutuste mõjud invasiivsetele võõrliikidele	94
Tabel 8. Kliimamuutuste mõjud kaitse- ja hoiualadele	96
Tabel 9. Elurikkuse valdkonna meetmete ülevaade.	102
Tabel 10. Elurikkuse valdkonna meetmete hindamine.	103
Tabel 11. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.	104
Tabel 12. Elurikkuse valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.	104
Tabel 13. Elurikkuse valdkonna meetmete prioriteetsus, rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.	105
Tabel 14. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020. .	106
Tabel 15. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030. .	106
Tabel 16. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050. .	106
Tabel 17. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100. .	107
Tabel 18. Elurikkuse valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus aastani 2030.	107
Tabel 19. Elurikkuse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.	108
Tabel 20. Elurikkuse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed ...	108
Tabel 21. Kliimamuutuste mõju metsadele	136
Tabel 22. Kliimamuutuste mõju soodele ja teistele märgaladele	139
Tabel 23. Kliimamuutuste mõju põllu- ja rohumaadele	142
Tabel 24. Maismaaökosüsteemide meetmete iseloomustus.	149
Tabel 25. Maismaa ökosüsteemide valdkonna meetmete hindamine.	152
Tabel 26. Maismaaökosüsteemide õigusraamistiku ülevaattetabel.	153
Tabel 27. Maismaa ökosüsteemide valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.	154
Tabel 28. Maismaaökosüsteemide valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.	156
Tabel 29. Maismaaökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.	156
Tabel 30. Maismaaökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030.	157

Tabel 31. Maismaaökosüsteemide valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2031–2050.	157
Tabel 32. Maismaaökosüsteemide valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2051–2100.	157
Tabel 33. Maismaaökosüsteemide meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.	158
Tabel 34. Maismaa ökosüsteemide valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.	158
Tabel 35. Maismaaökosüsteemide valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.	159
Tabel 36. Kliimamuutuste mõju mageveeökosüsteemidele (suur- ja väikejärved ning vooluveekogud).	183
Tabel 37. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmete ülevaade.	197
Tabel 38. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmete hindamine.	198
Tabel 39. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.	199
Tabel 40. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondadega.	200
Tabel 41. Mageveeökosüsteemide meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.	201
Tabel 42. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.	202
Tabel 43. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030.	202
Tabel 44. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050.	202
Tabel 45. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100.	202
Tabel 46. Magevee valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.	203
Tabel 47. Mageveeökosüsteemide valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.	203
Tabel 48. Mageveeökosüsteemide valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.	204
Tabel 49. Kliimamuutuste mõju eutrofeerumisele	221
Tabel 50. Kliimamuutuste mõju mere võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele	224
Tabel 51. Kliimamuutuste mõju mere toiduahelatele	228
Tabel 52. Läänemere ja merkeskkonna valdkonna meetmete ülevaade.	234
Tabel 53. Merkeskkonna valdkonna meetmete hindamine.	236
Tabel 54. Merkeskkonna valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.	237
Tabel 55. Merkeskkonna valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondadega.	238
Tabel 56. Merkeskkonna valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.	239

Tabel 57. Merekeskkonna valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.....	240
Tabel 58. Merekeskkonna valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030.....	240
Tabel 59. Merekeskkonna valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.....	240
Tabel 60. Merekeskkonna valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.....	240
Tabel 61. Kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.....	241
Tabel 62. Antud töös algselt kirjeldatud (mustas kirjas) ja hindamise tulemusena välja valitud (punases kirjas) ökosüsteemiteenused.....	246
Tabel 63. Antud töös kasutatud kliimarisikide loetelu ökosüsteemiteenuste valdkonnas ja vastavate näitajate matemaatiliselt lihtsustatud muutus iga stsenaariumi iga perioodi lõpuks.....	248
Tabel 64. Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused.....	249
Tabel 65. Mageveeökosüsteemid ja nende teenused.....	259
Tabel 66. Metsaökosüsteemid ja nende teenused.....	269
Tabel 67. Sooökosüsteemid ja nende teenused.....	280
Tabel 68. Mullaökosüsteem ja selle teenused.....	288
Tabel 69. Tolmeldamisteenus.....	293
Tabel 70. Niiduökosüsteemid ja nende teenused.....	299
Tabel 71. Linnaökosüsteemid ja nende teenused.....	305
Tabel 72. Ökosüsteemiteenuste meetmete ja kliimarisikide ülevaade.....	325
Tabel 73. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmete hindamine.....	328
Tabel 74. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.....	330
Tabel 75. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmete seosed teiste valdkondade meetmetega.....	330
Tabel 76. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.....	345
Tabel 77. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.....	345
Tabel 78. Ökosüsteemiteenuste valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.....	346
Tabel 79. Ökosüsteemiteenuste valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.....	347
Tabel 80. Prognoositavate kliimamuutuste mõju kvalitatiivse analüüsi kokkuvõtte Eesti põllumajanduses kuni aastani 2100: mõjude jaotus riskide ja võimaluste tasemete lõikes.....	363
Tabel 81. Prognoositavate kliimamuutuste mõju kvalitatiivse analüüsi kokkuvõtte Eesti põllumajanduses kuni aastani 2100: mõjude jaotus alavaldkondade lõikes.....	364
Tabel 82. Kliimamuutuste mõju taimekasvatusele	376
Tabel 83. Kliimamuutuste mõju loomakasvatusele	383
Tabel 84. Kliimamuutuste mõju põllumajandusele: taimekaitse- ja veterinaaria	390
Tabel 85. Põllumajanduse valdkonna kohanemismeetmete iseloomustus.....	399
Tabel 86. Meetmete kirjeldus ja hindamine põllumajanduse valdkonnas.....	402

Tabel 87. Põllumajanduse valdkonna õigusraamistiku ülevaattetabel.	403
Tabel 88. Põllumajanduse valdkonna meetmete omavahelised seosed.	405
Tabel 89. Põllumajanduse valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.	407
Tabel 90. Põllumajanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017– 2020.	408
Tabel 91. Põllumajanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021– 2030.	408
Tabel 92. Põllumajanduse valdkonnas meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.	409
Tabel 93. Põllumajanduse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.	409
Tabel 94. Põllumajanduse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.	411
Tabel 95. Kliimamuutuste mõju metsamajandusele ja metsatööstusele	430
Tabel 96. Kliimamuutuste mõju metsakasvatusele	433
Tabel 97. Kliimamuutuste mõju metsahaigustele	435
Tabel 98. Metsanduse meetmete ülevaade.	440
Tabel 99. Metsanduse valdkonna meetmete hindamine ning meetmete kulukus (kuni aastani 2030).	442
Tabel 100. Metsanduse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.	443
Tabel 101. Metsanduse valdkonna meetmete omavahelised seosed.	443
Tabel 102. Metsanduse meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.	444
Tabel 103. Metsanduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.	444
Tabel 104. Metsanduse meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.	445
Tabel 105. Metsanduse valdkonna meetmete rakendamise haldustase.	445
Tabel 106. Metsanduse kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.	445
Tabel 107. Kliimamuutuste mõjud Läänemere kalastikule ja kalandusele	462
Tabel 108. Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele	465
Tabel 109. Kalanduse valdkonna meetmete ülevaade.	474
Tabel 110. Kalanduse valdkonna meetmete hindamine.	477
Tabel 111. Kalanduse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid õigusakte.	478
Tabel 112. Kalanduse valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.	479
Tabel 113. Kalanduse valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.	480
Tabel 114. Kalanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017–2020.	481
Tabel 115. Kalanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021–2030.	481

Tabel 116. Kalanduse valdkonnas meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.....	482
Tabel 117. Kalanduse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.....	482
Tabel 118. Kalanduse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed..	483
Tabel 119. Kliimamuutuste mõju ulukitele (liigid, arvukus ja haigused)	498
Tabel 120. Kliimamuutuste mõju ulukite toidubaasile ja kahjustustele	500
Tabel 121. Kliimamuutuste mõju jahindusele sotsiaalse tegevusena	501
Tabel 122. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmete ülevaade.....	503
Tabel 123. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmete hindamine.....	505
Tabel 124. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.	506
Tabel 125. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmete omavahelised seosed.	506
Tabel 126. Ulukite ja jahinduse meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.....	507
Tabel 127. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.	508
Tabel 128. Meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.	508
Tabel 129. Ulukite ja jahinduse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.	508
Tabel 130. Ulukite ja jahinduse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.	509
Tabel 131. Haavatavuse peamised dimensioonid (Füssel, 2007 järgi).	511
Tabel 132. Kliimamuutuste mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele	526
Tabel 133. Kliimamuutuste mõju turismitranspordile	528
Tabel 134. Kliimamuutuste mõju loodusturismile	530
Tabel 135. Turismi valdkonna meetmete ülevaade.	537
Tabel 136. Turismi valdkonna meetmete hindamine.	539
Tabel 137. Turismi valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.	540
Tabel 138. Turismi valdkonna meetmete omavahelised seosed.....	540
Tabel 139. Turismi valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.....	541
Tabel 140. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017–2020. ..	542
Tabel 141. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021–2030. ..	542
Tabel 142. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2031–2050. ..	542
Tabel 143. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2051–2100. ..	543
Tabel 144. Turismi valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.....	543
Tabel 145. Turismi valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.....	543
Tabel 146. Turismi valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.....	544
Tabel 147. Turba kaevandamine , tuhat tonni (Statistikaamet 2011 & 2014, KAUR 2015, Maa-amet 2013.)	552
Tabel 148. Turba kaevandusvaru ja selle ammendumine.	553

Tabel 149. Prognoositav keskmine õhutemperatuur (vastavalt Luhamaa et al. 2015) ja CO2 emissioon turbakaevandusaladelt	559
Tabel 150. Sademete summa (mm) perioodil 1992–2000.....	560
Tabel 151. Keskmine õhutemperatuur , °C.....	562
Tabel 152. Kliimamuutuste mõju kasvuhoonegaaside emissioonile turba kaevandusaladelt.....	574
Tabel 153. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise mahtudele	576
Tabel 154. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise tehnoloogiatele	579
Tabel 155. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alavaldkond - valdkonnas olulised poliitikadokumendid	580
Tabel 156. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alade kaevandusjärgne kasutus	581
Tabel 157. Turba kaevandamise valdkonna kohanemismeetmete ülevaade.....	586
Tabel 158. Turba kaevandamise valdkonna meetmete hindamine.....	588
Tabel 159. Turba kaevandamise valdkonna õigusraamistiku ülevaate tabel.....	589
Tabel 160. Turba kaevandamise valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.....	589
Tabel 161. Turba kaevandamise valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.....	590
Tabel 162. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017–2020.....	590
Tabel 163. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021–2030.....	590
Tabel 164. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2031–2050.....	591
Tabel 165. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2051–2100.....	591
Tabel 166. Turba kaevandamise valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.....	591
Tabel 167. Turba kaevandamise valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.....	591
Tabel 168. Turba kaevandamise valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.....	592
Tabel 169. Looduskeskkonna võtmevaldkonna maksumuse prognoos alaeesmärkide lõikes perioodil 2017–2030 (tuhat €).....	594
Tabel 170. Biomajanduse võtmevaldkonna maksumuse prognoos alaeesmärkide lõikes perioodil 2017–2030 (tuhat €).....	597
Tabel 171. Looduskeskkonna ja biomajanduse võtmevaldkondade kohanemismeetmete kogumaksumuse prognoos.....	601

JOONISED

Joonis 1. Eesti taimeliikide keskmised püsivusväärtused olenevalt areaalipiirist (karp – standardviga; vurrud – 95% usalduspiirid).....	80
--	----

Joonis 2. Mustlaik-apollo levik Eestis 1878–2010 (Liivamägi et al., 2013).....	87
Joonis 3. Liigi levila piiride (range limit), kaitseala (reserve) (nii tulevase kui praeguse) piiride ja maakasutuse muutuse vahelised seosed (Peters ja Lovejoy, 1992). (A) Liigi areaal (viirutatud ala) ja potentsiaalne kaitseala; (B) Lähiajal maakasutuse muutustest tingitud elupaikade killustumine ja kaitseala; (C) Elupaikade killustumise ja kliimamuutuste koosmõju liigi areaalile ja kaitsealale.....	88
Joonis 4. Kliimamuutuste mõju mineraalmuldadele (EEA Report, 2012 järgi). NPP – neto primaarproduksioon; MOA – mulla orgaaniline aine; MOS – mulla orgaaniline süsinik; CO ₂ – süsinikdioksiid; CH ₄ – metaan	125
Joonis 5. Kliimamuutustega kaasnevad muutused Läänemeres (Rönnerberg ja Bonsdorff, 2004).....	216
Joonis 6. Kasvu perioodi keskmine kestus perioodil 1951–2012 Eesti keskmisena. (Viru, 2014).....	365
Joonis 7. Pikaajalised trendid vegetatsiooniperioodi alguses perioodil 1964–2014 Eestis, läbi muutuste taimefenoloogias. (Keppart, 2015).....	365
Joonis 8. Korrelatsioon Euroopa Liidus taimsete materjalide sisseveol avastatud ohtlike taimekahjustajate (HO) ja põllumajandustoodete impordi kogumahtude vahel aastatel 1999–2008 (Švilponis et al. 2010). Punktid tähistavad iga-aastaseid logaritmitud andmeid riigiti.	373
Joonis 9. Koha ja rääbise töenduslikud saagid Peipsist (Kangur ja Kangur, 2014 järgi).	454
Joonis 10. Tindipopulatsiooni dünaamika ja üle 20 °C kraadpäevade arv Peipsis. Suuremad kalade suremised on näidatud. (Kangur et al., 2011 järgi).....	455
Joonis 11. (Mets)sea ülikiire levimine USA-s. (Agricultural Information Bulletin No 799, 2011). Täienduseks: 2014 a. seisuga ei ole metssigu siiani veel kohatud vaid kolmes, Wyomingi, Delaware ja Rhode Island'i osariigis (Mayer, 2014).	493
Joonis 12. Turismi mugavusindeks suveperioodil , 1970. a. vasakul ja 2080. a.; paremal ülal HIRHAM mudeli 3,9 C° ja all 2,5 C° stsenaariumid. Kliimamuutuste mõju Euroopas. (PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).	517
Joonis 13. Turismi mugavusindeks sügisperioodil , 1970. a. vasakul ja 2080. a. - paremal ülal HIRHAM mudeli 3,9 C° ja all 2,5 C° stsenaariumid. Kliimamuutuste mõju Euroopas. (PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).	518
Joonis 14. Turba kaevandusmaht perioodil 1992–2013 (Maa-amet, 2012, 2013, 2014; Statistikaamet, 2011).	547
Joonis 15. Eestis teostatud mõõtmistel saadud CO₂-C voogude ja keskmiste pinnasetemperatuuride (10, 20, 30 ja 40 cm) ning õhutemperatuuride suhe (Salm, 2012).....	551
Joonis 16. Sademete, temperatuuri ja sademeteta päevade arvu mõju turba kaevandamismahtudele	555
Joonis 17. Looduskeskkonna võtmevaldkonna tegevuste tüüpide jaotus.....	594
Joonis 18. Looduskeskkonna kohanemismeetmete maksumus meetmetüüpide lõikes...	595
Joonis 19. Looduskeskkonna kohanemismeetmete maksumus valdkondade lõikes.	596
Joonis 20. Looduskeskkonna kohanemismeetmete kiireloomulisus.	597
Joonis 21. Biomajanduse võtmevaldkonna tegevuste tüübid.	597

Joonis 22. Biomajanduse võtmevaldkonna maksumus alavaldkondade lõikes.....	599
Joonis 23. Biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumus meetmetüüpide lõikes.....	599
Joonis 24. Biomajanduse kohanemismeetmete rakendamise kiireloomulisus.....	600
Joonis 25. Biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumus põhivastutajate lõikes.....	600

Kokkuvõte

Projekt BioClim koondab **sisendteabe Eesti kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja tegevuskava** väljatöötamiseks **looduskeskkonda (I)** ja **biomajandust (I)** puudutavatel teemadel. Teemarühm hõlmab ühtteist eeldefineeritud valdkonda: elurikkus, maismaa-, magevee- ning mereökosüsteemid; ökosüsteemiteenused; põllumajandus, metsandus, kalandus, jahindus, turism ja turba kaevandamine.

Uurimus jaotub kolme etappi. **Esimesel** tööperioodil määratleti 11 valdkonna jaoks olulisemad alateemad ja koostati (ala)valdkondlik hetkeolukorra analüüs teemarühmas II eeldefineeritud valdkondade kaupa. Hetkeolukorra analüüsil kirjeldati valdkonna probleeme, ohte ja võimalusi, mineviku ilmastikunähtuste mõju ja olemasolevaid kohanemismeetmeid. Tulemused tuginevad peamiselt olemasoleva teaduskirjanduse, asjakohaste poliitikadokumentide ning õigusaktide, teadus- ja rakendusprojektide tulemuste ja erinevate andmebaaside andmestike analüüsil ja koondatud eksperttabel.

Teisel tööperioodil analüüsiti kliimamuutustega kaasnevaid (ala)valdkondlikke **riske**, valdkondade **haavatavust** ning **positiivseid, negatiivseid** ja **teadmata suunaga mõjusid**. Viimaste osas tehakse **soovitusi** edasisteks **teadus-** ning **rakendusuringuteks**.

Kolmandal perioodil töötati koostatud analüüside alusel välja valdkonnapõhised kohanemismeetmete ettepanekud negatiivsete mõjude minimeerimiseks ja positiivsete mõjude paremaks rakendamiseks, **nelja ajaperioodi** jaoks: kuni aastani 2020; kuni 2030; 2021–2050; ja 2051–2100. Kohanemismeetmete rakendamise prioriteetsust ja maksumust hinnati valdkondlikes tööühmades, mille alusel koostati kohanemise rakendusplaan. Meetmete maksumust on hinnatud kuni aastani 2030.

Kogu uurimuse koostamise vältel (eeskätt teisel ja kolmandal tööperioodil) on olulise panuse andnud ka konsultatsioon valdkondlike huvigruppidega.

Järgnevalt on esitatud olulisemad tulemused 11 valdkonna lõikes ja kohanemismeetmete maksumuse prognoos (I ja II prioriteetse võtmevaldkonna lõikes, aastani 2030).

I Looduskeskkond

1. Elurikkus

Hetkeolukord

Ohustatud ning ka tavalistel liikidel võivad kliimamuutuste tagajärjel muutuda levilapiirid, eriti mõjutatud on levila piirialal olevad liigid. Kliimamuutused võivad põhjustada liikide kohasuse ning paljunemisedukuse vähenemist ning muutusi fenoloogias ja selle läbi muutuvad liikidevahelised suhted. Samuti võivad muutused kliimas suurendada invasiivsete võõrliikide kahjulikku mõju elurikkusele, nt põhjustades uute invasiivide esinemist ja juba olemasolevate mõju ja leviku muutumist. Seoses ohustatud liikide ja invasiivsete võõrliikide areaali ja leviku muutustega avaldavad kliimamuutused negatiivset mõju kaitstavatele aladele. Kaitstavate alade suurendamine ja sidusus on oluline elurikkuse kaitsmiseks ja säilitamiseks.

Mõjude analüüs ja uuringusootused

Ohustatud ja ka tavalisi liike mõjutavad kõige rohkem keskmine temperatuuri tõus, äärmuslikud kliimasündmused, ka merejää kestuse ning ulatuse määra, samuti mereveetaseme tõus. Nende ilmasündmuste tagajärjel võib näha muutusi liigirikkuses ja liikide vaheldumises. Negatiivsed mõjud on liikide kadumine ja arvukuse vähenemine, paljunemisedukuse kahanemine, geneetilise mitmekesisuse kadu. Oodata võib ka muutusi liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes. Positiivseks võib pidada üldist liigirikkuse taseme säilimist.

Invasiivseid võõrliike mõjutavad erinevatest ilmamuutustest kõige enam keskmine õhu- ja veetemperatuuri tõus ning samuti jääkatte kestuse ja ulatuse vähenemine. Nimetatud muutused võivad põhjustada uute invasiivsete võõrliikide lisandumist, samuti seniste võõrliikide invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist.

Kliimamuutused toovad kaasa muutused elurikkusele tervikuna ja muutused üldises elurikkuses mõjutavad ka kaitse- ja hoiualasid, nende eesmärgid ja seisundit. Kaitse- ja hoiualasid mõjutavad peamiselt keskmine temperatuuri tõus ja mereveetaseme tõus. Kliimamuutustest on kõige enam haavatavamad kasvukohaspetsialistid ja võib arvata, et osa kohalikke liike sureb välja. Samas on võimalik, et liikide vaheldumisega üldine liigirikkus ei muutu, aga uute liikide tulekuga muutub liigiline koosseis. Kliimamuutustega kaasnevad osade ökosüsteemide hävimised ja teiste ökosüsteemide muutused.

Edaspidiseks tõhusamaks kliimamuutuste mõjude uurimiseks elurikkusele soovitame järgnevat uurimisteemasid:

- olemasolevate teadmiste koondamine;
- piiriliikide uurimine;
- võõrliikide, eeskätt invasiivsete võõrliikide uurimine;
- levikuatlaste info uurimine leviku mudeldamise asemel;
- liigisisese varieeruvuse uuringud.

Kohanemismeetmed

Elurikkuse valdkonna kohanemismeetmete väljatöötamisel on lähtutud üldistest looduskaitsemeetmetest ja tegevustest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisel ning mõjuvad sotsiaal- ja majandusvaldkonnale positiivselt. Elurikkuse valdkonnas on kolm esmatähtsat kohanemismeedet: 1) liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes; 2) invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine, tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes; 3) koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes. Esimese meetme rakendamiseks tuleb läbi viia 11 tegevust, teise meetme puhul kuus tegevust ja kolmanda meetmega 10 tegevust. Aastani 2030 on esimese meetme tegevuste maksumuse prognoos 2 600 000 €, teisel meetmel 8 300 000 € ja kolmanda meetme puhul 1 610 000 € ning kokku on maksumuse prognoos 12 510 000 €. Osad tegevused, mis on tähtsad nii looduskaitsest kui ka kliimamuutustega kohanemise kontekstis, on juba rahastatud ja nende kulu antud strateegias ei arvestata.

2. Maismaa ökosüsteemid

Hetkeolukord

Maismaa ökosüsteemid ja kliimamuutused on olemuslikult seotud. Kliimamuutustega kaasnevad õhutemperatuuri ja sademete tõus ning sagenevad ekstreemsed ilmastikunähtused mõjutavad metsaökosüsteemi struktuuri ja funktsioone, muutes

muuhulgas metsa kasvukiirust, süsiniku akumulatsioonimist ja seeläbi kogu ökosüsteemi ainebilanssi. Kliimamuutustega kaasnevad veerežiimi ja -taseme muutused, mis omakorda mõjutavad märgalade kasvuhoonegaaside bilanssi – süsihappegaasi ja naerugaasi emissioon enamasti suureneb ning metaani emissioon väheneb. Süsiniku sidumist mulda rohu- ja põllumaadel mõjutavad nii temperatuur, taimede kasv, sademete hulk kui ka mulla tüsedus, veerežiim, lõimis ja karbonaatide sisaldus. Erinevad maismaa ökosüsteemid on olulised mitmete ökosüsteemiteenuste osutamisel, näiteks süsiniku sidumine, üleujutuste ja mullaerosiooni vastane kaitse jne. Terved ja taastumisvõimelised ökosüsteemid pakuvad olulist kaitset kliimamuutuste mõju vastu. Nende hüvede ja teenuste jätkusuutlikkuse tagamiseks muutuvates kliimatingimustes tuleb rakendada erinevaid kohanemismeetmeid, mis käesoleval ajal Eestis veel puuduvad.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Metsanduses soodustavad kliimamuutused süsinikuringe kiirenemist ja puiduproduktiooni kasvu, mis suurendab potentsiaalset raiemahtu, mõjudes positiivselt riigi majandusele. Samas võivad suuremad raiemahud ohustada metsaelupaiku ja elurikkust. Kliimamuutused võimendavad inimtegevusest tulenevaid negatiivseid mõjusid ökosüsteemile (IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report), nt intensiivistub raiejärgne orgaanika lagunemine, mille tulemusena suureneb CO₂ heide atmosfääri ning sademete suurenemine ohustab raiesmike soostumist. Temperatuuri tõusu tõttu ei külmu talvel maapind läbi, mis raskendab raietööde läbiviimist. Metsatöömashinad võivad kergemini rikkuda läbikülmumata mulla struktuuri, mille tulemusena muld tiheneb, halvenevad taimede kasvutingimused, tekivad lokaalsed liigniisked alad, väheneb mullaviljakus ja suureneb mullast lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon. Sagenevad põuad võivad suurendada metsatulekahjude ohtu ning sagenevad tormid suurendavad tormikahjustuste esinemist. Kliimamuutused võivad muuta liikidevahelisi suhteid ja metsa kasvukohatüüpe, mõjutades seeläbi kogu ökosüsteemi funktsioneerimist.

Erinevatest kliimaatilistest teguritest mõjutavad õhutemperatuuri tõus ja sademete hulga suurenemine kõige enam märgalade hüdroloogilisi tingimusi ja sesoonsust, toitainete liikumist ning kasvuhoonegaaside emissiooni. Suureneb ka märgalade roll vooluhulkade ja veetaseme ühtlustajana. Ilmastiku üksiksündmustest on märgalad tundlikud sagedaste külmumis-sulamistsükli vaheldumise ja lumikattega päevade arvu vähenemise suhtes. Põuasemate suvede tingimustes väheneb märgalade veetase ja veevaru ning sellel on selged järelmid märgalade elustikule ja vett puhastavatele omadustele. Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad pikaajaliselt ka nihkeid soode taimkatte liigilises koosseisus, muutes erinevate turbasambliikide vahekorda ja suurendades puhmastaimede konkurentsieelist turbasammalde ees. Taimestiku struktuuri muutused mõjutavad omakorda märgalade elustikku ning ranniku märgala kooslustele mõjuvad täiendavalt tormisuse kasv ja tuulte lääne-suunalise komponendi sagenemine.

Kliimamuutused võivad ohustada Eesti rohumaa- ja põllumuldade huumusesisaldust ja seega muldade viljakust. Muldade viljakust mõjutavad väga oluliselt ka tuleviku maaharimise iseärasused, eriti muutused maakasutuses. Temperatuuri tõus toob kaasa taimede kasvuperioodi pikendamise ja produktiivsuse kasvu. Kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist ja tõstab muldadest lähtuvat CO₂ emissiooni. Poollooduslikel rohumaaadel mõjutab temperatuuri tõus koosluste liigilist koosseisu ja/või liikide ohtrussuheteid. Sademete hulga suurenemine võib kaasa tuua talviseid ja varakevadisi üleujutusi. Varakevadiste põudade korral ohustab põllumuldi tuuleerosioon. Ägedate tormide ja paduvihmade korral ohustab vahelharitavate kultuuride põlde ja mustkesa vee-erosioon.

Maismaa ökosüsteemide riskide, haavatavuse ja kliimamuutuste mõju täpsemaks hindamiseks on soovitatav käsitleda alljärgnevat uuringuteemasid:

- kliimamuutuste mõju maismaa ökosüsteemide süsinikuvarule (bilansile) ja selle muutustele, hüdroloogilisele režiimile, toitainete liikumisele ja kasvuhoonegaaside emissioonile;
- kliimamuutuste mõju maismaa ökosüsteemide kasvukohatüüpidele ja liigilisele koosseisule, ökosüsteemide funktsionaalsetele ja struktuursetele muutustele.

Kohanemismeetmed

Maismaa ökosüsteemide valdkonna kohanemismeetmete eesmärgiks on maismaa ökosüsteemide hea seisundi, funktsioonide ja ressursside säilimine muutuvates kliimatingimustes. Välja on pakutud 10 meetet koos 29 tegevusega, millest märkimisväärse osa hõlmab teadmistega seotud vajakajäämist vähendamine, luues aluse teadlikumate kohanemist käsitlevate otsuste tegemiseks. Kohanemismeetmete väljatöötamisel on lähtutud ökosüsteemipõhisest lähenemisviisist ja nii siseriiklike kui rahvusvaheliste strateegiate ja uuringute kliimamuutustega kohanemise ettepanekutest. Meetmete ja nende tegevuste kogumaksumus aastani 2030 on hinnanguliselt 20 125 000 €. Maismaa ökosüsteemide meetmed on tihedalt seotud elurikkuse, ökosüsteemiteenuste, metsanduse, põllumajanduse ja turba kaevandamise valdkondades esitatud meetmetega, mis käsitlevad ökosüsteemi funktsioonide, elupaikade ja elurikkuse säilimist, mullaviljakuse säilimist ning kasvuhoonegaaside emissiooni ja süsinikubilansi uuringuid. Maismaa ökosüsteemide meetmete rakendamist hinnatakse keskmiselt keerukaks, sest mitmed meetmed on rohkemal või vähemal määral kajastatud olemasolevates strateegiates ja arengukavades. 7 meetet 10-st on kiireloomulised, mida tuleks hakata rakendama esimese 5 aasta jooksul. Seejuures peaks kõiki meetmeid nende eesmärgi saavutamiseks rakendama pika aja jooksul (aastani 2100).

3. Mageveeökosüsteemid

Hetkeolukord

Kliimamuutused mõjutavad mageveeökosüsteeme peamiselt jäärežiimi, jääkatteta perioodi veetemperatuuri, vee kemismi ja elustiku muutumise läbi. Mageveekogude puhul on kliima mõju raske inimtegevuse mõjust eristada ja selleks on vaja teha täiendavaid uuringuid. Suurjärvedest on Peipsi puhul veetemperatuuri muutused esmaseks ja juhtivaks kliimateguriks ökosüsteemis, Võrtsjärve puhul on kõige olulisemad kõikumised järve veemahus. Väikejärved reageerivad kliimamuutustele tüübispetsiifiliselt, kuid neid ohustavatest teguritest on esikohal eutrofeerumist põhjustav toitainete koormus. Prognoositavad on nihked väikejärvede kihistumise ja veesamba segunemise režiimis, suvised veeõitsengud sagenevad. Vooluveekogude puhul on tulevikus lumikatte vähenemisest tingitud maksimaalsed äravoolud ja veetasemed väiksemad praegustest. Suureneb sügisene kõrgveeperiood ning pikeneb suvine miinimumäravooluperiood. Sellised muutused parandavad jõgede talvist ökoloogilist seisundit, kuid muudavad selle halvemaks suveperioodil. Hüdroloogilise režiimi muutused mõjutavad ka ainete ärakannet.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Magaveekogusid mõjutavad kõige enam prognoositav õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus, talvise jää- ning lumikatte paksuse vähenemine ja vastava perioodi lühenemine. Peamiselt suurjärvi mõjutavad muutused tuule tugevuses ning ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine.

Temperatuuri tõusust tulenevalt sagenevad veeõitsengud, halveneb suvine hapnikurežiim, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad ning tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele vöör- ja invasiivsetele liikidele. Väikejärvede puhul on võimalik vee segunemistüübi muutumine ja tugevam ning pikem veesamba termiline kihistumine, mis toob kaasa hapnikuvaese tsooni laienemise ning suurema sisereostuse settest. Temperatuuri tõusu ning sademete hulga suurenemise koosmõju suurendab toitesoolade ja süsiniku ärakannet valgalalt.

Kliima muutumise positiivseteks mõjudeks on sademete hulga suurenemisest tingitud veekogude ühtlasem hüdroloogiline režiim, kõrgemad veetasemed ja suuremad vooluhulgad ning parem hapnikuga varustus talveperioodil. Temperatuuri tõus parandab suplemisvõimalusi, kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus.

Prognoositavad muutused kliimas töötavad enamasti vastu pingutustele toitainete haju- ja punktrestostuse vähendamiseks ja veekogude hea seisundi saavutamiseks ning süvendavad eutrofeerumise ilminguid. Järvedest lähtuv looduslik kasvuhoonegaaside emissioon suureneb ja see võib raskendada vastavate eesmärkide täitmist ning anda positiivse tagasiside edasistele kliimamuutustele.

Kliimamuutuste mõjude, riskide ja haavatavuse täpsemaks hindamiseks magaveeökosüsteemidele on soovitatav teostada alljärgnevad uuringud:

- koherentsuuringud eutrofeerumise ja kliima muutumise mõjude eristamiseks;
- seire ja mõjude täpsem modelleerimine aineringetele, hüdroloogilisele ja kihistumise režiimile ning kasvuhoonegaaside emissioonile;
- koondada teave ja analüüsida mõjusid magaveekogude elupaigatüüpidele, liigilisele koosseisule ja ökosüsteemide funktsionaalsetele ning struktuursetele muutustele;
- veeõitsengute sotsiaal-majanduslike mõjude ja mürgistusjuhtumite vähendamiseks tuleb tihendada seiresammu ning kaasajastada jälgimismeetodeid ja rakendada vastav eelhoiatussüsteem.

Kohanemismeetmed

Magaveeökosüsteemide valdkonna kohanemismeetmete eesmärgiks on minimeerida kliima muutumisest lähtuvad negatiivsed mõjud magaveeökosüsteemide hea seisundi saavutamisele ja tagada ökosüsteemiteenuste kättesaadavus vähemalt senises mahus. Välja on pakutud 5 meetet kokku 9 tegevusega. Nende kogumaksumuseks kuni aastani 2030 on hinnatud 4 040 000 €. Kõik meetmed on kõrgeima prioriteetsusega ja nende rakendamisega tuleks võimalusel alustada kohe. Kindlasti on vaja koheselt läbi viia modelleerimised kliima muutuste mõjude täpsemaks prognoosimiseks pinnaveekogumite sise- ja väliskoormusele ning hüdroloogilisele ja kihistumise režiimile ning arvestada nende tulemustega veemajanduskavade koostamisel (Meede 3.1). Alustada tuleb ka veekogude seire indikaatorite kliimatundlikkuse tõstmise, kliima muutumise tulipunktide kaardistamise ja loodusliku kasvuhoonegaaside emissiooni mõõtmisega (Meetmed 3.2 ja 3.4) kuna neid andmeid saab analüüsida alles piisava pikkusega aegrea olemasolul. On ette näha vöörliikide ja veeõitsengutega seotud probleemide süvenemist ning valmisolekut nende ohtudega tegelemiseks on vaja tõsta (Meetmed 3.3 ja 3.5).

4. Läänemeri ja merekeskkond

Hetkeolukord

Läänemere üheks olulisimaks ökoloogiliseks probleemiks võib pidada mere eutrofeerumist. Mere eutrofeerumise tagajärjel kannatavad põhjataimestik ja -loomastik, pelaagilised kalad ning üldine bioloogiline mitmekesisus väheneb. Suuremad muutused, sh kliimamuutustest tingitud muutused atmosfääriprotsessides, avalduvad otseselt merevee tsirkulatsioonis, temperatuuri- ja soolsusrežiimis. Kõrgemad veetemperatuurid suurendavad primaarproduktentide aktiivsust, mistõttu mere eutrofeerumine intensiivistub, mis omakorda suurendab võõrliikide osakaalu ökosüsteemis. Seniste andmete põhjal on merealade ja mereökosüsteemide kohanemise võimalused kliimamuutustele piiratud ning sellest lähtuvalt on alternatiiviks suurendada merekeskkonna vastupanuvõimet ja vähendada teiste antropogeensete survetegurite mõju.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Kliimastenaariumites prognoositav temperatuuri ja sademete koguhulga kasv ning tormide sagenemine toovad kaasa erisuunalisi muutusi. Sellised muutused nagu eutrofeerumise intensiivistumine, lõunapoolsete võõrliikide kasv ja külmalembeste võtmeliikide taandumine mõjutavad merekeskkonna bioloogilist mitmekesisust ja merekeskkonna tasakaalu negatiivselt. Lisaks kaasnevad kliimamuutustega režiiminihked toiduahelates ja pikeneb vegetatsiooniperiood ning suureneb üldine sekundaar- ja primaarproduktioon, mille mõju suund merekeskkonna erinevatele protsessidele ja üldisele toimimisele on teadmata. Läänemere soolsuse vähenemine ja ka tormide mehhaanilised häiringud võivad mõjutada koosluste liigilist koosseisu ja mitmekesisust. Mitmete tegurite koosmõjul toimuvate protsesside, näiteks merevee hapestumise, mõju Läänemere ökosüsteemi toimimisele kliimamuutustest lähtuvalt on pikemas perspektiivis teadmata.

Teadustöö lünkade täitmiseks on vajalik eksperimentaalselt hinnata eri kliimanäitajate (tormid, suurenev merevee temperatuur, vähenev soolsus) eraldi- ja koosmõjusid erinevatele mereökosüsteemile ning ka eutrofeerumisele ja toiduahelate toimimisele. Samuti on tarvilik määratleda võõrliikide põhjustatud muutusi ja mõju ulatust ning ka nende osakaalu kohalike liikide toidubaasis.

Kohanemismeetmed

Merekeskkonna kohanemismeetmete strateegiline eesmärk, et tagatud on merekeskkonna seisundi hea kvaliteet aastaks 2030, lähtub üldhinnangu andmisel nii ökoloogilisest seisundist kui ka keemilistest näitajatest, jälgides merekeskkonnas toimuvaid nii lühi- kui pikaajalisi muutusi hinnates kliimanäitajate eraldi- ja koosmõjusid erinevatele mereökosüsteemi elementidele. Merekeskkonna valdkond hõlmab üheksat meetet, mille raames on plaanis rakendada 19 tegevust, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele ning merekeskkonna hea kvaliteedi ja mitmekesisuse tagamisele. Antud meetmete ja nendega seotud tegevuste kogumaksumus on 2 054 000 €. Kõiki meetmeid on võimalik rakendada kohe, kuid oluliste tulemusteni jõudmine võib võtta enam kui 5 aastat. Samuti eeldavad mitmed kohanemismeetmed pikemaajalist seiret või ulatusliku uuringu teostamist, seeläbi kestab nende rakendamine käesoleva sajandi vältel pidevalt. Merekeskkonna valdkonnas on kaks esmatahtsat meetet, mille rakendamine on äärmiselt vajalik lähima 5 aasta jooksul: 1) meede 4.1: kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine; 2) meede 4.6: võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.

5. Ökosüsteemiteenused

Hetkeolukord

Võrdlemisi hästi võib prognoosida seda, kas äärmuslikud ilmastikuolud võiksid mõjutada erinevaid ökosüsteemiteenuseid Eestis, kuid andmeid napib selliste mõjude tegeliku ulatuse kohta. Võrreldes reguleerivate ja kultuuriliste teenustega, leidub ökosüsteemide pakutavate varustusteenuste kohta statistilisi andmeid kõige enam. Kliimamuutuste mõjudega kohaneda aitavaid meetmeid Eestis ei rakendata, kuigi mõningal juhul võivad juba kasutusel olevad meetmed aidata muuhulgas ka kliimamuutustega kohanemisel.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Esimesel kahel perioodil avaldavad ökosüsteemiteenuste pakkumisele suurimat mõju äärmuslikud ilmastikunähtused. Kuigi erinevad kliimarisikid avalduvad mõlema stsenaariumi puhul märgatavalt 2050. ja 2100. aastaks, tuues kaasa muutusi nii varustus-, reguleerivate kui ka kultuuriliste teenuste pakkumises, on tõenäoliselt just äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemine see, mis annab põhitõuke muutuste tekkele. Kliimarisikide mõju võib erinevatele ökosüsteemiteenustele avalduda erinevalt, samaaegselt nii positiivse kui ka negatiivsest. Suurimad negatiivsed mõjud avalduvad eeldatavasti mere- ja mageveekoosluste pakutavatele ökosüsteemiteenustele ning mõnevõrra väiksemas ulatuses maismaaökosüsteemide teenustele, samas kui linnaökosüsteemis avaldub enim positiivseid mõjusid.

Kuivõrd ökosüsteemiteenuste teema on Eesti jaoks uus, siis puudub alusteave (statistika) enamike ökosüsteemiteenuste kohta. Seepärast tuleks alustada uuringuid, selgitamaks välja erinevate Eesti ökosüsteemide pakutavate varustusteenuste mahud Eestis ning alustada sellekohase statistika kogumist. Samuti tuleb välja selgitada reguleerivate teenuste mahud Eestis ning neid mõjutavad tegurid ning kultuuriliste teenuste kasutusmahud Eestis.

Kohanemismeetmed

Selleks, et tagada kliimarisike arvestav ökosüsteemiteenuste pakkumine piisavas mahus ja kvaliteediga on perioodiks 2017–2030 kavandatud 27 meetet ja 45 tegevust kogumaksumusega 13,9 mln €.

Peeaaegu pooled meetmed (14) on suunatud veega seotud ökosüsteemiteenuste (nt veerežiimi säilitamine, veepuhastamine, kalad, mereannid, joogi- ja niisutusvesi, kalapüük, veeturismivõimalused, jt) mahtude ja kvaliteedi säilitamisele. See on ka mõistetav, kuivõrd nii magevee-, mere-, metsa-, soo-, niidu- kui mullaökosüsteemidel on oluline roll niiskuse ja sademete hulga puhverdamisel, kui heite ja heitmete neutraliseerimisel.

Meetmete puhul domineerivad regulatiivsed tegevused. 45-st tegevusest eeldavad õiguslikku reguleerimist 14. Need on enamasti õigusakti muudatused, millega tuleks kehtivas valdkondlikus seaduses või määruses arvestada kliimarisike. Enamasti puudutavad muudatused loodusvarade hoolikamat planeerimist ja kliimamuutustele vastavat kasutamist (nt püügikvoodid, raiemahud, ulukite küttemahud, jt) või nende kaitse tagamist (nt kudealade kaitse alla võtmine). Arvuliselt teise (12 tegevust) olulise meetmetüübi moodustavad informatiivsed meetmed. Investeeringuid on planeeritud 5. Kuivõrd ökosüsteemiteenuste temaatika on Eestis suhteliselt uudne, siis on meetmete hulgas avalikkuse teadlikkust suurendavaid tegevusi (juhised, kampaaniad, ametliku teabe avalikult kättesaadavaks tegemine, jmt). Samas on kohanemismeetmete hulgas ette nähtud ka investeeringut teavitussüsteemi loomisse, mille abil üldsust, aga ka spetsiifilisemaid sihtrühmi kliimarisikidest teavitada, et nende ohutus paremini tagada. Kolmandal kohal on meetmete hulgas uuringud (11 tegevust). Esile tuleks tõsta ökosüsteemiteenuste klassifikatsiooni välja töötamise, mahtude ja kvaliteedi ning rahalise väärtuse leidmise

vajadust. Koostamisel on Eesti tingimusi arvestav magevee- ja mereökosüsteemi klassifikatsioon, kuid sarnast klassifikatsiooni on vaja ka teiste ökosüsteemide jaoks (mets, soo, niidud, muld, linn). Samuti on suur vajadus uuringu järele, millega selgitatakse välja ökosüsteemide süsinikubilanss, mille suhtes kliimariskide mõju ökosüsteemiteenuste hinnata. Rohealade, niitude ja rohumaade ning muldade kliimatundlikkuse näitajad peaksid kajastuma ka maakonna- ja üldplaneeringutes. Seepärast on meetmete hulgas maakonna- ja üldplaneeringute läbivaatamine kliimariskide seisukohast.

II Biomajandus

6. Põllumajandus

Hetkeolukord

Viimastel aastatel on Eestis taimede kasvuperioodid pikenenud – külviaeg on hakanud saabuma varem ja saagikoristus võib toimuda hiljem, kuigi hilisem saagikoristus võib olla raskendatud liigniiskuse tõttu. Heitlik talv vahelduvate sulade ja jäätumistega halvendab taliviljade talvitumist ning suureneb lumiseene oht. Pikema hooaja tõttu on hakatud kasvatama rohkem silomaisi ja taliteraviljana talirapsi, samuti on hakatud viljavaheldusse kaasama hernest või põlduba. Temperatuuride tõus, sademete hulga suurenemine ning lumikatte vähenemine soodustab traditsioonilisi loomakasvatusharusid. Juhul kui niiskuse hulk väheneb, võib see loomakasvatussaaduste tootmist raskendada söödanappuse tõttu. Keskmise temperatuuri tõus loob eeldused saasteainete emissiooni suurenemiseks sõnnikukäitluses. Kliimamuutuste tagajärjel tekib rohkem tormidest põhjustatud elektrikatkestusi ja tõrked loomakasvatusseadmete töös võivad olla fataalsete tagajärgedega. Meemesilased on olulised tolmeldajad, kes otseselt ja vahetult sõltuvad sellest, kuidas kliimamuutused mõjutavad ilmastikku ja korjetaimi. Erinevatel põhjustel hakkub igal aastal 25–30% mesilasperedest (vt ka ökosüsteemiteenuste allptk „Tolmeldamisteenus“). Kliima soojenemise valguses eeldatakse, et levivad järjest enam taimi, põllumajandusloomi ja ka otseselt või kaudselt inimesi ohustavad patogeenid ning potentsiaalsed nakkushaiguste lüljalgsetest siirutajad. Üha sagedamini tuvastatakse seni soojema kliimaga seostatud infektsioone ning siirutajaliike piirkondades, kus neid varem polnud.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Eesti põllumajandust mõjutab kliimafaktoritest kõige enam keskmiste temperatuuride tõus ja temperatuuri varieeruvuse muutumine. Suuremad riskid lähtuvad veel ka atmosfäärisaaste eeldatavast kasvust, sademete režiimi ja ekstreemsete ilmastikunähtuste sageduse muutustest. Enamasti sõltuvad positiivsed mõjud kõigis alavaldkondades temperatuuri tõusust, kuigi lisaks sademete hulgale võivad ka atmosfäärisaaste (täpsemalt CO₂ kontsentratsiooni tõus, mis mõjutab taimefüsioloogiat), ekstreemsed ilmastikunähtused (põuane kevadperiood, mis on ebasoodne verdimevate putukate paljunemiseks ja arenguks) ning kiirgusrežiimi muutused (UV-kiirguse vähenemine, mis tõstab mikroobsete pestitsiidide tõhusust) luua mõningaid soodsaid aspekte. Paljud taimekasvatusele iseloomulikud riskid mõjutavad läbi söödatootmise ka loomakasvatuse valdkonda. Kõige olulisemateks muutusteks võivad olla abiootilistest aga ka biootilistest teguritest tingitud häiringud ja vapustused. Samas võib ilmastikusündmuste kogum viia ka tundmatu uue seisundini, mis loob põllumajandusettevõtetele teistsuguse

tootmiskeskonna. Kliimategurite suhtes kõige haavatavamaks osutuvad väiksema majandusliku konkurentsivõimega ettevõtted.

Nii kliima- kui ka agroökosüsteemid on keerulised, paljude seostega kompleksüsteemid, milles üksikute mõjurite tagajärg erineb oluliselt tegurite koosmõjust. Võimalike halvemate mõjudega kohanemiseks on eelkõige vajalik arendada uusi meetodeid neid süsteeme juhtivate protsesside tundmaõppimiseks ja arvestada senisest rohkem kliimafaktorite kompleksmõjudega. Prioriteetsemateks uurimissuundadeks põllumajanduses võiksid olla:

- agroklimatoloogiliste näitajate modelleerimine;
- eriolukordade modelleerimine põllumajandusmaal;
- muldade süsinikuvaru ja huumusbilansi uurimine;
- uute loomataudide, sh kalade ja mesilaste parasitootside ning taimekahjustajate seire;
- biotiliste ja abiotiliste stressorite mõju uurimine metabolismile ja arengule;
- troofiliste suhete komplekside muutuste uurimine bioloogiliste mõjude protsessis;
- resistentsuse ja virulentsuse kujunemise ja säilimise uurimine;
- kultuuride ja loomade innovaatiliste kasvatustehnoloogiate arendamine jmt.

Kohanemismeetmed

Põllumajanduse kliimarisikide maandamiseks töötati välja 16 kompleksmeedet (30 tegevust), neist 4 majanduslikku, 2 regulatiivset, 3 uuringu-, 2 informatsioonilist ja 2 investeringumeedet. Suureneva ilmastikulise varieeruvuse tõttu oleks esmajoonel tarvis üle vaadata õigusraamistiku seos kliimamuutustega, tagamaks õigusnormide paindlikkus ning kiireks reageerimiseks vajaliku ressursi olemasolu (kriisikavad, kriisifond). Ettevõtetele on kohanemissuutlikkuse suurendamiseks vaja soodustada tootmise mitmekesistamist, saaduste maksimaalset väärimist ja turustamist, vajadusel ka ekspordi. Enam tähelepanu vajavad ettevõtteüksused meetmed: regionaalsed visioonid põllumajanduse struktuuri optimeerimiseks, taimekaitse- ja väetamise süsteemides mullastiku ja veerežiimi arvestamiseks, sõnniku (eriti sügisel ja talvisel perioodil) ja taimse materjali kasutamiseks taastuenergia ressursina ning mullaviljakuse taastamiseks, ettevõtte ja/või regiooni varustuskindluse tagamiseks jms. Kuivendussüsteemide renoveerimisele lisaks on põuatundlikel muldadel vaja toetada niisutus- või kahepoolse reguleerimisega süsteemide rajamist. Ettevõtete suunamiseks õigele käitumisele, peab optimaalne meetmete kompleks olema ka ärioluliselt vastuvõetav. Uutes oludes vajavad tootjad otsuste tegemiseks riigipoolset tuge. Vajalik oleks arendada välja ühtne terviklahendus ekstreemsete ja vääramatu jõuga looduskahjude (loomataudid, ohtlike taimekahjustajate levik, uluki- ning ilmastikust tingitud kahjustused jms) käsitlemiseks. Riiklik investering meteoroloogiliste andmete integreerimiseks muudest riiklikest süsteemidest, teadlastelt ja vabatahtlike võrgustikest lähtuva usaldusväärse teabega ja selle kavakindel kasutamine agrokliimaatiliste näitajate jm spetsiifilise teabe modelleerimiseks (nt. teatud kultuuride kasvufaas etteantud ajahetkes, agrokemikaalide vajadus jms.) looks uue kvaliteedi ettevõtte majandusotsuste langetamiseks ja keskkonnakahjude ennetamiseks. Varase hoiatussüsteemi tsentraalne arendamine tagaks vajaliku info jõudmise kõigile osapooltele, et olulise kahju tekkimist ära hoida või leevendada. Ilmastikust tulenevate riskide juhtimise käigus keskkonna kahjustumise vältimiseks on vaja välja töötada täiesti uus regulatiivsete meetmete pakett: KSM toetuste karmistamine mulla- ja veekaitsealsetel eesmärkidel, sõnnikumajanduse ümberhindamine, toetus põõsaribade rajamiseks jms. Vähem tähtis pole põllumajanduse tugisüsteemide käiguhoidmine: seisukindlate või pikema kasvuperioodiga sortide aretus, mesinduse korjebaasi tagamine, haridus ja teadus

ning kompetentsi kasvatamine jms. Senini on lahendus leidmata osapooli rahuldava põllumajanduskindlustuse väljatöötamisele.

7. Metsandus

Hetkeolukord

Kliimamuutused põhjustavad eeldatavalt olulisi pikaajalisi muutusi kogu Eesti metsasektoris. Muutub metsade koosseis, tootmine ja metsade ökoloogiline seisund. Võivad muutuda metsanduslike tegevuste proportsioonid ja eesmärgid. Puidutööstus peab arvestama kohaliku puidu sortimentatsiooni muutustega. Sademete suurenemisel ja talve lühenemisel muutub oluliseks metsateede ja kuivendusvõrkude korrashoid, suurenevad vastavad kulutused. Olulist ja vältimatut kahju võivad tekitada ekstreemsed ilmastikuolud. Kliimamuutustega seotud riskide osas on üheks olulisemaks metsahaigused, eriti invasiivse iseloomuga haiguspuhangud ja samuti võimalikud kahjurputukate masspaljunemised. Uudset lähenemist on vaja metsataimekasvatases, metsaselektioonis, puistute hooldamises, metsakaitstes, raieviisides ja metsapatoloogias.

Mõjude analüüs ja uuringusootused

Tähtsaimad kliimategurid, mis mõjutavad metsandust on prognoositavalt keskmise õhutemperatuuri tõus ja sademete koguse suurenemine. Tugev negatiivne mõju saab olla harva esinevatel ekstreemsetel tingimustel (põud, äärmuslikult madal talvine temperatuur, torm). Metsatööstust hakkavad tugevalt mõjutama sula maaga talvedest tulenevad raskused puidu metsast väljaveol. Majanduslik suurim mõju tuleneb täiendavate kulutuste tekkest metsateede ja kraavide korrashoiule. Raieviisidest suureneb sanitaarriiete maht. Metsades võib suurenda lehtpuude osakaal. Positiivne mõju võib tuleneda metsade puidu juurdekasvu suurenemisest, kuid see ei pruugi olla pidev trend sajandi lõpuni. Metsade sanitaarne seisund võib halveneda tulenevalt uutest invasiivsetest metsahaigustest.

Siseriiklikult ja ka rahvusvaheliselt tuleb suunata tähelepanu järgnevate tegevuste planeerimisele koostöös teadlastega läbi rakendusuuringute:

- Erinevate raieviiside majanduslik-ökoloogiline analüüs lähtudes muutuvast kliimast, s.o raiete sesoonne toimumisaeg, raiete intensiivsus, raievanused, kahjustuste oht ja preventiivsed tõrjevajadused jms.
- Metsakultiveerimine ja sellega seonduvad probleemid muutavas kliimas.
- Geograafiliste katsekultuuride rajamine, nii kohalikust materjalist kui ka naaberriikidest pärit seemnest.
- Metsakultuuride hooldamine ja sellega seonduvad probleemid muutavas kliimas.
- Metsahaigustest tingitud kahjustuste monitooring ja tõrjevõimaluste selgitamine.
- Sademete intensiivsuse võimalikkusest lähtudes analüüsida metsateede ja kuivendusvõrkude süsteemide võimekust.

- Jätkata võimalike uute invasiivsete haigustekitajate monitooringut, et varakult fikseerida nende esmasaabumine Eestisse.
- Jätkata uurimistöid patogeenide epidemioloogia ja levikustrateegia valdkonnas ning hinnata, kuidas see on ilmastikutingimuste muutumisega seotud.
- Patogeenide suhtes resistentsemate puude järglaskondade otsingud ilmastikumuutuste foonil.
- Majandusmetsade liigilise koosseisu reguleerimisel tuleks arvestada lehtpuude mõnevõrra parema kohanemisvõimega meie regioonis ennustatavate kliimamuutustega. Tuleb uurida lehtpuupuidu kõrgemat väärindamist ja kasutamist.
- Toimuma peaks pidev metsade juurdekasvu ja selle muutumise hindamine ja analüüs.

Kohanemismeetmed

Meetmete eesmärgiks on tagada majanduslikult ja ökoloogiliselt jätkusuutlik metsandus, metsamajandus ja metsakasutus. Planeeritavaid meetmeid on kokku viis, nende rakendamise eest vastutab keskkonnaministeerium. Kõigi metsandusega seotud meetmete eripäraks on tulenevalt metsade aeglasest kasvust ka meetete rakendamine ning nende mõju kotroll pika perioodi jooksul. Eeldatakse uute põhimõtete viimist õigusaktidesse ja normatiividesse. Metsanduse meetmed on kõik kõrgeima prioriteetsuse astmega. Peamised meetmed on suunatud uuringutele, mis toetavad uusi regulatsioone, investeringuid, planeeringuid ja innovaatikat. Vajalik on majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeerimine, muutuvast kliimas sobivate hooldus- ja teiste raieviiside intensiivsuse ja sesoonsuse analüüs. Metsade raiel ja uuendamisel tuleb arendada metsakasvatustlike võtteid, mis tagavad metsade ökoloogilise väärtuse säilimise. Kliimamuutustele kohanemisel tuleb puidu varumisel rakendada innovaatilisi tehnoloogiaid metsamulla kahjustuste vähendamiseks, meede on suunatud metsateede ja kuivendussüsteemide korrashoiule. Tulemuslikuks metsade uuendamiseks on vajalik järglas- ja geograafiliste katsekultuuride rajamine, ning metsageneetilised uuringud uutele ilmastikutingimustele ja haigustele vastupidavamate puude järglaste otsing. Vajalik on pidev metsa patogeenide seire püsivaatlusaladel ja importitava bioloogilise materjali seire ning kontroll, uurida tuleb uute patogeenide epidemioloogiat ja levikustrateegiat. Oluline on haigustekitajate mõju modelleerimine ja juuremädanike kahjustuste hindamine seostatuna puidu kvaliteedi ja metsade juurdekasvuga.

Metsanduse valdkonna meetmete maksumus on kokku 6 mln €, sellele lisandub metsateede ka kuivendusvõrkude korrashoiu kulu.

8. Kalandus

Hetkeolukord

Kliimamuutused võivad mõjutada kalandust põhiliselt läbi mõju kalavarude suurusele ja liigilisele koosseisule, millest sõltuvad otseselt kutselise ja harrastusliku kalapüügi võimalused. Kliimamuutuste erinevad ilmingud (soolsuse, veetaseme ja -temperatuuri muutused, ekstreemsed ilmastikunähtused, jääolud) võivad oluliselt mõjutada kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide

arvukust ja varude suurust nii Läänemeres kui ka Eesti sisevetes. Arvukuse muutused on eeldatavalt vastassuunalised puhta- ja külmaveeliste kalade populatsioonides (rääbis, Peipsi siig, luts, tint) võrreldes soojaveeliste kaladega (karplased, koha). Madalate järvede ja jõgede kalakoosluse struktuur võib olla väga tundlik veetemperatuuri tõusu, eriti ekstreemsete ilmastikunähtuste (kuumalained, põud) ja pikaajalise eutrofeerumise koostoime suhtes, mis põhjustab tugevaid veeõitsenguid, õist hapnikupuudust vees ja kalade suremist. Jääkatte perioodi lühenemine võib vähendada kalade talvise suremise riski madalates järvedes ja mõjutada kõige enam hilissügisel/talvel kudevaid kalu nagu rääbis, siig ja luts. Kliima soojenemine võib kaasa aidata ka invasiivsete liikide ning uute kalaparasitide ja haiguste levikule.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Kalandus kui looduslikel populatsioonidel põhinev majandusharu on kliimamuutustest tugevasti haavatav. Prognoositud kliimamuutused (nt veetemperatuuri tõus, ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine) võivad oluliselt mõjutada kalavarude seisundit ja liigilist koosseisu Läänemeres ja Eesti sisevetes. Kliimamuutustel võib olla vastassuunaline mõju külmaveeliste (nt lõhilased, rääbis, siig, luts, tint) ja soojaveeliste kalade (nt karplased, koha) varude suurusele. Veetemperatuuri pikaajalisel järkjärgulisel muutusel võib olla kalavarudele väiksem mõju kui järskudel režiimimuutustel (nt kuumalainetel, soolase vee sissevooludel Läänemerele), mis võivad kalade elukeskkonda lühikese aja jooksul drastiliselt muuta. Kalavarude seisundit ja seeläbi kalandust võivad tugevasti mõjutada jääolud ja veetemperatuuri aastasisese käigu (sesoonsuse) muutused, millest sõltub kalade sigimise edukus, põlvkondade tugevus ja järelkasvu suurus. Ekstreemsete ilmastikunähtuste mõju kalavarudele võib olla eriti tugev, kuid nende sagedust ja intensiivsust ei suudeta prognoosida. Kliimamuutuste detailset mõju kalastikule kaugemas tulevikus on üsna keeruline ette näha, kuna erinevate faktorite toime võib olla vastandlik (nt suurenenud sademete hulk vähendab Läänemere soolsust, kuid tormide sagenemine ja kõrgem veetase võib suurendada soolase vee sissevoolu Kattegatist). Prognooside parandamiseks on vaja kompleksseid uuringuid selgitamiseks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Kalavarude seire tulemusi tuleks integreerida muu elustiku- ja keskkonnaseirega, samuti oleks vaja usaldusväärsemat harrastuspüügi seiret.

Kohanemismeetmed

Muutuvates kliimatingimustes kalavarude jätkusuutlikkuse, kalandusest elatuvate inimeste heaolu (sissetulekute) ning harrastuskalastajatele püügivõimaluste tagamiseks on perioodiks 2017-2030 kavandatud kaheksa meetet ja vastavat tegevust kogumaksumusega 30,8 mln €. Kliimamuutuste negatiivsete mõjude vähendamiseks kalavarudele tuleks enamiku meetmete rakendamist alustada esimesel võimalusel, ehkki nende tulemuslikkus võib ilmned pikema aja jooksul. Kalavaru muutuvates kliimatingimustes säilitada üritavaks meetmeks on eelkõige püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile. Kalavarusid tuleks täpsemalt ja oskuslikumalt majandada nt alammõõdude optimeerimise, paremate kudemistingimuste loomise, ajaliste ja ruumiliste püügipiirangute seadmise kaudu ning viia püügikoormused vastavusse muutunud varudega. Prioriteetseks meetmeks on ka kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine, mis nõuab suuri investeeringuid, kuid on kalade elupaikade säilitamiseks otsustava tähtsusega. Väheneva kalavaru kasutamist tõhustavaks meetmeks on kala (sealhulgas ka väheväärtuslikke kalade ja võõrliikide) ulatuslikum ja parem väärindamine ning illegaalse kalapüügi piiramine. Et

kalandusest sõltuvad inimesed leiaks endale kodupiirkonnas vajadusel uue või täiendava sissetulekuallika, tuleks rannapiirkondades õigeaegselt luua alternatiivsed töökohti (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) ning arendada kalakasvatust. Otsustava tähtsusega on kohanemismeetmete aluseks oleva teadusliku info puudulikkus (sealhulgas kalavarude suuruse ebatäpne hinnang). Seetõttu on lähiaastatel vaja läbi viia kompleksuuringuid kalapopulatsioone ja -kooslusi mõjutavate survetegurite (nt kliimamuutused ja eutrofeerumine) koosmõju kohta ning üle Eesti rakendada usaldusväärne harrastuspüügi seire, mis võimaldaks riigil saada iga-aastase täpsema ülevaate kalavarude kasutamisest.

9. Jahindus ja ulukid

Hetkeolukord

Kliima muutumine põhjustab eeldatavalt muutusi Eesti fauna liigilises koosseisus ja liikide arvukuses. Võib prognoosida lõunapoolsete uute liikide Eestisse jõudmist. Tekib vajadus stimuleerida osa liikide küttemist ja võtta kaitsemeetmeid väheneva arvukusega põlisulukiliikide kaitseks. Riik võib panna jahimeestele uued kohustused, tuleb muuta jahipidamise eesmärgid. Muutusi tuleb ühiskonnale selgitada ja kujundada arvamust jahinduse ja jahimeeste suhtes. Osa metsloomadega seotud haigusi ja parasiite võivad olla suureks riskiteguriks inimeste ja lemmikloomade tervisele. Kliimatingimuste muutumisel võib prognoosida mõne uluki arvukuse intensiivset suurenemist, mis tähendab omakorda tugevat mõju selle liigi toidubaasile, suurenevad metsa- ja põllukultuuride kahjustused. Ühiskonnas tekib vajadus kehtestada keerukas ja kulukas kahjustuste korvamise ning vastavate ulukiliikide arvukuse reguleerimise süsteem.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Kliimamuutuste mõju ulukiasurkondadele on üldjuhul vähem märgatav ja raskemini prognoositav kui teistele kooslustele. Inimtegevus mõjutab ulukipopulatsioone enamasti tugevamini kui kliima, varjutades viimase toimet. Valdav osa siinsetest ulukiliikidest on laia levikuga, mis ulatub vahel arktilisest vööndist troopikani ja neid kliimamuutused ei ohusta. Tõenäoliselt võib kliima soojenemine otseselt ohustada (kuni täieliku kadumiseni meie aladelt) vaid mõnda üksikut kitsalt kohastunud liiki. Küll võib kliima soojenemine otseselt või pigem kaudselt – näiteks toidubaasi muutumise kaudu – parandada või halvendada liikide elutingimusi ja suunata nende arvukuse dünaamikat

Kõige enam mõjutavad siinseid ulukipopulatsioone otseselt järgmised ilmastikunähtused: nii suvine kui talvine keskmine õhutemperatuur ja viimasest sõltuv lumikatte kestvus ja keskmine paksus. Kaudselt võivad ulukite elutingimusi, eeskätt toidubaasi, mõjutada elupaiga (metsa) taimestiku liigilise koosseisu ja biomassi muutused, aga ka ekstreemsed ilmastikunähtused: tormid, kestvad põuad, üksikud väga madala temperatuuriga talved jne.

Lähitulevikus oleks vajalik selgitada ulukiliigid, millised on kõige enam kliimamuutustest ohustatud ja planeerida kaitsemeetmed. Peab otsima võimalusi soovimatute liikide invasiooni takistamiseks. Väga oluline on uurida elanikkonna meelsust selgitamiseks erinevate huvigruppide suhtumist jahipidamisse ja teistesse ulukimajanduslikesse ettevõtmistesse. Aktuaalne on lumikatte olemasolust ja püsivusest sõltumatute ulukiseire meetodite väljatöötamine.

Kohanemismeetmed

Ulukite ja jahinduse valdkonna kliimamuutustega kohanemise kõik meetmed on omavahel seotud ja toetavad peamist eesmärki, s.o majanduslikult ja ökoloogiliselt jätkusuutlikku ulukimajandust ja jahindust kui selle olulist osa. Ulukite ja jahinduse valdkonnas on kõik kliimamuutustega kohanemise meetmed kõrge prioriteetsusega.

Ulukite ja jahinduse valdkonnas kliimamuutustega kohanemiseks on vajalik neli olulisemat meetet, et Eesti ulukite fauna püsiks muutuvates kliimaoludes stabiilsena. Selleks on vaja muutustele operatiivselt reageerida küttimist ümber korraldades ning osadele liikidele kaitsemeetmeid rakendades ja invasiivseid, Eesti loodusesse sobimatuid ulukiliike tõrjudes. Võõrliikide ilmumisel on vaja neile määrata jahiajad ja jahiviisid. Ulukimajanduse efektiivne korraldamine eeldab objektiivseid andmeid ulukite arvukuse ja nendega seotud parasiitide ja haiguste kohta. Jahipidamine on ulukimajanduslike konfliktide reguleerimise peamine vahend, on vaja tagada selle sotsiaalne aktsepteeritavus. Selleks on vaja ühiskonna mõistvat suhtumist jahimeestesse, tagades nende tegevuses tasakaalu vabatahtliku hobi ja ühiskonna poolt pandava kohustuse, s.o liikide arvukuse optimeerimise vahel. Ulukite arvukuse seire vajab uute meetodite kasutuselevõttu, kuivõrd senine metoodika eeldab lumikatte olemaolu. Kuna kliima soojenemisega kaasnevalt tõenäoliselt suureneb endo- ja ektoparasiitide mõju ulukiasurkondadele, peab edaspidi ulukiseires sisalduma ka parasiititooside monitooring.

Ulukite ja jahinduse valdkonna kliimarisikidega kohanemise kõik meetmed peavad saama kajastatud uues Jahinduse Arengukavas. Meetmete üldmaksumuseks on 320 tuhat € ja vastutavaks on keskkonnaministeerium tehes koostööd eesti Jahimeeste Seltsiga.

10.Turism

Hetkeolukord

Kliimamuutuste mõju avaldub eeskätt lähipiirkondadest pärit ja siseturistide puhul, kes saavad oma tegevust ilmastikuolude järgi planeerida. Vastavalt turismi kliimaindeksile, prognoositakse tulevikus Loode-Euroopa riikidele pikemat sobiva kliimaga hooaega aastas kui Vahemeremaades. Taliturismi potentsiaal võib langeda, samas suvine kõrghooaeg pikeneda ja turistidevoog Eestisse suureneb. Turistide külastused kevad- ja sügisperioodil võivad suurened, eriti maapiirkondadesse, millega kaasnevad järgnevad mõjud looduskeskkonnale: loomade pesitsemiskäitumise muutused haavatavatel perioodidel; madala koormustaluvusega kohtade tallamine või kõrgemad halduskulud külastuskohtade nagu loodusradade infrastruktuuri kaitsmisel; suurem külastajate arv tundlikes kohtades nagu loomavaatlusplatvormid ja varjed. Turismisektor põhjustab 5–12% CO₂ emissioonist, sellest moodustavad 75% sõitjateveeteenused ja 20% majutusteenused. Sektori kasvuhooonegaaside emissioon kasvab perioodil 2005–2035 prognoositavalt 130%.

Mõjude analüüs ja uuringusoovitused

Kliimamuutuste mõju turismile Eestis sõltub paljude füüsiliste, sotsiaalsete, majanduslike ja poliitiliste tegurite koostoimest, sh turistide käitumismustritest. See, kuidas turistid reageerivad teatud sihtkoha kliimamuutusele sõltub vanusest, majanduslikust seisust, kogemustest, ootustest, planeeritud tegevustest jne. Kliimamuutusest on mõjutatud nii turismi siht- kui lähteriigid. Suveperiood jätkuvalt soojeneb ja pikeneb ning sellest tulenevalt Edela-, Loode- ja Põhja-Euroopa turismi mugavusindeks kasvab ning on ette näha turistidevoo suurenemist, vee- ja rannaturismi kasvu ning turismisektori suuremat

majanduslikku efektiivsust. Soojemad talved ja talvised vihmajäädused kutsuvad esile lumekatte vähenemise või puudumise ning sellest tulenevalt ka taliturismi voogude kahanemise. Jääkatte vähenemise tulemusena ei avata enam jääteid saartega ning väheneb jääspordi ning –kalastamise maht. Merevee taseme tõus võib tekitada probleeme sadama infrastruktuuriga ja mõjutada negatiivselt jahiturismi arengut. Prognooside kohaselt on ilmastikumustrid järjest ettearvamatamad, mille tõttu on vaja rohkem alternatiivseid võimalusi aktiivseteks tegevusteks siseruumides. Oluline negatiivne mõju on transpordi infrastruktuurile ja rannaturismile seoses tormi- ja sajuilmade sagenemisega, lisaks mõjutab rannaturismi vetikate vohamine.

Kliimamuutuste mõjude usaldusväärsema prognoosimise huvides oleks vaja uurida muutusi turistide käitumismustrites, arvestades sotsiaal-majanduslikke tegureid ning kliimamuutusi.

Kohanemisvalmiduse teadasaamiseks prognoositavalt suurema turistidevoo vastuvõtmiseks suveperioodil ning vähenenud taliturismi puhul oleks vaja teostada turismiettevõtjate ja turismiarendusorganisatsioonide uuring.

Kohanemismeetmed

Turismi kohanemismeetmete strateegilise eesmärgina on 2030. aastaks saavutatud turismisektori teadlikkus kliimamuutustega kohanemisest ja antud meetmete rakendamise võime. Eesmärgi elluviimiseks luuakse lähima 5 aasta jooksul kompetentsikeskus, mis loob eeldused kavandatud 7 meetme ja 33 tegevuse elluviimiseks mahus 3 345 000 € kuni 2030. a, samuti töötatakse välja energiatõhususe nõuded turismiettevõtetele ning käivitatakse teavitusprogramm. Ülejäänud meetmete rakendamine jääb perioodi 2021-2030 kuna neile on vaja sisendit uuringute, eksperthinnangute või vastavate otsuste näol. Turismi valdkonnas on üheks suurema mõjuga meetmetest turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine.

11. Turba kaevandamine

Hetkeolukord

Käesolev teema jaotati järgnevatel alavaldkondadeks: kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt, valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid, mõju turba kaevandusmahule; kaevandamise tehnoloogiad ja kaevandusjärgne turbaalade kasutus.

Käsitledes kaevandusmahtu ja -alade suurust, turbaressurssi kasutamist ja valdkondlikke poliitikadokumente, siis on olemas võimalused kaevandamise suurenemiseks. Teisalt võivad kaevandamismahu suurenemist takistavaks asjaoluks saada kaevandusaladelt lähtuvad suured KHG emissioonid kui ka ilmastikutingimuste muutumine. Minimeerimaks neid mõjusid, käsitleme märgkaevandamise võimaluste ja märja turba kasutuselevõttu, mida seni on vähe rakendatud.

Analüüsides turba kaevandamise perioodi (juuni, juuli ja august) ilmastikunäitajate mõju turba kaevandamise mahule aastatel 1992–2013, siis sademete hulga poolest ekstreemsel aastal (1998) vähenes oluliselt turba kaevandamise maht. Üle-eestiliselt on sademete, temperatuuri ja kaevandamismahu vahel keskmise tugevusega seos, kuid maakondade lõikes võib olla erinevus suur. Soomes tehtud mõõtmistele tuginevalt saab väita, et sademete mahu ja pinnase niiskuse suurenemine võib kaasa tuua olulise kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise kaevandusaladelt.

Mõjude analüüs ja uuringusootused

Peamise negatiivse mõjuna saab käsitleda mineraliseerumise ja sellest tuleneva CO₂ emissiooni suurenemist, positiivse mõjuna kaevandusalade kasutuse efektiivsuse tõusu seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis seniste kaevandusmahtude säilimisel võib viia vajaduseni kaevandada väiksema kogupindalal ja seeläbi piirata CO₂ koguemissiooni prognoositavat suurenemisest. Teadmata või neutraalse mõjuga on täiendavate keskkonnatasude rakendumine, mis ühelt poolt võib ettevõtjale tuua kaasa täiendavaid kulusid, sh vajaduse korral uute tehnoloogiate kasutuselevõtul, teiselt poolt loob võimalused keskkonnamõjude vähenemiseks (näit märgkaevandamise abil kaevandusalade pindala ja nendelt lähtuva CO₂ emissiooni vähenemisel). Uuringuvajadused seonduvad kaevandusalade kasvuhoonegaaside emissioonifaktorite täpsustamisega, hinnanguga kogu turba kaevandamise süsinikubilansile ja kaasnevate mõjudega veekeskkonnale, mikrokliimaga seonduvate mõjude hindamisega. Soovitatav on viia läbi uuringud Eesti tingimustele sobivate märgkaevandamise tehnoloogiate, niiske või märja turba mehaaniliste ja keemilis-termiliste töötlemise viiside arendamiseks; seirata kaevandusjärgse kasutuse edukust; hinnata täiendavate keskkonnatasude rakendamise mõjusid.

Kohanemismeetmed

Turba kaevandamise valdkond sisaldab nelja meetet üheksa tegevusega, nende elluviimise kogumaksumuseks on 520 000 €. Esmaseks meetmeks on optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine, mis hõlmab endas taastamistegevuse edukuse seiret ja tulemuste rakendamist praktikas, sh vastavate õigusaktide täiendamise kaudu. Prioriteetsuselt järgnevad meetmed sõltuvuse vähendamiseks ilmastikutingimustest, samuti turba kao ja CO₂ emissiooni minimeerimiseks, mis sisaldab uuringuid märgkaevandamise rakendamise, märja turba kasutuse ja töötlemise tehnoloogiate arenduse kohta. Samuti kompleksuuringud keskkonaamuutuste leevendamiseks – tuleohutusnõuete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest. Neljandaks meetmeks on kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine.

Kohanemismeetmete ettepaneku maksumuse prognoos²

Looduskeskkonna võtmevaldkonnas (I) on kohanemismeetmete maksumus hinnanguliselt 52 mln €. Sealjuures 24% meetmete maksumusest tuleks teha juba enne 2021. aastat ja 76% perioodil 2021–2030. Suurima maksumusega ehk 20 mln € on investeringud. Uuringute kogumaksumus on 17 mln € ja majanduslike tegevuste maksumuseks 9,8 mln €. Väiksema maksumusega on informatiivsed, regulatiivsed ja planeeringu tüüpi tegevused. Enamik loodusvaldkonna kohanemismeetmetest kuuluvad Keskkonnaministeeriumi vastutusalasse (93% looduskeskkonna meetmete maksumusest).

Biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmete kogumaksumus perioodil 2017–2030 on 58 mln €, millest 46% tuleks kulutada enne 2021. aastat ja 54% perioodil 2021–2030.

² Osa käesolevas dokumendis (taustaanalüüsis) esitatud meetmetest on kliimamuutustega kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekuteest kliimaprojektide juhtkomisjoni 16.12.15 otsusega välja arvatud, seega erineb nende meetmete puhul siin esitatud meetmete maksumus ja / või teatavad tegevused ning tulemuslikkuse hindamise indikaatorid strateegias ja rakenduskavas esitatust järgmistes teemades: maismaaökosüsteemid, mageveeökosüsteemid, ökosüsteemiteenused, põllumajandus, kalandus, ulukid ja jahindus ning turba kaevandamine.

Suurima maksumusega tegevused biomajanduse võtmevaldkonnas on investeeringud (24,3 mln €), uuringud (16,6 mln €) ja majanduslikud tegevused (13,5 mln €). Enim kohanemismeetmeid kuulub Keskkonnaministeriumi vastutusalasse, moodustades 76,5% kohanemismeetmete maksumusest, kuid üsna märkimisväärselt on ka Maaeluministeriumi vastutusalasse kuuluvaid kohanemismeetmeid (9,7 mln €).

Kokku on looduskeskkonna ja biomajanduse võtmevaldkondade kogumaksumuseks perioodil 2017–2030 prognoositud 110 mln €, mis jaguneb üsna võrdselt kahe võtmevaldkonna vahel. 35% kogumaksumusest ehk ligi 39 mln € tuleks kulutada juba enne 2021. aastat ja 71 mln € perioodil 2021–2030.

Summary

The **BioClim** project advised the compilation of the **Estonian national climate adaptation strategy and action plan** concerning 11 topics under two general themes: **natural environment** (I) and **bioeconomy** (II). Climate change impacts on biodiversity, terrestrial, freshwater and marine ecosystems (including their ecosystem services) will be mapped, as well as impacts on relevant bioeconomy sectors, e.g. agriculture, forestry and hunting, fishery, tourism and peat mining.

The project had three work packages. **WP1** defined **relevant sub-themes (i.e. priority themes for Estonia)** and maps the current situation, i.e. describes **problems, opportunities, and threats**, as well as **impacts of past weather events**. **Existing adaptation measures** are also analysed. The results are based on the analysis of existing scientific literature, (national) policies and legislation and info from different databases, as well as expert knowledge.

On the basis of pre-defined climate scenarios, **WP2** analysed **climate change impacts** and existing measures to adaptation on these priority themes. **Risks, vulnerabilities and climate change impacts** on the pre-defined topical areas and their sub-themes were assessed. **Recommendations** for future research are also given.

Finally, WP3 developed **suggestions³ for adaptation measures** for the national adaptation strategy and action plan, considering **four time-periods**: until 2020; until 2030; 2021–2050; and 2051–2100.

We appreciate the **contribution from sectoral interest groups**, whose input has given a remarkable added value to the work at hand.

Below the **main results from each topical areas** (11) are presented from WP1, 2 and 3, and an **indicative cost prognosis** (up to 2030) on adaptation measures for the two general themes (I and II) is made.

I Natural environment

1. Biodiversity

Priority themes and current situation

The climate change may cause shifts in species' distribution areas. Especially endangered are species at their range boundaries. Changing climate may decrease the adaption ability and viability of species. The changes in species phenology alter interspecific relationships. Climate change can also increase the negative impact of invasive alien species on

³ BioClim was advised by a steering committee <http://www.klab.ee/kohanemine/en/strategy/steering-committee/>, based on whose suggestions certain adaptation measures included in this document (background analysis) were excluded from the final strategy and action plan. Certain excluded measures concern the following topics: terrestrial and freshwater ecosystems, ecosystem services, agriculture, fishing, hunting and peat extraction.

biodiversity, causing for example the establishment of new and altered impacts of existing invasive alien species. Due to shifts in species distribution areas and spread of invasive alien species, climate change can have negative impact on protected areas. Only few studies about impact of climate change on protected areas were found. Increase of extent of protected areas and their coherence is essential to the maintenance of biodiversity.

Impact assessment, recommendations for future research

Endangered and also common species are the most influenced by increasing temperature, climate extremes, duration and extent of sea ice cover and sea level rise. These named climate changes may alter species abundance and composition. Negative impacts are species decline, decreased reproductive success and genetic variability. Also changes in species phenology and mutual relationships can be expected. Positive aspect is that general species abundance can be considered as constant.

Invasive alien species are most influenced by increasing air and water temperature and also duration and extent of sea ice cover. Named climate changes may cause establishment of new invasive alien species, altered impact of existing invasive alien species and also current prevention methods may become ineffective.

Influences of climate change affect entire biodiversity and thereby the state, protection needs and goals of protected areas are altered. Protected areas are the most influenced by increasing temperature and rise in sea level. The most vulnerable are habitat specialists and it can be expected that some native species are going to become extinct. It is possible that in general the number of species will remain the same, but the species composition changes (i.e. some species disappear and some new arrive). Climate change causes destruction of some ecosystems or changes in ecosystem functioning.

We recommend subsequent research topics to enhance biodiversity studies in climate change frame:

- assembling current research results;
- studying species at their distribution margins;
- studying of invasive alien species;
- analysing the information of species distribution patterns (Atlas of the Estonian Flora etc);
- studying the intraspecific variation of species.

Adaptation measures

Development of the adaptation measures in biodiversity has been based on general nature conservation measures and actions, that help to face climate change and have positive impact on social and economic sectors. There are three priority adaptation measures in biodiversity: 1) ensuring the favourable condition of species in changing climate conditions; 2) prevention, eradication and control of invasive alien species in changing climate conditions; 3) ensuring the favourable condition of habitats and diversity of ecosystems and organizing nature conservation management in changing climate conditions. There are 27 activities altogether intended for the implementation of these three measures (eleven, six and ten activities, respectively). The cost of the measures until 2030 is the following: the first measure 2 600 000, the second measure 8 300 000 and the third 1 610 000 €, altogether 12 510 000 €. Some activities, being important for general nature conservation purposes as well as for adaptation with climate change, are already implemented and funded and the cost of those activities has not been considered in this action plan.

2. Terrestrial ecosystems

Priority themes and current situation

Terrestrial ecosystems and climate change are inherently linked. Increasing temperature, precipitation and extreme weather events caused by climate change influence the structure and functions of forest ecosystems, altering forest growth, carbon accumulation, and thus the whole nutrient cycle. Changes in the hydrological regime and water table will affect wetlands greenhouse gas balance – carbon dioxide and nitrous oxide emissions generally increase and methane emissions decrease. Soil carbon sequestration in grass- and arable land is affected by increased temperature, plant growth, rainfall, but also by soil obesity, water regime, particle size distribution and concentration of carbonates. Different terrestrial ecosystems are essential for the provision of ecosystem services such as carbon sequestration, protection against floods and soil erosion etc. Thus, regenerative and healthy ecosystems provide substantial protection against the effects of climate change. In order to assure sustainability of terrestrial ecosystems benefits and services in changing climate conditions, it is necessary to implement appropriate climate adaptation measures, which are currently missing in Estonia.

Impact assessment, recommendations for future research

Climate change accelerates carbon cycling in forest and increase biomass production along with the potential felling volumes, having a positive effect on economy. On the other hand, forest felling, especially clear-cutting endangers forest habitats and may lead to formation of bogs due to increased moisture conditions. Due to climate change winter temperatures will not drop below zero degrees, thus soil does not freeze, which hinders timber harvesting. Heavy logging machinery may damage unfrozen soil texture, causing soil compaction, which will deteriorate growth conditions, decrease soil fertility and carbon stocks, cause formation of waterlogged areas and increase soil emissions. Increasing frequency of drought will raise the danger of forest fires, increasing occurrence of storms will enhance storm damage in forests. Climate change may alter relationships between species and the proportion of different forest site types, thus having an impact on the overall functioning of forest ecosystem.

Different climatic factors such as increase in air temperature and precipitation will affect wetlands hydrological regime, seasonality, nutrients movement and greenhouse gas emissions. The role of wetlands in synchronizing water flows and level will increase. Also, wetlands are vulnerable to frequent alternation of freezing and thawing, and depletion of days with snow cover. Summer droughts inevitably reduce the water level and supply of wetlands and it has clear consequences on wetlands biota and water purifying properties. Global warming and changes in rainfall patterns will cause displacement in wetlands species composition, change the ratio of different kind of peat moss and increase the competitive advantage of shrubs. Changes in wetlands plant structure will affect the biota of wetlands, especially coastal wetlands plant and bird communities have an additional impact caused by storminess and extreme wind events.

Climate change may threaten the soil humus content and thus the overall soil fertility of Estonian soils. The soil fertility will be greatly influenced by future land use, especially in

changes in land use. Higher temperatures will lead to prolonged growing season and thus to higher overall productivity. Higher temperatures will accelerate the decomposition rate of soil organic matter, and may therefore increase the CO₂ emission from soils. In semi-natural grasslands the higher temperatures will alter the community species' composition and/or species abundances. Increase in rainfall during winter and early spring will lead to larger flooding risk. Wind erosion may have serious impact on arable soils during early spring droughts. Water erosion may damage fallow lands in occasional strong storms and heavy rains.

In order to improve the assessment of risks, vulnerability and climate change impact on terrestrial ecosystems, the following research topics are recommended:

- the impact of climate change on carbon stocks (carbon balance), hydrological water regime, nutrients mobility and greenhouse gas emissions;
- the impact of climate change on different terrestrial ecosystems site types, species diversity, and ecosystems functional and structural changes.

Adaptation measures

The aim of adaptation measures in the terrestrial ecosystems is to preserve ecosystems good condition, functions and resources. Altogether there are 10 proposed measures that include 29 activities, many of which are targeted to expanding monitoring and research activities. The cost of the measures until 2030 is approximately 20 000 000 €. The measures under the terrestrial ecosystems topic are closely linked to measures proposed under biodiversity, ecosystems services, forestry, agriculture and peat extraction, inter alia preservation of ecosystems functionality, habitats, biodiversity and soil fertility, and carrying out additional research in the field of greenhouse gas fluxes and carbon balance. The implementation of measures under terrestrial ecosystems is considered moderately complex as many of the proposed measures are already present in currently existing national strategies and development plans. 8 out of 10 measures are considered of high priority, these measures should be implemented in the near 5 years. However, all of the measures are expected to be long term measures (implemented until 2100), in order to achieve its goals.

3. Freshwater ecosystems

Priority themes and current situation

Changing climate will affect freshwater ecosystems mostly by changes in ice regime, ice-free period water temperature, water chemistry and biota. Climate change impacts on freshwaters are often difficult to distinguish from the impacts of human activity and further research is needed. When considering large lakes, Lake Peipsi is most vulnerable to changes in water temperature, Lake Võrtsjärv is strongly affected by water level fluctuations. The most serious threat to small lakes is eutrophication and climate change will affect these lakes in a type-specific manner. Shifts in the water column stratification and mixing patterns are predicted in small lakes. Due to increased water temperature, cyanobacterial blooms are more common in the future. Decrease in snow cover will lead to lower maximum water level and runoff in the watercourses compared to what is seen today. Summer minimum drain period will prolong and high water levels in the autumn can be seen more often. These changes will improve the ecological status of rivers in winter, but make it worse during the

summer. Changes in the hydrological regime of watercourses will affect the transport of nutrients and other substances.

Impact assessment, recommendations for future research

Freshwaters are the most affected by the predicted increase in temperature and precipitation, the shorter winter period, especially decrease in ice and snow cover thickness. Stronger winds and extreme weather events will impact large lakes more frequently.

Due to the increase in temperature there will be more algal blooms, the oxygen conditions will worsen, environmental conditions will be more suitable for southern foreign and invasive species. The mixing type and increase in strength and duration of summer stratification can occur. This leads to an expansion of the oxygen-depleted zone and increased pollution from bottom sediments. The rise of temperature and increased rainfall will increase the leaching of nutrients and carbon from the catchment area.

The positive effect of the climate change is the smoother hydrologic regime of water bodies, higher water levels, and higher discharges due to the increasing precipitation. Also the oxygen conditions during the winter time will improve. Rising water temperature in summer will be positive for recreational activities, if not limited by the decrease of water quality.

Predicted changes in climate will oppose the efforts done to reduce the effects of nonpoint and point sources of pollution, achieving a 'good' status of water bodies, and will intensify the eutrophication process. Lakes will emit more greenhouse gases, which may make it difficult to meet the emissions limitation goals, and provide positive feedback for further climate change.

The following research topics are recommended to increase the precision of impact, risk and vulnerability assessment of climate change on freshwater ecosystems:

- research to distinguish the impacts of eutrophication and the impacts of climate change;
- monitoring and modelling of possible effects on cycling of substances, hydrological and stratification regime, and on emission of greenhouse gases;
- to assemble and to analyse the information on the effects to the freshwater habitats, composition of species, and functional/structural changes of ecosystems;
- to reduce possible socio-economic impacts and poisonings, it is important to develop fast and reliable monitoring methods & early warning system to detect harmful algal blooms.

Adaptation measures

The aim of the adaptation measures for freshwater ecosystems is to minimize the negative impacts of climate changes to achieve and preserve a good status of freshwater ecosystems and to ensure the availability of ecosystem services at least on the current levels. Five measures with in total nine activities are proposed. Their total cost up to 2030 is estimated to be 4 040 000 €. All measures have the highest priority, and their implementation should start as soon as possible. At first the modelling should be carried out to predict more accurately internal and external loads and possible changes in stratification of water bodies. These results should be included in the preparation of the new round Water Management Plans (Measure 3.1). Climate sensitive indicators should be included to the monitoring schemes of water bodies, climate change hotspots should be mapped and greenhouse gas emission measuring carried out (Measures 3.2 and 3.4). These data can be analyzed only in the presence of a sufficient length of time series. Problems related to algal blooms and alien species will become more topical, and it is necessary to increase the readiness to address these risks (Measures 3.3 and 3.5).

4. Marine ecosystems, incl. the Baltic Sea

Priority themes and current situation

Eutrophication is one of the most important environmental issues in the Baltic Sea. Eutrophication along with climate change poses a significant threat for benthic communities and is a direct driver of decreasing marine biodiversity. More frequent disturbances and drifts in seawater circulation, temperature and salinity regime directly affect marine ecosystem stability. Increased water temperature enhances primary production which results in increased eutrophication rate and gradually higher establishment of invasive species. In reality, there is a significant lack of information on marine environment changes in relation to climate change. There is a need to improve the resistance capacity to direct physical stressors and reduce anthropogenic pressures in order for the marine ecosystems to adapt to changing climate conditions.

Impact assessment, recommendations for future research

Climate scenarios predict the increase in temperature and precipitation, and extreme weather events, which lead to changes in multiple directions. Changes like intensification of eutrophication, increase of southern non-indigenous species and decline of keystone species will affect marine biodiversity and stability in a negative direction. In addition climate change leads to regime shifts in food webs dynamics, longer vegetation period, and higher primary and secondary production, where impact directions for marine processes and general functioning are unknown. Decreasing salinity and mechanical disturbances by storms will influence communities' species composition and marine biodiversity. Several processes occur in interaction of different factors, like water acidification, and the effect on the functioning of the Baltic Sea is yet to be determined in a long scale.

Considering current knowledge and gaps in it, there is a need to experimentally examine separately and interactively the effect of different factors (extreme weather events, increase in temperature, decrease in salinity) to marine ecosystem and also to eutrophication and food web functioning. Moreover, there is a need for assessments of the impact and impact range caused by non-native species and their relative importance in native species food base.

Adaptation measures

The aim of adaptation measures designed for the marine environment is to ensure good marine environmental status by 2030. The overall evaluation takes into account ecological state as well as chemical indicators. The evaluation will be conducted via assessing the separate and interactive effects of short and long-term changes of climate indicators on the marine environment. The field of marine environment consists of 9 measures through which 19 different actions will be undertaken that will aid to adapt to changing climate as well as to ensure the quality and biodiversity of the marine environment. The estimated cost for adopting planned measures and required actions is 2 054 000 €. All the measures are ready to be implemented whereas the delivery of results may take more than 5 years. Several adaptation measures require long-term monitoring or extensive research input which means that their implementation will be an ongoing process throughout the present century. 2 measures with uttermost importance have been identified for the marine environment and these require implementation within the next 5 years: 1) measure 4.1: minimisation of

eutrophication caused by climate change; 2) measure 4.6: minimisation of risks caused by non-native invasive species to native species and to ensure long-term sustainability of ecosystems.

5. Ecosystem services

Priority themes and current situation

We have quite a good theoretical understanding of different potential effects of climate change on different ecosystem services, but there is little data on the actual effects of past extreme weather events. There is plenty of data about various supporting services in Estonia, but the data about the status and scope of regulating and cultural services is insufficient. Climate change adaptation measures are not applied in Estonia, although some measures in place contribute also to better adaptation.

Impact assessment, recommendations for future research

Extreme weather events have the greatest impact on ecosystem services during the first two time periods (until 2030). Several climate risks will be expressed by the end of periods of 2050 and 2100, which affect negatively and to a smaller extent positively many of the provisioning, regulating and cultural services that the ecosystems provide. Freshwater and marine ecosystems and their services are expected to be affected the most severely while the terrestrial ecosystems will be affected to a lesser extent.

Future research should concentrate on gathering statistical and functional data on provisioning, regulating and cultural services of the ecosystems and learn more about the probable effects of various climate risks on these services.

Adaptation measures

27 measures and 45 activities with a total cost of 13,9 million € have been developed to adapt ecosystem services to climate change in the period of 2017–2030.

About half of the measures (14) have been designed to for maintaining the volume and quality of water related ecosystem services (maintaining water regime, water purification, fish, seafood, drinking and irrigation water, fishing, water tourism, etc). This comes rather naturally, since the freshwater, marine, forest, wetland, meadow and soil ecosystems have an important role in water management and neutralising the emissions and depositions.

Regulative measures dominate among the adaptation measures in ecosystem services: 14 measures involve regulative action to consider climate risks in sectoral policies. Mostly the regulative changes anticipate careful planning and use of natural resources (such fishing quota, forest felling volumes, game hunting volumes) or ensuring conservation of them (such as conserving spooning grounds of fish). Second important group of measures is information sharing and increasing awareness of climate change risks on ecosystem services among general public but also among specific target groups (foresters, fishermen, tourism developers, etc). Also some investments are planned to increase security and awareness of people about climate risks, since the term “ecosystem services” is rather new to the general public. Also surveys and research are important components of the programme of measures of adapting ecosystem services to climate change, since there is an urgent need to develop the classification of all socio-economically important ecosystem services similar to the classification of ecosystem services of freshwater and marine ecosystems currently in

development. Also, there is common need for all ecosystems to have a methodology to calculate their carbon balance. Climate change adaptation measures need to be taken into account also in county and comprehensive plans.

II Bioeconomy

6. Agriculture

Priority themes and current situation

The vegetation period has recently been showing signs of prolongation – spring has been arriving earlier and the harvest can take place at a later date, although it can be difficult due to excessive moisture. Repeated freeze-thaw cycles worsen the overwintering of the cover crops. The risk of snow mold is growing. The cultivation of silage corn and winter rape has been increasing due to the longer growing season, with some new crops (e.g. peas or broad bean) introduced in crop rotation practice. Higher temperatures, increased precipitation and reduced snow cover promote traditional practices of animal husbandry. Higher incidence of drought can complicate the production of livestock due to the shortage of feed. Higher ambient temperature creates preconditions for increasing pollutant emissions from manure handling. Climate change may cause more storms resulting in power cuts, whereas failures of electric automation equipment may potentially be of fatal consequences. For various reasons, 25–30% of bee colonies perish annually. In the light of global warming, more and more plants, farm animals and people are expected to be directly or indirectly threatened by the potential spread of pests and pathogens as well as their arthropod vectors. Increasingly more infections and vector species associated with warmer climates have been found in areas where they previously did not exist.

Impact assessment, recommendations for future research

Above all, Estonian agriculture is affected by rising average temperatures and thermal variability. Other major abiotic drivers of climatic challenges are predicted increase in atmospheric CO₂, changes in precipitation and exposure to extreme weather and climatic events. Possible weather-related gains may also be driven mostly by temperature in various agricultural sectors. However, certain benefits may be encountered because of the increasing CO₂ concentration, which affects plant physiology, severe drought periods in spring, which may suppress the breeding of blood sucking insects and reducing amount of UV-radiation in northern high-latitude areas, which would increase the efficiency and competitiveness of microbial pesticides for biocontrol. Many challenges inherent to plant production would affect also animal husbandry primarily via forage and roughage biomass.

Most significant impacts of climate change may become disturbances and shocks due by abiotic but also biotic processes. On the other hand, the complex of weather events could end up leading to the introduction of a new, alien environmental status which is extraneous to the agricultural production. Crop failure due to climatic factors can vary locally depending on the soil conditions, but generally vulnerability of the agricultural producers arises on account of lower economic competitiveness.

Climate as well as agro-ecosystem is driven by dynamic behaviour of complex causal relationships, with consequences of each individual force and their synergy or interaction. In order to enhance protection against manifestation of climate variability, efforts shall be made towards developing methods to target uncertainties in the measurements and scientific

processes and considering combined effects of multiple factors. Further insights shall be provided, engaging interdisciplinary research, to support new findings with a substantial body of scientific evidence, particularly by:

- modelling shifts in agro-climate;
- geo-modelling disaster risks for agriculture;
- studying changes in soil carbon content and humus balance;
- monitoring emerging animal diseases and zoonoses, incl. fish and bee parasitoses and plant pests and diseases;
- studying the effect of abiotic and biotic stress factors in metabolism and development of plants, arthropods and other animals;
- investigating the dynamics of changes in the cascade of multitrophic relationships;
- conducting studies to assess the effects of climatic drivers on developing and maintenance of resistance and virulence;
- developing innovative farming technologies for crop production and animal husbandry etc.

Adaptation measures

In order to manage the agricultural risks, a priority action plan of 30 actions were developed within a set of 4 economic, 2 regulatory, 3 planning, 3 research, 2 informational and 2 investment measures. Due to the increasing variability of weather conditions, revision of the legal framework is needed, in particular establishing relationships between the regulations and the climate change, to ensure the flexibility of the provisions and rapid response, availability of the necessary resources (incl. contingency plans, crisis management fund). Companies must have the possibility to increase the diversification of production necessary to promote adaptability, maximize added value and support for marketing and export. More attention is required for larger scale, more structured trans-regional measures: to optimize the regional structure of cultivation, create regional programmes of plant protection, fertilization and soil and hydrological systems, utilize manure (especially the excess of autumn and winter periods) and plant waste as resources for renewable energy and to restore the soil fertility etc. In addition, the renovation of the infrastructure e.g. the drainage systems may include the investments to support irrigation or the establishment of a bilateral regulatory systems. In order to promote correct behaviour of the undertakings, the optimal measure complex must be commercially acceptable.

The policy-driven processes of adaptation require state investments and decision support. Cohesive system of controls and regulations is needed to settle the claims due agricultural emergencies (epidemics, eradication measures, wildlife and weather damage). National plan would be required to integrate meteorological and other available complex data of surveillances and surveys, research and network of volunteers into efficient data processing system and to generate the agroecological prediction models for operational support as well as avoid environmental damages and disturbances to the highest possible extent. Centralised early warning system shall be developed to provide the stakeholders with timely alarms, emergency action rules and direct instructions. A novel package of environmental protection regulations shall be developed, including the additional measures for sustainable agriculture, soil- and water protection, re-evaluation of manure and waste management, support development and maintenance of green infrastructure etc. Last but not least, supporting agricultural substructures are to be maintained: breeding more resilient varieties

of longer vegetation, securing the forage sources for honeybees, developing educational and research institutions and improve competence in climate change. Solutions which are satisfactory to all interested parties are yet to be developed to establish the agricultural insurance system.

7. Forestry

Priority themes and current situation

In the Estonian forestry development plan for 2020 the climate change impacts and mitigation is concerned. The proportions of tree species and balance between coniferous and deciduous will change. One advantage is possible increase in forest biomass productivity, but there are many disadvantages. The risk of wind damages will increase. The risk of forests pests and pathogens will increase. The reduced period of frozen ground makes timber harvesting more difficult. More precipitation means more investment into forest roads and ditches. The quality of timber may reduce.

Impact assessment, recommendations for future research

The most important climate factors that based on the prognosis will affect forestry are increasing temperature and precipitation. Strong negative impact can be caused by more frequent extreme weather events (drought, extremely low winter temperatures, storms). Forest industry will face difficulties with timber transport out from forests due to decreasing period with frozen soil in winter. Economically the largest effect will be caused by the need for additional costs for tending forest roads and ditches. Among fellings, the amount of sanitary felling will increase. The share of deciduous tree species will probably increase in forests. Positive effect is expected from increasing timber increment although such trend might not persist for the whole century. Forest health could worsen due to new invasive pathogens.

The further studies are required to assess different felling methods from the perspective of climate change. Economic calculations about maintenance cost of forest roads and drainage systems are needed. Monitoring of invasive pathogens and their influence must continue and ability for their early detection and precautionary measures must be elaborated.

Adaptation measures

The aim of adaptation measures is to guarantee economically and ecologically sustainable forestry, forest management and forest utilisation. Totally five measures are planned and the Ministry of the Environment will be responsible for their implementation. The specificity of forestry measures is the long period of time required for their implementation and evaluation of the outcomes of measures due to the slow growth of forests. It is presumed that new principles are added in the legislation and standards. Forestry measures are all of the highest priority. Main measures are focusing on studies that support new regulations, investments, plans and innovation. More precise ecologically and economically justified planning of fellings is required as well as analysis of intensity and seasonality of maintenance fellings and other types of fellings in the changing climate. Silvicultural methods that ensure the preservation of forests' ecological value must be elaborated for forest felling and regeneration. In order to adapt with climate change, innovative technologies must be applied for timber processing to reduce damage on forest soil, the respective measure is also directed to the maintenance of forest roads and drainage systems.

For successful forest regeneration, it is necessary to establish geographic progeny trials and carry out forest genetic studies to breed and select new progenies that are more resistant in future climate conditions and pathogens. Continuous monitoring of forest pathogens on permanent sample plots is required as well as monitoring and testing of imported biological material. Epidemiology and dispersal strategies of new pathogens must be investigated. It is essential to model the impact of pathogens and evaluate root rot damage in connection to wood quality and timber increment in forests.

The total cost of forestry measures is 6 million €, in addition to this the cost of maintenance of forest roads and drainage network.

8. Fishery

Priority themes and current situation

The impact of climate change on fishery (commercial and recreational fishing) could be reflected mainly through the impact on fish stocks. Different components of climate change (e.g. changes in salinity, water level and temperature, extreme weather events, ice conditions) may strongly influence the most important and less resilient exploited fish populations abundance and stocks in the Baltic Sea and inland waters. Changes in population abundances may be opposite for cold-adapted (vendace, Peipsi whitefish, burbot, lake smelt) and warm-adapted species (e.g. cyprinids, pikeperch). Fish community structure in shallow lakes and rivers may be very vulnerable to water temperature increases, especially temperature extremes (heat waves) in combination with eutrophication that can led to strong cyanobacterial blooms, night time hypoxia and fish kills. Shortening the ice-cover period will decrease risk of winter fish kills in shallow lakes but will influence most strongly autumn/winter-spawning fish like vendace, whitefish and burbot. Warming has contributed also to the spread of invasive species, new parasites and diseases of fish.

Impact assessment, recommendations for future research

Fisheries are based on utilisation of the natural fish populations and therefore this branch of economy can be severely influenced by the climate change. Predicted changes such as increasing water temperatures, increased precipitation, shorter duration of ice-cover, higher frequency of extreme climate events etc. may impact both the list of fish species, and also relative abundance of fishes. Most likely, climate change will have opposite impact to cold-water species (e.g. salmonids, vendace, whitefish, burbot, smelt) and to warm-water species (e.g. cyprinids and pikeperch). While small changes in water temperature will have its effect in long run, short-term occurrence of extreme events (such as heatwaves, or large salt water inflows to the Baltic Sea) may have drastic and deep impact on fish fauna in relatively short period. Temperature effects on fish are most visible through its impact to fish reproduction—unfavourable conditions during the short critical spawning period usually result in weak year-classes. However, it is impossible to predict the detailed effects of climate change to fish fauna in distant future due to the opposed influence of different factors (e.g. increased precipitation decreases salinity of the Baltic Sea, but more frequent stormy periods and higher water level may increase inflow of salt water from the Kattegat). In order to facilitate the prognostication, more detailed and complex ichthyology and fisheries data collection is needed. Moreover, analyse of the ichthyological data should be integrated more tightly with monitoring of other biota and climate data. Finally, while commercial landings are

registered in detail, the information concerning recreational catches is still very scarce and needs to be improved.

Adaptation measures

Eight adaptation measures, with cumulative cost of 30.8 M€ were planned in order to ensure sustainability of fish populations and both recreational and commercial fisheries. To minimize the effect of climate changes to fisheries these measures should be put forward as soon as possible, albeit the effect of those measures can be evident after several years. The main objective of proposed adaptation measures is to shift the regime of the use of fish stocks in order to maintain sustainable populations with healthy structure. The management measures are aimed at optimization of legal size limits, restoration and conservation of spawning and nursery areas, establishment of temporal and areal fishing restrictions and adapting allowable landings to the state of fish populations. Minimization of factors that have negative influence on fish (e.g. anthropogenic eutrophication, pollution) has also high priority. However, while vital in order to maintain healthy fish stocks, this measure is one of the most resource consuming. Also, more efficient utilization of caught fish and reduction of illegal landings are also proposed as measures to alleviate the anthropogenic pressure on decreasing fish stocks. To ensure that people depending on fisheries could retain their current welfare and standards of living, measures (e.g. promotion of tourism, developing of fish farming) should assure their employment in these areas. However, while the application of these measures should be mainly based on scientific knowledge (e.g. precise stock size assessments), current the shortage of such data should be also be decisively addressed. This promotes the acute need for studies to determine how do the factors that influence the size and development of fish populations interact with climatic variations. Moreover, also reliable monitoring system for recreational fisheries has to be developed to allow for competent assessment on the use of Estonian fish stocks.

9. Hunting

Priority themes and current situation

Climate change will presumably cause changes in the species composition and diversity of Estonian fauna. Predictably new southerly species may expand northwards to Estonia. It will become necessary to intensify hunting of some species and take measures to protect the diminishing native game species. The state may impose new responsibilities on hunters, while the goals of hunting may have to be changed as well. Changes will have to be communicated to the society and the attitude towards game management and hunters [võib-olla pigemini: ..the public image of game management and hunters?] has to be worked on. Some diseases and parasites associated with wild animals may be major risk factors for humans and pet animals. One important impact of climate warming is the influence on moose population and other herbivores. Damage to forests and related agricultural crops may increase. This will create a need for the establishment of complicated and costly damage compensation mechanisms.

Impact assessment, recommendations for future research

Climate warming definitely influences game animal populations but its impact is largely overshadowed by that of human activity. In all probability climate change will directly endanger (up to the point of total disappearance from Estonian territory) only a very few

narrowly adapted species. The prevalent majority of Estonian game animal species are widely distributed and climate warming may directly or indirectly – e.g. by changing food base – influence their living conditions and population dynamics.

Estonian game animal populations are directly influenced by the following climate phenomena: mean summer and winter air temperatures, and the duration and average depth of snow cover. Living conditions, above all the food base of game animals, can be indirectly influenced by changes in the species composition and biomass of the habitat, as well as by extreme weather conditions such as storms and protracted droughts.

In the near future it would be necessary to identify the game species most vulnerable to climate change and devise protective measures. It is needed to look for ways for preventing the invasion of unwanted species. It is of great importance to study the public opinion in order to find out the attitude of different stakeholders towards hunting and other game management activities. It will be essential to develop new game inventory methods that would be independent of the existence and duration of snow cover.

Adaptation measures

In the field of game management, all measures for adapting to climate change are interconnected and contribute to the main goal, which is economically and ecologically sustainable game management and hunting as an important part of it. In the field of game management and hunting, all measures for adapting to a changing climate have a high priority.

There are four important measures that need to be taken to ensure that Estonian game animal populations will remain stable in the changing climatic conditions. Responding to climate change entails taking timely action by reorganizing hunting, introducing protective measures for species considered at risk and keeping off invasive species that are alien to Estonian wildlife. When alien species arrive, hunting periods and hunting methods need to be imposed for them. Effective game management requires reliable data on game population numbers, as well as on parasites and diseases associated with them. Considering that hunting serves as a primary means of regulating game management related conflicts, it is necessary to ensure that hunting is viewed as a socially acceptable activity. This entails maintaining a tolerant attitude in society towards hunting, both as a volunteer recreational activity and a service to society by preserving the optimal wildlife numbers. It is necessary to implement new methods of game population monitoring, as the ones currently used depend on the presence of snow cover. Given that with the climate warming the impact of endo- and ectoparasites on game population is likely to increase, in the future game monitoring must also include the monitoring of parasitoses.

All measures for adapting to climate risks must be included in the new Game Management Development Strategy. The overall cost of measures is 320 000 Euros and the agency responsible for implementing them is the Ministry of the Environment in collaboration with the Estonian Hunters' Society.

10. Tourism

Priority themes and current situation

Climate change has the main impact to internal tourists and tourists from neighbouring countries who can plan their vacation according to weather conditions. Using the Tourism

Climate Index we see an increase in the frequency of months where the TCI is more suitable in North West Europe than in the Mediterranean. Specifically in relation to increasing TCIs, Estonia could see a change in tourism flows across several tourism seasons with an increase in total tourism numbers. Increasing TCIs in “shoulder” months might change seasonality of tourism demand and offer tourists the possibilities of taking vacations over a wider number of months. Tourism visits may increase in the spring and autumn seasons, especially to rural (inland) areas, with consequent impacts to the natural environment: on animal breeding behaviour during vulnerable periods; trampling of sites with low carrying capacity or higher maintenance costs of site protective infrastructure, e.g. walkways; higher visitor numbers at sensitive sites such as animal viewing platforms and hides. 5–12% of CO₂ emission is caused by tourism sector, of which 75% by tourism transport and 20% by accommodation services. The greenhouse gas emission from tourism sector will increase by 130% from 2005 to 2035 according to prognosis.

Impact assessment, recommendations for future research

The impact of climate change on tourism in Estonia will be dependent on many interacting factors, physical, social, economical and political. Climate change will affect tourism in source and destination countries. Behavior patterns of tourists are changing. Warmer and longer summers increase tourism flow to North- and North-West-Europe. Warmer water bodies may increase interest in water-based tourism though increased rainfall leading to greater agricultural land runoff may risk increased algal blooms in seas and lakes. Warmer winters may lead to poorer snow reduction in snow fall/increased milder periods could lead to shorter winter tourism season & reduction of winter-sports and events. Warmer winters may impact on ice sports and winter fishing, fewer occasions when ice roads can open to islands. Rising sea levels may impact on sea tourism through problems with harbour infrastructure and yacht tourism. It is predicted that weather patterns (with increased storm and rainfall events) may become more unsettled that arises need for more indoor facilities.

For more reliable prognoses tourists behavioral patterns considering socio-economical aspects and climate change should be studied. For defining preparedness of adaptation of tourism sector with climate change impacts, a study of tourism entrepreneurs and other stakeholders should be conducted.

Adaptation measures

The aim of measures designed for the tourism is to achieve awareness of tourism sector about climate change adaptation and capacity for their implementation by year 2030. To ensure the objective the competence center will be established, which creates prerequisites for the proposed 7 measures to implement 33 activities in total for 3.345 million € by 2030. The energy efficiency requirements would be also designed during next 5 years. The rest of the measures will be implemented in period 2021–2030 because they need the input of studies, expert assessments or decisions of the respective form. The measure of the biggest impact in tourism subject is diversification of tourism products and services and creating investment opportunities for case of bad weather conditions in winter and for attracting summer tourists, incl. development of water based tourism.

11. Peat extraction

Priority themes and current situation

In the course of analyses peat mining was divided into following sub-themes: greenhouse gas emissions (GHG) from peat extraction sites; relevant policy documents; impact on peat extraction capacity; technologies for peat mining; and after-use of peat extraction areas.

Based on peat mining capacities (area and volume), resource analyses and policy documents, there are possibilities to increase extraction activities. On the other hand, there could be possible constraints related to high GHG emissions and dependence upon weather conditions. In order to minimize these influences, possibilities for wet mining and use of wet peat are analyzed although it is not used much in practice.

Analysing weather conditions (period June–August, 1992–2013) relevance to peat mining capacity, there has been significant influence on extreme precipitation rates, e.g. in 1998 peat extraction volumes decreased drastically. On state level medium correlation between precipitation, temperature and mining capacity was determined, but on a county level this could be significantly different. Based on Finnish research, increasing precipitation and soil moisture could be accompanied with significant accretion of GHG emission from mining areas.

Impact assessment, recommendations for future research

Main negative impact due to climate change (higher medium air temperature) is increase of peat mineralization and inherent CO₂ emission from peat extraction areas. Positive impact from climate change is related to longer extraction period which increases efficiency of peat mining and could lead to bigger annual outputs of peat. If use of peat remains at the current level, total area needed for extraction will be smaller and this could also limit net CO₂ emissions and other environmental impacts. Additional environmental taxes have unknown or neutral effect – on one hand it increases costs for entrepreneurs (including investments into new technologies), on the other hand provides circumstances for reduction of environmental impact (e.g. use of wet mining technology could lead to reduction of peat extraction areas and related total CO₂ emissions). The main challenge is related to development and use of wet mining technologies, research on carbon balance and impact on water environment in changing climate circumstances, monitoring the effectiveness of after-use options of peat extraction areas, implementation of CO₂ taxes to peat mining and use and its impact.

Adaptation measures

Peat mining consists of four measures with nine activities with total costs of 520 000 €. Priority measure is establishment of conditions for optimal and climate adaptive after-use of abandoned peat extraction areas which includes relevant monitoring actions and inclusion of output in practice, including relevant amendments in legislation. Priority wise follow measures to decrease dependence on weather conditions, also to minimize peat loss and CO₂ emissions – these include research on use and development of wet mining and peat technologies. Also, complex research to adapt changing environmental conditions – updating requirements for fire prevention, after-use methodologies, water protection etc. The fourth measure is evaluation of greenhouse gas emissions related to climate change which is also bases for regulating environmental taxes.

Indicative cost prognosis of adaptation measures

The adaptation measures of **natural environment** (the first general theme of BioClim) are estimated to cost around 52 million €. 24% of these estimated costs should be done already

before 2021 and 76% in the period 2021–2030. The largest cost category is foreseen for investments (around 20 million €). Different studies cost around 17 million € and economic measures cost about 10 million €. There are also a lot of informative, regulative and planning measures foreseen in the general theme of natural environment, but their cost is not so high. Most of the adaptation measures in this area belong to the jurisdiction of the Ministry of the Environment.

In the theme of **bioeconomy**, the adaptation measures cost 58 million € in the period of 2017–2030, of which 46% of costs should be spent before 2021 and 54% in 2021–2030. The biggest costs are related to investments (24 million €), studies (around 17 million €) and economic measures (13.5 million €). Most of the adaptation measures belong to the jurisdiction of the Ministry of the Environment, forming about 77% of the cost in bioeconomy), but there is quite remarkable amount of measures also in the jurisdiction of the Ministry of Rural Affairs (around 10 million €).

In total, the cost of adaptation measures worked out in BioClim project, is 110 million € in the period 2017–2030, which is divided quite evenly between two general themes of natural environment and bioeconomy. 35% of the costs (39 million €) should be spent already before 2021 and 71 million € in the period 2021–2030.

Kasutatud lühendid

C – süsinik

CH₄ – metaan

CO₂ – süsinikdioksiid

EL – Euroopa Liit

H₂S – divesiniksulfiid

ha – hektar

IUCN - *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* ehk Rahvusvaheline Looduskaitseliit

KHG – kasvuhoonegaas

KIK – Keskkonnainvesteeringute Keskus

LD – EL-i Loodusdirektiiv

MAK – Eesti maaelu arengukava

MSRD – EL-i Merestrateegia raamdirektiiv

N₂O – dilämmastikoksiid ehk naerugaas

PLK – poollooduslikud kooslused

PV - püsivusväärtus

PV_{kesk} - keskmine püsivusväärtus

RMK – Riigimetsa Majandamise Keskus

t – tonn

VPRD – Veepoliitika raamdirektiiv

ÖST – ökosüsteemiteenus

Kasutatud mõisted

Anoksia – hapniku puudumine organismi elukeskkonnas.

Anomaalia – kõrvalekalle üldtunnustatud statistilistest normidest.

Ballastvesi – vesi, mis pumbatakse lähtesadamas laevadesse nende stabiliseerimiseks ja tasakaalustamiseks.

Balneoloogia – teadus, mis uurib mineraalveeallikaid, tervistusvesi, ravimuda ning nendega ravimise meetodeid.

Bentiline – põhjaeluviisiline.

Bio-manipulatsioon – veekogu tervendamine ökoloogiliste meetoditega.

Bioturbatsioon – põhjasetete läbisegamine bentiliste loomade ja fütobentose elutegevuse käigus.

Dimiktilised järved – järved, mille veesambas on aasta jooksul 2 tsirkulatsiooniperioodi.

Elurikkus ehk elustiku mitmekesisus – elusorganismide mitmekesisus nii maismaa kui veeökosüsteemides, sisaldades liigisisest, liikidevahelist ja ökosüsteemidevahelist mitmekesisust; liikide ja nende elupaikade mitmekesisus.

Epifüütsed vetikad – teistel taimedel kasvavad vetikad.

Eufotiline kiht – veekogu pindmine kiht, kus on veel piisavalt valgust, et 24h arvestuses fotosüntees ületaks hingamiskaod (toimub neto produktsioon). Seda nimetatakse ka produktiivseks kihiks.

Eutrofeerumine – veekogu rikastumine toitainetega. See toimub taimede toitelementide (eriti fosfori ja lämmastiku), detriidi ja lahustunud orgaaniliste ainete lisandumise ja akumuleerumise tagajärjel.

Fütoplankton – vees vabalt hõljuvad enamasti mikroskoopilised fotosünteesivad organismid.

Generalistid – laia ökoamplituudiga ja mitmesugust toitu kasutatavad organismid, kes saavad hakkama väga mitmesugustes keskkonnatingimustes.

Gradient – ruumilise muutumise kiirus, s.t väljendab mingi suuruse muutust pikkusühiku kohta.

Hajureostus – suuri alasid hõlmav keskkonnareostus kindla asukohata allikaist, mida põhjustavad põllul, metsas või aias kasutatavad väetised, mürkkemikaalid, õhusaaste, jne.

Herbivoor – taimtoiduline, elusaist taimedest või taimeosadest toituvad loomad.

Hoiuala – elupaikade ja kasvukohtade kaitseks määratud ala, mille säilimise tagamiseks hinnatakse kavandatavate tegevuste mõju ja keelatakse ala soodsat seisundit kahjustavad tegevused.

Humiinained – lagunemata orgaanilised ühendid, mis on tekkinud taime- ja loomajäänuste mittelõplikul lagunemisel setetes.

Hüpoksia – kudede hapnikuvaegus. Hüpooksiat võib põhjustada hapniku vähesus olelukeskkonnas või selle vastuvõtu takistus organismis.

Intermodaalne transport – transpordiviis, mis hõlmab vähemalt kahe erineva transpordiliigi (maantee-, raudtee-, lennu- ja veetransport) kasutamist samal reisil ühe ja sama sõidudokumendi alusel.

Invasiivsed võõrliigid – võõrliigid, mis inimese tahtlikul või tahtmatul kaasabil kinnistuvad uue levikuala looduslikes ja poollooduslikes elupaikades ja võivad ohustada ökosüsteeme, elupaiku ja liike ning tekitada majanduslikku kahju ja olla ohuks tervisele.

Kaitseala – inimtegevusest puutumatusena hoitav või erinõuete kohaselt kasutatav ala, kus säilitatakse, kaitstakse, taastatakse, uuritakse või tutvustatakse loodust (rahvuspargid, loodus- ja maastikukaitsealad).

Kasvuhoonegaasid – on lühilainelist päikesekiirgust mitteneelavad või vähe neelavad ja hajutavad ning pikalainelist soojuskiirgust neelavad gaasid Maa atmosfääris, mis põhjustavad kasvuhooneefekti.

Kliimamuutustega kohanemine (adaptation) – looduslike või tehnosüsteemide kohandumine tegelike või oodatavate kliimatingimuste muutustega ning nende mõjudega. Kliimamuutustega kohanemisel pehmendatakse negatiivsete mõjude tagajärgi või kasutatakse ära positiivseid mõjusid. Kohanemine võib olla iseeneslik või planeeritud. (EC Guidelines on developing adaptation... 2013).

Kliimamuutuste leevendamine (mitigation) – tegevused, mille eesmärk on vähendada inimtekkelist mõju kliimasüsteemile; hõlmab näiteks meetmeid kasvuhoonegaaside tekke ja emissiooni vähendamiseks ja nende sidumise toetamiseks. (EC Guidelines on developing adaptation... 2013).

Kultuuriteenused – ökosüsteemiteenused, millega loodus pakub esteetilist ja vaimset naudingut, on lõõgastumise kohaks ja uute teadmiste allikaks.

Lahvandus – jäävaba ala jäätnud veekogul (www.eki.ee).

Makrovetikad – suured (mõõdetavad sentimeetrites), mitmerakulised vetikad, mis kasvavad tiikides ja meres ning paljunevad mitmel viisil.

Merevee hapestumine – merevee muutumine happeliseks, seisneb vesinikioonide ja vabade hapete tekkes, sh happesademete toimel.

Meromiktilised järved – järved, milles on jälgitav veesamba alaline kihistumine.

Mesohaliinne – soolsus on vahemikus 5–18 ‰.

Metsandus – üldmõiste, mis hõlmab kogu metsasektoris toimuvat. Metsandus kui majandusharu jaguneb kaheks: peamiselt metsade kasvatamisega tegelevaks metsamajanduseks ja puidu varumise ning väärindamisega tegelevaks metsatööstuseks. Metsamajandamise all mõistetakse eelkõige metsade rajamist, kasvatamist ja kaitset. Majandusstatistikas jaguneb metsatööstus töötleva tööstusena puidu-, paberi- ja mööblitööstuseks.

Miksotroofia – järvede segatoitelisus.

Monomiktilised järved – järved, mille veesambas on aasta jooksul 1 tsirkulatsiooniperiood.

Netojuurdekasv – puidu aastane juurdekasv, millest on maha arvatud looduslikult väljalangev puidukogus. (Enn Pärt. Puistute juurdekasv – metsanduse põhitõed ja müüdid. Eesti Mets 3/2013). Netojuurdekasvu ja raiemahu suhtarv on üks jätkusuutliku metsamajanduse indikaatoritest.

Ohtrussuhe e. suhteline ohtrus – ühe liigi isendite hulk muude liikide isendite hulga suhtes koosluses.

Ohustatud liigid – liigid, mis võivad suure tõenäosusega lähiajal välja surra.

Oligohaliinne – soolsus on vahemikus 0,5–5 ‰.

Ontogeneetiline plastilisus – isendi võime elu jooksul keskkonna muutudes morfoloogiliselt, füsioloogiliselt või käitumuslikult muutuda, sh ka selle võime määr

Pelagiaal – veekogu avaveeline osa

Pioneerkooslus – kooslus, mille moodustavad eelnevalt asustamata ala esmased liigid.

Pioneerliik – asustamata elupaiga esmased liigid.

Plastilised liigid – laia ökoloogilise amplituudiga liigid.

Poollooduslik kooslus ehk pärandkooslus – pikaajalise inimtegevuse (niitmise, karjatamise) mõjul kujunenud loodusliku elustikuga ala. Poollooduslikud kooslused on puisniidud, loopealsed, soostunud niidud, soo-, ranna-, lammi- ja aruniidud ning puiskarjamaad.

Primaarproduksioon – esmase orgaanilise aine tootmine süsihappegaasist foto- või

Primaarprodutsent – toiduahela esimese astme kogutoodangu ehk orgaaniliste ühendite valmistamine süsihappegaasi abil foto- või kemosünteesi kaudu.

Puhtpuistu – metsad, kus enamuspuuliik moodustab üle 95% kasvavast tagavarast (Aastaraamat Mets 2010, 2012). Puhtpuistut käsitletakse kliimamuutustega kohanemise strateegias kui monokultuurpuistut, mis on polüfunktsionaalse puistu vastand.

Püsielupaik – väljaspool kaitseala või selle piiranguvööndis asuv piiritletud ja erinõuete kohaselt kasutatav ala.

Püsivusväärtus – liikide püsivus erinevatel ajaperioodidel taimede levikuatlase levikuruutudes (Sammul *et al.*, 2008).

Refuugium ehk pagula – maa-ala, kus on säilinud sobivad keskkonnatingimused liikide ellujäämiseks ka suurte kliimamuutuste ajal.

Reguleerivad teenused – ökosüsteemiteenused, mis mõjutavad kliimat, vee-, õhu- ja mullakvaliteeti, veevarusid, üleujutusi, samuti tolmeldamine ja mullaviljakuse hoidmine.

Resuspensioon – veekogu põhjas olevad osakesed tõmmatakse hõljuvasse olekusse, kui põhja lähedal on vee liikumise kiirus kriitilisest väärtusest suurem.

Režiiminihe – süsteemi kiire üleminek ühelt stabiilselt olekult ehk režiimilt teisele, tugeva häirituse korral ei tarvitse süsteemi, eriti ökosüsteemi olek taastuda ning režiiminihe võib olla pöördumatu.

R-strateegia – liikide elustrateegia, millest lähtuvalt investeerivad liigid konkurentsivõime arvelt rohkem energiat kiiremasse sigimisse; liike iseloomustavad lühike eluiga, kiire kasv ja palju väikeseid järglasi.

Rüsi jää – jääkatte järkjärgulisel sulamisel ja külmumisel tekkinud kuhjunud või liikuvad jäätükkide kogumid.

Spetsialistid – kindlatele keskkonnatingimustele ja kindlale toidule kitsalt kohastunud organismid.

Sumbad – võrkseinaga ujuvad kalakasvatustarajatised, mis paigaldatakse ankurdatult veekogusse. Vesi liigub läbi võrgusilmade, sõnnik vajub põhja, kuid kalad ei pääse sumbast välja. (Vesiviljeluse arengukava 2014 – 2020).

Süsinikubilanss – ökosüsteemi süsiniku sisend- ja väljundvoogude vahe ajaühikus. Süsinikubilanss iseloomustab metsaökosüsteemi süsiniku varu ja käivet, sõltub süsiniku sisend- (primaarproduksioon) ja väljundvoogude (autotroofne ja heterotroofne hingamine, leostumine, biomassi eemaldamine raiete käigus) tasakaalust (Luyssaert et al., 2010; Clarke et al., 2015).

Süsiniku tagavara – ökosüsteemi erinevates komponentides paiknev süsinik. Metsa süsiniku tagavara moodustab (nii elus kui surnud) puudes ja alustaimestikis ning mullas olevast süsinikust.

Süsinikuringe – atmosfääri ja veekogude vaba süsinikdioksiidi (CO₂) ning mulla, kivimite ja veekogude karbonaatide ja vesinikkarbonaatide süsiniku tsükliline muutumine orgaaniliste ühendite redutseerunud süsinikuks ja tagasi (V. Masing 1992, Ökoloogialeksikon). Metsa süsinikuringe hõlmab süsiniku liikumist atmosfääri, maapealse ja -aluse metsaelustiku ja mulla vahel.

Zooplankton – vees hõljuvate valdavalt heterotroofse toitumistüübiga loomorganismide kogum.

Troofsus – veekogu ainerings olevad orgaanilised ja anorgaanilised ained, mille kogus määrab ära veekogu toitelisuse.

Tsüanobakter – tsüanoprokarüoodid ehk sinivetikad ehk sinikud on peamiselt vees elavate bakterite hõimkond. Tsüanobakterid on autotroofid, energiat saavad nad valdavalt fotosünteesi teel.

Tugiteenused – ökosüsteemiteenused nagu aineringe, mullateke, fotosüntees, elupaigad.

Turismi kliimaindeks – üks komplekssemaid mõõdikuid, et määrata piirkonna või riigi sobivust turismiks. See ühendab endas kolme turismisihtkoha jaoks olulist kliimatilist tegurit: sobiv soojus, füüsikalised tegurid nagu sademed ja tuul ning esteetiline väärtus nagu päikesepaiste/pilvisus. Kasutusele võetud Mieczkowski (1985) poolt, kasutatakse laialdaselt kliimamuutuste mõjude uurimisel.

Uluk – mõistet kasutatakse kõnekeeles, seadusloomes ja teaduskirjanduses mitmeti. Käesolevas aruandes lähtutakse seostatusest jahindusega, ulukiks on jahitavad imetajad ja jahitavad linnud. Arvestades seejuures, et mõni tänapäeval kütitav uluk või tulevikus olla kaitsealune ja vastupidi.

Valgla – maa-ala, millelt vesi veekogusse koguneb.

Varustusteenused – ökosüsteemiteenused, mida inimene saab ökosüsteemilt nt toidu, vee, puidu jm materjalidena.

Veeõitseng – fütoplanktoni ajutine vohamine veekogus.

Võõrliigid – nimetatakse liike, alamliike või madalamaid taksoneid, kes on inimese kaasabil levinud elupaikadesse, kuhu nad looduslike tõkete tõttu ise levida ei saaks.

Väljasuremisvõlg – liikide hulk, mis juba toimunud inimõjuliste keskkonnamuutuste tagajärjel mingi aja jooksul suure tõenäosusega välja sureb.

Ökosüsteem – isereguleeruv ja arenev tervik, mille moodustavad toitumissuhete kaudu üksteisega seotud organismid koos neid ümbritseva keskkonnaga (Masing, 1992).

Ökosüsteemiteenused – keskkonnakaitselised, sotsiaalsed ja majanduslikud hüved, mida ökosüsteemid pakuvad inimestele.

Sissejuhatuseks

BioClim projekti lähteülesandena jaotati eeldefineeritud üksteist valdkonda 38 alateemaks (kahe võtmevaldkonna kaupa), vt ka **Tabel 1** ja **Tabel 2**.

Tabel 1. Teemad looduskeskkonna (I) võtmevaldkonnas ja alavaldkondlik jaotus.

Valdkond	LOODUSKESKKOND				
Teema	1) Elurikkus	2) Maismaa ökosüsteemid	3) Magevee-ökosüsteemid	4) Läänemeri ja merekeskkond	5) Ökosüsteemiteenused
Alavaldkonnad	Ohustatud liigid	Metsad	Suurjärved	Mere eutrofeerumine	Mere- ja mageveeökosüsteemid ja nende teenused
	Invasiivsed võõrliigid	Sood ja teised märgalad	Väikejärved	Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus	Metsaökosüsteemide teenused
	Kaitse- ja hoiualad	Rohu- ja põllumaad	Vooluveekogud	Toiduahelad	Soode ökosüsteemide teenused Tolmeldamise teenus Mullaökosüsteemide teenus Niiduökosüsteemide teenused Linnaökosüsteemide teenused

Tabel 2. Teemad biomajanduse (II) võtmevaldkonnas ja alavaldkondlik jaotus.

Valdkond	BIOMAJANDUS					
Teema	6) Põllumajandus	7) Metsandus	8) Kalandus	9) Jahindus	10) Turism	11) Turba tootmine
Alavaldkonnad	Taimikasvatus	Metsamajandus ja metsatööstus	Läänemere kalastik ja kalandus	Ulukite liigid, arvukus ja haigused	Turismi sihtkohad ja sesoonsus	Valdkonda mõjutavad poliitika-dokumendid
	Loomakasvatus	Metsakasvatus		Ulukite toidubaas ja kahjustused	Turismitransport	Kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt
	Taimekaitse ja veterinaaria	Metsahaigused	Sisevete kalastik ja kalandus	Jahindus sotsiaalse tegevusena	Loodusturism	Mõju turba kaevandamise mahtudele Kaevandamise tehnoloogiad Kaevandusjärgne turbaalade kasutus

Metoodiline lähenemine

Üldlähete punktid

BioClim projekt koondab enam kui neljakümmet eri valdkondade eksperti 11 temaatilisest töörühmast. Kuivõrd igal valdkonnal on ka oma teemast tulenevalt spetsiifiline lähenemine andmete kogumisele, töötamisele ja analüüsile, siis valdkondlikes peatükkides allpool kirjeldatakse lisaks uurimuse metoodikat ka eraldi teemavaldkondade kaupa. Igas valdkondlikus peatükis põhjendatakse metoodika valikut ja näidatakse selle eesmärke. Tutvustatakse andmete kogumise praktilist käiku ning kogumise ja töötlemise meetodeid. Sealhulgas tuuakse välja: a) millest lähtuvalt liigendatakse valdkond alavaldkondadeks; b)

kuidas analüüsitakse hetkeolukorda valdkonnas, st probleeme, võimalusi, ohte; mineviku ilmastikunähtuste mõju; olemasolevaid meetmeid; c) analüüsitakse riske, valdkonna haavatavust ja hinnatakse kliimamuutuste mõjusid erinevatele valdkondadele.

Alavaldkonnad ja hetkeolukorra ülevaade

I projektiperioodi uuringutulemused tuginevad peamiselt olemasoleval teaduskirjanduse, asjakohaste poliitikadokumentide, õigusaktide, teadus-, rakendusprojektide tulemuste ja erinevate andmebaaside andmestike analüüsil ning koondatud eksperttabel.

Iga töörühm koostas kõigepealt oma teemavaldkonna ülevaate ning vastava peatüki visandi. Seejärel lugesid („retsenseerisid“) projektis osalevad töörühmad vastastikku üksteise visandeid ning pakkusid tehtule tagasisidet, mida iga töörühm sai kasutada oma teemavaldkonna peatüki lõplikul koostamisel.

Sarnast lähenemist – vastastikune seonduvate teemadega peatükkide „riskkorrekatuur“ – kasutati ka II projektiperioodil.

Mõjude analüüs ja edasiste uuringusuundade määratlemine

II projektiperioodil oli kliimamuutustega seonduvate riskide, haavatavuse ning mõjude analüüsil ja hindamisel üldaluseks kliimastenaariumid aruandest „Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100“ (Luhamaa *et al.*, 2015). Selles on kirjeldatud tuleviku kliima projektsioone kuni aastani 2100 erinevate ilmastikunäitajate kaudu, nt sademed, õhutemperatuur, veekogude temperatuur, muutused jää- ja lumikatte kestuses, tuul (vt ka **Tabel 3**) (õhutemperatuuri) ja **Tabel 4** (sademete prognooside kohta)).

Tuleviku, ajaperioodide 2040–2070 ja 2070–2100 erinevate kliimastenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 prognoose on võrreldud kontrollperioodiga 1971–2000. Kontrollperioodi andmed pärinevad Riigi Ilmateenistuse andmebaasist.

Tabel 3. Eesti keskmine õhutemperatuur (°C) (vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015).

Periood	1971-2000	2040-2070	2070-2100	2040-2070	2070-2100
Stsenaarium	Kontroll	RCP4.5		RCP8.5	
Talv	-3,6	-1,3	-0,5	-0,7	1,3
Kevad	4,2	6,6	7,6	7,3	9,1
Suvi	15,7	17,3	17,9	17,9	19,5
Sügis	6,1	7,8	8,3	8,3	9,7
Aasta	5,6	7,6	8,3	8,2	9,9

Tabel 4. Eesti sademete hulk (mm) (vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015).

Periood	1971-2000	2040-2070	2070-2100	2040-2070	2070-2100
Stsenaarium	Kontroll	RCP4.5		RCP8.5	

Talv	130	141	151	149	158
Kevad	108	119	131	125	134
Suvi	209	231	240	246	248
Talv	200	220	222	216	224
Aasta	646	710	749	736	768

II projektiperioodil tegi kliimastenaariumide alusel iga teemagrupp kindlaks oma teema spetsiifikat arvestades olulisemad kliimategurid ja -riskid. Nende põhjal analüüsiti kliimamuutustega seonduvaid riske, valdkondade haavatavust ja mõjusid.

Olulise panuse mõjude analüüsi valmimisse andsid ka kohtumised huvigruppidega, nt kohtumised turba kaevandamise huvirühmadega; 27. aprillil BioClim avaseminaril Tallinnas, ja 5. mail Tartus toimunud põllumajanduse huvirühmade kohtumine.

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Kohanemismeetmete prioriteetsuse väljaselgitamiseks hindasid valdkondlikud töögrupid järgmisi aspekte:

- 1) **Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele, sh mõju elanikele, ettevõtetele ja avalikule sektorile** (valikuvariandid: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)
- 2) **Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond)** (valikuvariandid: „5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju)
- 3) **Meetme rakendamise keerukus** (valikuvariandid: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas)
- 4) **Meetme rakendamise geograafiline ulatus** (valikuvariandid: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOV-id, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala)
- 5) **Meetme rakendamise kiireloomulisus** (valikuvariandid: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5–15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15–35 a jooksul)
- 6) **Mõju avaldumise aeg** (valikuvariandid: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3–10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast)
- 7) **Meetme tundlikkus välistegurite suhtes** (valikuvariandid: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes)
- 8) **Meetme vastuvõetavus avalikkusele** (valikuvariandid: „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist)

- 9) **Meetme kulukus (valikuvariandid:** „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)

Meetme hindamiseks kasutatud kriteeriumid töötasid ühiselt välja erinevate kliimamuutustega kohanemise projektide meeskonnad ning need on kasutusel kõigis nimetatud neljas projektis. Erisuseks looduskeskkonna ja biomajanduse valdkondade meetmete puhul on, et nende puhul otsustati hinnangutes mitte arvestada meetme rakendamise geograafilist ulatust. Meetmete prioriteetsus selgus eelpooltoodud kriteeriumide hinnangute summana, kriteeriumide kaalumist ei kasutatud. Meetme kulud on hinnatud perioodiks 2017–2030 ning need on vastavate valdkondade töörühmade antud hinnangulised kulud. Valdkondlike kuluhinnangute alusel on arvatud kogu BioClim projekti maksumuse prognoos.

Kohanemismeetmete väljatöötamisel on tihedalt konsulteeritud ka huvigruppidega, nt personaalse suhtluse teel erialaorganisatsioonidega ja 11. augusti avalikul seminaril toimunud töötubades. Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava koostamist nõustab ka selleks kokkukutsutud juhtkomisjon⁴. Konsultatsiooniprotsess koosnes põhisas kolmest juhtkomisjoni istungist (vastavalt 9. aprill 2015, 9. juuli 2015 ja 16. detsember 2015), mil käesoleva töö koostajad esitlesid analüüsi käiku ning tulemusi ning komisjoni liikmed said esitada küsimusi ning teha muudatusettepanekuid. Viimase, 16.12.2015 toimunud istungi alusel on juhtkomisjoni nõudmisel teatud käesolevas alusuuringus käsitletavat meetmed kohanemise strateegia ning rakenduskava ettepanekutest välja jäetud (vt tärniga tähistatud meetmed vastavais teemaptk-des „Kohanemismeetmed“).

Uuringu struktuur

Alljärgnev on jaotatud üheteistkümneks temaatiliseks peatükiks. Igas peatükis tutvustatakse esmalt (**Sissejuhatus**) alavaldkondlikku jaotust ja esitatakse alavaldkondade üldülevaade (problemaatika kliimamuutuste kontekstis, jm sarnane).

Peatükk **Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs** käsitleb iga ülaldefiineeritud (ala)valdkonna lõikes kolme aspekti. Esiteks annab see ülevaate probleemidest, võimalustest ja ohtudest antud alavaldkonnas. Teiseks kirjeldatakse, kuidas mineviku ilmastikunähtused on antud (ala)valdkonda mõjutanud. Lõpuks antakse ülevaade olemasolevatest meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele.

Peatükk **Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud** annab (ala)valdkondliku ülevaate olulisematest kliimateguritest ja kliimamuutustega seonduvaist riskidest (vt ka ülevaateks **Tabel 5**, samuti valdkondade haavatavusest erinevate kliimategurite suhtes. Seejärel käsitletakse positiivseid, negatiivseid ja teadmata suunaga mõjusid igale (ala)valdkonnale. Mõjude analüüsi põhjal antakse igas valdkonnas soovitusi edasisteks teadus- ja rakendusuringute teemadeks (ptk **Edasised uuringusuunad**).

Valdkondlikud peatükid **Kohanemismeetmed** (1.6 kuni 11.6) annavad ülevaate kavandatavaist kohanemismeetmetest. Uurimuse lõpus (ptk 12) on toodud **kohanemismeetmete maksumuse prognoos** kahe võtmevaldkonna (looduskeskkond ja biomajandus) kaupa.

⁴ <http://www.klab.ee/kohanemine/arengukava/juhtkomisjon/>, mille tööd reguleerib Eesti Keskkonnuuringute Keskuse juhatuse 15.04.15 käskkirj nr 1-8/19

Tabel 5. Valdcondlikult olulised kliimategurid ja -riskid.

I LOODUSKESKKOND	
1	<p>Elurikkus</p> <ul style="list-style-type: none"> • aasta keskmise õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus • merevee ja siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus ning merejää kestuse vähenemine • merevee taseme tõus • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine
2	<p>Maismaaökosüsteemid</p> <ul style="list-style-type: none"> • aasta keskmise õhutemperatuuri tõus (sh põua sagenemine, vegetatsiooniperioodi pikenemine) • aasta keskmise sademete hulga tõus • tuulekiiruse tõus ja tormide sagenemine • lumikattega päevade arvu vähenemine • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine
3	<p>Mageveeökosüsteemid</p> <ul style="list-style-type: none"> • prognoositav õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus • talvise jää- ja lumikatte paksuse vähenemine ja vastava perioodi lühenemine • muutused tuule tugevuses • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine
4	<p>Mereökosüsteemid, sh Läänemeri</p> <ul style="list-style-type: none"> • keskmiste sademete hulga suurenemine ja muutused siseveekogude äravoolus, sh muutused merevee soolsuses • merevee ja õhutemperatuuri tõus • muutused jääkatte ulatuses ja kestuses • ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine
II BIOMAJANDUS	
6	<p>Põllumajandus</p> <ul style="list-style-type: none"> • keskmiste temperatuuride tõus ja temperatuuri varieeruvuse muutumine • atmosfäärisaaste eeldatav kasv • muutused sademete režiimis ja ekstreemsete ilmastikunähtuste sageduses
7	<p>Metsandus</p> <ul style="list-style-type: none"> • keskmise õhutemperatuuri tõus • keskmise talvise õhutemperatuuri tõus • keskmiste sademete hulga suurenemine kasvuperioodil • lumikattega päevade arvu vähenemine • tormide sagenemine • põuaste suvede sagenemine • kõrgemad maksimaalsed temperatuurid • ekstreemselt madala temperatuuri harv, kuid võimalik esinemine

8	Kalandus	<ul style="list-style-type: none"> • veetemperatuuri tõus • jääperioodi lühenemine ja ebapüsiv jääkate • jääkatte ulatuse vähenemine Läänemerel • ekstreemsete ilmastikunähtuste (nt kuumalained, tormid) sagenemine • sademete hulga suurenemine • veetaseme aastasisese ja aastate vahelise varieeruvuse muutused
9	Ulukid ja jahindus	<ul style="list-style-type: none"> • keskmise õhutemperatuuri tõus • kõrgemad maksimaalsed temperatuurid • külmunud pinnasega perioodi lühenemine • lumikattega päevade arvu vähenemine • ekstreemselt madala temperatuuri harv esinemine • talvise merejää tekke vähenemine ja/või lõppemine • tormide sagenemine
10	Turism	<ul style="list-style-type: none"> • soojemad ja lühemad talved, vähem lund; • soojemad ja pikemad suved, rohkem sademeid; • talvehooaja nihkumine kevadesse; • suurenenud sajupäevade arv; • ekstreemsed tuuled ja tormid; • muutlikud ilmaolud; • soojem merevesi; • kõrgemad miinimumtemperatuurid; • kõrgemad maksimumtemperatuurid.
11	Turba kaevandamine	<ul style="list-style-type: none"> • keskmine õhutemperatuur • sademete maht, samuti aurumine • tuule kiirus • sajuta päevade arv • päikesepaiste kestus

I Looduskeskkond



©: I. Melts



©: E.-I. Rõõm



©: L. Saks

1. Elurikkus

Melts, Indrek; Lanno, Kaire; Kaljund, Karin; Laanisto, Lauri; Kull, Tiiu
Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut

1.1. Sissejuhatus

Eestis on liike hinnanguliselt 35 000 kuni 45 000 (Kull, 1999). Eesti eElurikkuse andmebaasis on registreeritud 29 888 liiki, mis sisaldavad kõiki Eesti looduses kogutud/registreeritud liike (eElurikkus, 2015), sh umbes 1000 võõrliiki (Ojaveer *et al.*, 2011; Klein ja Hermet, 2012; Eek ja Kuk, 2013). Võõrliikidest on invasiivseid 63 ja potentsiaalselt invasiivseid 71 liiki ning kõige enam on invasiivseid liike soontaimede ja selgrootute hulgas (Klein ja Hermet, 2012).

Hävimisohus ehk ohustatud liigid on Eestis riikliku kaitse alla võetud (Looduskaitseseadus, 2004) ja käesoleval hetkel on Eestis kaitsealuseid taime-, seene- ja loomaliike peaaegu 570 (I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu, 2004; III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine, 2004). Nii otseses väljasuremisohus olevaid liike kui ka väikese levikuga ohustatud kooslusi on esmajärjekorras oluline kaitsta (Root *et al.*, 2003a; Luck *et al.*, 2004). Eestis on loodusdirektiivi (EL direktiiv 92/43/EMÜ, 1992) elupaikadest esindatud suuremas või väiksemas ulatuses 60, millest esmatähtsatena on esile tõstetud 18 elupaika (Paal, 2004). Esmatähtsatest elupaigatüüpidest on paljude säilimine problemaatiline ja nagu on drastiliselt vähenenud poollooduslike koosluste, nt puisniidu pindala (Sammul *et al.*, 2008a; Sammul ja Kuk, 2013), on ka nt esmatähtsate sooelupaikade, nt looduslikus seisundis rabade pindala 1950. aastatest ligikaudu korda vähenenud (Paal ja Leibak, 2013).

Oluline roll elurikkuse hoidmisel ja säilitamisel on kaitsealadel ja nende võrgustikul (Bruner *et al.*, 2001; Hole *et al.*, 2009). Elurikkuse säilitamise seisukohast olulised alad Euroopas on koondatud Natura 2000 võrgustikku (Euroopa Komisjonile esitatav Natura 2000 võrgustiku alade nimekiri, 2010). Eesti maismaast on kaitse all 18,1% ja akvatooriumist 31,1% ning kokku on Eesti pindalast summaarselt koos maa- ja veealaga kaitse all 22,7% (Klein ja Hermet, 2012).

Kliimamuutused on elurikkust oluliselt mõjutanud ja mõjutavad ka edaspidi (Gitay *et al.*, 2002; Root *et al.*, 2003b; Malcolm *et al.*, 2002; Thomas *et al.*, 2004; Butchart *et al.*, 2010; Pereira *et al.*, 2010; Dawson *et al.*, 2011; Bellard *et al.*, 2012; Moritz ja Agundo, 2013). Kliimamuutused mõjutavad elurikkuse kõiki komponente, alates üksikisendist kuni bioomide tasandini (Parmesan, 2006; Bellard *et al.*, 2012). Kliima soojenemisega muutub liikide areaal ja liikide levimiskiirus (Walther *et al.*, 2002; Parmesan ja Yohe, 2003). Samuti laieneb ka invasiivsete võõrliikide levik, mis mõjutab samuti oluliselt elurikkust (Walther *et al.*, 2009; Diez *et al.*, 2012; Bellard *et al.*, 2013; Muhlfeld *et al.*, 2014). Kliimamuutused koos kaduvate liikidega ja muutuva liigilise koosseisuga on ohuks ökosüsteemidele ja ka kaitstavatele aladele (Malcolm *et al.*, 2002; Normand *et al.*, 2007; Andrade-Pérez *et al.*, 2010; Walther, 2010; Araújo *et al.*, 2011).

Eelnevast lähtuvalt on elurikkuse valdkond jaotatud järgnevateks alateemadeks:

- **ohustatud liigid;**
- **invasiivsed võõrliigid;**

- **kaitse- ja hoiualad.**

1.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Looduskaitse arengukavas („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) käsitletakse kliimamuutuste mõju loodushoiu aspekti silmas pidades. Tuginedes looduskaitse arengukavale („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) ja looduskaitseadusele (2004) on antud aruandes käsitletud elurikkuse osa jaotatud kolmeks alavaldkonnaks, rõhutades liigi (üksikisend) ja territooriumi (kooslus ja ökosüsteem ning elupaik) kaitset ning invasiivsete võõrliikide ohjamist. Need kolm alavaldkonda käsitlevad nii geneetilist, liigilist kui maastikulist mitmekesisust. Elurikkuse hoidmisel ja säilitamisel on tähtis roll kaitsealadel ja nende võrgustikul. Euroopas väärtustatud elupaiku kaitstakse Natura 2000 võrgustiku abil. Väärtustatud elupaigatüüpide määramisel on kasutatud Eesti kasvukohatüüpide ja Euroopas väärtustatud elupaikade võrdlemise käsiraamatut „Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat” (Paal, 2007).

Elurikkuse ülevaade ja hetkeolukorra analüüs põhineb ISI Web of Science, SCOPUS ja Google Scholar andmebaasides leiduvatel teaduslikel artiklidel, mis käsitlevad elurikkust, sh looduskaitset ja kliimamuutusi ning planeeringuid nende muutustega toimetulekuks. Samuti on kasutatud ka antud valdkonda puudutavat lokaalsemat Eesti teaduskirjandust. Kasutatud kirjanduse põhjal on analüüsitud alavaldkonna probleeme, võimalusi ja ohtusid ning kirjeldatud mineviku ilmastikunähtuste mõju alavaldkonnale. Uusimad andmed liikide arvu kohta pärinevad eElurikkuse andmebaasist. Lisaks on kasutatud ja läbitöötatud teiste riikide poolt väljatöötatud kliimamuutuste kohanemisstrateegiate ja -rakenduskavade elurikkust käsitlevaid osasid. Analüüsitud ja esitatud on nii Eesti kui ka Euroopa Liidu vastavad õigusaktid. Elurikkuse väärtustamisele ja elurikkuse kao peatamisele keskendub globaalsel tasandil elurikkuse konventsioon (2011), Euroopa tasandil kannab neid eesmärke Euroopa Liidu elurikkuse strateegia aastani 2020 (2011) ja Eestis looduskaitse arengukava („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) ja Eesti Keskkonnastrateegia („Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030”, 2007). Nende alusel on ka antud ülevaade meetmetest, mis aitavad otseselt või kaudselt kaasa kliimamuutustega kohanemisele.

Mõjude analüüs

Lisaks kliimastenaariumidele (Luhamaa *et al.*, 2015; vt ka **Tabel 3** ja **Tabel 4**) tuginetakse mõjude hindamisel ka infole varasemate kliimamuutuste mõju kohta Eestis (Tammets, 2012; Tarand *et al.*, 2014), samuti teaduspublikatsioonidele ning ekspertarvamustele.

Antud töös käsitletakse peamiste kliima parameetrite võimalikku muutumist ja ilmamuutuse kui riski negatiivseid ja positiivseid tagajärgi ning ulatust. Riskide, haavatavuse ja mõjude analüüsil lähtutakse elurikkuse alavaldkondlikust jaotusest. Alavaldkondade põhine on ka hinnang võimaliku majandusliku ja sotsiaalse mõju suurusele ning avaldumise tõenäosusele. Vastavalt analüüsile on täpsustatud ka ilmamuutuse avaldumise regionaalset jaotust.

Kliimamuutuste võimalike mõjude uurimiseks nii kaitsealustele kui tavalistele taimeliikidele ja nende kasvukohtadele, mis võivad muutuste tõttu enam ohtu sattuda või haavatavamaks muutuda, analüüsiti Sammuli jt kaasautorite artikli (Sammuli *et al.*, 2008b) aluseks olevat Eesti soontaimeliikide kohta käivat erinevate kirjandusallikate põhjal

koostatud andmestikku, kus on toodud liikide erinevad tunnused ning nende püsivusväärtus (PV), mis näitab Eesti taimede levikuatlase põhjal liikide püsivust levikuruutudes perioodil 1971–2005 ja enne seda.

- Et oleks võimalik välja tuua potentsiaalselt enam ohtu sattuvaid liike (eeldades, et liigid levivad kliimamuutuste mõjul põhjakaarte suunas (Climate change, impacts and vulnerability in Europe, 2012), võeti vaatluse alla lõunakaarte piiril olevad liigid ja analüüsisiti ka nende võimalikku püsivust Eesti taimkattes. Tuginedes esialgsele andmeanalüüsile, moodustati edasiseks analüüsiks erinevatel areaalipiiridel olevatest liikidest järgmised grupid: areaali lõunapiiril (kagu, lõuna ja edel koos), põhjapiiril (kirre, põhi ja loe koos), läänepiiril ja idapiiril olevad liigid ning liigid, kes ei ole Eestis areaalipiiril.
- Lõunakaare ja lääne areaalipiiril olevatest liikidest selekteeriti välja need, mille püsivusväärtus oli alla grupi keskmise väärtuse, kuna need liigid võivad olla rohkem ohustatud või enam haavatavamad kliimamuutuste suhtes.
- Eeldusel, et kliimamuutuste tõttu on spetsialistliigid haavatavamad ja ohustatumad (Hof *et al.*, 2012a), vaadeldi antud lõunakaare ja lääne areaalipiiri liikide puhul, millised neist on spetsialist- ja millised generalistliigid (vt metoodika Sammuli *et al.*, 2008b) ning milliste koosluste/kasvukohtade/elupaikadega nad on seotud, et hinnata, millised kasvukohad/elupaigad on tulevikus enam haavatavamad kliimamuutuste kontekstis.
- Eelmisest punktist lähtuvalt hinnati, millised muutused võivad toimuda kaitstavatel aladel, arvestades, millistel kaitsealadel nimetatud elupaigad ja liigid esinevad. Selle põhjal on aruandes esitatud kliimamuutustest enam ohustatud/haavatavamad liigid, nende elupaigad ning hinnang, kuidas see võib kaitsealasid (nende eesmärke) mõjutada.

Mõjude analüüsi tekstis allpool on viidatud analüüsitabelites (**Tabel 6, Tabel 7 ja Tabel 8**) olevaile mõjude numbritele (1.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatusesse“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

1.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

1.3.1. Ohustatud liigid

Probleemid, võimalused ja ohud

Eesti eElurikkus andmebaasi põhjal kasvab Eesti looduses 2514 liiki soontaimi, 503 liiki sammaltaimi ja 7215 liiki seeni (eElurikkus, 2015). Lisaks on registreeritud 423 linnuliiki, 76 kala- ja 6 roomajaliiki, 11 liiki kahepaikseid ning 85 liiki imetajaid. Selgrootuid on fikseeritud 10 964 liiki (eElurikkus, 2015). Eesti punane nimestik (Eesti Punane Raamat, 2008) annab teavet liikide ohustatusest, järgides Maailma Looduskaitse Liidu (IUCN) poolt kehtestatud kateegooriaid. Hinnanguliselt on Eesti punase raamatu (Eesti Punane Raamat, 2008) põhjal välja surnud 174 liiki ja ligikaudu 1200 liiki on ohustatud (EELIS, 2013).

Hävimisohus ehk ohustatud liigid on Eestis ka riikliku kaitse alla võetud, jaotudes kolme erineva rangusega kaitsekategooriasse (Looduskaitseeadus, 2004). Kaitsealuseid taime- ja loomaliike on Eestis peaaegu 570 liiki ehk umbes 2% Eestis kokku registreeritud liikidest.

Vastavalt vabariigi valitsuse määrusele kuulub alates 21.06.2014 kõige rangemasse ehk I kaitsekategooriasse kokku 64 liiki, kellest sõnajalgtaimi 10, katteseemnetaimi 21, sammaltaimi 4, seeni 9, samblikke 1, selgrootuid loomi 1 ja selgroogseid 20 liiki (I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu, 2004). Alates 21.06.2014 kuulub II kaitsekategooriasse 267 liiki (I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu, 2004) ja alates 07.07.2014 kuulub III kaitsekategooriasse 237 liiki (III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine, 2004).

Kliimamuutus mõjutab oluliselt nii ohustatud (Gitay *et al.*, 2002; Csergő *et al.*, 2010; Moritz ja Agundo, 2013; Abeli *et al.*, 2014) kui ka kõige tavalisemaid liike (Laanisto *et al.*, 2015). Enim haavatavaid liike võib iseloomustada järgmiste tunnuste kaudu: väike levila ning väikesed eraldiseisvad populatsioonid, samuti vähene isendite arvukus populatsioonides. Ohustatumad on liigid, kes vajavad suurt territooriumi ning on ka kehamassilt suured. Haavatavamate liikide hulka kuuluvad elupaigaspetsialistid ning väikese geneetilise mitmekesisusega, piiratud levimisvõimega ning madala konkurentsivõimega liigid, samuti liigid, keda ohustab ületarbimine, kes vajavad inimõjuta looduskeskkonda ning kes on sotsiaalsed, st elavad ajutiselt või pidevalt suurte gruppides (Kunin, 1997; Primack, 2008). Negatiivsetest teguritest on enam mõjutatud ka liigid, kes on oma levila piiril (Abeli *et al.*, 2014; Csergő *et al.*, 2010), kuna kliima soojenemise tagajärjel muutub keskkonnas liikide areaalid nihkuvad (Walther *et al.*, 2002; Parmesan ja Yohe, 2003). Väga paljud Eesti mõistes haruldased taime- ja loomaliigid asuvad meil oma levila piiril (Kask ja Laasimer, 1987; Kiili, 2011). Hinnanguliselt kasvab nt taimi arealipiiril 35% taksonite üldarvust (Kukk, 1999). Aeraali piiril olemine mõjutab oluliselt Eesti taimeliikide flooras püsijäämist (Sammul *et al.*, 2008b). Kõige enam taimeliike asub oma leviku põhja- ning kirdepiiril (Kask ja Laasimer, 1987; Kukk, 1999; Kull *et al.*, 2002). Väike osa taimeliikidest on oma levila lõunapiiril (Kask ja Laasimer, 1987). Levila lõunapiiril olevaid taimeliike võib pidada kliimamuutustest enim mõjutatuteks (Root *et al.*, 2003b; Huges, 2000), nagu nt kollane kivirik (*Saxifraga hirculus*) ning alssosi (*Equisetum scirpoides*). Liikide areaalide nihkumised, st migratsiooni suund ja aeg, peegeldavad ajaloolisi kliimamuutusi (Davis ja Shaw, 2001). Alates 20. sajandist on globaalsed kliimamuutused võrreldes varasema postglatsiaalse perioodiga olnud kiiremad ning liikide levimis- ja kohanemisvõime ei pruugi sellega vastavuses olla (Cunze *et al.*, 2013). Liikide tundlikkus kliimamuutuste suhtes tuleneb nende bioloogiast, füsioloogiast ja geneetilisest mitmekesisusest, millest oleneb liigi vastupanuvõime häiringutele ning kohanemisvõime uute tingimustega. Häiringutele mittetundlikud liigid suudavad püsima jääda muutuvates tingimustes ning taastada oma leviku ning populatsioonid pärast häiringuid. Neid liike iseloomustab suur järglaste arv, kiired elutsüklid, hea levimisvõime, kõrge geneetiline mitmekesisus. Heade levijatena võivad selliste omadustega liigid refuugiumites säilida ning sealt hiljem uutele aladele levida. Kohanemisvõimelistel liikidel on vajadusel võimalik muuta oma käitumismustrit, kasvu- ja elupaiga kasutust, fenoloogiat ning suhteid ümbritsevate abiootilise ning biootiliste teguritega (Cunze *et al.*, 2013; Dawson *et al.*, 2011; Williams *et al.*, 2008).

Kliimamuutuste tagajärjel muutuvad liikide levikupiirid ja arvukus teatud levila piirkondades (Bellard *et al.*, 2012). Üldistatult on välja toodud, et levikupiirid nihkuvad suuremate laiuskraadide ning kõrguste suunas (Van der Putten, 2012; Root *et al.*, 2003b) ning suuremas väljasuremisohus on liigid, kes asuvad oma levila piirialadel, väiksematel laiuskraadidel ning madalamatel kõrgustel (Huges, 2000). Muutused võivad aset leida liikide fenoloogias, nagu nt rände ajalised ja geograafilised muutused, paljunemisperioodi muutumine (õitsemine, munemine, poegimine) (Root *et al.*, 2003), mistõttu lähevad liikidevahelised fenoloogilised faasid nihkesse, mis mõjub negatiivselt liikidevahelistele

suhetele. Ühe probleemina on välja toodud taimede õitsemisaegade ning tolmeldajate korjeaegade kattuvuse erinevused, mistõttu putuktolmlevate liikide paljunemisedukus väheneb (Bartomeus, 2013; Willmer, 2012). Kliimamuutused võivad põhjustada muutusi geneetilise mitmekesisuse tasemel, seda suurendades või vähendades (Pauls *et al.*, 2013; Root *et al.*, 2003b). Üldine trend näitab siiski, et globaalsed kliimamuutused mõjuvad geneetilisele mitmekesisusele negatiivselt ja seda ka juhul, kui liikide levikupiirid ega demograafia ei muutu (Pauls *et al.*, 2013), tuues kaasa liikide kohanemisvõime ning paljunemisedukuse languse (Koen *et al.*, 2014; Pauls *et al.*, 2013).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju liikidele/ohustatud liikidele

Kliimamuutuste ja teiste antropogeensete tegurite negatiivset mõju elurikkusele ning üldiselt liikidele on keeruline üksteisest eralda. Siiski on täheldatud, et soojenev kliima muudab liikide füsioloogiat: metabolismi, arengufaaside läbimist, fotosünteesi aktiivsust ja kasvu (Huges, 2000). Kõrgem temperatuur nihutab varasemaks nii kahepaiksete kudemisaega (Huges 2000) kui ka taimede õitsemise ning lehtimise aega (Ahas, 1999; Ahas *et al.*, 2002; Fitter, 2002; Huges, 2000; Molnár *et al.*, 2012; Wolkovich *et al.*, 2012). Viimane on just Eestis suurima muutusega Ida-Euroopas, vähemalt kaks nädalat alates aastast 1951 (Ahas *et al.*, 2002). Nt on Lõuna-Rootsis viimase kümnendi jooksul rändlindude saabumine muutunud kevadel varasemaks (Kullber *et al.*, 2015).

Muutusi liigirikkuses kliima soojenemise tõttu peegeldavad hästi oma levilapiiridel olevad liigid. Eesti oludes võib putukate näitel välja tuua kaks lõunapoolse levikuga kiililiiki rohesilm-pondihobu (*Aeshna isosceles*) ja kollavööt-kuningkiili (*Anax parthenope*) (Eesti esmaleid 2008. a), kes on lõunapoolse levikuga, kuid nüüdseks laiendavad oma areaali põhja suunas (Martin, 2011). Uusi mardikaliike on oluliselt lisandunud viimase 10–15 aasta jooksul ning nüüdseks on meil teada 21 liiki, kelle areaali põhjapiir on jõudnud Eestisse (Süda, 2008). Samuti on viimase 20 aasta jooksul Eestist leitud ligi 60 uut liblikaliiki, kelle siia jõudmist võib seostada kliimamuutustega (Õunap, 2011). Vastupidise näite võib tuua sammaltaimede hulgast. Kliima soojenemise arvele võib panna kahe samblaliigi väljasuremise: kerajas põisik (*Splachnum sphaericum*) ja anum-põisik (*Splachnum vasculosum*) (Eesti ohustatud liikide punane nimestik, 2011), mille viimased leiuandmed pärinevad 1930. aastatest. Näiteid imetajatest ja lindudest leiab peatükist 9. **Ulukid ning jahindus** (vt ptk 9.3.1.) ning muutusi kalakooslustes on käsitletud peatükis 8. **Kalandus** (vt ptk 8.3.)

Ohustatud liikidele rakendatavad kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed

Üheks kliimamuutustega kohanemise meetmeks on Eesti oludega kohanenud taimesortide, kui väärtusliku geneetilise ressursi, kogumine ning säilitamine. Säilitatakse sorte mida ohustab aja jooksul inimtegevuse või kliimamuutuste tõttu kadumine (Taimede paljundamise ning sordikaitseseedus, 2005). Seetõttu on mitmed sordid võetud sordilehele säilitussordina. Seadusega tagatakse Eestis ohustatud liikide kaitse tagatud elupaikade ja kasvukohtade kaitse kaudu, seda nii kaitse- ja hoiualadel (vt ptk 1.3.3) kui ka püsielupaikades. Püsielupaigad moodustatakse väljaspool kaitsealasid või kaitseala piiranguvööndis asuvate kaitsealuste liikide kaitseks. Püsielupaikade näol kaitstakse samuti lõhe või jõesilmu kudemisala, jõevähi looduslikku elupaika, pruunkaru talvitumispaika ja mägra rohkem kui kümne suudmega urulinnakut, kuigi kahest viimati nimetatust pole hetkel ühtegi püsielupaigana kaitse alla võetud. Püsielupaik tekib automaatselt lendorava, kalju-, meri-, madu-, kalakotka, suur- ja väike-konnakotka ning must-toonekure pesapuude ümber. Isendikaitsega on keelatud kaitsealuse loomaliigi isendi tahtlik surmamine püüdmine ja

häirimine paljunemise, poegade kasvatamise, talvitumise ning rände ajal. Keelatud on looduslikult esinevate lindude pesade ja munade tahtlik hävitamine ja kahjustamine või pesade kõrvaldamine, samuti I ja II kaitsekategooria taimede ja seente kahjustamine, sealhulgas korjamine ja hävitamine. III kaitsekategooria taimede, seente ja selgrootute loomade hävitamine ja loodusest korjamine on keelatud ulatuses, mis ohustab liigi säilimist selles elupaigas. (Looduskaitseeadus, 2004). Ohustatud liikide paremaks kaitseks on väga oluline teave nende bioloogia, ökoloogia ning arvukuse kohta, seega võib üheks meetmeks pidada ka teadustööd ning riiklikku seiret, mis annavad liikide paremaks kaitseks uut vajalikku teavet. Teave ohustatud liikide bioloogia, ohutegurite, seisundi ja kaitsemeetmete kohta kajastub ka liikide kaitse tegevuskavades. Kaitse tegevuskavad koostatakse I kaitsekategooria liikidele ja liikidele nende soodsa seisundi tagamiseks, kui senirakendatud abinõud seda ei taga või kui seda nõuab rahvusvaheline kohustus (Looduskaitseeadus, 2004).

Ohustatud liikide kliimamuutustega kohanemise üks meede peaks endas kätkema teiste, nt elupaiku fragmenteeruvate ehk killustavate ja degradeerivate, peamiste elurikkust vähendavate ja kliimamuutuste mõjusid võimendavate tegevuste tõkestamist (Williams *et al.*, 2008). Suure territooriumi puhul, st alal, kus kliimamuutused on piirkonniti nõrgemad, tuleb kaitse alla võtta vähemate muutustega piirkonnad ning seeläbi kujunevad refuugiumid, kus liikidel on võimalik leida pelgupaik kliimamuutuste mõjude eest (Dawson *et al.*, 2011; Hannah *et al.*, 2007). Selle meetme puhul on oluline ka riikidevaheline koostöö. Euroopa Liidus on loodud Natura 2000 kaitstavate alade võrgustik eesmärgiga tagada või taastada Euroopa Liidus ohustatud taime- ja loomaliikide ning ohustatud elupaigatüüpide soodne looduskaitseline seisund.

1.3.2. Invasiivsed võõrliigid

Probleemid, võimalused ja ohud

Eestis on võõrliikide nimekirja kantud ligikaudu tuhat liiki, nendest invasiivseid on 63 ja potentsiaalselt invasiivseid 71 liiki (Klein ja Hermet, 2012). Kõige enam on invasiivseid võõrliike soontaimede ja selgrootute hulgas, vastavalt 44 ja 16 liiki, samas on võõrliikidest suurema osa (üle 75%) puhul nende invasiivsuse kategooria veel määratlemata.

Invasiivsed võõrliigid mõjuvad kohalikele liikidele kahjulikult erinevatel viisidel: konkureerides nendega elupaiga jm ressursside pärast, tõrjudes sealjuures omamaiseid liike välja, sisenedes toiduahelatesse, olles toksilised ning erinevate patogeenide ja parasiitide kandjateks ning nõrgendades kohalike liikide geneetilist kohasust, nt nendega hübriidiseerudes.

Kliimamuutus võib invasiivsete võõrliikide kahjulikku mõju elurikkusele veelgi suurendada (Dukes ja Mooney, 1999; Walther *et al.*, 2009; Diez *et al.*, 2012; Bellard *et al.*, 2013; Muhlfield *et al.*, 2014). Täpsemalt võivad kliimamuutused põhjustada (Hellmann *et al.*, 2008; Dukes, 2011):

- uute invasiivsete võõrliikide esinemist (vt nt ptk 6.3.3. ja 7.3.3.);
- juba olemasolevate invasiivide mõju ja leviku muutumist;
- sisseleviku ja transporditeede muutumist – nt seeläbi, et kasvatatakse uusi, mitte pärismaiseid liike, mis võivad muutuda invasiivseks, samuti nt seoses laevatranspordi intensiivistumisega meredel (vt lisaks ptk 4.3.2.);

- seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist.

Invasiivsetel võõrliikidel esineb tunnuseid (nt hea levimisvõime, lühike elutsüklid, lai ökoloogiline amplituud), mis annavad neile kliimamuutustest põhjustatud keskkonnatingimuste muutuste juures konkurentsieelise omamaiste liikide ees (Mainka ja Howard, 2010). Invasiivsed võõrliigid muudavad kooslusi ning seeläbi väheneb ka keskkonna vastupanuvõime kliimamuutustele ja ka teistele häiringutele (Burgiel ja Muir, 2010). Mõningad kooslused ja kasvukohad on kliimamuutuste jätkudes invasioonide suhtes eriti haavatavad, nt veeökosüsteemid (Sorte *et al.*, 2013; ptk 3.3.). Kliimamuutustele, sealhulgas ilmastiku varieeruvuse suurenemisele, on vastupidavamad komplekssemad ökosüsteemid, mis invasiivsete võõrliikide leviku puhul võivad aga lihtsustuda ning nende puhverdusvõime ilmastiku kõikumiste ja muude kliimamuutuste suhtes väheneb (Mooney ja Hofgaard, 1999).

Kliimamuutus võib olla ka tegur, mille tagajärjel mõni pikka aega ohtu mitte kujutanud võõrliik võib järsku muutuda invasiivseks ja ohustada elurikkust (Crooks ja Soulé, 1999; Gewin, 2005; Kangur *et al.*, 2005).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju invasiivsetele võõrliikidele

Nagu teiste liikide, nii on ka invasiivsete liikide puhul kohati keeruline toimunud muutuste põhjusena eristada kliimategureid muudest põhjustest, nt maakasutuse muutustest.

Siiski võib tuua näiteid invasiivsetest võõrliikidest, mis kliimamuutuste tagajärjel on Eestisse jõudnud. Nt veeorganismide puhul seostatakse kirpvähilise (*Orchestia cavimana*) levikut Läänemere Eesti vetesse soojemate talvedega, lühema jääkatte kestuse ning sügisel ja talvel esinevate tormidega (Herkül *et al.*, 2006). Samuti on näiteid kalaliikidest (nt hõbekoger (*Carassius gibelio*), kelle arvukuse suurenemine on põhjustatud muutunud ilmastikutingimustest (vt lisaks ptk 8.3).

Olemasolevad meetmed

Praegused seadusandlikud aktid, mille eesmärk on ennetada võõrliikide, sealhulgas invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumist, reguleerida nende kasutamist ja teha teavitustööd, on olulised ka kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmetena. Nt tuleneb Looduskaitseadusest (2004), et võõrliikide elusate isendite loodusesse laskmine ning võõrtaimeliikide loodusesse istutamine ja külvamine on keelatud (välja arvatud metsaseaduse alusel metsapuudena kasvatada lubatud võõrpuuliikide istutamine ja külvamine). Samuti on keskkonnaministri määrusega kehtestatud nimekiri loodusliku tasakaalu ohustavatest võõrliikidest, kelle elusate isendite loodusesse sissetoomine ja tehingud nendega on Eestis keelatud (tehistingimustes kasvatamine ja tehingud on lubatud vaid Keskkonnaameti loal teaduslikult põhjendatud juhtudel). Nimekirja kuulub 13 taimeliiki, 23 selgroogset ja seitse selgrootut loomaliiki (Loodusliku tasakaalu ohustavate võõrliikide nimekiri, 2004). Lisaks käsitlevad võõrliike ka Metsaseadus (2006), kehtestades määruse metsa uuendamisel kasvatada lubatud võõrpuuliikide kohta ja Kalapüügiseadus (1995), sätestades, et Eestis looduslikult mitteesinevate liikide eluskala või muid veeorganismide liike või nende viljastatud marja tohib maale tuua ainult Keskkonnaameti loal.

Oluline meede invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ärahoidmiseks on ennetustöö. Nii toob ka looduskaitse arengukava esile, et tuleb arendada võõrliikide seiresüsteemi (eelkõige alustada võõrliikide sissetulekuteede seiret ja täiustada ning rakendada seal

tõhusaid meetmeid uute invasiivide leviku ennetamiseks), et viia uute invasiivsete võõrliikide sisseränne miinimumini. Potentsiaalsete invasiivide kiire identifitseerimine on ka eduka tõrje aluseks.

Invasiivide tõrjeks tuleb koostada ohjamiskavad (aastast 2005 on juba rakendatud karuputke kava) ning välja töötada võimalikult tõhusad tõrjemeetodid.

Invasiivsete võõrliikide ennetus- ja tõrjetöö suuremaks tõhususeks on oluline teadustöö, et välja selgitada liikide võimalikud levikupiiride muutused seoses kliimamuutustega. Samuti on vajalik teada potentsiaalsete ja juba praegu invasiivsete võõrliikide populatsioonibioloogiat ja mehhanisme, mil viisil nimetatud liigid ökosüsteemi mõjutavad.

1.3.3. Kaitse- ja hoiualad

Probleemid, võimalused ja ohud

Eestis on kaitse all kokku (maa- ja veeala) 22% Eesti pindalast (EELIS, 2014; Klein ja Hermet, 2012). Eesti maismaast on kaitse all 18,1% ja territoriaalmerest 27% (EELIS, 2014). Suured järved on kaitse all 45% ulatuses ja kogu veealast (meri ja suured järved) on kaitse all 28% (EELIS, 2014). 2015. aasta alguse seisuga on Eestis kaitstavaid alasid (kaitsealad, hoiualad ja kohalikud loodusobjektid) 1310 pindalaga ligikaudu 14 700 km² (EELIS, 2015). Euroopas katavad kaitstavad alad 21% Euroopa Keskkonnaagentuuri liikmesmaade territooriumist ja Natura 2000 võrgustikuga on kaitse all peaaegu 18% Euroopa Liidu maismaast ja ligikaudu 4% EL liikmesriikide akvatooriumist (Protected areas, 2012). Kaitsealadel ja nende võrgustikul on oluline roll elurikkuse hoidmisel ja säilitamisel (Bruner *et al.*, 2001; Hole *et al.*, 2009). Kaitstavate alade suurus ja nende vahelised rohekoridorid moodustavad ühtse võrgustiku, tagades ökoloogilised funktsioonid ja liikidele paremad liikumisvõimalused (Coulston ja Riitters, 2005). Suurem kaitstavate alade hulk ja nende pindala, mis katab vastavalt keskkonnagradiendile ulatuslikku biogeograafilist ala ja Euroopa Liidu loodusdirektiivis nimetatud elupaigatüüpe ja liike, on Natura 2000 võrgustiku oluliseks eelduseks ökoloogilise sidususe säilitamisel (Protected areas, 2012). Samas muutub seoses kliimamuutustega paljude liikide areaal ja kiireneb liikide levik (Walther *et al.*, 2002; Parmesan ja Yohe, 2003). Seega võib kaduda kaitseala eesmärk pakkuda kaitset neile liikidele, kelle tarvis kaitseala loodi (Grabherr *et al.*, 1994; Hole *et al.*, 2009). Sealjuures on probleemiks taimedel esinev väljasuremisvõlg ehk viibega toimuv väljasuremine (Helm *et al.*, 2006; Lindborg ja Eriksson, 2004), mistõttu kliimamuutuste mõjud liikidele võivad jääda pikaks ajaks varjatuks. Seetõttu on oluline tegeleda pikaajalise seirega ja vastavalt muutustele tuleviku tegevusi planeerida.

Kliimamuutustega koos laieneb ka invasiivsete liikide levik, mis mõjutab oluliselt elurikkust (Walther *et al.*, 2009; Diez *et al.*, 2012; Bellard *et al.*, 2013). Kliimamuutused koos kaduvate liikidega ja muutuva liigilise koosseisuga on ohuks ökosüsteemidele ja ka kaitstavatele aladele (Malcolm *et al.*, 2002; Normand *et al.*, 2007; Andrade-Pérez *et al.*, 2010; Walther, 2010; Araújo *et al.*, 2011). Euroopas on loodusdirektiivi elupaiganimistusse kantud 233 elupaigatüüpi, millest esmatahtsaid (Euroopas kadumisohus või oluliselt kahanenud levilaga) on 71 (Interpretation Manual, 2013). Eestis on loodusdirektiivi (EL direktiiv 92/43/EMÜ, 1992) elupaikadest esindatud suuremas või väiksemas ulatuses 60, millest esmatahtsatena on esile tõstetud 18 elupaika (Paal, 2004). Eesti üks liigirikkaimaid kooslusi on puisniidud, kus väikeskaalaline liigirikkus on vähemalt 60 soontaimede liiki ruutmeetril (Kull ja Zobel, 1991; Sammul ja Kukk, 2013). Eesti puisniitude liigirikkus on võrreldav teiste maailma liigirikkaimate kooslustega (Wilson *et al.*, 2012). Samuti on

liigirikkad lubjarikkal mullal asuvad alvarid, kus võib ruutmeetril koos kasvada 30–40 soontaimede liiki (Riibak *et al.*, 2014). Selliste elupaikade kvaliteeti saab säilitada ainult sobiva järjepideva majandamisviisi kaudu (Lawson *et al.*, 2014), kuna sellest sõltub kaitstava ala võime säilitada elurikkust (Gaston *et al.*, 2008). Esmatähtsatest elupaigatüüpidest (nt puisniit, looduslikus seisundis rabad jms) on paljude säilimine problemaatiline, kuna nende pindalad on drastiliselt vähenenud (Sammul *et al.*, 2008a; Sammul ja Kukk, 2013; Paal ja Leibak, 2013). Samuti võivad liigid mõjutada aine- ja energiaringeid (Schmitz *et al.*, 2010; Wardle *et al.*, 2011), mistõttu võib väheneda ökosüsteemide võime pakkuda tähtsaid inimesele olulisi ökosüsteemiteenuseid (Walther, 2010). Seega elupaikade taastamine, kus see on võimalik ja mõistlik (Hole *et al.*, 2009), on oluline kogu Euroopa tasandil, et tagada liikide ja elupaikade soodne seisund. Lisaks soodele on probleeme ka haruldaste ja ohustatud metsakasvukohatüüpidega (Paal, 1998), mille kohta siiani hinnangud puuduvad või on esitatud suhteliselt suure statistilise veaga (Keskkonnaagentuur, 2014).

Kuna kliimamuutused on suureks ohuks kaitsealadele (Araújo *et al.*, 2011), võib negatiivseid mõjusid leevendada ja kohanemistingimusi parandada kaitsealade pindala suurendamine ning alade vahele ühenduskoridoride või muude sidusust suurendavate ühendustülide loomine (Bruner *et al.*, 2001; Coulston ja Riitters, 2005; Hole *et al.*, 2009).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju kaitse- ja hoiualadele

Mineviku ilmastikunähtuste mõjusid kaitse- ja hoiualadele ei ole Eestis uuritud. Seireandmed on olemas liikide ja elupaigatüüpide kohta, aga puuduvad seosed kliimamuutustega. Kont jt uuringus (1996) on prognoositud mereveepinna tõusu negatiivset mõju Lääne-Eesti rannikukooslustele (sh poollooduslikele kooslustele) ja haruldastele liikidele ning seal asuvatele kaitsealadele. Eestis on uuritud võimalike kliimamuutuste mõju (nt CO₂ ja O₃ sisalduse suurendamisega õhus) biomassi produktsioonile. Uuringuteema algatajaks oli Olevi Kull (Oren *et al.*, 2008). Viimasel ajal on aktiivsemalt uuritud taimede ja ökosüsteemide kohanemisest keskkonna ja biotilistele stressidele (ENVIRON, 2015). Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskuse uuringute eesmärgiks on mõista parasvöötme ökosüsteemide reageeringuid globaalsetele kliimamuutustele ning mille tulemused on tulevikus aluseks loodusressursside kestlikuks majandamiseks ja pikaajaliseks maakasutuseks põllumajanduses ja metsanduses (ENVIRON, 2015). Osaliselt on keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskuse uurimustulemusi käsitletud antud aruande järgnevas, **maismaa ökosüsteemide** ptk-s (2) ja allpool **turba tootmise** ptk-s (11). **Metsaökosüsteemist** saab ülevaate antud aruande maismaaökosüsteemide vastavast allptk-st ja **metsandusest** ptk-s 7. **Magevee-** ja **mereökosüsteemidest** ning **kalandusest** saab ülevaate vastavaist peatükkidest 3, 4, ja 8. Erinevate **ökosüsteemide teenuseid ja hüvesid** on käsitletud peatükis 5.

Üldiselt on leitud, et kliimamuutused mõjutavad elurikkust (Gitay *et al.*, 2002). Globaalsel tasandil on ka tähelepanu pööratud sellele, et muutuv kliima mõjutab kaitsealasid (WWF Climate, 2003; Janishevski ja Gidda, 2015). Põhja-Euroopa (sh Eesti) maismaa ökosüsteemidele ja elurikkusele avaldavad kliimamuutused olulist mõju liikide areaalide põhja poole nihkumise kaudu (Climate change, 2012). Taimetlase kahe perioodi (2004. a ja enne 1970. a) võrdluses leiti, et Eesti taimeliikide püsijäämist mõjutab oluliselt areali piiril olemine (Sammul *et al.*, 2008b). Kahe riigi (Suurbritannia ja Eesti) floora andmete võrdluses järeldati, et kliimamuutused on negatiivselt mõjutanud tavaliste soontaimeliikide levikut (Laanisto *et al.*, 2015). Kliimamuutus koos kaduvate liikidega mõjutab tulevikus negatiivselt kaitsealasid, sh Natura 2000 alasid (Araújo *et al.*, 2011). Samas on leitud, et

kaitsealadel on oluline roll leevendamaks kliimamuutuste negatiivseid mõjusid elurikkusele (Hole *et al.*, 2009; Jonston *et al.*, 2013; Virkkala *et al.*, 2014).

Kaitse- ja hoiualadele rakendatavad kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed

Eestis seni puuduvad kaitstavate aladega seotud otsesed kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed. Samas on Eesti looduskaitse arengukavaga („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) seatud eesmärgiks selgitada kliimamuutuste mõju elurikkusele konkreetsete tundlike elupaigatüüpide ja liikide populatsioonide seire käigus, analüüsida suundumusi ja töötada välja ning rakendada leevendusmeetmed, nagu nt ökoloogiliselt sidus keskkonnamuutusi puhverdava rohetaristu rajamine, süsinikku aineriingest välja viivate soode ja metsade kaitsmine ja taastamine ning poollooduslike koosluste hooldamine.

Looduskaitseadusega (2004) alustati Natura 2000 kaitstavate alade võrgustiku moodustamisega. Natura 2000 baseerub kahel direktiivil: loodus- ja linnudirektiivil (EL direktiiv 92/43/EMÜ, 1992; Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ, 2009), mille eesmärgiks on tagada või taastada Euroopa Liidus ohustatud taime- ja loomaliikide ning ohustatud elupaigatüüpide soodne looduskaitse seisund. Merekaitse on vastavuses eelpool nimetatud direktiividega (EL direktiiv 08/56/EÜ, 2008).

Poollooduslike koosluste hooldamist ja taastamist on toetatud alates 2000. aastast riigieelarvelistest vahenditest loodushoiutoetusega. Alates 2007. aastast on Natura 2000 võrgustiku aladel asuvate poollooduslike koosluste hooldamist toetatud Eesti maaelu arengukava (MAK) meetme „Poolloodusliku koosluse hooldamise toetus“ kaudu (“Eesti maaelu arengukava 2007–2013”, 2007). 2015. aastast makstakse kõigil kaitstavatel aladel poollooduslike koosluste hooldustoetust uue Eesti maaelu arengukava (MAK) 2014–2020 sama meetme “Poolloodusliku koosluse hooldamise toetus“ kaudu (“Eesti maaelu arengukava 2014–2020”, 2015). Välja on töötatud uus poollooduslike koosluste tegevuskava aastateks 2014–2020 (2013), mille eesmärk on poollooduslike koosluste elurikkuse säilitamine ja kaitsmine. Eestis on hinnanguliselt üle 100 000 ha poollooduslikke kooslusi (Kukk ja Sammuli, 2006) ja vastavalt Eesti looduskaitse arengukavale („Looduskaitse arengukava aastani 2020”, 2012) on eesmärgiks seatud hooldada 45 000 ha poollooduslikke kooslusi aastaks 2020.

MAK (“Eesti maaelu arengukava 2007–2013”, 2007) meetmete kaudu on lisaks hüvitatud Natura 2000 aladel asuvate põllumajandusmaadel looduskaitseadusest tulenevate kitsenduste ning linnudirektiivist ja elupaikade direktiivist tulenevate nõuete täitmiseks tehtud kulutusi ja saamata jäänud tulu. Põllumajandusmaid on Natura 2000 võrgustiku alal umbes 55 000 ha (“Eesti maaelu arengukava 2014–2020”, 2015). Lisaks põllumajandusmaadele oli ettenähtud ka erametsamaade toetusmeede, mille üldeesmärgiks oli aidata kaasa Natura 2000 ala erametsamaa säästvate kasutusele ja kaitsta Natura 2000 erametsamaa piiranguvööndis, hoiualal sihtkaitsevööndis ja projekteeritavatel aladel asuvaid loodusväärtusi. Natura 2000 aladel on erametsamaid on umbes 85 000 ha (“Eesti maaelu arengukava 2014–2020”, 2015). Uus MAK (“Eesti maaelu arengukava 2014–2020”, 2015) kinnitati Euroopa Komisjonis 2015 aasta alguses ja selle eesmärgiks on toetada maaelu arengut, aidates kaasa põllumajanduse konkurentsivõime tõstmisele, parandades loodusvarade jätkusuutlikku majandamist, tõhustades kliimameetmeid ning tagades maapiirkondade tasakaalustatud ja territoriaalne areng. MAK 2014–2020 (“Eesti maaelu arengukava 2014–2020”, 2015) jätkatakse Natura 2000 ja veepoliitika raamdirektiivi kohaste toetusmeetmete raames toetustega Natura 2000 alal asuvale põllumajandusmaale ja erametsamaale.

KIK-i (2015) kaudu on elurikkuse säilitamiseks võimalik olnud taotleda toetusi nii keskkonnaprogrammi looduskaitse, metsanduse ja kalanduse programmist kui Euroopa Regionaalarengu Fondi meetmest „Looduse mitmekesisuse säilitamine“. Alates 2015. a algusest on võimalik taotleda toetust uuest looduskaitse meetmest "Kaitsealuste liikide ja elupaikade säilitamine ja taastamine“, mille eesmärk on parandada või säilitada kaitstavate liikide, elupaikade ja parkide seisundit (Toetuse andmise tingimused meetmes „Kaitsealuste liikide ja elupaikade säilitamine ning taastamine“ avatud taotlemise korral, 2015). Lisaks on KIK kaasrahasanud erinevaid elupaikade taastamise projekte, nagu nt LIFE+ projektid (lisateave Life projektide andmebaasist (Life Programme, 2015)). Samas on ka vajalik adekvaatne seire tegevuste efektiivsuse hindamiseks kliimamuutustega kohanemisel (Sutherland, 2006).

1.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Olulisemad käsitletavat kliimategurid ja -riskid elurikkuse valdkonnas on järgmised:

- aasta keskmise **õhutemperatuuri** ja **sademet** hulga tõus;
- **merevee** ja **siseveekogude** aasta **keskmise temperatuuri** tõus ning **merejää kestuse vähenemine**;
- **merevee taseme tõus**;
- **ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine**.

1.4.1. Alavaldkond: ohustatud liigid

1.4.1.1. Riskid ja haavatavus

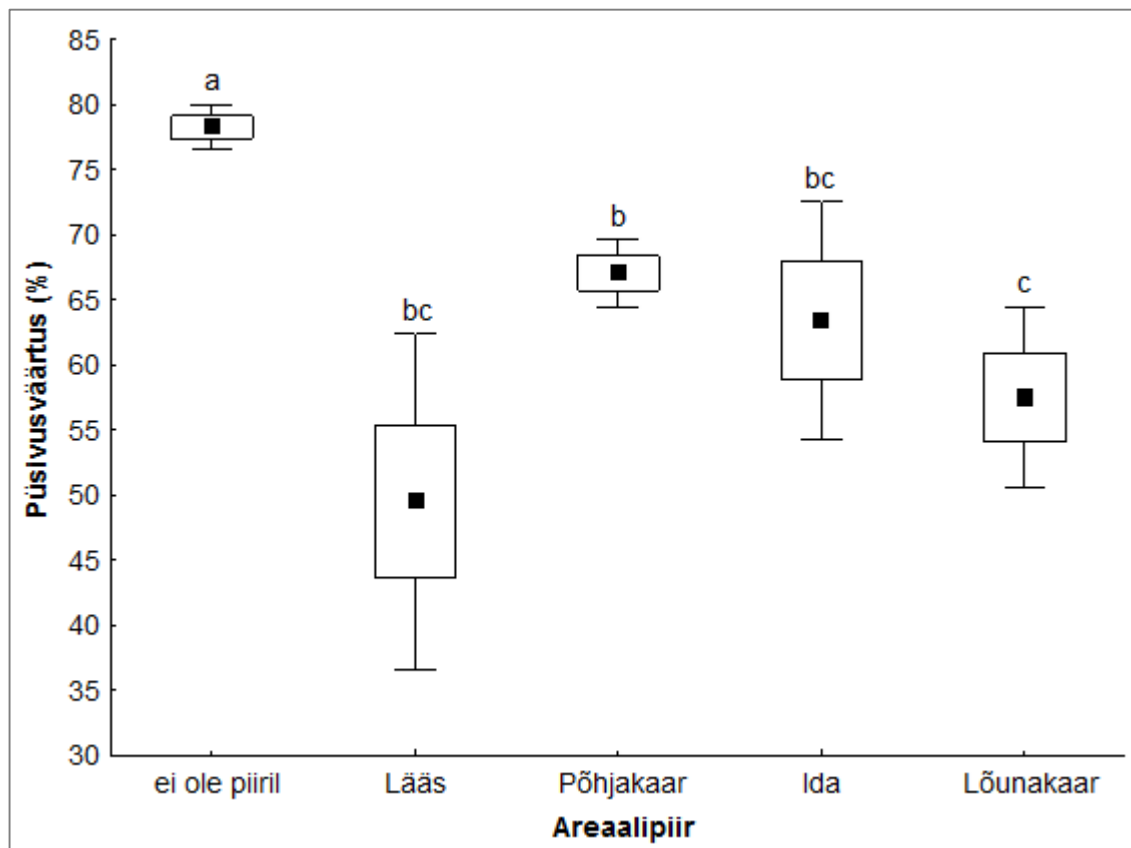
Ohustatud ja ka tavalisi liike mõjutab enim prognoositud õhutemperatuuri tõus, mis toob kaasa liikide arealiipiiride muutused. Fataalselt võivad ohustatud liikide väikeseid populatsioone mõjutada kliimatilised fluktuatsioonid. Üldiselt keskmise õhutemperatuuri tõusuga tõuseb ka merevee temperatuur ja väheneb merevee jääga kaetus. Läänemere jääga kaetuse vähenemine mõjub negatiivselt seal elutsevatele imetajatele. Prognoositud merevee taseme tõusuga võivad hävineda nii ohustatud liigid kui ka rannikukooslused ja -elupaigad.

Õhutemperatuuri tõusu ja sademete hulga muutuste mõjud

Kliimamuutused toovad kaasa muutused liikide arvukuses ja vaheldumises (Bakkenes *et al.*, 2002; Cheung *et al.*, 2009; Parmesan, 2006; Thomas *et al.*, 2004) ning liikide levikupiiride nihkumise (Walther *et al.*, 2002). Liigid, kes asuvad oma levila piirialadel, muutuvad haavatavamaks (Huges, 2000; Van der Putten, 2012; Root *et al.*, 2003b). Arealipiiril olek on oluline taimeliikide püsivust mõjutav faktor. Seda rõhutavad ka Eesti taimeliikide püsivuse puhul nii Sammuli jt (2008) kui Laanisto jt (2015), analüüsides levikuatlase põhjal liikide levikut 2004. aastal võrreldes seda 1970. aasta seisuga. Levilapiiridel olevate liikide üheks püsijäämist mõjutavaks teguriks võib olla perioodil 1966–2010 a keskmise temperatuuri tõus 1,6–2,0 °C ehk umbes 0,4 °C kümnendi kohta (Tarand *et al.*, 2013). Kui eeldada, et Eesti kliima soojeneb nii nagu RCP4.5 kui ka RCP8.5 stsenaariumi järgi (vt **Tabel 3**), siis võib kahekordistuda surve arealiipiiridel olevatele liikidele juba käesoleva sajandi keskpaigaks. On hinnatud, et suuremaid muutusi taimede liigirikkuses temperatuuri tõusu tõttu on Euroopas näha aastaks 2050, mil kaob keskmiselt

32% liikidest võrreldes 1990. aastaga (Bakkenes, 2002). Eestit on selle hinnangu kohaselt peetud üheks stabiilsemaks piirkonnaks, kus säilib 70–80% taimeliikidest. Sarnase tulemuse esitab ka Thuiller et al., (2005), näidates et aastaks 2080 võib Eestis välja surra ligi 30% taimeliikidest, kuid muutus liigirikkuses võib olla lausa üle 60%.

Kõige madalama püsivusväärtusega on areaali lõunakaare (n=72; $PV_{\text{kesk}}=58$) ja läänepiiril (n=12; $PV_{\text{kesk}}=50$) olevad liigid (**Joonis 1**). Läänepiiril olevad liigid, kelle põhilevila on kontinentaalsema kliimaga idapoolsetel aladel, võivad temperatuuri tõustes haavatavamad olla. Antud juhul on läänepiiril olevate liikide valim väike ja liikide püsivuse väärtused on suure varieeruvusega. Näitena võib tuua praegu veel üsna kõrge püsivusväärtusega liigi hanevitsa (*Chamaedaphne calyculata* L.), kellel on madal temperatuuri optimum ja seetõttu võib liik kliima soojenedes haavatavam. Seega kliimamuutuste kontekstis peaks neile tulevikus rohkem tähelepanu pöörama, sh peale uue Eesti taimede levikuatlase valmimist.



Joonis 1. Eesti taimeliikide keskmised püsivusväärtused olenevalt areaalipiirist (karp – standardviga; vurrud – 95% usalduspiirid).

Areaali lõunakaare piiril olevate liikide keskmisest madalama püsivusväärtusega ($PV < 58$) on 35 liiki, millest 16 on looduskaitsealused liigid (I ja II kaitsekategoriana kaitse alla võetavate liikide loetelu, 2004; III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine, 2004) ja üks eostega leviv väga spetsiifilise elupaiga nõudlusega tsirkumpolaarne liik, ida-kiviürt (*Woodsia ilvensis*) on Eestis hävinud (Eesti Punane Raamat, 2008). Keskmisest madalama püsivusväärtusega areaali lõunakaare piiri liikidest on teada madala temperatuuri optimumiga (2–3) viis liiki: virgiinia võtmehein (*Botrychium virginianum*), sagristarn (*Carex irrigua*), sudeedi piiphein (*Luzula sudetica*), pung-kirburohi (*Polygonum viviparum*) ja püstkivirik (*Saxifraga adscendens*). Esimene on väga haruldane, leiukohtadega Ida- ja Lõuna-Eestis, ja viimasena nimetatud on Eestis haruldane,

leiukohtadega Põhja- ja Ida-Eestis. Enamik keskmisest madalama püsivusväärtusega areaali lõunakaare piiri liikidest on spetsialistliigid ja ainult paar liiki on generalistid. Rohkem kui 30% ehk 11 liiki eelistavad põhikasvukohana soid, järgnevad kuus põhikasvukohana niitusid eelistavat liiki, neli liiki eelistasid nii metsa, rannikut kui kaljusid jne.

Kliimamuutus on ilmselt kaasa toonud näiteks harjaka tahuksambla (*Meesia longiseta*) hävimise Eestis (Eesti Punane Raamat, 2008; eElurikkus, 2015; Harjaka tahuksambla (*Meesia longiseta* Hedw.) kaitse tegevuskava, 2013). Kliima soojenemise arvele võib panna ka kahe väga spetsiifilise elupaiga nõudlusega areaali lõunapiiril olnud samblaliigi väljasuremise: kerajas põisik (*Splachnum sphaericum*) ja anum-põisik (*Splachnum vasculosum*) (Eesti Punane Raamat, 2008; Slack, 2011). Eesti ja Läti haruldased samblad eristuvad oluliselt Leedus kasvavatest haruldastest samblaliikidest jahedama temperatuuri eelistuse poolest (Vellak *et al.*, 2007). Vastavalt laiuskraadi suurenemisele (Läti, Eesti ja Soome) suureneb näiteks põisikuliste sugukonnas esindatud liikide arv (Lippmaa, 1934) ehk neile on sobivaks jahedam kliima. Rohkem kui 40% sammaldest esinevad soodes ja nendest 10 on looduskaitse all ja 42 on kantud Punase raamatu nimistusse (Ingerpuu *et al.*, 2014).

Samuti on imetajate puhul on prognoositud, et soojem ja niiskem kliima mõjub tulevikus negatiivselt just elupaigaspetsialistidele (Hof *et al.*, 2012a). Areaali läänepiiril olevatest loomadest võib näitena tuua lendorava (*Pteromys volans* L.) (IUCN, 2015), kes on Põhja-Euraasias leviv liik. Tema kadumise üheks peamiseks ohuks on peetud metsade intensiivset majandamist, aga samas on ta regionaalselt hävinenud Leedus ja võib olla välja surnud Valgevenes (IUCN, 2015) ning eelmise sajandi teisel poolel on jätkuvalt vähenenud tema levikuala ka Eestis (Timm ja Kiristaja, 2002). Kuigi lühemas perspektiivis pole kliimategur tajutav ohuallikana, võib jätkuv kliima soojenemine kaasa tuua nt sookure (*Grus grus*) muutumise haruldaseks ja ohustatuks (Leito ja Ojaste, 2009). Kahepaiksete ning roomajate leviku ning liikide kao hinnang Euroopas anti 42 kahepaikse ja 66 roomaja liigi alusel. Leiti, et 69% kahepaiksetest ning 65% roomajatest laiendavad oma levilaid. Uurimuse alusel võiks Eestis kahepaiksete liigirikkus pigem suurened ja liikide hävimine on võrreldes ülejäänud Euroopaga väikseim. Roomajate liigirikkuses suuri muutusi ei ole võrreldes ülejäänud Euroopaga (Araújo *et al.*, 2006). Imetajaliikide püsivust muutuvast kliimas lähisarktikas kuni 2080. aastani on hinnatud heaks ja arvatavasti suudavad nad oma levilat laiendada vastavalt keskkonnatingimuste muutustele (Hof *et al.*, 2012a). Selgrootute kohta on teada, et Eestis ei leidu kliimamuutuste suhtes tundlikke ehmeistiivalisi (Hering *et al.*, 2009). Seega on olulised järjepidev seire ja uurimisteemad liikide stressitaluvusest kliimategurite (temperatuur, niiskus, õhurõhk vms) suhtes, milles nad Eesti looduses suudaks veel elada, kasvada ja paljuneda. Tuleb rõhutada, et lisaks liikide arvukuse jälgmisele tuleb hinnata muutusi ka nende elupaikade kvaliteedis ja jälgida kvaliteeti mõjutavaid keskkonnafaktoreid. Seega juba lähitulevikus tuleb suuremat tähelepanu pöörata nii kliimamuutuste kui ka teiste inimtegevusest tulenevate negatiivsete faktorite koosmõjudele Eestis areaali lääne- ja lõunakaarte piiril elutsevatele liikidele.

Seoses liikide arvukuse ning kasvukohtade vähenemisega on oodata ka populatsioonide geneetilise mitmekesisuse kadu. Kuna liikide migreerumisvõime on väga erinev ning ka headel levijatel killustunud maastikus piiratud, on liikide püsijäämisel ja muutuvast kliimas kohanemisel määrav tähtsus geneetilisel mitmekesisusel (Jump ja Penuelas, 2005). Analüüsid 27 põhjapoolse levikuga liiki leiti, et aastaks 2080 võib nende geneetiline mitmekesisus erinevate kliimastenaariumite korral kõikide liikide keskmisena väheneda 6–11% ning levikupiirkond kahaneda 32–43%, mis omakorda vähendab liikide kohanemisvõimet muutuvates tingimustes. Uuritavate liikide hulgas olid ka Eestis tavalised

liigid nagu sinikas, harilik pohl, kadakas, kukemari, millede geneetilise mitmekesisuse kadu hinnati väikseks: 0–10 % (Alsos *et al.*, 2012).

Ekstreemsete ilmastikunähtuste mõjud

Äärmuslikest kliimasündmustest on enam uuritud põuaperioodide ning kuumalainete mõjusid taimedele. Kliimastenaariumi järgi tõuseb õhutemperatuur kõige rohkem kevadel, millele järgnevad talvekuud (Luhamaa *et al.*, 2015). Põuaperioode esineb aastas kaks korda – ekstreemselt sademetevaene on kevad ja suvi (Tammets, 2012) ning Eesti üks kõige põuahtlikum piirkond on näiteks Lääne-Eesti rannikuvöönd (Tarand *et al.*, 2013). Kliimastenaariumite järgi aasta keskmine sademete hulk suureneb (vt **Tabel 4**), RCP8.5 põhjal kasvavad kõige rohkem kevadised ja RCP4.5 põhjal suvised sademed (Luhamaa *et al.*, 2015). Kliima stohhastilisus võib olla olnud oluline negatiivne faktor ohustatud taimeliikide väikestele populatsioonidele. Näiteks mõjutab negatiivselt suvine põud rannaniitudele spetsialiseerunud pihkase põisrohu (*Silene viscosa*) väikseid populatsioone (Löfgren ja Jerling, 2003). Nimetatud taimeliik, kelle ainuke teadaolev leiukoht oli Uhtju saarel, on Eestis hävinenud (Eesti Punane Raamat, 2008; eElurikkus, 2015). Kuigi mõjud on liigiti ning eluvormiti erinevad ja mõjude avaldumise tugevus sõltub ka liigi arenguperioodist, võib välja tuua, et äärmuslik kuumus, kuivus ning ka äärmuslikud külmakraadid kahandavad taimede biomassi, paljunemisedukust, muudavad fenoloogiat ja populatsioonide demograafiat (Niu *et al.*, 2014; Orsengio *et al.*, 2014). Samas on leitud, et ekstreemsed põuaperioodid ei pruugi vähendada taimede liigirikkust ega ka biomassi rohumaakooslustes (Bloor ja Bardgett, 2012; Dreesen *et al.*, 2012).

Merevee taseme tõusu ja mere jääga kaetuse vähenemise mõjud

Perioodil 2051–2100 võib liigirikkust ohustavaks teguriks pidada ka merevee taseme tõusu. Kliimastenaariumi (Luhamaa *et al.*, 2015) järgi on prognoositud aastateks 2081–2100 keskmiseks merevee taseme tõusuks RCP4.5 korral 32–63 cm ja RCP8.5 korral 45–82 cm. Kui merevee tase tõuseb nii palju, siis on ohustatud Lääne-Eesti ja saarte rannikukooslused ja seal kasvavad liigid. Näiteks, kui merevee tase tõuseb 1m võrra, siis see mõjutab negatiivselt väga suurelt Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu, Tallinna, ja Narva-Jõesuu-Käsmu piirkondi (Kont *et al.*, 1996). Lääne-Eestit ja saari võib pidada kliimamuutuste suhtes väga haavatavateks piirkondadeks.

Mere jääga kaetuse vähenemisest on oluliselt mõjutatud Eestis oma lõunapiiril olev viigerhüljes (*Phoca hispida botnica*) ja samuti Eestis levila kagupiiril olev hallhüljes (*Halichoerus grypus*). Viiger- ja hallhülge sigimistingimused on mõjutatud just pehmetest talvedest. Viigerhülgele on eduka poegimise jaoks olulisim jää, mis tagab otseselt poegimisedukuse. Pehmed talved on hetkel hülgepopulatsioonidele suureks ohuteguriks ja püsiva jääkatte kadumise negatiivne mõju suureneb mõlemale liigile kliima soojenedes veelgi. Jää puudumine mõjutab isendite arvukust otseselt põhjustades kõrget suremust ja kaudselt madala kasvukoha kvaliteedi läbi (Hallhülge kaitse tegevuskva aastateks 2015–2019, 2014; Tegevuskava Läänemere viigerhülge kaitseks Eesti rannikul aastatel 2006–2010, 2006). Kliimastenaariumite (Luhamaa *et al.*, 2015) kohaselt kahaneb perioodil 2031–2050 püsiva jääkatte paksus 2 kuni 3 korda ja perioodil 2051–2100 ulatub vastavalt RCP4.5 ja RCP8.5 korral vaid Soome lahe rannikualadele ja ainult Soome lahe kirdeossa.

1.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Liikide bioloogiat, arvukust ning levikut mõjutavad enam sobilike elu- ja kasvukohtade kadumine, kvaliteedi halvenemine ja killustumine inimtegevuse tõttu kui kliimast tingitud mõjud. Kliimategurite mõjusid areaalipiiril olevatele liikidele on Eestis vähe uuritud ja võib arvata, et hetkel kliimast tingitud mõjud väga ei avaldu (**Tabel 6** mõju 1.01). Samas võivad liikide dünaamikat mõjutada äärmuslikud kliimasündmused (mõju 1.03) ja merejää kestuse ning ulatuse vähenemine (mõju 1.02). Mõjude sotsiaalne ja majanduslik mõju on väike ning avaldumise tõenäosus teadmata.

Negatiivsed mõjud

- Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses
- Demograafilised muutused

b) kuni aastani 2030

Liikide bioloogiat, arvukust ning levikut mõjutavad sarnaselt eelmisele perioodile enam sobilike elu- ja kasvupaikade kadumine, kvaliteedi halvenemine ja killustumine inimtegevuse tõttu kui kliimast tingitud riskid. Kui ka kliimaatilistel teguritel on mõju, on seda raske eristada teistest antropogeensetest teguritest (mõjud 1.01, 1.02, 1.03). Tõenäosus, et kliimast tingitud mõjud väga ei avaldu on suur. Mõjude sotsiaalne ja majanduslik mõju on väike ning avaldumise tõenäosus teadmata.

Negatiivsed mõjud

- Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses
- Demograafilised muutused

c) 2031–2050

Kliimamuutuste mõju elurikkusele võib mitmete uuringute kohaselt avalduda 2050. aastaks. Võib arvata, et sel perioodil ilmenevad muutused liigirikkuses, liikide vaheldumises (mõjud 1.02, 1.03, 1.04) ja fenoloogias (mõju 1.05). Liikide vaheldumisega kaasnevad mõjud on ühest küljest positiivsed, kuna liigirikkus säilib, teisalt võivad uued liigid mõjutada kohalikke ökosüsteeme negatiivselt. Mõjude majanduslikku ja sotsiaalset mõju võib hinnata väiksest keskmiseni, kuid avaldumise tõenäosusele on keeruline hinnangut anda (teadmata).

Negatiivsed/positiivsed mõjud

- Liikide kadumine/uute liikide saabumine. Liigirikkus jääb üldiselt samale tasemele, kuigi liigid vahelduvad

Negatiivsed mõjud

- Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses
- Demograafilised muutused, paljunemisedukuse kahanemine

Negatiivsed mõjud/teadmata suunaga mõjud

- Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes

d) 2051–2100

Väljasuremise määrad on raskesti ennustatavad ja juurdeemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest (mõju 1.11). Avalduvad muutused liikide arvukuses (mõjud 1.02 ja 1.10), demograafias (mõju 1.03), fenoloogias (mõju 1.05), geneetilises mitmekesisuses (mõju 1.12). Eraldi võib välja tuua, et stsenaariumi RCP8.5 korral imetajaliikide hulk jääb samaks, aga RCP4.5 korral pigem tõuseb (mõju 1.10). Mõjude avaldumise tõenäosus on keskmine kuni suur. Ilmasündmustest tingitud mõjude majanduslikud ja sotsiaalsed mõjud on väikesed kuni suured või teadmata.

Positiivsed mõjud

- Imetajaliikide hulk pigem tõuseb

Negatiivsed mõjud

- Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses
- Demograafilised muutused, paljunemisedukuse kahanemine
- Hävinevad väärtuslikud taimekooslused ja haruldased liigid, väheneb liigirikkus
- Geneetilise mitmekesisuse vähenemine seoses nii kliimamuutusega kui ka maakasutuse muutustega

Teadmata suunaga mõjud

- Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest.

Negatiivsed mõjud/teadmata suunaga mõjud

- Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes

1.4.2. Alavaldkond: invasiivsed võõrliigid

1.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Invasiivseid võõrliike mõjutavad enim erinevatest kliimaatilistest teguritest prognoositud õhu- ja veetemperatuuri tõus, aga samuti jääkatte perioodi lühenemine. Üldisteks suundumusteks on näiteks invasiivsete liikide arvu suurenemine, juba olemasolevate võõrliikide mõju tugevnemine ja leviku muutumine jms.

Õhu- ja veetemperatuuri tõusu mõju

Kliimamuutused võivad invasiivsete võõrliikide kahjulikku mõju elurikkusele erinevatel viisidel suurendada (vt ptk **1.3.2**). Erinevate rahvusvaheliste teadusuuringute põhjal võib Eestis kliimamuutuste tagajärjel prognoosida üldisemaid suundumusi – näiteks invasiivsete liikide arvu suurenemist, juba olemasolevate võõrliikide mõju ja leviku muutumist jt mõjusid. Kuid kuna Eestis täpsemad uuringud konkreetselt kliimamuutuste mõjude kohta invasiivsetele liikidele puuduvad (näiteks modelleerimised võimalike sisse levida võivate invasiivsete võõrliikide kohta), siis on keeruline või võimatu prognoosida näiteks lisanduvate invasiivsete võõrliikide arvu. Võib aga eeldada, et kliimamuutuste mõju võimendab seniseid prognoose võimalike sisselevivate liikide arvu osas. Näiteks on hinnatud, et Balti regiooni võib lisanduda ligi 60 kas kõrget või keskmist riski kujutavat liiki (Norden, 2015). Lisaks on komplekssete erinevate tegurite vastasmõjude tõttu keeruline hinnata ka muutuste täpset mõjude tugevust tulevikus. Võimalike invasiivsete

võõrliikide hulk ja nende täpsem mõju sõltub ka inimtegevusest (uute levikuteede loomine, tõrje tõhusus jm).

Lähematel ajaperioodidel (kuni 2020 ja 2030) kliimamuutustest tingitud olulised mõjud antud alavaldkonnale võrreldes kontrollperioodiga puuduvad või on väikesed, toimuvad muutused on pigem juba tingitud varasematel perioodidel toimunud kliimamuutustest. Pikemas perspektiivis (2020–2050 ning 2051–2100) võib ennustada Eestisse uute invasiivsete võõrliikide juurdetulekut. Seda peamiselt temperatuuri tõusu tõttu, mistõttu siinsed tingimused muutuvad sobivaks liikidele, kes hetkel siin elada ei suuda, kuid kelle levila võib siia laieneda või kes võivad siia inimese kaasabil sattuda (vt ka näiteks **4.4.2**, **7.4.3**, **9.4.1** ja **8.4**). Nii näiteks on leitud, et Loode-Euroopa on üks piirkond maakeral, kus kliimamuutuste tõttu invasiivsete võõrliikide arv aastaks 2100 eriti suureneb (Bellard *et al.*, 2013). Võib tuua ka mõningaid potentsiaalselt siia levida võivate probleemsete liikide näiteid mujal riikides tehtud uuringutest, milles Eesti jääb modelleeritavasse piirkonda. Nii näiteks võib ühe võimaliku aastaks 2100 Eestisse jõudva probleemse imetajaliigina välja tuua nutria (*Myocastor coypus*) (Fløjgaard *et al.*, 2009). Lisaks õhutemperatuuri tõusule on samal põhjusel oluline ka veetemperatuuri tõus, mille tõttu võib suurened ka invasiivsete võõrliikide hulk veeökosüsteemides, eriti meredes (vt ka ptk **4.4.2**). Meres on uute invasiivsete võõrliikide leviku risk suurem lisaks temperatuuri tõusule ka lüheneva jääkatte perioodi ning ulatuse tõttu, mis loob võimalused intensiivsemaks laevatranspordiks, suurendades omakorda laevade ja nende ballastvee kaudu levivate võõrliikide (sealhulgas invasiivsete) leviku tõenäosust. See on üks näide, kuidas tekivad liikidele uued sisseleviku ning transporditeed. Lisaks võivad ka näiteks mõned uued potentsiaalsed põllukultuurid (mida temperatuuri tõustes on võimalik tulevikus Eestis kasvatada) muutuda probleemseteks ehk invasiivseteks, inimese poolt suurenev taimse materjali sissetoomine suurendab invasiivsete patogeenide leviku võimalusi (vt ptk **7.4.3**) jms.

Lisaks uute invasiivsete liikide esinemisele võivad eelpoolnimetatud kliimaparameetrid põhjustada ka juba olemasolevate invasiivsete liikide mõju suurenemist või seni väikese mõjuga olnud võõrliikide muutumist invasiivseteks. Nii näiteks prognoositakse, et Eestis leiduv pujulehine ambroosia (*Ambrosia artemisiifolia*), kelle seemned praegu Eestis ei valmi, suudab edukalt paljuneda, kui 2050. aastateks suureneb temperatuur umbes 2,6 °C võrra (Chapman *et al.*, 2014). Sellist temperatuuri tõusu prognoosib ka praeguse töö aluseks olev kliimastenaarium RCP8.5 (Luhamaa *et al.*, 2015).

Välja toodud kliimaparameetrite muutused (neist eriti ehk temperatuuri tõus talvel) võivad kahandada ka seniste tõrjeviiside tõhusust või invasiivsete võõrliikide ohjamise edukust. Näiteks võib olla raskem tõrjuda liike, kelle kasvu ja paljunemist on seni pärssinud madal temperatuur, paks lumikate ja teised tegurid, mida tulevikus enam ei esine.

1.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Aastani 2020 prognoositavad kliimamuutused ei ole võrreldes kontrollperioodiga märkimisväärsed, mistõttu nende oluline mõju puudub või on väga väike (**Tabel 7** mõju 1.01). Ehkki mõningad muutused võivad toimuda on need pigem tingitud juba varem toimunud kliimamuutustest ning muude tegurite koostoimest, mis avaldavad oma mõju ka antud perioodil.

b) kuni aastani 2030

Sarnaselt prognoosiga aastani 2020 ei ole ka aastani 2030 prognoositavad kliimamuutused võrreldes kontrollperioodiga märkimisväärsed, mistõttu nende oluline mõju puudub või on väga väike (mõju 1.01). Ehkki mõningad muutused võivad toimuda, on need pigem tingitud juba varem toimunud kliimamuutustest ning muude tegurite koostoimest, mis avaldavad oma mõju ka antud perioodil.

c) 2021–2050

Antud perioodiks võib negatiivse suunaga mõjudest prognoosida uute invasiivsete võõrliikide juurdetulekut, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemist ehk nende invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist (mõju 1.06). Nimetatud mõjude majanduslik ja sotsiaalne mõju ning avaldumise tõenäosus on keskmine. Positiivse ja teadmata suunaga mõjusid prognoositud ei ole.

d) 2051–2100

Ka perioodiks 2051-2100 võib prognoosida negatiivse suunaga mõjudest uute invasiivsete võõrliikide juurdetulekut, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemist ehk nende invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist (mõju 1.06). Nimetatud muutuste majanduslikku ja sotsiaalset mõju ning avaldumise tõenäosust võib hinnata keskmiseks. Positiivse ja teadmata suunaga mõjusid prognoositud ei ole.

1.4.3. Alavaldkond: kaitse- ja hoiualad

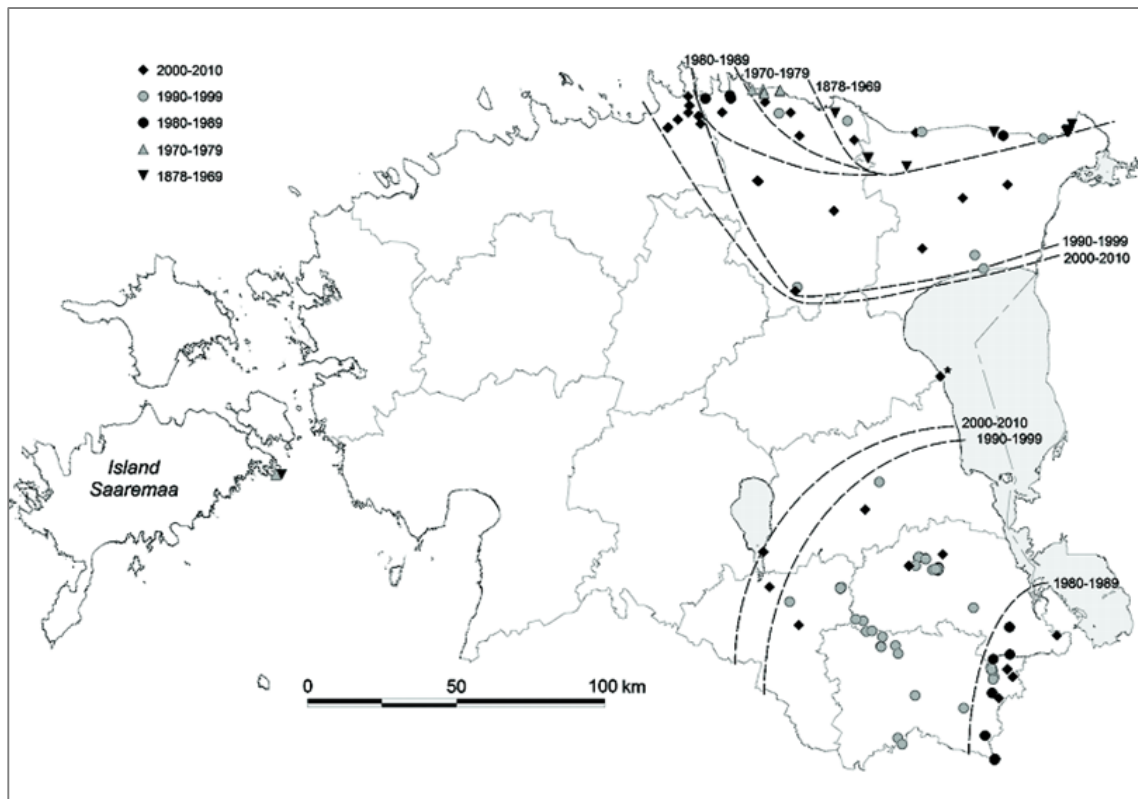
1.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Üldiselt on teada, et kliimamuutused toovad kaasa muutused elurikkusele tervikuna. Muutused üldises elurikkuses mõjutavad ka kaitse- ja hoiualasid, nende eesmärgi ja seisundit, ning seda näiteks liikide liikumise kaudu, elupaikade kao (maastiku muutuste) tõttu (näiteks kui merevesi tõuseb) jms.

Õhutemperatuuri tõusu ja sademete hulga kasvu mõjud

Kliimamuutustest tingitud õhutemperatuuri tõusu ja sademete kasvu prognoosid on Eestis positiivse trendiga (vt **Tabel 3** ja **Tabel 4**), aga lühemas ajaperspektiivis on kliimamuutuste mõju elurikkusele, sh kaitse- ja hoiualadele, Eestis olematu või me ei tea täpselt selle suunda ega mõju (vt **Tabel 8**). Aastatel 2000–2050 mõjutab maailma soontaimede liigirikkuse vähenemist rohkem maakasutuse muutus, kui seda mõjutab kliima soojenemine ja CO₂ kontsentratsiooni tõus. Seda nelja erineva *Millennium Ecosystem Assessment* stsenaariumi järgi (Van Vuuren *et al.*, 2006). Seega samuti aastani 2030 kliimamuutuste (õhutemperatuuri tõus ja sademete kasv) otsene mõju kas puudub või on väga väike ning elurikkust mõjutavad pigem praegune ja ajalooline maakasutuse muutumine, inimtegevuse intensiivsuse suurenemine jms (vt tabel 5). Soomes on leitud, et kliimaatilised tegurid (kevadine temperatuur ja sademed) mõjutavad nii kohalikke kui rändlindusid, aga sobilike elupaikade olemasolu on oluliselt tähtsam (Virkkala *et al.*, 2005). Elupaiga omadused (sh üleujutus) on olulised kahlejate pesitsuseks (Leito *et al.*, 2014). Samuti on sobilike elupaikade ja ökoloogilise võrgustiku olemasolu Eestis tähtis elujõulise sookure populatsiooni säilimiseks (Leito *et al.*, 2015). Nende pesitsust võib kliima soojenemine mõjutada positiivselt Eestis, aga negatiivselt nende rändel ja talvituskohtadel (Leito *et al.*, 2015). Kuigi elupaiga kvaliteet (sh lõokannus (*Corydalis solida*) olemasolu) on ka oluline faktor mustlaik-apollole (*Parnassius mnemosyne*) (Kask, 2015; Bolotov *et al.*, 2013), võib samas täheldada tema leviku piiride muutusi ja seda juba toimunud kliimamuutuste ehk

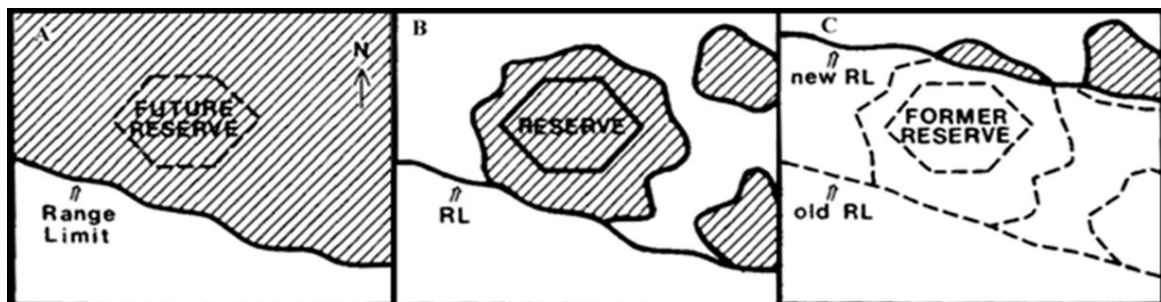
soojenenud õhutemperatuuri mõjul (vt **Joonis 2**), kuna nt perioodil 1966–2010 on Eesti aasta keskmine õhutemperatuur tõusnud 1,6–2,0 °C ehk umbes 0,4 °C kümnendi kohta (Tarand *et al.*, 2013). Sellised muutused ajas ja ruumis nõuavad lisatähelepanu, kas olemasolevate kaitse- ja hoiualade kaitse-eesmärgid tagavad piisava kaitse nii flora kui fauna esindajatele, kas elupaikade kvaliteet on piisav ning kas sobilikke elupaikasid on küllaldaselt või on vaja uusi alasid sh levimise soodustamiseks. Koos sellega tuleb püüda hinnata kliimamuutuste ja inimtegevuse võimalikke negatiivseid koosmõjusid, sest nimetatud tegurid võivad üksteise mõju võimendada. Nii näiteks suurendab kliimamuutus elupaikade kao ja killustumise negatiivset mõju elurikkusele (Mantyka-Pringle *et al.*, 2015; Opdam ja Wascher, 2004; vt ka **Joonis 3**).



Joonis 2. Mustlaik-apollo levik Eestis 1878–2010 (Liivamägi *et al.*, 2013).

Jätkuva õhutemperatuuri tõusu ja sademete hulga kasvuga Eestis (vt **Tabel 3** ja **Tabel 4**) võib juba sajandi keskpaigaks prognoosida üldiselt elurikkuse muutusi nii kaitse- ja hoiualadel kui ka kogu Eestis, kuna oodata on õhutemperatuuri kasvust ja sademete hulga suurenemisest tingitud paljude liikide areaali muutusi pooluste suunas (Parmesan *et al.*, 1999; Walther *et al.*, 2002; Huntley *et al.*, 2008). Kliimamuutused toovad kaasa liikide levikupiiride nihkumise (Huges, 2000; Van der Putten, 2012; Root *et al.*, 2003b). Käesoleva sajandi keskpaigaks võib osa taimeliike ka välja surra ja seda olenevalt kliimatsenaariumitest (**Tabel 3**). Hinnatud on, et kliimasoojenemisega sureb Euroopas umbes 5% taimeliikidest välja (Araújo *et al.*, 2004). Mõõduka kliimasoojenemise korral (vastavalt meile etteantud kliimatsenaariumile RCP4.5 (Luhamaa *et al.*, 2015)) võivad kliimamuutuste korral toimuva kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja surra ligikaudu 10% kasvukohaspetsialistidest ja ulatuslikuma kliimasoojenemise (vastavalt kliimatsenaariumile RCP8.5 (Luhamaa *et al.*, 2015)) tõttu umbes pooled

kasvukohaspetsialistidest taimeliikidest (Dirnböck *et al.*, 2003). Samuti sureb ulatuslikumate kliimamuutuste tagajärjel Põhja-Euroopas välja kuni paar protsenti liblikaid (Heikkinen *et al.*, 2010). Samas toimuvad muutused pole ainult negatiivsed, kuna liigid vahelduvad, aga üldine liigirikkus võib jääda samale tasemele (Alkemade *et al.*, 2009). Kui hakkavad toimuma mingid muutused (nt liikide areaali muutused) kaitse- ja hoiualadel (**Joonis 3**), siis peame järjepidevalt seirates olema valmis selleks, et ühed liigid kaovad ning teistele liikidele muutub olukord soodsamaks. Kaitse- või hoiualad võivad olla olulised mingitele teistele liikidele, kelle areaal ei nihku, ja liikidele, kes omakorda jõuavad sellele kaitse- ja hoiualale (vt **Joonis 3**; Hannah, 2008). Kliimamuutusi silmas pidades on oluline järjepidev seire, sh tuleb suuremat tähelepanu pöörata areaali lõunakaarte ja läänepiiril olevatele liikidele Eestis. Samuti on tähtis hinnata regulaarselt kaitse- ja hoiualade võrgustiku liikide ja elupaikade kaitse tõhusust.



Joonis 3. Liigi levila piiride (*range limit*), kaitseala (*reserve*) (nii tulevase kui praeguse) piiride ja maakasutuse muutuse vahelised seosed (Peters ja Lovejoy, 1992). (A) Liigi areaal (viirutatud ala) ja potentsiaalne kaitseala; (B) Lähiajal maakasutuse muutustest tingitud elupaikade killustumine ja kaitseala; (C) Elupaikade killustumise ja kliimamuutuste koosmõju liigi areaalile ja kaitsealale.

Poola, Läti, Leedu, Eesti ja Soome männimetsa uurimisel leiti, et alustaimestiku liigirikkus suurenes laiuskraadi vähenedes ja pikaajalises perspektiivis need metsaökosüsteemid seovad soojemas ja niiskemas kliimas rohkem süsinikku (Vucetich *et al.*, 2000). Sademetel on ka oluline roll turbasammalde süsiniku sidumisel ja sademete kasv aitab kaasa veetaseme säilitamisele soodes põuaperioodidel (Nijp *et al.*, 2014). Üldjuhul pikaajalised rängad põuad pikaajalises perspektiivis ei vähenda taimede liigirikkust rohumaakooslustes (Bloor ja Bardgett, 2012). Kuigi me ei tea jätkuva õhutemperatuuri kasvu ja sademete hulga suurenemise mõju täpset suunda Eestis, võime kirjandusele tuginedes väita kaitse- ja hoiualade kohta, et liigid vahelduvad, aga üldine liigirikkus võib jääda samale tasemele (Alkemade *et al.*, 2009) ning see võib mõningaid maismaa ökosüsteeme mõjutada positiivses suunas. Selle mõju avaldumise tõenäosus on hinnanguliselt keskmine. Muutuse majanduslik mõju on väike kuni keskmine, sõltudes uute liikide mõjust erinevatele ökosüsteemidele. Sotsiaalset mõju võib hinnata pigem väikeseks (vt **Tabel 8**).

Kuigi liikide väljasuremist kiirendavad tulevikus oluliselt õhutemperatuuri muutused (Urban, 2015), on väljasuremise määrad õhutemperatuuri kasvu ja sademete hulga suurenemise tõttu pikemaajaliste prognooside puhul raskesti ennustatavad ning juurdemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest ja muudest sääraastest faktoritest (Thuiller *et al.*, 2005; Parmesan, 2006; Bellard *et al.*, 2012). Samas alates 2050. aastast hakkavad kliimamuutused (õhutemperatuuri ja CO₂ kontsentratsiooni tõus) elurikkust oluliselt mõjutama (Van Vuuren *et al.*, 2006). Mõõdukate kliimamuutuste (õhutemperatuuri tõus) tagajärjel putukaliike välja ei sure, aga samas ulatuslikumate kliimamuutuste tõttu surevad välja osad putukaliikidest (Domisch *et al.*, 2011). Mõõdukate kliimamuutuste tagajärjel liblikaliikide arv Euroopas ei muutu (Hill *et al.*, 2002). Samas on

taimeliikide puhul prognoositud, et mõõdukate kliimamuutuste tagajärjel võib aastaks 2080 Eestis välja surra kuni 25% taimeliikidest (Cunze *et al.*, 2013).

Sarnaselt meie kliimastenaariumite prognoosidele (**Tabel 3** ja **Tabel 4**), on lineaarset õhutemperatuuri kasvu ja sademete hulga suurenemist prognoositud ka Barentsi mere regioonis, kus uuritakse praeguste kaisealade tõhusust liikide ja ökosüsteemide säilitamisel tulevikus kliimamuutuste kontekstis (Umeå University, 2015). Prognoositakse, et soojem ja niiskem kliima nimetatud regioonis selle ajaperioodi teisel poolel (aastaks 2080) loob erinevaid tingimusi paljudele liikidele (Hof *et al.*, 2012a; Hof *et al.*, 2012b; Hof *et al.*, 2012c). Positiivselt mõjub see uutele liikidele, kes suurendavad oma areaali põhja suunas ja võivad muuta kohalikku kooslust, aga samas elupaigaspetsialistid võivad tulevikus oma areaali kaotada (Hof *et al.*, 2012a). Koos liikide liikumisega toovad kliimamuutused pikaajalises perspektiivis ka kaasa ökosüsteemide vaheldumist sh kaitse ja hoiualadel (Lemieux ja Scott, 2005). Koos elupaiga (poollooduslikud kooslused ja sood) muutustega võib kliimasoojenemisega kaasneda nt niidurüdi (*Calidris alpina schinzii*) levila vähenemine rohkem kui poole võrra ja liigi kadumine Baltimaadest selle sajandi lõpuks (Erit *et al.*, 2008). Kliimamuutuste mõju suund on liigispetsiifiline ning Eesti kaitse- ja hoiualadele on see teadmata ning mis nõuavad spetsiifilisi uuringuid.

Merevee taseme tõusu mõju

Merevee taseme tõusu ja tormide mõju ajaperioodi 2051–2100 teisel poolel Eesti ranniku elurikkusele ja majandusele on hinnatud negatiivseks (Kont *et al.*, 1996). Kliimastenaariumi järgi (Luhamaa *et al.*, 2015) prognoositakse merevee taseme tõusuks ajaperioodil 2081–2100 stsenaariumi RCP4.5 korral 32–63 cm ja RCP8.5 korral 45–82 cm ning aastaks 2100 tõus jätkub ja see on RCP8.5 korral 52–98 cm. Kui merevee taseme tõus 30 cm ei oma märgatavat mõju (Kont *et al.*, 1996), siis merevee taseme tõus kuni üks meeter ja koos tormiajudega kujutab arvestavat ohtu Eesti rannikule (Kont *et al.*, 1996; Luhamaa *et al.*, 2015). Selle tagajärjel võivad ohustatud olla või kaduda väärtuslikud maismaa rannikuökosüsteemid, taimekooslused (nt hariliku soolarohu (*Salicornietum europaea*) ja Rannika – tuderloa (*Junco-Glaucetum*) kooslused Hiiumaal) ja haruldased liigid (nt mitmed kápalised Matsalu lahe ja Narva-Jõesuu - Käsmu piirkonnas jne) Eesti maismaa ranniku piirkonnas ja saartel, sh kaitse- ja hoiualadel (Kont *et al.*, 1996). Samas, merevee taseme tõusuga, muutub ranniku põhjavee režiim ja see võib luua uusi elupaikasid, nt orhideelistele Puhtu poolsaarel (Kont *et al.*, 1996). Suurimat negatiivset mõju avaldab merevee taseme tõus Matsalu rahvuspargile, kus lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid (Kont *et al.*, 1996). Püsiv kõrge veetase võib vähendada sobilikke elupaiku Eestis pesitsevatele lindudele, nagu näiteks kahlajatele (Leito *et al.*, 2014). Kuigi Kont jt (1996) väitsid, et Pärnu-Ikla piirkonnas pole kõrge väärtusega rannaniitusid, on see olukord muutunud ja piirkonnas on taastatud mitmeid rannaniitusid (nt Häädemeeste, Kabli, Pärnu rannaniit jms), mis võivad sattuda ohtu merevee taseme tõusuga. Seega on nii merevee taseme tõus kui ka tormi mõjud otseselt negatiivsed. Nende mõjude avaldumise tõenäosus on keskmine ning majanduslik ja sotsiaalne mõju on suur, sõltudes piirkonnast. Simulatsioonid prognoosivad merevee taseme tõusuga rannikualadel tulevikus üleujutuse olulist mõju kogu Euroopa sotsiaal-majandusele ja see mõju võib olla väiksem ainult Euroopa lääne ja lõuna osas, kus nähakse ette sademete vähenemist (Mokrech *et al.*, 2014). Eesti kontekstis võib suurim majanduslik ja sotsiaalne mõju olla Lääne-Eestis ja saartel ning merevee taseme tõusu negatiivne mõju suureneb koosmõjus tormiajudega (Kont *et al.*, 1996). Rannikualade üleujutuste ning erosiooni ja maalihete riskidest ja ohtudest leiab täpsema ülevaate projekti „Kliimamuutuste

mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas“ aruandest (Roose *et al.*, 2015).

1.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Kliimamuutus on riskitegurina lühikeses ajaperspektiivis kaitse- ja hoiualadele kogu Eestis olematu või on see väga väike (**Tabel 8** mõju 1.01). Selle avaldumise tõenäosus on aastani 2020 suur ning majanduslik ja sotsiaalne mõju on väike.

b) kuni aastani 2030

Kliima otsene mõju puudub või on väga väike (**Tabel 8** mõju 1.01), pigem mõjutavad kaitse- ja hoiualadele ehk elurikkust tervikuna maakasutuse muutumine, inimtegevuse intensiivsuse suurenemine jms tegurite koostoime. Kuigi me ei tea täpselt selle mõju suunada, võime hinnata selle sotsiaal-majanduslikku mõju väikeseks ja avaldumise tõenäosust suureks.

c) 2021–2050

Kliimamuutuste mõju sajandi keskpaigaks erinevate kliimastenaariumite järgi avaldub liikide vaheldumises, liigirikkuse muutustes ja ka liikide väljasuremises (**Tabel 8** mõjud 1.04, 1.08 ja 1.09). Samas peab ka arvestama, et maailma soontaimede liigirikkuse vähenemist mõjutab rohkem maakasutuse muutus kui kliima soojenemine ja CO₂ kontsentratsiooni tõus. Kliimamuutuse korral toimuva kasvukohtade ahenemisega on suurimas ohus kasvukohaspetsialistid (mõju 1.07). Liikide väljasuremisega kaasneb otsene negatiivne mõju kogu elurikkusele kogu Eestis. Samas kliimamuutustega kaasneb liikide vaheldumine, aga me ei tea täpselt, kuidas uued liigid hakkavad mõju avaldama kohalikele ökosüsteemidele. Selle perioodi lõpuks avalduvate kliimamuutuste mõjude avaldumise tõenäosus on peamiselt keskmine, ainult aasta keskmise õhutemperatuuri tõttu poolte kasvukohaspetsialistide väljasuremise avaldumise tõenäosus on pigem väike. Sotsiaal-majanduslik mõju on väike kuni keskmine, sõltudes nii kliimastenaariumist, liikide väljasuremise hulgast, liigirühmast kui ka uute liikide mõjust ökosüsteemidele.

Negatiivsed mõjud

- Osa taimeliike sureb Euroopas välja;
- Osa kasvukohaspetsialistidest taimeliike sureb kliimamuutuste korral toimuva kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja. Väljasurevate kasvukohaspetsialistide osakaal sõltub kliimastenaariumitest.

Teadmata/positiivse suunaga mõjud

- Liigid vahelduvad ja üldine liigirikkus jääb samale tasemele, mõju ökosüsteemidele sõltub uutest liikidest;
- Osa selgrootuid sureb välja.

d) 2051–2100

Väljasuremise määrad aasta keskmise õhutemperatuuri ja sademete hulga kasvu tõttu on raskesti ennustatavad ning juurdemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse

muutustest ja muudest säärastest faktoritest (**Tabel 8** mõju 1.11). Selle avaldumise tõenäosus ning sotsiaal-majanduslik mõju on keskmine.

Mõõduka kliimasoojenemise tagajärjel putukaliike välja ei sure (mõju 1.14), aga ulatuslikuma puhul surevad osad välja (mõju 1.16). Liblikaliikide arv jääb samaks (mõju 1.15), aga kuni neljadik taimeliikidest võivad välja surra (mõju 1.08). Selle mõju avaldumise tõenäosus on keskmine ning sotsiaal-majanduslik mõju väike kuni keskmine, olenevalt liigirühmast (vt **Tabel 8**).

Kliimamuutustega kaasnevad ka ekstreemsed kliimasündmused, aga pikaajalised rängad põuad ei vähenda üldjuhul taimede liigirikkust rohumaakooslustes (mõju 1.17). Avaldumise tõenäosus on keskmine ja sotsiaal-majanduslik mõju väike.

Merevee taseme tõusuga võivad sajandi teisel poolel hävineda Eesti (Lääne-Eesti ja saared) ranniku väärtuslikud maismaa rannikuökosüsteemid, taimekooslused ja haruldased liigid (**Tabel 8** mõju 1.13). Selle mõju avaldumise tõenäosus on keskmine ja avaldumise korral on selle sotsiaal-majanduslik mõju suur.

Negatiivsed mõjud

- Osad taimeliigid surevad välja;
- Hävinevad ranniku ökosüsteemid, taimekooslused ja haruldased liigid.

Teadmata suunaga mõjud

- Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest;
- Liikide väljasuremine sõltub liigirühmast ja kliimastenaariumitest;
- Ekstreemsete ilmastikunähtuste ehk põua mõju looduslikele ökosüsteemidele

Tabel 6. Kliimamuutuste mõjud **ohustatud liikidele.**

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kumi 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	väike	väike	teadmata	otsene	liigi levila Eestis
	Senine ilmastik	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
Kumi 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	väike	väike	keskmine	otsene	liigi levila Eestis
	Senine ilmastik	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.04	Liigid vahelduvad, aga üldine liigirikkus jääb samale tasemele. Lisanduda võib uusi liike ja mõni liik võib välja surra.	-/+	väike/keskmine	väike/keskmine (võib lisanduda uute haiguste kandjaid)	teadmata	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.05	Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes	0/-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	liigi levila Eestis

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused, paljunemisedukuse kahanemine	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
2051–2100	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.10	Imetajaliikide hulk pigem veidi tõuseb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.11	Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest ja muudest säärastest faktoritest	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.12	Geneetilise mitmekesisuse vähenemine seoses nii kliimamuutusega kui ka maakasutuse muutustega	-	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.05	Muutused liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes	0/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.10	Imetajaliikide hulk jääb kas samaks, või tõuseb pisut	0	väike	väike kuni keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.02	Muutused viiger- ja hallhüljeste asurkonna arvukuses	-	suur	suur	kõrge	otsene	liigi levila Eestis
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus	1.13	Hävinevad väärtuslikud taimekooslused ja haruldased liigid; väheneb liigirikkus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti rannik
	RCP4.5; RCP8.5	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine	1.03	Demograafilised muutused, paljunemisedukuse vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti

Tabel 7. Kliimamuutuste mõjud **invasiivsetele võõrliikidele**.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	0/-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
	Senine ilmastik	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
Kuni 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
	Senine ilmastik	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.01	Oluline mõju puudub või on väga väike	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.7	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.8	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
2051–2100	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Merevee aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri
	RCP4.5; RCP8.6	Siseveekogude aasta keskmise temperatuuri tõus	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.7	Merejää kestuse ja ulatuse vähenemine talvel	1.06	Uute invasiivsete võõrliikide juurdetulek, mõningate seniste võõrliikide mõju suurenemine ehk nende invasiivseks muutumine, seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti, eriti rannik ja meri

Tabel 8. Kliimamuutuste mõjud kaitse- ja hoiualadele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Mereveetaseme tõus	1.01	Oluline mõju puudub	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti rannik ning saared
Kuni 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.01	Mõju puudub või väga väike, pigem mõjutavad elurikkust maakasutuse muutumine, inimtegevuse intensiivsuse suurenemine jms	0	väike	väike	suur	otsene	Kogu Eesti
2021–2050	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.07	Osad taimeliikidest kasvukohaspetsialistid surevad kliimamuutuste korral toimuva kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja	-	väike kuni keskmine	pigem väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.04	Liigid vahelduvad, aga üldine liigirikkus jääb samale tasemele	0	väike kuni keskmine (sõltuvalt uute liikide mõjust ökosüsteemidele)	pigem väike	keskmine		
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.08	Osad taimeliigid surevad välja	-	väike kuni keskmine (sõltuvalt uute liikide mõjust ökosüsteemidele)	pigem väike	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.07	Pooled taimeliikidest kasvukohaspetsialistid surevad kliimamuutuste korral toimuva kasvukohtade ahenemise tagajärjel välja	-	keskmine kuni suur	keskmine	pigem väike	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.09	Osad selgrootud surevad Põhja-Euroopas välja	0	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
2051–2100	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.14	Putukaliigid välja ei sure	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.15	Liblikaliikide arv Euroopas ei muutu	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.08	Osad taimeliigid surevad Eestis välja	-	keskmine	väike kuni keskmine	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus	1.16	Sureb välja osa putukaliikidest	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga kasv	1.11	Väljasuremise määrad raskesti ennustatavad, juurdeemigreeruvate liikide arv võib sõltuda pigem maakasutuse muutustest ja muudest sääraestest faktoritest	0	teadmata	teadmata	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagedus (põuad)	1.17	Rohumaakoosluste taimede liigirikkus ei vähene	0	väike	väike	keskmine	Otsene	kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus	1.13	Hävinevad väärtuslikud maismaa rannikuökosüsteemid, taimekooslused ja haruldased liigid	-	suur	suur	keskmine	Otsene	Eesti rannik

1.4.4. Mõjude kokkuvõte

Ohustatud ja ka tavalisi liike mõjutavad kõige rohkem keskmine temperatuuri tõus, äärmuslikud kliimasündmused, ka merejää kestuse ning ulatuse määr, samuti mereveetaseme tõus (vt lisaks **Tabel 6**). Nende ilmasündmuste tagajärjel võib näha muutusi liigirikkuses ja liikide vaheldumises. Negatiivsed mõjud on liikide kadumine ja arvukuse vähenemine, paljunemisedukuse kahanemine, geneetilise mitmekesisuse kadu. Oodata võib ka muutusi liikide fenoloogias ja omavahelistes suhetes. Positiivseks võib pidada üldist liigirikkuse taseme säilimist.

Invasiivseid võõrliike mõjutavad erinevatest ilmamuutustest kõige enam keskmine õhu- ja veetemperatuuri tõus ning samuti jääkatte kestuse ja ulatuse vähenemine (vt lisaks **Tabel 7**). Nimetatud muutused võivad põhjustada uute invasiivsete võõrliikide lisandumist, samuti seniste võõrliikide invasiivseks muutumist ning seniste tõrjeviiside tõhususe vähenemist.

Kliimamuutused toovad kaasa muutused elurikkusele tervikuna ja muutused üldises elurikkuses mõjutavad ka kaitse- ja hoiualasid, nende eesmärke ja seisundit. Kaitse- ja hoiualasid mõjutavad peamiselt keskmine temperatuuri tõus ja mereveetaseme tõus (vt lisaks **Tabel 8**). Liikide liikumise tõttu surevad osad kohalikud liigid välja. Kliimamuutustest on kõige enam haavatavamad kasvukohaspetsialistid. Samas liikide vaheldumisega liigirikkus võimalik et ei muutu, aga uute liikide tulekuga muutub liigiline koosseis. Kliimamuutustega kaasnevad osade ökosüsteemide hävimised ja teiste ökosüsteemide muutused.

1.4.5. Piiriülesed aspektid

Eesti ja Euroopa elurikkuse kaitse tugineb peamiselt kahele direktiivile. Esiteks linnudirektiiv (Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ, 2009) sätestab liikmesriikide õigused ja kohustused loodusliku linnustiku kaitseks ja kasutamiseks ning teiseks loodusdirektiiv (EL direktiiv 92/43/EMÜ, 1992) käsitleb ohustatud elupaikade ning loodusliku loomastiku ja taimestiku kaitset. Strateegilised eesmärgid elurikkuse säilitamiseks on Euroopa tasemel püstitatud ELi bioloogilise mitmekesisuse strateegias aastani 2020 (2011) ja liikmesriikide bioloogilise mitmekesisuse strateegias aastani 2020 (Eesti "Looduskaitse arengukava aastani 2020" võeti vastu 2012. aastal). EL-i bioloogilise mitmekesisuse strateegias aastani 2020 (2011) rõhutatakse elurikkuse olulisust kliimamuutuste leevendamisel ja sellega kohanemisel. Looduse potentsiaali täiel määral väärtustamine aitab saavutada näiteks kliimamuutustele vastupidavama ja vähese CO₂ heitega majanduse ehk ökosüsteemipõhised lähenemisviisid kliimamuutuste mõju vähendamisele ja nendega kohanemisele võivad osutada tehnoloogialahenduste kõrval kulutõhusaks võimaluseks, mis pakub lisaks elurikkuse kaitsmisele ka mitmeid muid hüvesid.

1.5. Soovitused ja edasised uuringusuunad

Teadustöö lünkade täitmiseks on oluline suurendada meie teadmisi elurikkuse ja kliimamuutuste seostest. Elurikkuse muutuste prognoosimine kliimamuutuste tõttu on keeruline, sest suures osas puuduvad kindlad uuringud Eesti kohta. Oluline on liigi piisav arvukus pikas perspektiivis, liigi

loodusliku levila säilitamine nii praegu kui tulevikus ja talle sobilike elupaikade olemasolu ning ökosüsteemi(de) funktsioonide säilimine. Mõjude hindamisel saab toetuda peamiselt suuremahulistele uuringutele, mis hõlmavad ühe piirkonnana ka Eestit või liike, mis on ka Eestis olemas, ning teha nende põhjal järeldusi Eestis toimuda võivate protsesside kohta. Samas on üldiseid trende siiski võimalik näha ning neid Eesti taustsüsteemi üle võtta. Kliimamuutuste kõrval mõjutavad elurikkust elu- ja kasvupaikade kadumine, nende kvaliteedi halvenemine ja killustumine inimtegevuse tõttu ning kliimaatilistest teguritest tingitud mõju on raske antropogeensetest mõjudest eristada. Samuti tuleb tähele panna, et kliimamuutuste mõjud võivad elurikkusele jääda pikaks ajaks varjatuks.

Kliimamuutuste otsest mõju elurikkusele ühe konkreetse riigi, eriti veel väikeriigi kontekstis, on küllalt keeruline mõne teadusliku eksperimendi või vaatlusandmete põhjal ennustada (Jetz *et al.*, 2007). Elurikkuse muutuste analüüsimiseks nii väikeses skaalas napib enamasti usaldusväärseid algandmeid, mis ulatuksid piisavalt kaugemale minevikku. Samuti ei tulene nii väikeses ruumiskaalas toimuvad muutused enamasti otseselt kliima enese muutumisest, vaid on pigem tingitud sellega otsesemalt ja kaudsemalt kaasnevatest mõjudest, nagu muutused maakasutusviisis, inimõigus jms (Peterson *et al.*, 2011). Seega tuleks selliste analüüside puhul silmas pidada laiemat, vähemalt regionaalset ruumiskaalat ja käsitleda Eestis toimuvaid muutusi, kas siis Põhja- või Ida-Euroopa kontekstis. Ainult siis oleks võimalik eraldada kliimamuutuste otsest mõju elurikkusele muudest toimuvatest ja kaasnevatest mõjudest. Samuti tasub nendes uuringutes keskenduda mitte üksnes ohustatud ja/või haruldastele liikidele ning nende ellujäämismustritele, nagu seda enamasti tehakse, vaid läheneda lisaks sellele vaatenurgale ka funktsionaalselt ja mehhanismidega seonduvalt. Uurida võiks näiteks kliimamuutuste võimalikku mõju koosluste seisukohalt väga olulistele liikidele (dominandid jt), funktsionaalsetele tunnustele (eluvormid jms) ja fülogeneetilistele parameetritele, samuti mõju mehhanismidele (füsioloogilised lõivsuhted stressitaluvuses jms), mis kliimatingimusi elurikkuse funktsionaalsete aspektidega seovad (Laanisto *et al.*, 2015).

Pakume siinkohal välja viis võimalikku teaduslikku lähenemist, kuidas saaks tõhusamalt uurida kliimamuutuste mõju elurikkusele nii, et saadud tulemuste põhjal oleks võimalik ka Eestis leiduva mitmekesisuse kohta järeldusi teha:

1) **Olemasolevate teadmiste koondamine.** Viimase paarikümne aasta jooksul on maailma teaduskirjanduses avaldatud tuhandeid mudeleid kliima ja selle muutuste võimalike mõjude kohta elurikkuse eri rühmadele (Araujo ja Guisan, 2006; Elith ja Leathwick, 2009; Calabrese *et al.*, 2014). Suur osa nendest uuringutest keskendub nendele piirkondadele, kus valdav osa maailma loodusteadlastest ise elab – põhjapoolkera parasvöötme tiheasustatud aladele (Peterson *et al.*, 2011). Seega hõlmavad need uuringud sageli ka Eestit. Olemasolevaid uuringuid kokku kogudes ja sealseid tulemusi võrdlevalt analüüsides on võimalik saada üldpilt selle kohta, milliseid muutusi suuremas skaalas toimivad mudelid Eesti kohta ennustavad;

2) **Piiriliikide uurimine.** Empiiriliste uuringute käigus tasuks uurida eelkõige nende liikide või ökosüsteemide dünaamikaid, kes või mis on Eestis oma levikupiiril. Näiteks rohkem kui kolmandiku Eesti taimestikust moodustavad siin oma areaali piiril kasvavad taksonid (Kukk, 1999). Kliimamuutuste võimalik mõju nendele liikidele ja ökosüsteemidele peaks avalduma kiiremini ja reljeefsemalt, kui Eestis oma leviku keskpaigas, mitte äärealadel elavate liikide puhul (Sammul *et al.*, 2008b). Oluline on ka uurida lõunakaarte piiriliikide (nii looduskaitse all olevad kui ka tavalised liigid) kohanemist kliimamuutuste kontekstis ehk uurida stressifaktorite (valgus,

temperatuur, CO₂, niiskus) muutumiste taluvuspiire areaalipiiril olevatel liikidel looduslikes tingimustes.

3) **Võõrliikide, eeskätt invasiivsete võõrliikide uurimine.** Liikide levilate muutused on normaalne protsess, muuhulgas aga võivad siia jõuda ka invasiivsed võõrliigid, kes avaldavad olulist negatiivset mõju siinsetele ökosüsteemidele ja liikidele. Seetõttu oleks tarvilik analüüsida, millised probleemseks osutuvad liigid võivad tulevikus Eestisse levida, kuid samuti seda, milliste juba kohal olevate võõrliikide mõju võib toimuvate kliimamuutuste tõttu suurened. Samuti on vajalik uurida piiriliikide genofondide rikkust, mis määrab liikide kohanemisvõime muutuvates oludes.

4) **Levikuatlaste uurimine leviku mudeldamise asemel.** Terves maailmas on Eesti loodus on üks maailma paremini kirjeldatud. Meil on kaardistatud nii muld, elupaigatüübid, kasvukohad kui ka liikide levik. Sealhulgas on taimeliikide leviku kaardistamisel jõutud juba kolmanda põlvkonnani (Hanson, 2015). See teave võimaldab kliimamuutuste mõju elurikkusele uurida oluliselt täpsemalt ja üksikasjalikumalt, kui võimaldab selle valdkonna valdav metoodika, milleks on liikide levikumudelite koostamine. Need mudelid, mis küll annavad üsnagi hea arusaama suures skaalas toimuda võivatele väga üldistele muutustele on esiteks väga robustsed, teiseks rajanevad need sageli küllaltki looduskaugetele alustele ning sisaldavad endas palju määramatust ja muidki probleeme (Araujo ja Guisan, 2006; Peterson *et al.*, 2011). Eri põlvkondade levikuatlastes sisalduva teabe võrdlemine annab võimaluse saada oluliselt täpsemat teavet juba aset leidnud muutuste kohta ja need tulemused võimaldavad samuti täpsustada liikide levikumudeleid, nii nende dünaamikat kui ka analüüsitavaid algandmeid (Laanisto *et al.*, 2015);

5) **Liigisisene varieeruvus kui levikumudeleid täpsustav mehhanism.** Traditsioonilise loodusteadusliku töö käigus akumulereub teave, mida saab tänapäeval taaskasutada mõnes teises lähenemises. Näiteks ei võta liikide levikumudelid seni arvesse liigisisest varieeruvust – liikide fülogeneetilist varieeruvust või ontogeneetilist plastilisust, mis on üks põhilisi mehhanisme, mille abil suudab organism toime tulla uute ja muutunud või muutlike keskkonnatingimustega (Albert *et al.*, 2010; Violle *et al.*, 2012; Jung *et al.*, 2014; Albert, 2015). Liigisisese varieeruvuse määra (milline on liikide varieeruvus terve leviala ulatuses, sh populatsioonide sees ja vahel), allikate (kas varieeruvuse võime on geneetiline, epigeneetiline või ontogeneetiline; kas püsiva või ajutise loomuga) ja ulatuse (kas see avaldub pigem indiviidi, osapopulatsiooni või populatsiooni tasandil) uurimine on ökoloogia ja biogeograafias alles üsna algusjärgus (Albert *et al.*, 2011). Sidudes liigisisest varieeruvust levikuatlastest saadava teabe või piiriliikide uurimisega, on võimalik tuvastada seda, mis seda varieeruvust tingib, kui ulatuslik see võib olla, millistel tasanditel see avaldub, ning seeläbi on võimalik esiteks täpsustada kliimamuutuste võimalikku mõju Eestis kasvavatele ja elavatele liikidele, ent samuti täpsustada liikide levikumudeleid, nii nende dünaamikat kui ka analüüsitavaid algandmeid (Laanisto *et al.*, 2015).

Ülalmainitud elurikkuse ja kliimamuutuste omavaheliste seoste teadusuuringute järjepidev rahastamine teabelünkade täitmiseks oleks vajalik teadustöötajate ja -institutsioonide ebakindluse vähendamiseks. Strateegiliselt peaks tähtsustama kliimamuutuste negatiivset mõju elurikkusele ja seda, et see on kõigi ühine mure. Riiklikul tasandil peaks prioritseerima eelnimetatud ja muud sarnased teemad ning vastavalt sellele leidma erinevate valdkondade esindajatest pikaajalised partnerid (teadusasutused, valitsusvälised teadusorganisatsioonid jne), kellelt valdkondadeüleseid tihedal koostööl põhinevaid laiapõhjalisi teadusuuringuid tellida.

1.6. Kohanemismeetmed

1.6.1. Elurikkuse valdkonna strateegiline eesmärk

Elurikkuse valdkonna alaeesmärk on tagada elurikkuse säilimine muutuvates kliimaoludes. Elurikkuse ehk täpsemalt liikide ja nende elupaikade ning koosluste soodsa seisundi ning ökosüsteemide toimimise tagamine on oluline, sest isereguleeruvad kompleksed ökosüsteemid aitavad paremini puhverdada võimalikke kliimamuutuste mõjusid. Oluline roll kliimamuutuste leevendamisel ning elurikkuse hoidmisel ja säilitamisel on kaitstavatel aladel ja nende võrgustikul (Bruner *et al.*, 2001; Coulston ja Riitters, 2005; Hole *et al.*, 2009; Jonston *et al.*, 2013; Virkkala *et al.*, 2014).

1.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud

Valdkonnal on **kolm kohanemismeedet**: a) liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes; b) invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine, tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes; c) koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes (**Tabel 9**). Kohanemismeetmed on suunatud elurikkuse säilimise tagamiseks selle erinevatel tasemetel. Meetmed hõlmavad endas teadusuuringuid, sest piisav ja kaasajastatud info elurikkuse seisundi ja võimalike muutuste kohta on aluseks täpsemate meetmete ja tegevuste planeerimisele. Elurikkuse seisukohalt on esmatähtis välja selgitada kliimamuutustest ohustatuimad liigid ja kooslused ning sellest lähtuvalt korraldada nende kaitse. Koosluste ja liikide kaitseks on vajalik välja selgitada liikide ja koosluste kohanemisvõime, koostada kaitse tegevuskavad, läbi viia geneetilise ressursi kogumine, seire, rohealade planeerimine, elupaikade sidususe ja rohevõrgustiku toimimise analüüs. Invasiivsete võõrliikide paremaks tõrjeks ja ohjamiseks on vajalik teavitustöö, riiklik seireprogramm ja teadusuuringud.

Meetmete hinnangud erinevate kriteeriumite suhtes on toodud all (**Tabel 10**). Nimetatud meetmed ei ole välistegurite suhtes tundlikud, kuna lähtutud on üldistest looduskaitse tegevustest. Meetmetega taotletavad mitmekesine elustik, piisava suurusega kaitsealad ja heas seisundis kooslused tagavad nii kliimamuutustest kui ka muudest inimtegevusest tulenevate elurikkust vähendavate tegurite suhtes suurema vastupanuvõime.

Meetmete rakendamine on keerukuselt keskmine. Kõigi kolme meetme puhul tuleb esile, et rakendamine eeldab koostööd erinevate huvirühmade (nt teadlased, ametnikud, maaomanikud) vahel. Keerukus seisneb ka informatsiooni vähesuses, mis tähendab, et vajalik on uute teadmiste kogumine uuringute teel. Vajalik on võõrliikide seireprogrammi ning looduslike liikide geneetilise ressursi kogumise aluste välja töötamine. Võõrliikide tõrje ja ohjamise keerukus sõltuvad võõrliigist ning kasutatavatest tõrjemeetoditest.

Kõik meetmed on väga kulukad, hinnangulised maksumused aastani 2030 on: meetme 1.1 puhul 2 600 000 €, meetme 1.2 puhul 8 300 000 €, meetme 1.3 puhul 1 610 000 €. Maksumuste hindamisel on lähtutud teadaolevate sarnaste tegevuste kulukusest. Nii näiteks on teadustööde ja projektide puhul lähtutud teiste sarnaste teadustööde/projektide maksumusest. Mitme tegevuse puhul (näiteks kliimamuutustest ohustatud liikide seire ja neile tegevuskavade koostamine) ei ole

enne vastava uuringu läbiviimist antud tegevust vajavate liikide arv ja kulud teada ja seetõttu ei ole vastavad maksumused hetkel tabelis toodud. Ka juba osade praegu käimas olevate tegevuste puhul (nt koosluste hooldamine) on vastav kulu tabelis null, sest tegemist on üldiste looduskaitse tegevustega, kuhu juba raha eraldatakse ja mis on tähtsad nii kliimamuutustega kohanemiseks kui muudeks eesmärkideks.

Meetmete mõju võib pidada sotsiaal- ja majandusvaldkonnale positiivseks ja looduskeskkonnale väga positiivseks. Arvestades kliimariske, siis nende majanduslikku ja sotsiaalset mõju elurikkuse kolme alavaldkonna puhul (ohustatud liigid, invasiivsed võõrliigid ja kaitse- ja hoiualad) võib hinnata kuni aastani 2030 pigem väikeseks (vt ka ülal ptk 1.4). Kliimamuutuste mõju elurikkusele võib mitmete uuringute kohaselt avalduda 2050. aastaks, seni võib pidada enam määravateks teisi antropogeenseid tegureid. Siiski võib öelda, et elurikkuse säilimine mõjub positiivselt kõikidele valdkondale (majandus- sotsiaalvaldkond ja keskkond) tagades ökosüsteemide toimimise, parema elukeskkonna ja aluse mitmekesiseks majandustegevuseks.

Tabel 9. Elurikkuse valdkonna meetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes	Suunatud järgmiste mõjude vastu: muutused liigirikkuses, liikide seisundis, arvukuses, ja demograafias, geneetilise mitmekesisuse vähenemine, liikide omavahelised suhted
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes	Suunatud uute invasiivsete võõrliikide juurdetuleku, seniste võõrliikide mõju suurenemise ning praeguste tõrjeviiside tõhususe vähenemise vastu
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes	Toetamaks liikide ja koosluste soodsa seisundi, liikide levimisvõimaluste ning koosluste ja ökosüsteemide terviklikkuse ja funktsioneerimise säilimist

Tabel 10. Elurikkuse valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinna ng
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
1.1	4	4	4	4	4	5	3	4	5	3	5	3	1	2 600 000	45
1.2	4	4	4	4	4	5	3	4	5	3	5	3	1	8 300 000	45
1.3	4	4	4	4	4	5	3	4	5	3	5	3	1	1 610 000	45

1.6.3. Vajadused õigusraamistikus elurikkuse valdkonnas

Elurikkuse valdkonnas on kaks meetet, mille puhul on vajadus täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte (**Tabel 11**). Samas tuleb kindlasti kliimamuutuste võimalike mõjudega elurikkusele ja nendega kohanemisega arvestada uues looduskaitse arengukavas.

Meetme liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes raames puudub riiklik programm looduslike ohustatud taimeliikide geneetilise ressursi kogumiseks ja säilitamiseks. Rahvusvaheliselt on geneetilise mitmekesisuse kaitse tagatud Bioloogilise mitmekesisuse konventsiooni ja „EL bioloogilise mitmekesisuse strateegia aastani 2020“ dokumendi alusel, siseriiklikult taimede paljundamise ning sordikaitseadusega ja säästva arengu seadusega. Looduslike ohustatud taimeliikide geneetilise ressursi kogumiseks ja säilitamiseks peaks olema riiklik programm, et oleks selge ülevaade *ex situ* kollektsoonidest ning nende võimalikust kasutusest populatsioonide taastamiseks ning tugiasustamiseks.

Invasiivsete võõrliikide meetme puhul on invasiivsete võõrliikide seire vajalik lisada määrusesse “riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord” ja vajadusel teha vastav märge ka keskkonnaseire seadusesse.

Tabel 11. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes	Vajalik on koostada looduslike liikide geneetiliste ressursside <i>ex situ</i> säilitamise ja kogumise programm ja see rakendada
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes	keskkonnaseire seadus, määrus "riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord"

1.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Elurikkuse säilitamiseks ettenähtud meetmed mõjutavad sisuliselt kõiki teisi antud projekti valdkondi, kuna kõik teised loodus- ja biomajandusvaldkonnad (nt vee- ja maismaaökosüsteemid, metsandus, põllumajandus, ökosüsteemiteenused jm) on seotud elurikkusega ja tegevused on eelnimetatud valdkondades paljuski kattuvad.

Elurikkuse valdkonnas üksteisest otseselt sõltuvaid meetmeid ei ole. Samas peab valdkonna meetmeid käsitlema ühtse tervikuna ja neid koos elurikkuse kaitseks rakendama (vt **Tabel 12**). Küll aga sõltuvad meetmete all olevad tegevused üksteisest. Nii näiteks on mitmete tegevuste (nt 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.2.5, 1.2.6, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.7, 1.3.8 ja 1.3.9) puhul eelduseks täiendavad teadusuuringud (1.1.1-1.1.5, 1.1.9, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.5 ja 1.3.6).

Tabel 12. Elurikkuse valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes	1.2. Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes; 1.3. Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes	1.1. Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes; 1.3. Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes	1.1. Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes; 1.2. Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes

1.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Elurikkuse kliimamuutuste kohanemismeetmed on esmatähtsad (vt **Tabel 13**) ehk oluline on nende kolme meetme kohene rakendamine. Samas kõiki kolme elurikkuse kliimamuutuste kohanemismeedet tuleb rakendada kuni 2100. aastani (vt **Tabel 14**, **Tabel 15**, **Tabel 16** ja **Tabel 17**), et säilitada elurikkus muutuv kliimas. Meetmete maksumus erinevatel ajaperioodidel varieerub olenevalt meetme tegevuste mahust ja maksumusest ning maksumus kahel hilisemal perioodil (2031–2050 ja 2051–2100) ei ole praegu täpselt hinnatav.

Tabel 13. Elurikkuse valdkonna meetmete prioriteetsus, rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
Rakendada perioodil 2017–2020	1	3	5 850 000	5 850 000
Rakendada 2021–2030	1	3	6 660 000	6 660 000
Rakendada 2031–2050	1	3		hinnata 2030
Rakendada 2051–2100	1	3		hinnata 2030
Kokku			12 510 000	12 510 000

Esimesel kliimamuutuste kohanemismeetmete rakendamise perioodil (**Tabel 14**) on esmatähtis panustada teadusuuringutesse kliimamuutuste mõjust elurikkusele ja elurikkuse

võimest kohaneda muutuvus kliimas. Piisav ja kaasajastatud info elurikkuse seisundi ja võimalike muutuste kohta on aluseks täpsemate meetmete ja tegevuste planeerimisele tulevikus. Lisaks teaduslikule infole on oluline looduslike liikide geneetilise ressursi *ex situ* säilitamine, invasiivsete võõrliikide seiramine ja nende ohjamine ja tõrje. Samuti tuleb erinevaid huvigruppe teavitada kliimamuutuste mõjudest elurikkusele.

Tabel 14. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes

Teisel kliimamuutuste kohanemismeetmete rakendamise perioodil rakendatakse jätkuvalt kõiki kolme meetet elurikkuse kaitseks (**Tabel 15**). Alguse saavad mõningad meetmete all ette nähtud tegevused, mille eelduseks on esimesel perioodil (2017–2020) läbiviidav teadustöö (uuringuteks on tegevused 1.1.1-1.1.5, 1.1.9, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.5 ja 1.3.6), näiteks mitmed tegevused kliimamuutustest ohustatud liikide kaitseks, kliimamuutustest mõjutatud invasiivsete võõrliikide ohjamiseks ja tõrjeks ning looduskaitse korraldamiseks muutuvates kliimaoludes. Lisaks jätkuvad kohanemismeetmete rakendamiseks teised pidevad tegevused nagu invasiivsete võõrliikide seire, ohjamine ja tõrje, teavitustöö erinevate kliimamuutuste mõjude kohta, koosluste hooldamine jne.

Tabel 15. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes

Järgneval kahel kliimamuutuste kohanemismeetmete rakendamise perioodil (**Tabel 16** ja **Tabel 17**) peame jätkama nende kolme kohanemismeetme rakendamist, sealhulgas tuleb hinnata eelnevate meetmete ja tegevuste vajalikkust ja efektiivsust ning vastavalt sellele koheselt reageerida. Vastavalt nendele hinnangutele ja rakendatavatele nii vanadele kui uutele meetmetele, on võimalik tulevikus ka prognoosida nende meetmete maksumust.

Tabel 16. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes

Tabel 17. Elurikkuse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes

Elurikkuse valdkonna meetmete rakendamise eest vastutab peamiselt Keskkonnaministeerium (vt **Tabel 18**). Lisaks on nende kolme elurikkuse kliimamuutuste kohanemismeetme kaasvastutajaks Maaeluministeerium ning nende ministeeriumite valitsemisalas olevad organisatsioonid, nagu näiteks Keskkonnaamet (KKA), Keskkonnaagentuur (KAUR) ja Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet (PRIA). Rohevõrgustiku planeerimisel on lisaks Keskkonnaministeeriumile vastutavad nii Siseministeerium kui kohalikud omavalitsused (KOV). Maahooldustoetuste jagamise eest vastutab Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet (PRIA) ning seiret korraldab Keskkonnaagentuur (KAUR).

Tabel 18. Elurikkuse valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus aastani 2030.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	3		12 510 000
Maaeluministeerium (MeM)		3	12 510 000
Keskkonnaagentuur (KAUR)		3	12 510 000
Keskkonnaamet (KKA)		3	12 510 000
Siseministeerium (SiM)		2	4 210 000

Kohalikud omavalitsused (KOV)		2	4 210 000
Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet (PRIA)		2	4 210 000
Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK)		1	1 610 000

Meetmete rakendamise geograafiline ulatus hõlmab nii piirkondlikku, riiklikku kui riigipiire ületavat tasandit (**Tabel 19**). Nii näiteks võivad riigipiire ületavateks olla meetmete sees olevad sellised tegevused nagu teadustöö, koosluste ja kaistavate alade sidususe hindamine jt.

Tabel 19. Elurikkuse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
1.1.	Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes	piirkondlik/riiklik /riigipiiri ületav
1.2.	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes	riiklik /riigipiiri ületav
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes	piirkondlik/riiklik /riigipiiri ületav

1.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Elurikkuse valdkonna alaeesmärk on tagada elurikkuse säilimine muutuvates kliimaoludes. Hindamiseks kliimamuutuste mõju liikidele, kooslustele ja kaistavatele aladale on esmatähtis välja selgitada ohustatud taksonid ning kooslused ja hinnata nende seisundit, et vajadusel kavandada looduskaitse tegevusi. Hoidmaks võimalikult madalal invasiivsete võõrliikide arvu ja nende mõju looduskeskkonnale on vaja rakendada meetmeid invasiivsete võõrliikidega toimetulekuks.

Tabel 20. Elurikkuse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algase	Sihtase
1.1	Liikide soodsa seisundi tagamine	kliimamuutuste suhtes	alustatud on kliimamuutuste suhtes	välja on selgitatud kliimamuutuste suhtes

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
	muutuvates kliimaoludes	ohustatud liikide seisund	ohustatud liikide väljaselgitamist	ohustatumad liigid ja rakendatud meetmed nende kaitseks
1.2	Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes	invasiivsete võõrliikide arv	rakendatakse meetmeid invasiivsete võõrliikidega toimetulekuks, kuid puudub täpsem teave invasiivsete võõrliikide võimaliku arvu ja leviku kohta Eestis muutuvate kliimatingimuste juures	uute Eestisse jõudvate invasiivsete võõrliikide arv on minimaalne, sisse on viidud invasiivsete võõrliikide seireprogramm ning olemasolevad invasiivsed võõrliigid on kontrolli all
1.3	Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes	koosluste ja kaitstavate alade seisund	alustatud on kliimamuutustele tundlike elupaikade väljaselgitamist	kaitstavate alade pindala on säilitatud ja vajadusel suurendatud ning elupaigad ja kaitstavad alad on piisavalt sidusad tagamaks alade efektiivsust ehk toetamaks ökosüsteemide terviklikkuse ja funktsioneerimise säilimist

2. Maismaa ökosüsteemid

Kriiska, Kaie; Laht, Janika; Kalamees, Rein; Mander, Ülo
Tartu Ülikool, ökoloogia ja maateaduste instituut

2.1. Sissejuhatus

Maismaa ökosüsteemid – metsad, sood, märgalad, põllumaad ja rohumaad – pakuvad mitmeid nii looduskeskkonnale kui ühiskonnale eluliselt vajalikke teenuseid ja hüvesid: elupaika liikidele; toitu, toormaterjali ja rekreatsioonivõimalusi inimesele; mõjutavad aineringe kaudu kliimat jne. Ökosüsteemiteenused, nt süsiniku sidumine ning kaitse üleujutuste ja mullaerosiooni eest, on kliimamuutustega otseselt seotud, seepärast pakuvad terved ja taastumisvõimelised ökosüsteemid olulist kaitset kliimamuutuste mõju vastu (Valge raamat, 2009). Maismaa ökosüsteemid saab jaotada vastavalt enamlevinud taimekoosluste (Paal, 1999) ja maakasutuse järgi (IPCC, 2006) kolmeks kombineeritud alakategooriaks:

- **metsad;**
- **sood ja teised märgalad;**
- **põllumaad ja rohumaad.**

Mets on Eestis valdav ökosüsteem, kattes ligikaudu poole Eesti maismaast. Metsad on olulisim riiklik loodusvara, ökosüsteemi hüvede ja teenuste pakkujad, elupaikade ja loodusliku mitmekesisuse tagajad ning maismaa veerežiimi ja kliima mõjutajad. Eesti asub segametsade võõndi äärmises põhjaosas (Laas *et al.*, 2011). Puistutest esineb enam männikuid, kaasikuid ja kuusikuid, vähem on hall-lepikuid, haavikuid ja sanglepikuid (Eesti keskkonnaindikaatorid, 2014). Eesti metsad on väga mitmekesised, enamlevinud metsa tüübirühmad on palu-, laane- ja soovikumetsad. Arvestades Eesti kliimaatilisi tingimusi ja väikest pindala, võib meie metsi pidada liigirikasteks („Eesti maaelu arengukava 2014–2020“, 2014).

Eestis kasvab mets *ca* 2,2 miljonil hektaril, millest 10% on rangelt kaitstavad alad (Aastaraamat Mets 2013, 2014). Eesti metsad on elupaigaks umbes 20 000 taime-, looma- ja seeneliigile (Lõhmus, 2004; Lõhmus *et al.*, 2004), kusjuures 24,7% kõigist punase nimekirja ohustatud liikidest on seotud metsaelupaikadega (Timm, 2011). Natura 2000 aladele, mille eesmärgiks on tagada või taastada Euroopa Liidus ohustatud taime- ja loomaliikide ning ohustatud elupaigatüüpide soodne seisund, jääb metsi kokku ligikaudu 388 000 ha ehk umbes 17,4% kõikidest metsadest (Aastaraamat Mets 2013, 2014).

Märgalad on maismaa ja veekeskkonna üleminekualad. Märgalade kaitseks on 1971. a sõlmitud Ramsari konventsioon, millega on tänaseks ühinenud 168 riiki. Konventsiooni eesmärk on kaitsta kogu maailma märgalaid, kuna nende pindala ja väärtus väheneb pidevalt nende kuivendamise, reostamise ja majandusliku kasutuselevõtu tõttu. Ramsari definitsiooni kohaselt loetakse märgaladeks kõiki veega küllastunud maa-alasid (nt lodud, sood, pinnaveekogud), nii looduslikke kui ka kunstlikke, nii seis- kui vooluveelisi, nii alalisi kui ka ajutisi, nii mageda- kui ka riim- ja soolaveelisi, sealhulgas merealad, vee sügavuseni kuni kuus meetrit rannikust (Ramsar Convention Secretariat, 2006). Eesti ühines Ramsari konventsiooniga 1994. a ning Eestist on sellesse nimekirja arvatud 17 märgala kogupindalaga 306 708 ha.

Soo on looduslik ala või ökosüsteem, kus liigniiskuse ja hapnikuvaeguse tingimustes jääb osa taimejäänuseid lagunemata ning ladestub turbana (Masing, 1988). Soodena käsitletakse kuivendamata alasid, kus turbalasuundi tusedus on vähemalt 30 cm. Seesugust turbakihi paksust põhjendatakse sellega, et nimetatud piiri ületamisel kasvab suurem osa taimejuuri turbas ja ei ulatu enam mineraalsete kihtideni (Kohv ja Salm, 2012; Masing, 1998). Taimkatte primaarproduktisioonist akumuleeritakse kuni 20%, keskmiselt 10–15%, ning ülejäänud osa taimkattest laguneb. Juurdekasv on suurim jahedal ja niiskel perioodil. Eesti soode turba juurdekasv rabades on üle 1 mm, madalsoos alla 0,5 mm aastas, seega kulub meetrise turbakihi tekkeks umbes tuhat aastat. Eesti rabades on turbakihi paksus enamasti 5–7 m (Raukas, 1995).

Kuna Eestis on olnud soodsad tingimused soode arenguks, on siin välja kujunenud väga suur soode mitmekesisus (Valk, 1988). Soo- ja turbaalasad on kokku 1 009 101 ha, mis moodustab 22,3% riigi pindalast (Raukas, 1995). Eesti kuuenda kliimaaruande kohaselt on looduslike märgalade ja kuivendatud turbaalade pindalad 487 030 ha ja 18 590 ha vastavalt. Umbes 1/4 Eesti soodest ja turbaaladest on kaitsealused, ligikaudu 2% on määratud turba tootmise jaoks ning ~1% neist on mahajäetud (Orru ja Orru, 2008). Eesti soode pindala on vähem kui sajandi jooksul vähenenud umbes 2,7 korda, kõige suurem muutus on toimunud madalsoode pindalas, mis on kahanenud 7,1 korda, rabade pindala on vähenenud 1,7 korda (Kohv ja Salm, 2012). 2010. a märgalade inventuuri andmete põhjal on tegelik soode osakaal Eestis vaid 5,5% Eesti pindalast ehk 240 000 hektarit. Praeguseeni säilinud soodest on Eestis looduskaitse all 72,5%, nendest omakorda 89% on suure looduskaitseväärtusega, ent 8% suure väärtusega soodest on kaitsmata (Paal ja Leibak, 2011).

Eesti rohumaad ja põllumaad on kujunenud pikaajalise inimõju tulemusena metsade ja märgalade asemele. Eestis oli 2013. aastal Statistikaameti andmetel 957 506 ha põllumajandusmaad. Püsirohumaad oli 324 556 ha ja tootmiseks mittekasutatavaid rohumaad oli 108 421 ha. Põllumaad oli Eestis 628 312 ha, sellest 157 726 ha moodustasid lühiealised rohumaad (millel kasvatatakse külvikorras mitmeaastaseid heintaimi, mida viljeletakse kuni viis aastat) (Statistikaamet, 2015).

Viimased suuremad muutused rohumaade ja põllumaade pindalas toimusid Eestis läinud sajandi 70. aastatel, mil paljud põlised poollooduslikud rohumaad hariti üles põllumaaks, ning 90. aastatel kui paljud rohumaad võsastusid, sest nende niitmine või karjatamine lõpetati. Rohumaade pindala on viimase 40 aasta jooksul vähenenud rohkem kui kaks korda (Antso ja Hermet, 2012).

Poollooduslike kooslusi (Loodusdirektiivi elupaigatüüpide tähenduses, puisniidud ja kadastikud k.a) on Eestis hinnanguliselt kokku 130 000 ha (Kukk ja Sammuli, 2006). Eesti kaitsealadel oli 2013. a seisuga 60 000 ha poollooduslike kooslusi, millest hooldati 26 985 ha. Hooldatavate poollooduslike koosluste pindala on lähiaastatel plaanis tõsta kuni 45 000 ha (PLK arengukava, 2013). Eesti poollooduslikud aruniidukooslused on asjatundjate hulgas hinnatud väga kõrge soontaimede väikeseskaalalise liigirikkuse poolest (Wilson *et al.*, 2012). Eesti senised liigirikkuse rekordid on registreeritud kõik Laelatu puisniidul Läänemaal – 25 liiki 10×10 cm, 42 liiki 20×20 cm (Kull ja Zobel, 1991) ja 76 liiki 1×1 m proovipinnalt (Sammuli ja Kukk, 2013).

Alljärgnevalt (ptk-d **2.3.1** kuni **2.3.3**) analüüsitakse kliimamuutuste ja inimtegevuse mõju erinevate maismaa ökosüsteemide seisukorrale ja funktsioonidele.

2.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Maismaaökosüsteeme puudutava ülevaate koostamisel tuginetakse avaldatud teaduspublikatsioonidele, ametlikele uuringutele, analüüsile ja prognoosidele, juhendmaterjalidele ning ekspertarvamustele. Lisaks kasutati värskemaid võimalikke Statistikaameti andmestikku. Mineviku ilmastikunähtuste mõjude kirjeldamisel toetuti olemasolevatele avaldatud teaduspublikatsioonidele ning meetmete ülevaate koostamiseks töötati läbi erinevad riiklikud strateegiad ja arengukavad ning nendega seotud määrused. Soode ja märgalade kasvuhoonegaaside emissiooni ja statistiliste andmete kohta saadi teavet erinevatest läbiviidud uuringutest, analüüsist ja teaduspublikatsioonidest. Eesti rohumaid ja põllumaid puudutav teave saadi eesti põllumajandusteadlaste värskematest teaduspublikatsioonidest. Üldisem käsitlus pärineb muu maailma parasvöötme rohumaa ja põllumaa ökoloogiat ja süsinikumajandust käsitlevatest teadustöödest.

Mõjude analüüs

Metsanduse ning põllu- ja rohumaa valdkonna kliimamuutuste mõju ja haavatavuse analüüsil lähtutakse nii Eesti riiklikest kui rahvusvahelistest aruannetest, teadustöödest ning eksperthinnangutest. Soode ja märgalade valdkonnas tuginetakse mõjude hindamisel peamiselt Nõges' e jt (2012) koostatud kirjanduse ülevaatele, aga ka teaduspublikatsioonidele ja ekspertarvamustele.

Kliimarisikide ja mõjude kirjeldamisel on tekstis (ptk 2.4) viidatud mõjude analüüsi ülevaate tabelites (**Tabel 21**, **Tabel 22** ja **Tabel 23**) vastava mõju numbrile (2.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuses“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

2.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

2.3.1. Metsad

Metsal on ökoloogilised, sotsiaal-kultuurilised ja majanduslikud funktsioonid (Laas *et al.*, 2011). Metsa sotsiaalmajanduslikke ning bioloogilise mitmekesisuse teemasid analüüsitakse põhjalikumalt strateegia teistes peatükkides (vt nt ptk 1. **Elurikkus**, ptk 7.3. **Metsandus**). Antud peatükis keskendutakse eelkõige aineringe, süsiniku sidumise ja hoidmise ning metsaökosüsteemi kui terviku säilimise teemadele.

Metsad on ühed olulisemad süsihappegaasi siduvad maismaa ökosüsteemid, mis mõjutavad kogu globaalset süsinikuringet (Laas *et al.*, 2011). Metsad eemaldavad elutegevuse käigus atmosfäärist süsinikdioksiidi, akumuleerides selle valdavalt puutüvedesse ja maa-alustesse juurtesse. Rangelt kaitstavatel metsadel on lisaks CO₂ sidumisele ka süsiniku pikaajalise säilitamise funktsioon („Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010). Eesti

metsaökosüsteem seob aastas umbes 5,5 mln tonni süsihappegaasi⁵, millest kasvavasse puitu talletub ligikaudu 5,0 mln tonni CO₂ ja mulda 0,4 mln tonni CO₂ aastas, vähem akumuleerub süsinikku varises ja surnud puidus (1990–2012 keskmised väärtused, National Inventory Report 2014).

Uuringud on näidanud, et parasvöötme ja boreaalsetes metsades ületab mulla süsinikuvaru maapealse biomassi varusid (Prentice, 2011), seejuures võib mullas paikneda 60–85% kogu maismaa ökosüsteemi süsinikust (Dixon *et al.*, 1994). Seetõttu on oluline pöörata tähelepanu metsa süsinikubilansi ja sellega seonduva kliimamuutuste analüüsil kui ka metsamajandamise planeerimisel lisaks puiduressursi kasutamisele ka mullasüsiniku dünaamikale ning seda mõjutavatele teguritele.

Kõlli jt (2004) andmetel on Eesti metsamuldade orgaanilise süsiniku varu $314,4 \pm 27,1$ Tg C, millest *ca* 57% asub huumuskattes ja 43% alusmullas, kusjuures *ca* 55% on seotud mineraal- ja 45% turvasmuldadesse. Eesti kliimale on iseloomulik, et sademete hulk ületab aurumist, mistõttu on turvasmuldade (turbahorisont üle 30 cm) osakaal meie metsades suur. Viimaste statistilise metsainventeerimise andmete järgi (Keskkonnaagentuur, 2015) hõlmavad turvasmullad 21% metsamaast. Pindalaliselt katavad turvasmullad 457 000 ha ja mineraalmullad 1 813 000 ha metsamaast.

Soojenevad talved ja sellega kaasnev metsamulla mittekülmumine raskendab metsamaterjali väljavedu niiskematest kasvukohatüüpidest, kus seda on traditsiooniliselt tehtud külmunud pinnasega, põhjustades võimaliku metsamulla kahjustamine („Eesti maaelu arengukava 2014–2020“, 2014). Kõrgenevad õhu- ja mullatemperatuur ning suurenev sademete hulk kiirendavad mulla orgaanilise aine lagunemist, mille tulemusena suureneb toitainete kättesaadavus, kuid ka emissioonid metsamullast (Nilson *et al.*, 1999). Mullatemperatuuri tõustes kahaneb peenjuurtesse paigutuva süsiniku hulk samaaegselt suureneva metsa puiduproduktiooniga (Ostonen *et al.*, 2011). See tähendab oluliselt vähenevat süsinikuvoogu mulda, mille tagajärjel võib väheneda süsiniku salvestumine boreaalsete metsade mullas, sest mulda pikemaks ajaks salvestatav süsinik pärineb suuremas osas juurtest (Rasse *et al.*, 2005).

Mullakvaliteedi ja kasvutingimuste parandamiseks ning metsadele ligipääsu loomiseks on rajatud kuivendussüsteeme *ca* 23% metsamaast („Maaelu arengukava 2014–2020“, 2014). Mulla kuivendamine on seotud mullahingamise olulise intensiivistumisega, mistõttu kujunevad kuivendatud alad süsihappegaasi allikateks, põhjustades seeläbi atmosfääri kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni tõusu ja kliima soojenemist. Eesti keskkonnastrateegia (2007) järgi on üheks tuleviku suundumuseks põllumaade ja metsade kuivendamine, mis põhjustab intensiivistunud turba lagunemise tõttu turbavaru vähenemise igal aastal 2,5–3 mln tonni võrra, suurendades proportsionaalselt CO₂ hulka atmosfääris. Eestis on praegu käimas uuringud⁶, mille eesmärgiks on selgitada kuivendatud metsade CO₂ bilanss ehk kas mulla kuivendamisest tingitud suurenenud puitse biomassi produktioon ja süsiniku sidumine tasakaalustab mullaorgaanika lagunemisest tulenevate kasvuhoonegaaside mõju metsaökosüsteemis.

Eestis on uuritud kõrgendatud õhuniiskuse mõju metsamullale (Hansen *et al.*, 2013; Kukumägi *et al.*, 2014), mille tulemusena vähenes CO₂ voog mullast ja kasvas peenjuurte biomass (Rosensvald *et al.*, 2014). Antud uuringutesse ei kaasatud paraku kliimamudelites prognoositud temperatuuri tõusu mõju, mis võib muuta mulla mikroobikoosluse

⁵ Hinnang põhineb aastasel süsinikuvaru muutusel (IPCC 2006).

⁶ RMK rahastatud projekt „Süsiniku- ja lämmastikuringe muudetud hüdroloogilise režiimiga metsades“. Projekti kestus 2013–2016.

elutegevuse intensiivsust ning seeläbi orgaanilise aine lagunemise kiirust ja mulla süsiniku voogu. Kliimamuutuste mõju analüüsidest võib eeldada, et Eesti metsade ainerings toimuvad samasuunalised trendid kui naaberriikides. Näiteks on Ojanen jt (2013) järeldanud, et Soomes kuivendatud metsa turvasmullad võivad olla sõltuvalt kasvukoha viljakusest nii kasvuhooaegade sidujad kui emiteerijad, kusjuures kuivendatud viljakad kasvukohad (mustika kasvukohatüüp, levinud Eestis 15% metsamaal, Aastaraamat Mets 2013, 2014) on tugevad süsiniku emiteerijad. Samast uuringust järeldati, et kliima soojenemine intensiivistab oluliselt mullaorgaanika lagunemist, mille tulemusena väheneb kasvusubstraat (turbakiht) ning suureneb mullast lähtuv kasvuhooaegade heide.

Põhja-Euroopas on kliimamuutustega kaasneva CO₂ kontsentratsiooni ja õhutemperatuuri tõusul positiivne mõju metsa produktioonile, samas võib põua ja teiste häiringute sagenemine tuua kaasa vastupidise efekti. Seejuures sõltub metsaökosüsteemi kohanemine nii puude kui kogu ökosüsteemisest kohanemise võimest, samuti sotsiaalmajanduslikest teguritest, eelkõige metsamajandamise võtetest (Lindner et al., 2010).

Eesti kuuenda kliimaaruande (2013) kohaselt kasvavad määnd ja kuusk hästi ka Eestiga võrreldes 5 °C kõrgema temperatuuriga elupaikades, kui seal pole põuaperioode. Seega ei too temperatuuri tõus kaasa arvestatavaid muutusi Eesti metsade puuliigilises koosseisus, kuid võimalikud muutused võivad toimuda liikide osakaalus.

Nii Skandinaavias ja põhjapoolsetes parasvöötme metsades tehtud empiirilised uuringud kui ka modelleerimine on kinnitanud metsa ökosüsteemi neto primaarproduktiooni suurenemist kuni 40% suurenenud atmosfääri CO₂ kontsentratsiooni ja õhutemperatuuri tingimustes (Bergh *et al.*, 2003; Garcia-Gonzalo *et al.*, 2007; Wu *et al.*, 2011). Põhjuseks on vegetatsiooniperioodi alguse nihkumine varasemaks (varasem pungumine ja lehtede areng kevadel) ja kiirem fotosünteesiaparadi taastumine talvekahjustustest (Bergh *et al.*, 2003; Talhelm *et al.*, 2014). Samas suurendavad soojad talved metsapuudel külmakahjustuse ohtu (Solberg, 2006). Enneaegselt puhkevad pungad on hilisema temperatuurilanguse suhtes eriti tundlikud, samuti suureneb vee aurumine võrast, mida veel uinuva puu veevarustussüsteem ei suuda kompenseerida (Voolma, 2008).

Metsaökosüsteemi süsinikubilanss sõltub süsiniku sisend- (primaarproduktioon ehk peamiselt puidu juurdekasv) ja väljundvoogude (heterotroofne hingamine ehk lagunemine, leostumine) tasakaalust ja biomassi eemaldamisest raiete käigus (Luyssaert *et al.*, 2010; Clarke *et al.*, 2015). Mets toimib süsiniku sidujana, kui puidu juurdekasv ületab looduslikust suremisest, häiringutest ja metsa raiest põhjustatud süsiniku kadu (Wisniewski ja Sampson, 1993; Fischlin *et al.*, 2006; Nabuurs *et al.*, 2007; Finland's National Forest Strategy 2025; Paul-Limoges *et al.*, 2015). Euroopa metsad neelavad umbes 10% EL-i süsinikuheitest, panustades seeläbi kliimamuutuste leevendamisse („Uus EL-i metsastrateegia metsade ja metsandussektori jaoks“, 2015). Metsad aitavad püsiva taimkatte olemasolul lisaks kliimamuutuste leevendamisele ka ühiskonnal kliimamuutustega kohaneda – elujõulised metsad pakuvad kaitset kliimamuutuste tõttu sagenevate looduslike riskide (kuumalained, tormid, üleujutused) ja nende tagajärgede (üleujutused, maastikupõlengud, maalihked jm) vastu. Seejuures suurendab looduslähedane metsamajandus (nt genotüüpide mitmekesisuse ja polüfunktsionaalsete metsade säilitamine) metsa kohanemisvõimet kliimamuutustega (Climate Change and Forestry, 2010).

Põhiliselt kahjustavad Eesti metsi loodusjõud (tormid, lumi, liigne vesi, tuli), seened (nt juurepess, saaresurm, haavataelik), putukad (nt üraskid, männikärsakad), ulukid ja valed majandamisvõtted (Erametsakeskus, 2014). Kevad-suviste põuaperioodide sagenemine ja pikenemine soodustab juuremädanike arengut ja üraskite paljunemist (Eesti kuues kliimaaruanne, 2013). Kooreüraskite arvukust on seni aidanud madalana hoida

mõnepäevased karmid talvekülmad, kuid nende tõenäosus väheneb kliima soojenemisel tunduvalt (Nilson, 2004). Pehmemad talved loovad soodsad elutingimused kahjuritele, kes on tavapäraselt massiliselt esinenud Eestist lõuna pool („Metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010). Peamiseks eelduseks kooreüraskite hulgisigimisele on tormikahjustused (Õunap, 2002). Põhjalikuma analüüsi metsakahjuritest leiab metsahaiguste alavaldkonna alt (ptk 7.3.3).

Looduslik mitmekesisus toetab ökosüsteemide toimimist ja nende teenuste pakkumist. Vaatamata rahvusvahelistele lepetele (nt Euroopa Liidu loodusdirektiiv) ja siseriiklikele pingutustele jätkub loodusliku mitmekesisuse kadu ja seda eelkõige inimtegevusest tulenevate survetegurite tõttu. Muutused looduslikes elupaikades, sh nende hävinemine, killustumine ja kahjustumine, mis toimub valglinnastumise, põllumajanduse intensiivistumise, maa kasutamata jätmise, intensiivse metsamajanduse aga ka kliimamuutuste tõttu, avaldab looduslikule mitmekesisusele tugevat negatiivset mõju (EEA, 2015). Eesti metsaökosüsteemid noorenevad ja nende struktuur elupaikadena kaugeneb looduslikkusest. Kuna vanad looduslikud metsad on võrreldes küpsete majandusmetsade, taastuvate metsade ja raielankidega kõige elurikkamad (Lõhmus ja Lõhmus, 2011), siis vähendab vanade metsade kadumine ka metsaökosüsteemi elurikkust ja kahjustab toitumisahelate tervise halvenemise tõttu ka metsade ökosüsteemiteenuseid (Keskkonnaülevaade 2013, 2014). Ligikaudu pooled loodusdirektiivi elupaikadest on halvas või ebapiisavas seisundis ja nende säilimine pole seetõttu tagatud (Keskkonnaülevaade 2013, 2014). Kliimamuutused mõjutavad metsa bioloogilist mitmekesisust. Kliima soojenedes jõuavad Eesti aladele lõunast tulevad uued liigid, samas mõni põhjapoolne kaob, nt mesimurakas (Erametsakeskus, Kuidas mõjutavad..., 2014). Täpsema analüüsi ohustatud ja invasiivsetest liikidest ning nende elupaikadest leiab elurikkuse peatükist (ptk 1.3).

Kliimamuutused võimendavad inimtegevusest tulenevaid negatiivseid mõjusid ökosüsteemile (IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report), mistõttu peab metsa kasutamisel ja -majandamisel tulevikus rohkem tähelepanu pöörama metsaökosüsteemi kui terviku ning selle komponentide (elupaigad, bioloogiline mitmekesisus, aineringe jne) soodsa seisundi tagamisele.

Kliimamuutused ohustavad nii metsade ökoloogilisi kui sotsiaalmajanduslikke funktsioone – muutub puude kasvukiirus, liigiline koosseis, soodustub kahjurite levik ning äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemise ja intensiivistumise tõttu suurenevad metsakahjustused.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju metsadele

Eestis prognoositakse seoses kliimamuutustega tuule keskmise kiiruse kasvu 3–18%, mis on seotud Atlandilt meie aladele liikuvate tsüklonite arvu kasvuga (Luhamaa *et al.*, 2015). Kasvavate puude väljalangemine tugeva tuule tõttu on Eesti metsades iga-aastane nähtus, kuid alates 1999. aastast on suure purustusjõuga tormid tunduvalt sagenenud (Kaubi, 2005). Suurimat kahju tekitas 1967. a torm, kui tuulekiirused olid kohati 35 m/s (Tarand *et al.*, 2013), tuul murdis hinnanguliselt 3–6 mln tihumeetrit metsa, ületades vähemalt kaks korda aastase puidukasutuse mahtu (Karell, 2001; Kaubi, 2005). Järgmine suurem torm tabas Eestit 2001. a juulis, mille tagajärjel lamandus või murdis hinnanguliselt 970 000 tihumeetrit riigimetsa. 2005. a jaanuari torm kahjustas Eestis 1,1 mln tihumeetrit kasvavat metsa, mis moodustas 10% aastasest raiemahust (Kaubi, 2005).

Eestis hakati metsatulekahjude andmeid registreerima 1921. aastal. Metsapõlengute pindala on aastate lõikes väga varieeruv, hõlmates 2,5 hektarit 2012. aastal kuni 4700 ha aastal 1933

(Aastaraamat Mets 2013, 2014). Metsatulekahjude arv ja pindala sõltub suuresti tuleohtliku perioodi ilmastikust. Prognoositava kevad-suviste põuaperioodide sagenemine ja pikenedamine suurendab oluliselt tuleohtu metsades („Metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010). Viimase paarikümne aasta suurimad metsapõlengud toimusid Eestis aastatel 1992, 2002 ja 2006, mil sai kahjustada vastavalt 1787 ha, 2082 ha ja 3096 ha metsa (Aastaraamat Mets 2013, 2014).

Olemasolevad meetmed

Eestis puuduvad praegu otsesed meetmed kliimamuutustega kohanemiseks metsanduse valdkonnas, samas on mitmes riiklikus arengukavas ja strateegias täheldatud vajadust analüüsida kliimamuutuste mõju keskkonnale ning metsaökosüsteemi säilimine *per se* on seotud mitmete strateegiliste eesmärkidega.

Looduskaitse arengukava aastani 2020 sisaldab ühe eesmärgina metsaelupaigatüüpide ja -liikide soodsa seisundi tagamist, meetmena on välja toodud ökosüsteemide kaitse tulundusmetsades.

Eesti Keskkonnastrateegias aastani 2030 on välja toodud, et mets peab pakkuma nii majanduslikke hüvesid (puit, metsa loodussaadused) kui sotsiaalkultuurilisi hüvesid nagu rekreatsioon, matkamine, ajaloolis-kultuurilised paigad (hiemäed jne). Samas peab olema säilitatud metsaökosüsteemide mitmekesisus, tasakaal ning taastumisvõime. Nende eesmärkide täitmiseks on üheks kavandatud meetmeks polüfunktsionaalsete metsade kasvatamist ja jätkusuutlikku kasutamist tagavate soodustuste, toetuste ja regulatsioonide süsteemi väljatöötamine.

Eesti maaelu arengukavas 2007–2013 toetati tegevusi, mis aitavad loodusõnnetuste või tulekahju tagajärjel kahjustunud metsa taastada ning ennetada metsatulekahjusid, soodustavad metsa bioloogilise mitmekesisuse, tervikliku ökosüsteemi ja kaitsefunktsiooni säilitamist ja taastamist ning aitavad säilitada metsa multifunktsionaalset rolli ning selle vaimset ja kultuurilist pärandit.

Eesti maaelu arengukavas 2014–2020 on meetmete väljatöötamisel arvestatud muuhulgas kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise vajadusega. Otseselt või kaudselt panustavad sellesse enamik keskkonna- ja investeringutoetusi, samuti erinevad keskkonnavalase teadlikkuse suurendamise tegevused. Prioriteet 4: “Põllumajanduse ja metsandusega seotud ökosüsteemide taastamine, kaitse ja edendamine” ja prioriteet 5: “Loodusvarade tõhusama kasutamise edendamine ning vähese CO₂ heitega ja kliimamuutuste suhtes vastupidavale majandusele ülemineku toetamine põllumajandus-, toidu- ja metsandussektoris” all on rõhutatud metsade olulist rolli süsinikuringes ja kliimamuutuste leevendajana. Metsa majandusliku ja ökoloogilise elujõulisuse parandamise meetme raames toetatakse keskkonnasäästlike ja kliimateadlike metsamajandamisvõtete rakendamist (keskkonna- ja majanduslikult väärtuslikuma ja vähem tuleohtlikuma puistu kujundamine, kasvavate puude laasimine, metsa ja metsamaamulda säästvate seadmete ja tarvikute soetamine), mis aitab kaasa süsiniku sidumise parandamisele.

Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 käsitleb muuhulgas metsa kui kliimamuutuste leevendajat. Arengukava strateegilisteks eesmärkideks on metsade kui elu- ja looduskeskkonna säilimise tagamine ja puidu kui taastuva tooraine ja taastuenergia allika kasutamise eelistamine suurema CO₂ emissiooniga toodete ning taastumatute energiaallikate asemel. Eesmärkide täitmist soodustavad meetmed on “Metsade looduse

mitmekesisuse säilitamine, sh looduslike protsesside kaitsmine ja Eestile omaste liikide elujõuliste populatsioonide säilitamine” ja “Kliimamuutuse leevendamiseks metsade juurdekasvu ja süsiniku sidumise võime suurendamine metsade õigeaegse uuendamise kaudu”.

2.3.2. Sood ja teised märgalad

Probleemid, võimalused ja ohud

Sood on levinud üle maailma kõikjal, kus on kas või lühiajalised tingimused turba tekkeks (Masing, 1988) ning nad katavad ligikaudu 4 000 000 km² ehk umbes 3% Maa maismaa- ja mageveepinnast (Joosten ja Clarke, 2002). Vaatamata küllaltki väikesele katvusele on looduslikud sood äärmiselt oluliseks elemendiks globaalses süsinikuringes – ainuüksi boreaalses ja subarktilises vööndis asuvate soode süsinikuvaru hinnatakse jäävat vahemikku 270–370 × 10¹⁵ g C (Turunen *et al.*, 2002). Tänapäeval kuivendatakse ja kasutatakse maailmas aga umbes 20% soodest põllumajanduse, metsanduse ja turbatööstuse tarbeks (Biasi *et al.*, 2008), muutes need süsiniku talletajate asemel hoopis süsiniku emiteerijateks (Minkkinen *et al.*, 2002).

Aastaks 2100 prognoositakse Eestis õhutemperatuuri tõusu 2,6–4,3 °C võrra ning sademete suurenemist 14–19% võrreldes perioodiga 1971–2000 (Luhamaa *et al.*, 2015). Nendest kliimamuutustest tingituna mõjutavad märgalaid ja soid eeldatavalt kõige enam põudade sagenemine, üleujutus- ja tuleohtu suurenemine. Koos õhutemperatuuri tõusu ja sademete suurenemisega suurenevad ka kasvuhoonegaaside emissioonid looduslikest ja kuivendatud turbaaladelt, seejuures võib oluliselt suuremat kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemist oodata just eelnevalt inimtegevusest mõjutatud aladelt. Turba kaevandamisest tulenevaid emissioone käsitletakse **turba tootmise** peatükis (ptk 11).

Inimtegevuse mõju Eesti soodele on olnud pikaajaline, kuid eriti tugev alates 19. sajandi lõpust. Soode kuivendamine on Eestis toimunud juba 17. sajandist alates (Sepp, 1995). Kui algselt kuivendati soolasid enamasti põllumajanduse tarbeks, siis hiljem lisandusid sellele kuivendamine metsastamise ning turbatootmise eesmärkidel. Soode kuivendamine hoogustus peale Teist maailmasõda, kui Nõukogude Liidu koosseisus olles võeti eesmärgiks kõikide liigniiskete maade melioreerimine (Ratt, 1985). Praegusel ajal leiab turvas Eestis kasutust nii kütte-, aiandus- kui ka allapanuturbana. Lisaks on viimastel aastakümnetel päevakorda kerkinud ka turba alternatiivsed kasutusala, nagu nt balneoloogia, keemiatööstus (vahad, värvained) ning puhastusseadmete filtrid (Orru, 2010).

Sellised tegevused nagu teadustöö, marjade- või ravimtaimede korjamine ja matkamine ei avalda soodele suurt mõju, samas kui teised võivad põhjustada olulisi muutusi soode hüdroloogilises režiimis ja turbalasundis. Kuivendatud või kuivendamisest mõjutatud alade osakaal võib Eestis ulatuda isegi kuni 70% – need on alad, kus turba akumulierumise protsess on peatunud ning toimub akumulierunud orgaanilise aine mineraliseerumine (Ilomets ja Kallas, 1995; Paal, 1999; Salm *et al.*, 2009). Esimesel kümnendil pärast kuivendamist mineraliseerub aastas 15–20 t turvast hektarilt, hiljem see protsess aeglustub (5–15 t/ha) (Ilomets, 2003; Tomberg, 1992). Ojanen jt (2013) järgi ei vii kuivendus siiski pöördumatu mineraliseerumiseni.

Looduslikud sood mõjutavad Maa kliimat sidudes süsihappegaasi ning vabastades atmosfääri metaani ja vähesel määral ka naerugaasi (Minkkinen *et al.*, 2002). Kui looduslik seisund muutub, olgu siis inimtegevuse või kliimamuutuste tõttu, muutub ka soode kasvuhoonegaaside bilanss (Salm *et al.*, 2009) – süsihappegaasi ja naerugaasi emissioon

enamasti suureneb (Martikainen *et al.*, 1993; Minkkinen *et al.*, 2002), samal ajal kui metaani emissioon väheneb (Martikainen *et al.*, 1995; Minkkinen *et al.*, 2002). Kuivendatud soola kasvuhoonegaaside bilanss sõltub sellest, kas täiendavalt taimestiku poolt seotav süsiniku kogus on suurem kui kiirenenud lagunemisprotsesside tulemusel mullast emiteeritav süsiniku kogus või mitte. Lõplik kasvuhoonegaaside bilanss sõltub nii ala kliimatilistest tingimustest, soo looduslikust algupärast kui ka kuivenduse intensiivsusest (Minkkinen *et al.*, 2008).

Looduslike soode CO₂ ja CH₄ vood on väga varieeruvad ning sõltuvad konkreetse ala asukohast ja sealsetest kliimatilistest tingimustest (Maljanen *et al.*, 2010). Saarnio *et al.* (2007) järgi on süsihappegaasi voog Põhjamaade looduslikes ombrotroofsetes rabades $55 \pm 190 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$, minerotroofsetes soodes $-55 \pm 230 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$. Mander *et al.* (2010) järgi on Eesti looduslikest madal- ja siirdesoodest lähtuv metaani emissioon ($160 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) tunduvalt kõrgem kui oligotroofsetest rabadest ($51,7 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$). Ka Salm *et al.* (2009) toob välja, et toitaineterikastes minerotroofsetes soodes on metaani emissioon kõrgem kui ombrotroofsetes rabades. Nende uuringute tulemused on kooskõlas ka Saarnio *et al.* (2007) andmetega, mille kohaselt on ombrotroofsete rabade keskmine CH₄ emissioon $6,7 \pm 5,3 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ ning minerotroofsetel soodel vastavalt $17,3 \pm 13,3 \text{ g CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ a}^{-1}$.

Veega küllastunud turvasmullad emiteerivad süsinikku metaanina. Peale kuivendamist pealmise turbakihi hapnikusisaldus suureneb, sellest tingituna väheneb metaani produtseerimine ja emissioon, ning kasvab metaani oksüdeerivate mikroobide CH₄ tarbimine (Le Mer ja Roger, 2001). Samas võivad metaani emissioonid olla märkimisväärselt kõrged kinnikasvanud või paisutatud kuivenduskraavides. Soomes on siiski leitud, et kraavidest lähtuv CH₄ emissioon on samas suurusjärgus loodulikelt aladelt lähtuvaga ja seega on selle kogumõju kuivendusjärgsele metaani emissioonile väike (Minkkinen *et al.*, 2008).

Naerugaasi vood looduslikest soodest on väikesed ning esinevad vaid toitaineterikkamates soodes, kus tingimused on nitrifikatsiooni ja/või denitrifikatsiooni protsessi jaoks sobilikud (Minkkinen *et al.*, 2002). Kuivendamisega muudetakse hapnik ja mineraalne lämmastik mullas mikroorganismidele kättesaadavamaks ning see omakorda soodustab N₂O teket (Martikainen *et al.*, 1993). Mander'i jt (2010) järgi on Eesti kuivendatud sood märkimisväärselt naerugaasi emissiooni allikateks, emiteerides $2,1 \text{ kg N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Siiski, kuna N₂O voo puhul on määravaimaks teguriks turba lämmastikusisaldus, siis võib naerugaasi emissioon ka peale kuivendamist jääda väga madalale tasemele, olles suurem madal- ja siirdesoodes ning väiksem toitainetevaesemates rabades (Salm *et al.*, 2009).

Eesti kuivendatud siirdesoodest ja rabadest on summaarne emissioon CO₂ ekvivalentidesse ümberarvutatuna $278\text{--}1056 \times 10^3 \text{ CO}_{2\text{ekv}}$, millest CO₂ on vastutav 22–44%, CH₄ 53–73% ning N₂O 3–5% eest. Kuivendatud aladelt on kasvuhoonegaaside aastane emissioon $419\text{--}676 \times 10^3 \text{ CO}_{2\text{ekv/a}}$ ning kuivendamata aladelt $141\text{--}380 \times 10^3 \text{ CO}_{2\text{ekv/a}}$ (Salm *et al.*, 2009). Uuringus võrreldi omavahel kuivendatud ning kuivendamata alade osakaalu pindalaliselt kasvuhoonegaaside emissiooniga (CO_{2ekv}) Eestis ning leiti, et kuivendatud aladel on see 1,8 kuni 3,9 korda suurem. Järelikult on kuivenduse tõttu rabad ja siirdesood muutunud süsiniku sidujast ja akumulierijast emiteerijaks ning tunduvalt madalamad metaani emissioonid kuivendatud aladelt ei kompenseeri CO₂ emissiooni suurenemist (Salm *et al.*, 2009).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

Mineviku ilmastikunähtuste mõju Eesti soodele ja nende liigirikkusele ei ole hinnatud ning puuduvad ka pikaajalised mõõtmised hindamaks ilmastikutingimuste mõju

kasvuhoonegaaside emissioonile ja märgalade bilansile. Olemasolevate lühiajaliste mõõtmisandmete põhjal on keeruline eristada kliimamuutuste mõjusid inimtegevuse mõjudest.

Olemasolevad meetmed

Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivi 2000/60/EÜ üheks eesmärgiks on hoida ära vee ökosüsteemide ning oma veevajaduse osas otseselt vee ökosüsteemidest sõltuvate maismaa ökosüsteemide ja märgalade seisundi halvenemist ning kaitsta ja parandada nende seisundit. Direktiiviga on märgaladele omistatud otsesed rollid nagu biogeokeemiliste protsesside mõjutamine, liigvee reguleerimine ja veekvaliteedi modifitseerimine ning kaudne roll olla kliimamuutuste indikaator, süsiniku akumulöörija, kasvuhoonegaaside produtseerija ning sotsiaalmajanduslike tingimuste peegeldaja.

Eestis seni rakendatud meetmed keskenduvad peamiselt bioloogilise mitmekesisuse ja looduskaitsele ning inimtegevusest rikutud turbaalade taastamisele. Lähtuvalt Vabariigi Valitsuse 04.03.1997. a määrusest nr 48 "Rahvusvahelise tähtsusega märgalade, eriti veelindude elupaikade konventsiooni täitmise riikliku programmi kinnitamine" tuleb Eesti märgalade poliitikas lähtuda Eesti Keskkonnastrateegiast, võttes arvesse ühtlasi selliseid regionaalseid initsiatiive nagu merekaitsealade võrgustiku loomine, Läänemere tähtsate mereliste kaitsealade süsteem jt. Riikliku programmi käigus on tänaseks välja töötatud kaitse-eeskirjad ja kaitsekorralduskavad kinnitatud Ramsari kaitsealadele. Soode kaitse olemasolevaks meetmeks on ka sooelupaikade kaitse linnudirektiivi kaudu (Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ, 2009), mis sätestab liikmesriikide õigused ja kohustused loodusliku linnustiku kaitseks ja kasutamiseks, ning teiseks loodusdirektiivi kaudu (EL direktiiv 92/43/EMÜ, 1992), mis käsitleb ohustatud elupaikade ning loodusliku loomastiku ja taimestiku kaitset.

Nii Eesti Keskkonnastrateegia kui ka Looduskaitse arengukava ühiseks eesmärgiks on liikide ja elupaikade soodsa seisundi ning maastike mitmekesisuse tagamine. Keskkonnastrateegia ühe põhieesmärgi maastike ja looduse mitmekesisuse säilitamine mõõdikuks on nimetatud soode pindala ja selle suhet kogu maismaa territooriumisse ning seetõttu on pööratud üha enam tähelepanu Eesti soode kaitse ja säästliku kasutamise kontseptsiooni väljatöötamisele. Selleks moodustas Keskkonnaministeerium 2006. aastal algatusgrupi eesmärgiga kaasata erinevaid huvirühmi soosalade arengukava vajalikkuse väljaselgitamiseks ning turba kaevandamise ja sellega seonduvate keskkonnakaitse küsimuste aruteluks. 2010. a töötati Keskkonnaministeeriumi eestvedamisel välja eelnõu „Eesti turbaalade kaitse ja säästliku kasutamise alused“, milles on kirjeldatud mitmete erinevate meetmete vajalikkust nagu uurimistööde tegemine ja nende rahastamine, jääksoode korrastamine, seadusandluse täiendamine ja administratiivse suutlikkuse suurendamine. Seejuures on nimetatud meetmete väljatöötamisel lähtutud soode ökoloogiliste, sotsiaalsete ja majanduslike funktsioonide nagu turba kaevandamise, pinnaveekogude äravoolurežiimide ühtlustamise, suur veemahutavuse ja loodusliku isepuhastusvõime säilitamisest. Eelnõud ei ole tänaseni vastu võetud. Looduskaitse arengukava kohaselt tuleb vältida turvasmuldade harimist ja soodustada turbaalade taastamist märgaladena. Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskavas loetletakse turvasmuldade rikaste maa-alade kasutamisest tekkivate KHG heitkoguste vähendamise ja süsiniku sidumise meetmetena nii turvasmuldade harimise keelustamist kui ka neil muldadel energiakultuuride kasvatamist.

Eesti soode taastamist on toetatud Euroopa Liidu struktuurifondide meetmest "Keskkonna- infrastruktuuri arendamine". Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) toetanud mitmeid

soodes looduse mitmekesisuse säilitamisega seonduvaid projekte, toetatud projektid on enamasti olnud seotud turbakaevandamisest rikutud soolade taastamisega, kuid ka taristu arendamisega. Nt on Hara soo, Viru raba ja Kuresoo raba turbatootmisega rikutud aladel ellu viidud raba elupaikade taastamise tegevused – loodusliku veerežiimi taastamine ja puittaimestiku eemaldamine. Muraka soostiku servaaladele on rajatud kuivenduskraavidele paisud, et luua eeldused raba servaala kuivendamisele veerežiimi ja sootaimestiku taastamiseks. Soomaa rahvusparkis on toetatud kaitse- eesmärkidest tulenevate iseloomulike loodus- ja kultuurmaastike säilimist ning avatud maastike taastamist – peamiselt raietööd kogumahu 105 ha. Looduse hoidmiseks ja küllastajate turvalisuse tagamiseks on Endla looduskaitsealal rekonstrueeritud 730 m laudteid, 1100 m hakkpuiduradu, sildu ning puhkekohti ja varjualuseid. Ka Soomaa ja Matsalu rahvusparkides, Alam-Pedja ja Nigula looduskaitsealadel on rekonstrueeritud külasterajatisi. Konkreetsed kliimamuutustega kohanemise meetmed hetkel puuduvad.

2.3.3. Rohumaad ja põllumaad

Probleemid, võimalused ja ohud

Rohumaadel ja põllumaadel on põhiline osa süsinikust seotud taimede juurtesse ja mulda. Põhiline osa juurtest paikneb ülemises 15 cm tõesuses mullakihis (Gleixner *et al.*, 2005). Seotud süsiniku hulka määravad ja mõjutavad nii maakasutus (põllumaa, ajutine rohumaa, püsirohumaa) kui ka konkreetsed majandamisvõtted (maaharimisviis, niitmise aeg ja sagedus, karjatamiskoormus). Juurte biomass mullas suureneb rohumaa vanusega. Lühiealised rohumaad, mida viljeletakse külvikorras seovad püsirohumaadega võrreldes vähem süsinikku, mis on põhjustatud nende ajutisest loomust ja sagedast mullaharimisest (Acharya *et al.*, 2012).

Süsiniku sidumist mulda mõjutab enam temperatuur, taimede kasvu (st süsiniku sidumist taimede maapealsetesse osadesse) aga sademete hulk. CO₂ kontsentratsiooni tõusu mõju taimedele ja rohumaadele tervikuna on oluliselt mõjutatud vee ja toitainete kättesaadavusest. Kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist. Suurem sademete hulk tõstab rohumaade produktsiooni ja võib mõnevõrra kiirendada ka orgaanilise aine lagunemist. Temperatuuri tõus kombinatsioonis põuuga toob aga kaasa CO₂ emissiooni suurenemise (Jones ja Donnelly, 2004).

Eri tüüpi rohumaa- ja põllumuldade süsiniku sidumisvõimet on Eestis põhjalikult uuritud. Rohumaamuldade süsiniku sidumisvõimet mõjutavad mulla tõesus ja veerežiim, samuti mulla lõimis ja karbonaatide sisaldus. Eri mullatüüpide orgaanilise süsiniku sisaldus ja mulla orgaanilise aine sisaldus varieeruvad suurtes piirides. Eesti rohumaa- ja põllumullad tervikuna seovad 39,9 Tg mulla orgaanilist süsinikku, mis on akumulatsioon 69,1 Tg mulla orgaanilisse ainesse (huumus, toorhuumus, turvas). 76,2% mulla orgaanilisest süsinikust on seotud bioloogiliselt aktiivsemasse humuskihti ja 23,8% mulla alumistesse kihtidesse (Kõlli *et al.*, 2007).

Eesti põllumuldades on seotud 86,4 Tg mulla orgaanilist süsinikku, mis on akumulatsioon 149 Tg mulla orgaanilisse ainesse. 77,3% mulla orgaanilisest süsinikust paikneb bioloogilisest aktiivsemas humuskihis ja 22,7% alumistes mullakihtides (Kõlli ja Ellermae, 2003).

Turvasmuldadeks nimetatakse looduslikult väga kõrge orgaanilise aine sisaldusega muldi (orgaanilise aine sisaldus üle 50%). Igasugune turvasmuldade harimine kahandab nende

orgaanilise aine sisaldust oluliselt (Nykänen *et al.*, 1995). Eestis soodustatakse turvasmuldadele püsirohumaade rajamist.

Looduslikes ökosüsteemides on orgaanilise süsiniku bilanss valdavalt tasakaalus. Põllumuldadel kipub see teraviljakasvatusel jääma negatiivseks. Eriti kõrge on mulla orgaanilise süsiniku emissioon vaheltharitatavate kultuuride kasvatamisel. Külvikorra orgaanilise süsiniku bilanssi tasakaalustatakse põldheina (liblikõieliste ja kõrreliste kultuuride segu) kasvatamisega (Kõlli *et al.*, 2009).

Põllumuldade mullasüsiniku säilitamist ja suurendamist võimaldavad spetsiaalsed maa-harimismeetodid, kus vähendatakse künni sügavust, -sagedust või loobutakse kündmisest täielikult. Esialgsed tulemused näitavad, et nn otsekülv võimaldab mullasüsinikku edukalt säilitada ja mõnel juhul süsiniku sidumist mulda isegi suurendada. Mullasüsiniku hulga suurendamisele aitaks kaasa põllumaade muutmine püsirohumaadeks või isegi poollooduslikeks rohumaadeks (Soussana *et al.*, 2004). Mõõduka karjatamiskoormuse korral karjamaa mulla süsinikusisaldus suureneb (LeCain *et al.*, 2002; Reeder ja Schuman, 2002). Intensiivselt majandatud karjamaade mulda seotakse süsinikku väga vähe sest taimede juurte kasv mullas on suure karjatamiskoormuse all tõsiselt takistatud (Jones ja Donnelly, 2004).

Liigirikkad rohumaad suudavad siduda rohkem süsinikku kui liigivaesed (Reich *et al.*, 2001). Mõnes eksperimendis on katseliselt suurendatud CO₂ kontsentratsiooni tingimustes registreeritud rohumaad suuremat liigirikkust kui CO₂ looduslikul foonil (Potvin ja Vasseur, 1997; Teyssonneyre *et al.*, 2002). Korduvalt on näidatud, et õhulämmastikku siduvate mügarbakteritega sümbioosis kasvavad liblikõielised taimed on suurenenud CO₂ kontsentratsiooni tingimuses eelistatud (Hebeisen *et al.*, 1997; Lüscher *et al.*, 1998). Kõrgemat produktiivsust on registreeritud ka teiste kaheiduleheliste liikide puhul, üheiduleheliste liikidega võrreldes (Lüscher *et al.*, 1996). Eri taimeliigid on CO₂ kontsentratsiooni tõusule erinevalt tundlikud. CO₂ kasutamise efektiivsuse poolest on C₃-taimed eelistatud C₄-taimede ees. Viimased aga kasvavad C₃-taimedest jõudsamalt kõrgema temperatuuri tingimustes (Soussana ja Lüscher, 2007). Rohumaade liigilise koosseisu muutumine mõjutab otseselt kariloomade sööda kvaliteeti. Suurenenud CO₂ kontsentratsiooni tingimustes muutuvad karjamaadel domineerivaks kõrgekasvulised, aga madalama söödaväärtusega liigid. Sööda kvaliteeti ohustavad täiendavalt ka ebastabiilsemaks muutuvad ilmastikuolud (kuiva- ja kuumalained; Soussana ja Lüscher, 2007). Kliimamuutuste mõju liigirikkusele ja kooslustele on detailsemalt käsitletud ülal **elurikkuse (1)** ja allpool **põllumajanduse (6)** peatükkides.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju Eesti rohumaadele ja põllumaadele

Konkreetne teave puudub. Ajalooline maakasutus ja sellega kaasnenud ekstensiivne põllumajandus on võimalikele kliimamuutustele olnud mõnevõrra vähem tundlik kui seda on kaasaegne maakasutus ja moodne põllumajanduslik tehnoloogia. On ilmne, et sagedam, sügavam ja suurepinnalisem mullaharimine tõstab põllu- ja rohumaamuldade CO₂ emissiooni ja sellega mullaviljakuse langust. Ja vastupidi, ekstensiivne mullaharimine aitab muldade huumusesisaldust ja viljakust säilitada.

Seniste kliimamuutuste tõttu toimunud muutusi rohumaadel on väga keeruline eristada inimõju tõttu toimunud muutustest (Jones ja Donnelly, 2004). Mõne pikaajalise eksperimendi tulemused näitavad, et kunstlikult tõstetud CO₂ kontsentratsiooniga keskkonnas püsirohumaad mulla süsinikusisaldus tõuseb ja see saab tasakaalustada kõrgenevat CO₂ kontsentratsiooni atmosfääris (Owensby, 1998). On üritatud näidata ka

juba toimuvate kliimamuutuste (CO₂ kontsentratsiooni tõusu) mõju rohumaade süsinikumajandusele (Newton *et al.*, 2014).

Arvatakse, et parasvöötme rohumaade kinnikasvamisel on inimtegevuse hääbumise kõrval teatav roll ka kõrgeenenud süsinikdioksiidi kontsentratsioonil atmosfääris (Morgan *et al.*, 2007). Seda põhjendatakse sellega, et puittaimedel on efektiivne ja sügavale ulatuv juurestik ja CO₂ tõusuga hästi kohanenud fotosünteesiaparatuur ja hea süsiniku sidumise võime.

Võimalikud muutused rohumaade liigilises koosseisus toimuvad paljude aastate vältel, järk järgult, mistõttu liikidel on aega muutustega kohastumiseks ja/või sobivasse kasvukohta levimiseks. Elupaikade ja koosluste fragmenteerumine maastikel seab levimisele täiendavad tõkked ja võib seda mõnevõrra aeglustada.

Olemasolevad kohanemismeetmed

Põllumajandussektoris on välja töötatud „Kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“, mille eesmärkide hulgas on muu hulgas ette nähtud ka analüüsida võimalusi kasvuhoonegaaside sidumise suurendamiseks põllumajandussektoris ning teha ettepanekuid asjakohaste meetmete täiendamiseks ja uuringute läbiviimiseks.

„Eesti maaelu arengukava 2014–2020“ meetmete loetelus seostuvad võimalike kliimamuutustega „Põllumajanduslik keskkonnatoetus (PKT)“, „Keskkonnasõbraliku majandamise toetus“, „Piirkondlik mullakaitse toetus“, „Poolloodusliku koosluse hooldamise toetus“, „Mahepõllumajandus“ ja „Natura 2000 toetus põllumajandusmaale“.

„Euroopa Liidu ühine põllumajanduspoliitika 2014–2020“ näeb ette järgida otsetoetuste maksimisele senisest rohkem kliimat ja keskkonda säästvaid põllumajandustavasid (nn „rohestamine“). Alates 2015. a kehtima hakkavaid „rohestamise“ nõuded on „Põllumajanduskultuuride mitmekesistamine“, „Olemasoleva püsirohumaat säilitamine“ ning „Ökoloogilise kasutuseesmärgiga maa-alade olemasolu“. „Rohestamise“ nõuete täitmine on ühtse pindalatoetuse taotlejale kohustuslik ja see moodustab 30% otsetoetustest. „Looduskaitse arengukava aastani 2020“ meetmetest on kliimamuutuste leevendamisega seotud „Elupaikade soodsa seisundi tagamine“, „Maastike mitmekesisuse tagamine“, „Loodusobjektide kaitse korraldamine“, „Looduskaitsepiirangute kompenseerimine ja looduskaitsetööde toetamine“, „Maavarade kaevandamisega kaasnevate elurikkust vähendavate mõjude analüüs, leevendusmeetmete väljatöötamine ja rakendamine“, „Kliimamuutusega elurikkusele kaasneva negatiivse mõju leevendamine“ ja „Taastuvenergia kasutamisele kaasnevate negatiivsete mõjude analüüs, leevendusmeetmete väljatöötamine ja rakendamine“.

„Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030,“ meetmetest on Eesti rohumaade ja põllumaade käekäiku mõjutavad meetmed „Loodusvarade säästlik kasutamine ja jäätmetekke vähendamine, Muld ja maakasutus“ (eesmärgiks on keskkonnasõbralik mulla kasutamine ja loodus- ja kultuurimaastike toimivus ja säästlik kasutamine), „Maastike ja looduse mitmekesisuse säilitamine, Maastikud“ (eesmärgiks on mitmetoetstarbeliste ja sidusate maastike säilitamine) ja „Maastike ja looduse mitmekesisuse säilitamine, Bioloogiline mitmekesisus“ (eesmärgiks elustiku liikide elujõuliste populatsioonide säilimiseks vajalike elupaikade ja koosluste olemasolu tagamine).

2.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Maismaa ökosüsteemide valdkonnas käsitletakse järgmisi olulisemaid kliimategureid ja -riske:

- aasta keskmise **õhutemperatuuri** tõus (sh põua sagenemine, vegetatsiooniperioodi pikenemine);
- aasta keskmise **sademete hulga** tõus;
- **tuulekiiruse** tõus ja tormide sagenemine;
- **lumikattega** päevade arvu vähenemine;
- **ekstreemsete ilmastikunähtuste** sagenemine.

2.4.1. Alavaldkond: metsad

Metsad sisaldavad rohkem kui 80% maismaa süsinikuvarust (Dixon *et al.*, 1994), olles seeläbi olulised süsinikuringe ja kliima reguleerijad. Metsal ja metsamajandusel on võtmeroll kliimamuutuste leevendamisel ja kohanemisel, seega on metsandus kesksel kohal kliimapoliitika kujundamisel.

2.4.1.1. Riskid ja haavatavus

Metsa kliimamuutuste riskide ja haavatavuse hindamisel lähtutakse „Eesti looduskaitse arengukava aastani 2020“ ja „Metsanduse arengukava aastani 2020“ eesmärkidest:

- liikide ja (metsa)elupaikade soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine;
- loodusvarade pikaajaline püsimine;
- puidu varumine viisil ja ulatuses, mis tagab metsade elustiku mitmekesisuse, tootlikkuse, uuenumisvõime, elujõulisuse ning potentsiaali praegu ja ka tulevikus.

Kuigi Eestis pole kliimamuutused nii ekstreemsed kui paljudes teistes maailma ja Euroopa Liidu riikides, eriti Lõuna-Euroopas, on ka meie aladel prognoositud olulisi muutuseid. Sõltuvalt riikide võimest võtta leevendavaid meetmeid, kasutada efektiivsemaid tehnoloogiaid ja üleminekust madalaheitelisele süsinikumajandusele, prognoositakse Eesti territooriumil keskmiseks õhutemperatuuriks aastal 2100 8,3–9,7 °C (**Tabel 3**; Luhamaa *et al.*, 2015). Sagenevad suvised kuuma- ja põuaajaperioodid, tuulekiirus kasvab 3–18% võrreldes perioodiga 1971–2000, sagenevad tormid (eelkõige talvel), aasta keskmiseks sademete hulgaks prognoositakse senise 646 mm asemel 749–768 mm (**Tabel 4**).

Eestis ei ole seni tehtud ülevaatlikke riskianalüüse, mis käsitleksid haavatavust kliimamuutuste suhtes. Euroopa Keskkonnaagentuuri aruandes „Kliimamuutused, mõjud ja haavatavus Euroopas 2012“ (EEA Report, 2012) arvatakse Eesti riikide hulka, kus võimalik haavatavus kliimamuutuste suhtes on väike.

Temperatuuri mõju metsaökosüsteemile

Eesti jääb piirkonda, kus temperatuuri kasv on eeldatavalt suurem kui globaalne keskmine, kusjuures temperatuur suureneb rohkem talvel ja kevadel (Luhamaa *et al.*, 2015). Aastaks

2100 prognoositakse, et talvine õhutemperatuur oluliselt alla 0 °C ei lange, mistõttu ei külmu ka metsamuld. Eesti liigniisketes kasvukohatüüpides on metsa traditsiooniliselt raiutud külmunud pinnasega. Läbikülmumata muld (mõju 2.04) takistab metsatööde tegemist. Metsatööstusmasinad kahjustavad pehmel pinnasel liikudes mulla struktuuri ning põhjustavad mulla tihenemist. Mulla tihenemine takistab omakorda vee ja gaaside liikumist läbi mulla, mille tulemusena väheneb vee ja hapniku kättesaadavus mulla elustikule ja taimedele, väheneb mullaviljakus ning halvenevad taimede kasvutingimused. Mulla struktuuri hävimine suurendab lokaalset soostumise ohtu, millega kaasneb mullast lähtuva kasvuhoonegaaside heite suurenemine.

Külmunud mullas on puud tormikindlamad, tuul ei kergita juuremättaid välja ja tormiheiteid on vähem (Laas *et al.*, 2011). Kuna tuule kiiruse ja tormide sagenemist prognoositakse just talveperioodiks, suureneb tulevikus eelkõige talviste tormikahjustuste oht (mõju 2.03). Tormikahjustused vähendavad puidu väärtust, soodustavad kooreüraskite hulgisigimist ning võivad põhjustada lokaalset soostumist.

Kliimamuutuste negatiivse mõjuna suurendavad soojad talved metsapuudel külmakahjustuse ohtu (Solberg, 2006). Enneaegselt puhkevad pungad on hilisema temperatuurilanguse suhtes eriti tundlikud, samuti suureneb vee aurumine võrast, mida veel uinuva puu veevarustussüsteem ei suuda kompenseerida (Voolma, 2008). Suvine õhutemperatuuri kasv võib põhjustada raiesmikel tõusmete ja seemikute kuumakahjustusi ja hukkumist (mõju 2.06), seda eelkõige kuivadel muldadel.

Kevad-suviste põuaperioodide sagenemine ja pikenemine soodustab üraskite paljunemist ja juuremädanike arengut (mõju 2.05). Suvine temperatuuri tõus ja pehmemad talved loovad soodsad elutingimused mitmesuguste Eesti kohalike kahjurite kõrval ka neile, kelle levikuareaal on lõuna pool (vt ka ptk **metsahaigused 7.4.3**). Eesti metsades esinevatest seenhaigustest on suurimad kahjustajad juuremädanikke tekitavad juurepess ja külmaseen. Juurte kahjustuse tõttu põuaperioodil veepuudusest tekkiv stress muudab puud tüvekahjurite poolt haavatavaks. Ennustatakse, et juuremädanik nakatub tulevikus veelgi enam okaspuustuid, tuues kaasa suurema majandusliku kahju (Eesti kuues kliimaaruanne, 2013). Üraskid ja seened hävitavad metsamaterjali ning tekitavad lagupuitu, mis ühest küljest avaldab negatiivset mõju metsamajandusele, kuid teisalt loob juurde elupaikasid (kasvusubstraati, pesa-, toitumis- ja varjupaiku) väiksematele metsaliikidele, soodustades seeläbi metsa bioloogilise mitmekesisuse ja metsaökosüsteemi terviklikkuse säilimist (Anslan, 2011).

Euroopa metsad seovad igal aastal umbes 100 mln tonni süsinikku (EEA Report, 2012), Eesti metsad keskmiselt 1,5 mln tonni C⁷ (ehk 5,5 Mt CO₂; National Inventory Report, 2014). Põhja-Euroopas on kliimamuutustega kaasneva CO₂ kontsentratsiooni, õhutemperatuuri ja sademete suurenemisel positiivne mõju metsa produktsioonile, erinevatel hinnangutel suureneb metsaökosüsteemi neto primaarproduktsiooni kuni 40% (mõju 2.09) (Bergh *et al.*, 2003; Poudel *et al.*, 2011; EEA Report, 2012, Sievänen *et al.*, 2014). Eesti huvirühmade ja ekspertide arvamusel jääb metsa produktsiooni suurenemine pigem tagasihoidlikumaks, hinnanguliselt kuni 20%⁸.

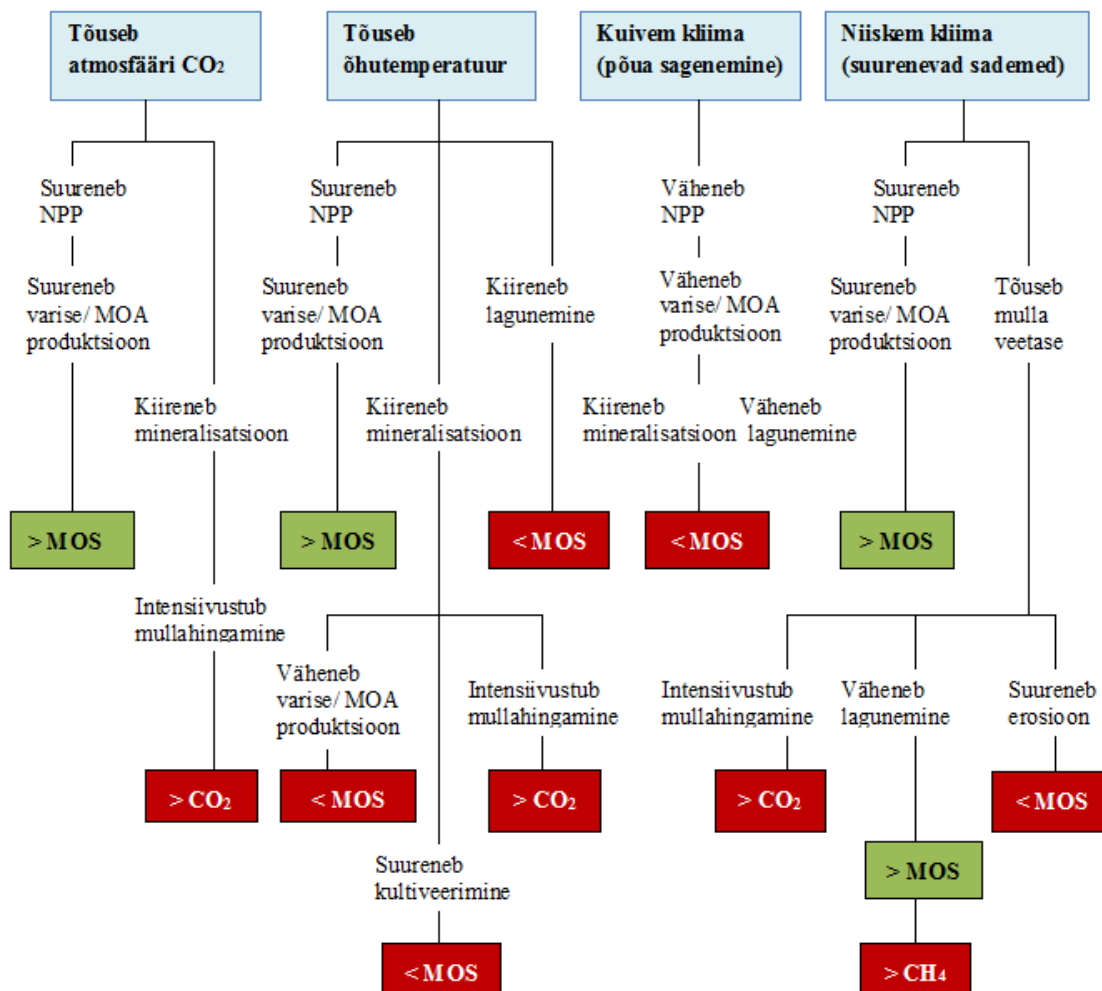
Kliimamuutustest tingitud metsamulla süsinikubilansi muutuseid on keeruline prognoosida rohkete abiootiliste ja biootiliste tegurite ning nende kompleksmõju tõttu. Näiteks on Smith jt (2006) leidnud Euroopa metsade modelleerimise tulemusena, et kliima soojenemine soodustab maapealse ja maa-aluse varise teket, mis omakorda suurendab orgaanilise

⁷ 1990–2012 keskmine väärtus (NIR, 2014)

⁸ BioClim huvirühmadele suunatud avaseminari (27. aprill 2015) arutelu

süsiniku akumulatsiooni mulda. Seevastu on Ostonen jt (2011) leidnud, et mullatemperatuuri tõustes kahaneb peenjuurtesse paigutava süsiniku hulk. Seega võib uuringutest järeldada, et kliimamuutused mõjutavad süsiniku allokatsioonimustreid metsas. Metsaökosüsteemi süsinikubilansi analüüsimisel on lisaks taimede maa-alusele ja maapealsele produktioonile oluline hinnata ka ökosüsteemist väljuvaid voogusid, millest mullahingamine (emissioon mullast) on peamine, globaalses süsinikubilansis suuruselt teine voog (Bond-Lamberty ja Thomson, 2010).

Kõrgem õhutemperatuur kiirendab mullaorgaanika lagunemist ning suurendab mullahingamist (mõju 2.10), mille tulemusena suureneb süsihappegaasi emissioon mullast, kuid samaaegselt võib suureneka ka mulla orgaanilise süsiniku varu. Siiski arvatakse, et süsiniku sidumine biomassi ületab intensiivistunud orgaanika lagunemisest ja mullahingamisest tulenevat süsiniku emissiooni ning mets jääb ka muutuvates kliimatingimustes süsinikku neelavaks ökosüsteemiks (Schlesinger ja Andrews, 2000; Melillo *et al.*, 2002, Davidson ja Janssens 2006; Conant *et al.*, 2008; Sievänen *et al.*, 2014).



Joonis 4. Kliimamuutuste mõju mineraalmuldadele (EEA Report, 2012 järgi). NPP – neto primaarproduktioon; MOA – mulla orgaaniline aine; MOS – mulla orgaaniline süsinik; CO₂ – süsinikdioksiid; CH₄ – metaan

Metsatulekahjude arv ja pindala sõltuvad suuresti tuleohtliku perioodi ilmastikust. Tulevikus prognoositakse kevad-suviste põua perioodide sagenemist ja pikenedamist, mis on

tingitud nii kõrgemast õhutemperatuurist kui lühemast lumikatte kestusest (Luhamaa *et al.*, 2015). Koos sagenevate põudadega suureneb ka tuleoht metsades (mõju 2.02). Eriti ohtlik on metsa turvasmuldades aset leidev maatuli, sest põlemine on püsiv ja võib kesta kuid. Maatuli viib metsa hukkumisele, põletades puude juurte ümbert ära turbakihi, hävitades peened juured ja puid püsti hoidnud mulla. Maatuli on metsa ökosüsteemi seisukohalt kõige laastavam (Laas *et al.*, 2011). Suured tulekahjud kahjustavad metsa majanduslikku väärtust ja vähendavad mulla viljakust orgaanilise ainese kao tõttu, samuti võivad need takistada bioloogilise mitmekesisuse kaitset, kui põlengud toimuvad kaitsealadel. Tugevalt kahjustatud Natura 2000 aladel on väga raske taastada tulekahju eelset seisundit, eelkõige bioloogilist mitmekesisust (Roheline raamat, 2010). Seevastu võivad väiksepinnalised tulekahjud soodustada metsa elurikkuse kasvu, suurendades surnud puidu mahtu ning luues metsaliikidele mitmekesisemaid elupaikasid (Vanha-Majamaa *et al.*, 2007; Berglund *et al.*, 2011; Anslan, 2011). Eesti ja Soome alal prognoositakse metsapõlengute ohu suurenemist kuni 40% võrreldes perioodiga 1961–1990 (EEA Report, 2012; Migliavacca *et al.*, 2013; Lehtonen *et al.*, 2014). Eesti huvirühmade ja ekspertide arvamusel on metsatulekahjude suurenemise oht Eestis pigem väike, sest ka käesoleval ajal esinevad metsatulekahjud harva ja enamasti väiksel pinnal ning Eestis on hästitoimiv metsapõlengu ennetamise ja ohjamise süsteem⁹. Samuti vähendavad metsapõlengute ohtu suurenevad sademed.

Sademete mõju metsaökosüsteemidele

Mullakvaliteedi ja kasvutingimuste parandamiseks ning metsadele ligipääsu loomiseks on Eestis rajatud kuivendussüsteeme *ca* 23% metsamaast („Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“, 2014). Seoses sademete suurenemisega võib tulevikus tekkida vajadus tihendada kuivendussüsteemi võrgustikku või süvendada ja taastada olemasolevaid kraave (mõju 2.08). Mulla kuivendamine parandab metsa kasvutingimusi, kuid on samaaegselt seotud mullaorgaanika kiirenenud lagunemise ja mullahingamise olulise intensiivistumisega, mistõttu on oht, et kuivendatud alad kujunevad süsihappegaasi allikateks. Suurimad CO₂ emissioonid tekivad seoses turvasmuldade kuivendamisega, misjärel on CO₂ heite suuruseks mullast hinnatud 20–40 t ha⁻¹ a⁻¹ (EEA Report, 2012).

Sademete intensiivistumise tõttu suureneb ka metsamulla vee-erosioon (mõju 2.07), mille tulemusena toimub orgaanilise aine ja toitainete kadu, väheneb mullaviljakus, väheneb vee infiltreerumine pinnasesse ja suureneb taimede väljajuurimise oht. Euroopa kliimamuutuste, mõjude ja haavatavuse aruande (EEA Report, 2012) kohaselt on praegu Eesti aladel mulla vee-erosioon vähene, jäädes valdavalt alla 0,5 t/ha aastas, metsa-aladel on erosioon veelgi väiksem. Kuigi intensiivistuvad sademed ja tugevamad tuuled võivad mullaerosiooni esinemist ja ulatust suurendada, jääb selle mõju Eesti metsades kliimamuutuste tagajärjel suure tõenäosusega väheoluliseks.

Metsaökosüsteemi õhuniiskusega manipuleerimise (free air humidity manipulation ehk FAHM) uuringutest on selgunud, et suurenenud õhuniiskus vähendab vähesel määral mulla emissiooni (Hansen *et al.*, 2013; Kukumägi *et al.*, 2014), viimane sõltub siiski oluliselt rohkem mullatemperatuurist, mistõttu on usaldusväärsete tulemuste saamiseks vaja uurida õhutemperatuuri ja niiskuse koosmõju maa-alusele süsinikuringele.

Metsa kasvukohatüübi määrab ära eelkõige muld ja selle niiskusrežiim. Kuna viimane on muudetav (muutuv), ei tarvitse ka kasvukohatüüp olla jääv suurus. Näiteks on riigimetsas metsakuivenduse tulemusena viimase 50 aasta jooksul suurenenud kõdusoometsade pindala üle 10 korra ja rohusoometsade (madalsoo, lodu) pindala vähenenud kaks korda (Pärt, 2010). Tulevikus suurenevad sademetehulgad kui ka võimalik kuivendussüsteemi

⁹ BioClim huvirühmadele suunatud avaseminari (27. aprill 2015) arutelu.

laiendamine/korrastamine võivad kaasa tuua metsa kasvukohatüüpide osakaalu muutuseid (mõju 2.11), mis omakorda mõjutab elupaikasid, liikidevahelist konkurentsi ja liikide levikut.

Tuule mõju metsaökosüsteemile

Eesti puistute peamiseks hukkumise põhjuseks on tormikahjustused („Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010). Põhja-Euroopa kohta tehtud mudelarvutustes ennustavad suurimat keskmise tuulekiiruse kasvu talvekuudel. Suurimaks keskmise tuulekiiruse kasvuks on Eesti rannikumerel prognoositud kohati rohkem kui 20%. Maismaal on tuulekiiruse kasv väiksem, kusjuures ekstreemsed tuulekiirused kasvavad sarnaselt keskmise tuulekiirusega (Luhamaa et al., 2015). Seoses tuulekiiruse kasvu ja tsüklonite sagenemisega võib ennustada tormikahjustuste (tormimurru ja -heite) sagenemist (mõju 2.03), mille tagajärjel langeb puidu kvaliteet ja suureneb üraskikahjustuse oht, sest koristamata tormiheide ja -murd ning tormist kahjustatud puud on heaks paljunemiskohaks patogeenidele. Tormi järel lagedaks jäänud niisked alad võivad transpiratsiooni olulise vähenemise tõttu soostuda.

Kliimategurite koosmõju metsaelustikule

Kliimamuutused võivad mõjutada metsa ökoloogilist dünaamikat, liikidevahelisi suhteid ja populatsioonide vastastikmõju ökosüsteemi abiootiliste teguritega. Bioloogilist mitmekesisust, mida on nimetatud ka inimkonna kollektiivseks elukindlustuseks (EL-i bioloogilise mitmekesisuse strateegia, 2011), ohustab elupaikade hävimine kliimamuutuste tõttu (tuli, tormid jm), kuid liikidevaheliste suhete muutuste kaudu (konkurents, herbivooria, tolmemdamine, sümbioos jt). Kliimamuutused põhjustavad keskkonnamuutuseid, mille tulemusena toimub elupaikade geograafiline nihkumine, killustumine või nende hävimine, mis toob kaasa populatsioonide vähenemise või hukkumise ning geneetilise mitmekesisuse languse (Opdam ja Wascher, 2004). Kliima soojenedes jõuavad Eesti aladele lõunast tulevad uued liigid (nt puuvõõrik), samas mõni põhjapoolne kaob (nt mesimurakas). Kliimamuutuste tagajärjena võib tekkida ajaline nihe liikide vahel, kes sõltuvad üksteisest toidu ja tolmemdamise kaudu (EEA Report, 2012). Rohkem teavet Eesti ohustatud ja võõrliikidest võib leida ptk-st 1 „Elurikkus“.

Inimmõju metsaökosüsteemile kliimamuutuste raames

Majandatavate metsaökosüsteemide kujunemine (aineringe, süsiniku tagavara, puistu struktuur, elupaikade fragmenteeritus jne) sõltub pigem inimtegevusest kui kliimamuutustest. Kliimamuutused võimendavad inimtegevusest tulenevaid negatiivseid mõjusid ökosüsteemile, nt intensiivistub raiejärgne orgaanika lagunemine, mille tulemusena võib väheneda mulla süsinikuvaru ning suureneb CO₂ heide atmosfääri (**Tabel 21**, mõju 2.01) (IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report). Soojem ja niiskem kliima suurendab puiduproduksiooni, mis omakorda suurendab raiepotentsiaali. Metsaökosüsteemide looduslikkusele ja elurikkusele on Eestis suurimaid survetegureid uuendusraie (nii metsade noorendajana, loodusliku struktuuri lõhkujana kui ka killustajana) ja metsakuivendus. Majandusmetsade põhiprobleem on vanuseline ja liigiline ühtlustumine (maastiku homogeniseerumine) ning vanade, suurte üksikpuude, eriti kasvua lõpufaasis olevate lehtpuude puudumine (Keskkonnaülevaade 2013, 2014). Seejuures tagab just liigiline ja geneetiline mitmekesisus ning erivanuseliste puude olemasolu metsa suurema vastupanuvõime kliimamuutustest tingitud intensiivsematele häiringutele (põlengud, tormid, patogeenide rünnakud jne) (Lindner *et al.*, 2008). Teine oluline raiemõju on raiete paiknemise ja metsaveoteede rajamise tagajärjel killustunud metsamassiivid, mis mõne liigi (nt lendorav) jaoks on muutunud otseselt asurkonda hävitavaks. Samas on raied vajalikud

lisaks majanduslikele põhjustele ka kliimamuutustega kohanemisel. Näiteks soovitatakse boreaalses metsas kliimamuutustest põhjustatud suurenenud puiduproduktiooni tõttu teha sagedamini ja suuremas mahus hooldusraieid. Sellega parendatakse puistu struktuuri ja metsa tervislikku seisundi ehk vähendatakse metsa haavatavust erinevatele looduslikele häiringutele ja haigustele (Lindner *et al.*, 2008).

Suurenevad sademed toovad vajaduse rekonstrueerida või rajada metsa uusi kuivenduskraave. Kuivendusel on aga peale otsese elupaigamuutuse ka suur elurikkust vähendav mõju - kuivenduskraavid muudavad metsa looduslikku veerežiimi. Looduslikud metsaveekogud kaovad vähehaaval ja veekogude kui elupaikade mitmekesisus väheneb. See omakorda vähendab veekogudega seotud liikide, nt kahepaiksete elurikkust metsades ja hävitab lõpuks ühe olulise lüli metsade toitumisahelates (Keskkonnaülevaade 2013, 2014). Eelnevat arvesse võttes on metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamise eesmärgil muutuvates kliimatingimustes oluline pöörata tähelepanu inimõju leevendavatele meetmetele.

2.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) Kuni aastani 2020

Kuni aastani 2020 (ja 2030) eeldatakse senise ilmastiku jätkumist, mistõttu ei esine ka märkimisväärset kliimamuutuste mõju metsaökosüsteemile. Peamist mõju avaldavad inimtegevusest tingitud ökosüsteemi muutused.

b) Kuni aastani 2030

Sagenevad ekstreemsed ilmastikunähtused, nt põuad ja tormid. Kliimamuutuste negatiivne mõju (majandusele) avaldub põuaperioodi sagenemine kaudu, mis suurendab metsatulekahjude ohtu ning soodustab patogeenide paljunemist. Tormid suurendavad tormiheite ja -murru esinemist. Talvel ei külmu muld sügavalt läbi, mis raskendab raietööde läbiviimist. Raskeveomasinad kahjustavad mulla struktuuri, põhjustades mulla tihenemist ning sellega kaasnevat soostumise ohtu, mille tulemusena suureneb metsamulla kasvuhoonegaaside emissioon.

Mõjude avaldumise tõenäosust hinnatakse väikeseks.

c) 2021–2050

Talvel tõuseb õhutemperatuur 2,3–2,9 °C võrra, mis loob soodsamad tingimused patogeenide paljunemiseks ja levikuks. Mulla kiirem kevadine soojenemine soodustab juurepessu levikut. Talvine õhutemperatuuri tõus vähendab mulla läbikülmumist ja raskendab raietööde teostamist. Metsatöomasinad kahjustavad läbikülmumata mulla struktuuri, põhjustades mulla tihenemist ja soostumist, mis suurendab tormiheite ohtu ja kasvuhoonegaaside emissiooni. Suvine keskmine õhutemperatuur on praegusest *ca* 2 °C kõrgem, mis suurendab metsatulekahjude ohtu. Aasta keskmine sademete kasv 10–16% suurendab vähesel määral metsamulla kuivendamise vajadust. Mulla kuivendamine parandab puude kasvutingimusi, kuid suurendab samaaegselt orgaanika lagunemist mullas, mistõttu suurenevad mullaemissioonid. Tsüklonite arvu kasv võib vähesel määral suurendada tormikahjustuste sagedust ja pindala.

Positiivse mõjuna suureneb metsa produktioon ning süsiniku sidumine biomassi.

Mõjude avaldumise tõenäosust hinnatakse pigem väikeseks.

d) 2051–2100

Peamiselt avalduvad negatiivse suunaga mõjud. Talvine õhutemperatuur ei lange alla nulli, maapind ei külmu läbi, mis raskendab raietööde läbiviimist. Metsatöömashinad võivad rikkuda läbikülmumata mulla struktuuri, muld tiheneb, väheneb mullaviljakus ning halvenevad taimede kasvutingimused, tekivad lokaalsed liigniisked alad, suureneb kasvuhoonegaaside emissioon mullast, väheneb mullasüsiniku varu. Soojemad talved loovad soodsamad tingimused patogeenide paljunemiseks ning läbikülmumata muld teeb puud vastuvõtlikumaks tormikahjustustele.

Suvine õhutemperatuuri tõus 2,2–3,8 °C võrra ja sagenevad põuaperioodid suurendavad Eesti alal metsapõlengute ohtu 20% kuni 40% võrreldes perioodiga 1961–1990 (EEA raport, 2012). Eesti huvigruppide ja ekspertarvamuse kohaselt jäävad metsatulekahjud siiski pigem väheoluliseks. Kõrgem õhutemperatuur kiirendab mullaorgaanika lagunemist ja suurendab mullahingamist, kasvab mulla kasvuhoonegaaside emissioon. Suvine põud suurendab raiesmikul tõusmete ja seemikute hukkamise ohtu.

Sagenevad ja tugevamad tormid kahjustavad kasvavat metsa. Temperatuuri ja niiskusrežiimi muutused võivad muuta metsakasvukohatüüpide osakaalu, metsa ökoloogilist dünaamikat ja liikidevahelisi suhteid. Kliimamuutused suurendavad elupaikade killustatust ning soojem kliima soosib võõrliikide sissetõulet, mis suurendab konkurentsivõimet kohalikele populatsioonidele.

Positiivse mõjuna suureneb metsa tootmine ning süsiniku sidumine biomassis.

Kliimamuutuste mõjude suurust ning avaldumise tõenäosust hinnatakse antud perioodil keskmiseks.

2.4.2. Alavaldkond: sood ja teised märgalad

2.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Kliimamuutuse aspektist vaadatuna on märgaladel kahetine roll. Ühelt poolt võib rääkida märgalade aktiivsest rollist kliima mõjutamisel, kuna turbaalad, kus on salvestunud suur süsiniku varu, on seoses kuivendamisega kujunenud üheks olulisemaks kasvuhoonegaaside allikaks. Märgalad mõjutavad tugevasti ka lokaalset mikrokliimat – märgalades salvestatud veevaru ja sealne taimkate ühtlustab temperatuuri ja niiskuse gradiente, mis soodustab elurikkust pakkudes suuremat niširuumi erinevate nõudlustega liikidele. Teisalt on märgalad tundlikud kliimamuutusega seotud tegurite, eelkõige temperatuuri ja sademete muutuste suhtes. Oluline on siinkohal eristada mõjusid sisemaa soodele ja rannikuäärsetele märgaladele, aga ka looduslikele soodele ja kuivendatud turbaaladele - neist kõige enam mõjutatud on kuivendatud alad.

Kliimaatilistest teguritest mõjutavad sisemaa märgalaid kõige enam talvise õhutemperatuuri tõus ja sademete hulga suurenemine, mis muudavad hüdroloogilisi tingimusi ja sesoonsust ning mõjutavad toitainete liikumist. Ilmastiku üksiksündmustest on sisemaa märgalad tundlikud sagedaste külmumis-sulamisüklite suhtes külmal poolaastal, suvise põua suhtes, eriti kui sellele järgnevad vihmavahingud, ja kestvate sügisvihmade suhtes. Ranniku märgalad on tunduvalt ebastabiilsemad võrreldes sisemaa soodega, eriti maastike morfoloogiliste muutuste seisukohalt. Rannikualade peamiseks kliimaatiliseks mõjutajateks on tormisuse kasv ja tuulte läänesuunalise komponendi sagenemine, mille mõjul on jäävabadel talvedel kasvanud veepaisutus Eesti saarte randades ja läänerranniku lahtedes (vt Tabel 21, Tabel 22 ja Tabel 23).

Temperatuuri mõju märgaladele

Looduslikud sood mõjutavad Maa kliimat, sidudes süsihappegaasi ning vabastades atmosfääri metaani ja vähesel määral ka naerugaasi (Minkkinen *et al.*, 2002). Kui loodusliku soo seisund muutub, olgu siis inimtegevuse või kliimamuutuste tõttu, muutub ka soo kasvuhoonegaaside bilanss (Salm *et al.*, 2009) – temperatuuri tõustes CO₂ ja N₂O emissioon suureneb (Martikainen *et al.*, 1993; Minkkinen *et al.*, 2002), CH₄ emissioon väheneb (Martikainen *et al.*, 1995; Minkkinen *et al.*, 2002). Ilometsa (1996) arvates on väga raske ennustada, kuidas reageerib looduslikus seisundis olevate soode süsinikubilanss kliimamuutusele. Siiski on kindel, et nende praegune seisund muutub oluliselt, kuna soid peetakse väga tundlikeks veebilansi mõõdukate muutuste suhtes ja pehmed talved kestvate plusskraadidega mõjutavad soode veerežiimi drastiliselt. Kuivendatud soodes, kus vee pidev väljavool põhjustab niigi suuremat turbaosakeste kadu võrreldes looduslikus seisundis olevate soodega, suureneb seal aereerituse ja temperatuuri tõusu tõttu ka orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus. Kui pindmise turbakihi külmumine väheneb, algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem, kui praegustes tingimustes. Selle tagajärjel suureneb ka CO₂ emissioon (**Tabel 22** mõju 2.12). Ka metanogeneesi turbaaladel on põhjamaises kliimas, erinevalt lõunapoolsetest laiuskraadidest, äärmiselt tundlik temperatuurimuutustele 0 °C ümbruses – mikroobid reageerivad ka väga väikestele temperatuuri muutustele orgaanilise aine lagunemiskiiruse tõusuga, mis võib tõsta KHG-de emissiooni neilt aladelt (Frenzel, 2008). Salm'i jt (2012) mõõtmisandmetele tuginedes võib öelda, et KHG-de emissioon kuivendatud turbaaladelt on õhu- ja pinnasetemperatuuriga keskmise tugevusega seoses (vt all **turba kaevandamise** ptk **11**, **Joonis 15**). Seeläbi võib ennustada, et keskmise õhutemperatuuri tõusuga kaasneb ka CO₂ emissiooni suurenemine ning oluliseks mõjuks ökosüsteemile võib seda pidada alates perioodist 2051–2100.

Sagenevad suvised põuad muudavad turbaalade sooveetaseme ebastabiilseks, ning aeroobsete ja anaeroobsete protsesside vaheldumine põhjavee piirhorisondis soodustab samuti orgaanilise aine lagunemist. Suurenev talvine sademete hulk ja äravool ning külmumis-sulamistsükli vaheldumine soodustavad omakorda lahustunud orgaanilise süsiniku (*dissolved organic carbon* e. DOC) mobiliseerumist ja ärakannet. Kuna turbast pärinev DOC koosneb valdavalt kollast või pruuni värvi huumusainetest, halvendab see järvedesse ja/või rannikumerre jõudnuna veesiseseid valgusolusid. Täiendava toiduna bakteritele, muudab DOC veekogude toitumisahela tasakaalu. Lõppväljundina DOC laguneb, täiendades KHG-de emissiooni (**Tabel 22** mõju 2.12).

Üheks kliimateguriks, mis hakkab soode seisundit mõjutama, on ka talvise õhutemperatuuri tõus, mille tagajärjel soode pindmine kiht võib jääda aastaringselt mittekülmunuks. Krause ja Hanisch (2007) modelleerisid suurenenud talviste sademete ja aurumise, vähenenud lume akumulatsiooni ja vähenenud suviste ning sügiseste sademete mõju valgla hüdroloogiale. Olukorras, kus oluliselt suureneb talvine äravool ja väheneb suvine äravool, suureneb märgalade tähtsus vooluhulkade ühtlustajana, mis võimaldab vähendada talvise üleujutuse ohtu ja säilitada suvist põhiäravoolu. Teiselt poolt vähenevad põuasemate suvede tingimustes paratamatult märgalade veetase ja veevaru, millel on selged järelmid märgalade elustikule ja vett puhastavatele omadustele.

Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad nihkeid soode taimkatte liigilises koosseisus, muutes erinevate turbasambalaliikide vahekorda ja suurendades puhmastaimede konkurentsieelist turbasammalde ees. Lisaks kliimaatilistele teguritele mõjutab turbasammalde, puhmastaimede ja kõrreliste vahekordi ka toiteainete (N ja P)

kättesaadavus. Soome soodes kuivendatuse gradiendis tehtud uurimused (Vávrová, *et al.*, 2008) näitavad, et veetaseme püsiva alanemise järel muutub dramaatiliselt taimestik ja selle tagajärjel varise hulk ja koostis (mõju 2.14). Ka mikroobikooslused muutuvad, kuid need muutused pole nii suured, kui taimestiku muutused. Varise tüüp mõjutab omakorda lagundajate kooslust ja funktsioone.

Robroek jt (2007) tehtud katses kasvatati nelja turbasambla liiki – *Sphagnum magellanicum* (liilakas turbasammal), *S. rubellum* (punane turbasammal), *S. fuscum* (pruun turbasammal) ja *S. imbricatum* – kahe veetaseme (–5 cm ja –15 cm) tingimustes ja kahel temperatuuril (15°C ja 20°C). Kolm esimest liiki on Eestis väga sagedad ja erinevad looduses oma mikrotopograafiliste eelistuste poolest. Katse näitas, et veetaseme ja temperatuuri muutused võivad nihutada turbasambla liikide väljakujunenud vahekorda rabas, mis võib muuta olulisi ökosüsteemi protsesse. Autorid rõhutavad turbasammalde liigilise koosseisu ja liikide vahekorra jälgimise tähtsust, kui eesmärgiks on kliimamuutuste mõju jälgimine rabades.

Rohu-siirdesoodo pindala, mis Laasimeri (1965) andmetel oli 1950. aastatel 76 200 ha, koos siirdesoometsadega 151 800 ha, on viimase inventuuri (Paal ja Leibak, 2011) kohaselt vähenenud enam kui kahekordselt. Selle peamiseks põhjuseks ei ole mitte turba-kaevandamine, vaid avatud rohu-siirdesoodo metsastumine või metsastamine männi ja kasega. Seega on suur osa rohu-siirdesoodest transformeerunud siirdesoometsadeks või kõdusoometsadeks. Paal ja Leibak (2011) väidavad, et enamasti on metsastumine põhjustatud kas otsesest või naabruses toimunud kuivendamisest, kuid osa muutusest võib olla tingitud Põhja-Euroopa kliima mõningasest soojenemisest ja seetõttu jätkub rohu-siirdesoodo arvu ja pindala vähenemine tõenäoselt ka tulevikus. Ka Eesti lage- ja puisrabad metsastuvad tasapisi (Leivits ja Leivits, 2009). Selle põhjuseks on komplekselt kliimamuutuse, kuivenduse, põlengute, suureneva lämmastiku sissekande jm mõju. Seega võib eeldada, et lage- ja puisrabade arv ning pindala tulevikus väheneb, samal ajal rabametsade pindala suureneb. Linderholm ja Leine (2004) oletasid, et turbaalade metsastumise trend Euroopas ja Põhja-Ameerikas on ümbritsevate alade kuivendamise kõrval põhjustatud ka suvise õhutemperatuuri tõusust, mis on langetanud rabade veetaset.

Linnuvaatlused Nigula rabas 40 aasta jooksul (Leivits *et al.*, 2008) näitasid, selget tendentsi lõunapoolse levilaga liikide arvukuse tõusu ja põhjapoolse levilaga liikide arvukuse languse suunas. Märgatavateks muutusteks Eesti rabades viimase 40 aasta jooksul on eutroofseid elupaiku (rohumaad, madal- ja siirdesood) eelistavate liikide invasioon oligotroofsetesse rabadesse ja puulembeste liikide arvukuse tõus – lagedat ala eelistavad liigid asenduvad tavaliste metsa- ja võsaliikidega. Aastatel 1968–2007 suurenes oluliselt ka Nigula rabas pesitsevate linnuliikide arv. Peamiseks lindude arvukust mõjutavaks teguriks on olnud taimestiku struktuuri muutus, kuna männi invasioon varem avatud raba aladele on oluliselt vähendanud avamaastikku eelistavate linnuliikide arvukust.

Sademe mõju märgaladele

Sademe suurenemist RCP4.5 ja RCP8.5 korral on suvekuudel (juuni–august) prognoositud 24–39 mm (11–19%) (Luhamaa *et al.*, 2015), mis jääb aastate vahelise varieeruvuse piiresse ja on sarnane perioodi 1992–2010 näitajatega. Suurenev sademete-maht ei pruugi kaasa tuua pinnase niiskuse suurenemist, kuna seda aitab kompenseerida eeldatavalt suurem aurustumine. Seega võib eeldada, et sademete hulga muutumisel ei ole olulist mõju märgalade niiskusrežiimile ja KHG-de emissioonile. Suuremaid emissioone võib põhjustada ekstreemselt märgade päevade esinemise suurenemine, mis tingib pinnase

niiskuse sisalduse olulise suurenemise ja vastavalt Alm'i jt (2007) uurimistulemustele võib kaasa tuua oluliselt suurema CO₂ emissiooni (**Tabel 22** mõju 2.12). Sademetel on oluline roll turbasammalde süsiniku sidumisel ning seeläbi aitab sademete kasv oluliselt kaasa veetaseme säilitamisele soodes põuaperioodidel (Nijp *et al.*, 2014). Märgalade roll üleujutuste puhverdamisel ja veerežiimi reguleerimisel suureneb (mõju 2.13).

Lumikatte mõju märgaladele

Ka hooajalistel muutustel – lume- ja jääkatte tekkel, kestusel ja sulamisel – on suur mõju märgalade toiteainevarudele ja juurdevoolule ja nendega seotud bioloogilistele protsessidele (sh turba tekkimisele). Hiljutiste uurimuste kohaselt võivad toiteainevaesed turbaalad soojemates ilmastikutingimustes rohkem süsinikku koguda ning toiteainerikkad turbaalad võivad potentsiaalselt olla täiendavad atmosfääri süsiniku allikad (Eesti kuues kliimaaruanne, 2013). Toiteainete ärakandel boreaalses kliimavöötmes on välja kujunenud selge sesoonsus: varakevadine tipp suurvee ajal, suvine miinimum ja sügisene ärakande suurenemine (Mander ja Kull, 1997). Madal temperatuur, paks lumikate (>20 cm), külmunud pinnas ja väike äravool on peamised tegurid, mis hoiavad toiteainete ärakannet talvel madalal tasemel. Pehmetel talvedel suureneb talvine äravool, väheneb kevadise suurveetipu kõrgus ja suureneb pindmise äravoolu roll paiguti külmunud maapinnal, mis suurendavad lämmastiku ja partikulaarse (osakestega seotud) fosfori kadu (Mander ja Kull 1997).

Mosaiikses kaldasoo ribas Porijõe Tatra ja Sipe alamvalglate veekaitsevööndis uurisid Kull jt (2008) toiteainete dünaamikat vaheäravoolus moreenplatoolt jõe sängi. Nad tõid välja järgmised ilmastikutegurid, mis mõjutasid kõige enam toiteainete voogu kalda märgalas: (i) pinnase külmumise kestus, (ii) lume sulavee tipp, (iii) sooja perioodi sademete jaotus, (iv) ühesuguste ilmade püsivus ja kestus, (v) öökülmade ja pinnase külmumis-sulamistsükli esinemine. Öökülmade algusega suureneb sügisvihmade tähtsus ainete ärakandes, kuna kõrge põhjavee tase intensiivistab denitrifikatsiooni, kuid suurendab ka külmumis-sulamistsükli käigus vabanenud Ca, Mg, K, N ja P kadusid. Lühiajalised sügisesed külmumis-sulamistsüklid intensiivistasid denitrifikatsiooni ja suurendasid NO₂ ja N₂O voogusid kogu märgalal (**Tabel 22** mõju 2.12), kuid muutused erinesid taimestikutüübiti. Suurim muutus ilmnes tarnade koosluses. Pajuenamusega alasid iseloomustas lühike kõrge NO₃ tipp. Esimene tugev öökülm põhjustas tugevaima ärakandepulsi ja järgnevate külmumis-sulamistsükli mõju kahanes kuni maa püsiva külmumiseni talvel. Järgmine ärakande tipp ilmnes kevadel. Üldlämmastik, mille vabanemise mehhanism on keerukas ja sõltub paljudest parameetritest (nt veetase, redokspotentsiaal, hapniku kontsentratsioon), oli külmumisest vähem mõjutatud.

Mereveetaseme tõusu mõju märgaladele

Perioodil 2051–2100 võib üheks ranniku märgalade liigirikkust ohustavaks teguriks pidada mereveetaseme tõusu. Kont jt (1996b) on hinnanud merevee taseme tõusu ja tormide mõju ajaperioodi 2051–2100 teisel poolel Eesti ranniku märgalade elurikkusele ja majandusele negatiivseks. Kliimastenaariumi järgi (Luhamaa *et al.*, 2015) prognoositakse merevee taseme tõusuks ajaperioodil 2081–2100 stsenaariumi RCP4.5 korral 32–63 cm ja RCP8.5 korral 45–82 cm ning aastaks 2100 tõus jätkub ja see on RCP8.5 korral 52–98 cm. Mereveetaseme tõusust on kõige rohkem mõjutatud Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu, Tallinna, ja Narva-Jõesuu-Käsmu piirkonnad. Kui merevee taseme tõus 30 cm ei oma märgatavat mõju (Kont *et al.*, 1996b), siis merevee taseme tõus kuni üks meeter ja koos

tormiajudega kujutab arvestavat ohtu Eesti rannikule (Kont *et al.*, 1996b; Luhamaa *et al.*, 2015). Suurimat negatiivset mõju avaldab merevee taseme tõus eeldatavalt Matsalu rahvuspargile, kus lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid (Kont *et al.*, 1996a) (**Tabel 22** mõju 2.13). Püsiv kõrge veetase võib vähendada sobilikke elupaiku Eestis pesitsevatele lindudele, nagu näiteks kahlajatele (Leito *et al.*, 2014).

2.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) Kuni aastani 2020 on ilmastikutingimused lähedased normkliima näitajatega, mistõttu ei prognoosita olulisi muutusi soode ja teiste märgalade veerežiimis, kasvuhoonegaaside emissioonides või liigilises koostises. Siiski võib KHG-de emissioon suureneda senisest oluliselt suuremate sademete (sh ekstreemselt märgade päeva arvu) ja keskmiste õhutemperatuuride kasvuga. Kui pindmise turbakihi külmumine väheneb, algab ka õhuhapnikuga kokku puutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem, kui praegustes tingimustes ning see toob omakorda kaasa täiendava KHG-de emissiooni kasvu.

b) Kuni aastani 2030 on ilmastikutingimused lähedased normkliima näitajatega nagu ka aastani 2020 ning seetõttu on prognoositavad mõjud sarnased eelmises punktis (punktis a)) kirjeldatuga.

c) 2021–2050

Prognoositakse mõningast KHG-de emissiooni kasvu lähtuvalt peamiselt temperatuuri tõusust ja sademete suurenemisest. Suurim mõju avaldub siiski alles perioodi lõpu poole. Pindmise turbakihi külmumine ja lumikattega kaetus väheneb ning õhuhapnikuga kokku puutuva turbakihi lagunemine algab varem ja kestab kauem. Selle tulemuseks on KHG-de emissiooni kasv. Sagenevad suvised põuad muudavad turbaalade põhjaveetaseme ebastabiilseks, ning aeroobsete ja anaeroobsete protsesside vaheldumine põhjavee piirhorisondis soodustab samuti orgaanilise aine lagunemist. Suurenev talvine sademete hulk ja äravool ning külmumis-sulamistsüklite vaheldumine soodustavad omakorda lahustunud orgaanilise süsiniku (DOC) mobiliseerumist ja ärakannet.

d) 2051–2100

Prognoositakse olulist KHG-de emissiooni kasvu. Kliima soojenemine koos muutustega sademete režiimis põhjustavad nihkeid ka soode taimkatte liigilises koosseisus, muutes erinevate turbasambaliikide vahekorda ja suurendades puhmastaimede konkurentsieelist turbasammalde ees. Lisaks kliimaatilistele teguritele mõjutab turbasammalde, puhmastaimede ja kõrreliste vahekordi ka toiteainete (N ja P) kättesaadavus. Perioodil 2051–2100 võib üheks ranniku märgalade liigirikkust ohustavaks teguriks pidada ka mereveetaseme tõusu – merevee taseme tõus kuni üks meeter koos sobivast suunast puhuvate tormituultega kujutab arvestavat ohtu Eesti rannikule. Suurimat negatiivset mõju avaldab merevee taseme tõus eeldatavalt Matsalu rahvuspargile, kus lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid. Sood hakkavad metsastuma. Selle põhjuseks on komplekselt kliimamuutuse, kuivenduse, põlengute, suureneva lämmastiku sissekande jm mõju.

2.4.3. Alavaldkond: põllumaad ja rohumaad

2.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Kliimamuutused võivad tulevikus ohustada Eesti rohumaade ja põllumaade muldade huumusesisaldust, mis väljendub muldade viljakuses. Muldade huumusesisaldus sõltub taimede produktiooni ja orgaanilise aine lagunemise vahekorra. Muutuv kliima mõjutab pikas perspektiivis seda süsteemi kindlasti. Muldade huumusesisaldust mõjutab väga oluliselt ka inimtegevus – maaharimise iseärasused, eriti aga muutused maakasutuses. Viimane mõjutab seda süsteemi arvatavasti oluliselt rohkem kui oodatav kliimamuutus.

Temperatuuri tõusu mõju rohumaadele ja põllumaadele

Aasta keskmise temperatuuri tõus (**Tabel 23** mõju 2.15) meie laiuskraadil toob kaasa taimede kasvuperioodi pikenemise ja sellest tuleneva produktiivsuse kasvu. Teatud määral soodustab taimekasvu täiendavalt ennustatud CO₂ kontsentratsiooni tõus õhus. Põlluharimine saab alata senisest varem ja saagikoristus samuti. Senisest mõnevõrra kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist mis võib tõsta muldadest lähtuvat CO₂ emissiooni.

Looduslikes ja poollooduslikes taimekooslustes toob temperatuuri tõus (mõju 2.15) endaga kaasa liigilise koosseisu ja/või liikide ohtrussuhete muutumise. Muutunud tingimused võivad rohkem sobida kõrgemakasvulistele ja/või kaheidulehelistele liikidele. Tänu õhulämmastiku sidumise võimele on eelistatud taimed liblikõieliste sugukonnast. Muutusi liigilises koosseisus ja ohtrussuhetes on oodata kõikides elustikurühmades, sh mullakeskkonnas.

Sadete iseloomu ja hulga mõju rohumaadele ja põllumaadele

Sadete hulga suurenemine (**Tabel 23** mõju 2.16) võib kaasa tuua erineva iseloomuga üleujutusi talvel ja varakevadel. Lühem ja soojem talv, sh lumikattega päevade arvu vähenemine (mõju 2.17) tähendab CO₂ emissiooni tõusu ja toitainete leostumist põllumuldadest.

Tormide ja erakorraliste ilmasünduste mõju rohumaadele ja põllumaadele

Tugevamad tuuled ja tormid rohumaadele ja (taimedega kaetud) põllumaadele arvatavasti märkimisväärset ohtu ei kujuta. Teatav tuuleerosioonioht eksisteerib varakevadiste põudade esinemise puhul. Seevastu mustkesas põllumaad ja vahelharitavate kultuuride põlde võib ohustada ägedate paduvihmade ja tormide puhul mullaerosioon (**Tabel 23** mõju 2.18). Probleem võib osutada tõsisemaks künklikuma reljefiga Eesti piirkondades (Tartumaa, Võrumaa).

Inimmõju, mis on loonud Eesti rohumaad ja põllumaad, on ja jääb alati olulisemaks rohumaad ja põllumaid kujundavaks ja neil valitsevaid keskkonnatingimusi mõjutavaks teguriks, kui seda on oodatavad muutused kliimas. CO₂ sidumist mulda soodustab ainult väheintensiivne põllumajandus, kündmisest loobumine, põllumaa muutmine püsirohumaaks jne. Need kliimamuutuste leevendamise võtted ei aita kaasa Eesti riigi majanduse konkurentsivõime säilitamisele ja tõstmisele.

2.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Aastatel kuni 2020 valitsevad praegusele sarnane ilmastik ja olulisi muutusi Eesti rohumaade ja põllumaade valitsevates keskkonnatingimustes ette näha ei ole. Kliimamuutusest mõjutatud muutusi poollooduslike rohumaade liigilises koosseisus oodata ei ole.

b) kuni aastani 2030

Ka kuni 2030 aastani valitseb Eestis praegusele sarnane ilmastik ja olulisi muutusi rohumaade ja põllumaade valitsevates keskkonnatingimustes ette näha ei ole. Samuti ei ole oodata arvestatavaid, kliimamuutusest mõjutatud, muutusi poollooduslike rohumaade liigilises koosseisus.

c) 2021–2050

Aastateks 2021–2050 võib ennustada rohumaadel ja põllumaadel teatavat CO₂ emissiooni tõusu muldadest, mis on tingitud temperatuuri tõusust ja sademete hulga suurenemisest. Senisest väiksem lumekattega talvapäevade arv võib esile kutsuda senisest suuremat toitainete leostumist põllumuldadest. Kliimamuutusest mõjutatud muutused poollooduslike rohumaade liigilises koosseisus on arvatavasti alanud. Tõusnud on rohumaade ja põllumaade produktiivsus. Mõju avaldub märgatavamalt alles perioodi lõpuaastatel.

d) 2051–2100

Perioodil 2051–2100 prognoositakse varasemast suuremat CO₂ emissiooni tõusu. Väiksem lumekattega talvapäevade arv põhjustab senisest suuremat toitainete leostumist põllumuldadest. Kliima soojenemine ja suuremast sademete hulgast põhjustatud produktiivsuse tõus põhjustab täiendavaid muutusi poollooduslike rohumaade liigilises koosseisus. Soodustatud on kõrgemakasvulised liigid. Mõju on suurem perioodi lõpuaastatel.

Tabel 21. Kliimamuutuste mõju metsadele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Peamist mõju avaldavad inimtegevusest tingitud muutused: raied	2.01	Suuremahuline raieküpse metsa olemasolu võimaldab intensiivset metsaraiet, mis soodustab metsasektori majanduskasvu, mõjutab metsaökosüsteemi aineringet ning soodustab metsaelupaikade fragmenteerumist.	+ (majanduslik mõju) – (keskkonnamõju)	keskmine	keskmine: tööhõive suureneb	keskmine/teadmata (raiemahud sõltuvad oluliselt turuhinnast ja nõudlusest)	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine: põud	2.02	Põuaperioodi sagenemine suurendab metsatulekahjude ohtu ning üraskite paljunemist.	–	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine: tormid	2.03	Suurenevad tormikahjustused.	–	keskmine	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Talvine õhutemperatuuri tõus	2.04	Muld ei külmu sügavalt läbi: raietööd on raskendatud, metsatöomasinad kahjustavad pehmel pinnasel sõites mulla struktuuri – muld tiheneb, suureneb lokaalse soostumise oht, millega kaasneb KHG emissiooni suurenemine. Läbikülmumata muld muudab puud vastuvõtlikumaks tormikahjustustele.	–	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
2021–2050	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 2,3–2,9 °C, kevadel 2,4–3,1 °C	2.05	Soojemad talved loovad soodsamad tingimused kahjurite paljunemiseks ja levikuks. Toimub mulla kiirem kevadine soojenemine – muld on vähem aega külmunud, mis soodustab juurepessu levikut.	–	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 1,6–2,2 °C, sagnevad kevad-suvised põuad	2.06	Mullatemperatuur tõuseb – raiesmikul tõusmete ja seemikute hukkumise oht.	–	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 2,3–2,9 °C	2.04	Muld ei külmu sügavalt läbi: raietööd on raskendatud, metsatöomasinad kahjustavad pehmel pinnasel sõites mulla struktuuri- muld tiheneb, suureneb lokaalse soostumise oht, millega kaasneb KHG emissiooni suurenemine. Läbikülmumata muld muudab puud vastuvõtlikumaks tormikahjustustele.	–	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 10–16%	2.07	Suureneb pindmine äravool, mis põhjustab mulla vee-erosiooni, orgaanilise aine ja toitainete kadu, väheneb mullaviljakus, väheneb vee infiltreerumine pinnasesse.	–	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 10–16%	2.08	Intensiivsema kuivendamise tõttu kiireneb mullaorgaanika lagunemine (eriti turvasmuldades), väheneb mulla süsinikuvaru, suureneb kasvuhooaegaste emissioon mullast.	–	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuur tõuseb 2,0–2,6 °C, sademete kasv 10–16%, suureneb atmosfääri CO ₂ kontsentratsioon	2.09	Suureneb puidu produktioon ja süsiniku sidumine biomassi.	+	väike	väike: tööhõive suureneb	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuur tõuseb 2,0–2,6 °C, sademete kasv 10–16%,	2.10	Suurenevad mulla süsinikuvood ja käibekiirus – kiireneb mullaorgaanika lagunemine, intensiivistub mullahingamine ja CO ₂ emissioon atmosfääri. Kasvava biomassi produktiooni tõttu suureneb varise ja muu C sisend mulda.	0	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 1,6–2,2 °C, kevad-suvised põuad sagenevad	2.02	Suureneb metsatulekahjude oht. KHG emissiooni suurenemine.	–	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
2051–2100	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 3,1–4,9 °C, kevadel 3,4–4,9 °C, sagenevad kevad-suvised põuad	2.05	Soojemad talved loovad soodsamad tingimused kahjurite paljunemiseks ja levikuks. Mulla kiirem kevadine soojenemine: muld on vähem aega külmunud, mis soodustab juurepessu levikut.	–	keskmine	väike	keskmine/suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 2,2–3,8 °C	2.06	Mullatemperatuur tõuseb: raiesmikul tõusmete ja seemikute hukkumise oht.	–	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, talvel 3,1–4,9 °C, talvel ei lange temperatuur alla 0 °C	2.04	Muld ei külmu sügavalt läbi: raietööd on raskendatud, metsatöomasinad kahjustavad pehmel pinnasel sõites mulla struktuuri – muld tiheneb, suureneb lokaalse sootumise oht, millega kaasneb KHG emissiooni suurenemine. Lähikülmumata muld muudab puud vastuvõtlikumaks tormikahjustustele.	–	suur	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 14–19%, paduvihmad	2.07	Suureneb pindmine äravool, mis põhjustab mulla vee-erosiooni, orgaanilise aine ja toitainete kadu, väheneb mullaviljakus, väheneb vee infiltreerumine pinnasesse.	–	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		sagenevad suvel 137–165%								
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine sademete kasv 14–19%, paduvihmad sagenevad suvel 137–165%	2.08	Sademetes kasv tingib intensiivsema kuivendamise, mis omakorda põhjustab mullaorgaanika kiirema lagunemise (eriti turvasmuldades), väheneb mulla süsinikuvaru, suureneb kasvuhoonegaaside emissioon mullast.	–	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine temperatuur tõuseb 2,7–4,3 °C, sademete kasv 14–19%, suureneb atmosfääri CO ₂ kontsentratsioon	2.09; 2.01	Suureneb puidu tootmine ja süsiniku sidumine biomassis, suureneb potentsiaalne raieaeg → lageraie tõttu võimalik metsaelupaikade hävitamine, suureneb raiejärgne mullaemissioon, mis vähendab metsamulla orgaanilise süsiniku varu.	+ (majanduslik mõju) – (keskkonnamõju)	keskmine	keskmine: tööhõive suureneb	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine temperatuur tõuseb 2,7–4,3 °C, sademete kasv 14–19%	2.10	Suurenevad mulla süsinikuvood ja käibekiirus – kiireneb mullaorgaanika lagunemine, suureneb mullahingamine ja CO ₂ emissioon atmosfääri. Kasvava biomassi tootmise tõttu suureneb varise ja muu C sisend mulda.	0	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Temperatuuri tõus, suvel 2,2–3,8 °C, sagenevad põuad	2.02	Suureneb metsatulekahjude oht. KHG emissiooni suurenemine.	–	keskmine	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Tuule kiirus kasvab 3–18%, tsüklonite arvu kasv	2.03	Suureneb tormikahjustuste sagedus ja pindala, tormikahjustused vähendavad puidu väärtust, soodustavad kooreüraskite hulgisigimist ning võivad põhjustada lokaalset soostumist.	–	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Aasta keskmine temperatuur tõuseb 2,7–4,3 °C, sademete kasv 14–19%	2.11	Temperatuuri ja niiskusrežiimi muutused võivad muuta metsakasvatustüüpide osakaalu, metsa ökoloogilist dünaamikat ja liikidevahelisi suhteid.	0	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti

Tabel 22. Kliimamuutuste mõju soodele ja teistele märgaladele

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Koos suviste põudadega suureneb ka tuleohtlikkus. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist.	-	väike	väike	väike (vastavasisulised uuringud)	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine suurendab ohtu täiendavale kuivendamisele. Suurem koormus üleujutuste ja veerežiimi reguleerimise ning vee puhastamisel.	-	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem.	0	väike	väike	teadmata	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid.	0	väike	väike	väike (vastavasisulised uuringud)	otsene	Hiiumaa, Pärnu- Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
Kuni 2030	Senine ilmastik	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Koos suviste põudadega suureneb ka tuleohtlikkus. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist. Kuivendatud soodes suureneb temperatuuri tõusu ja aereerituse tõttu orgaanilise aine mineraliseerimise kiirus.	-	väike	väike	väike (vastavasisulised uuringud)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine – oht täiendavale kuivendamisele. Rohkem üleujutusi. Suurenev talvine sademete hulk ja äravool ning külmumis-sulamistsükli vaheldumine soodustavad lahustunud orgaanilise süsiniku (DOC) mobiliseerumist ja ärakannet.	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem.	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Senine ilmastik	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid.	-	väike	väike	väike	otsene	Hiiumaa, Pärnu- Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist. Kuivendatud soodes suureneb temperatuuri tõusu ja aereerituse tõttu orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus oluliselt.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine – oht täiendavale kuivendamisele. Rohkem üleujutusi. Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad nihkeid rabade taimkattes, muutes erinevate turbasambalide vahetõrja ja suurendades puhmastaimede konkurentsieelist.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikatte päevade arvu vähenemine	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem.	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisalasid.	-	väike	väike	väike	otsene	Hiiumaa, Pärnu- Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
	RCP4.5; RCP8.5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	2.14	Veetaseme püsiva alanemise järel muutub taimestik ja selle tagajärjel varise hulk ja koostis, muutuvad mikroobikooslused.	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2051–2100	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine õhutemperatuuri tõus	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Koos suviste pöudadega suureneb ka tuleohtlikkus. Õhu- ja pinnasetemperatuuri tõus kiirendab pinnase orgaanilise aine lagunemist. Kuivendatud soodes suureneb temperatuuri tõusu ja aereerituse tõttu orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus oluliselt.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulga kasv	2.12	KHG emissiooni suurenemine. Niiskete alade pindala suurenemine – oht täiendavale kuivendamisele. Rohkem üleujutusi. Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad nihkeid rabade taimkattes. Üldiseks trendiks on soode metsastumine. Taimekoosluse muutumine mõjutab ka linnustiku liigilist koosseisu. Suurenenud talvised sademed ja aurumine, vähenenud lume akumulatsioon ja vähenenud suvised ning sügisesed sademed mõjutavad ka rannikualade ja valgla hüdroloogiale.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.12	Pindmise turbakihi külmumise ja lumikattega kaetuse päevade arvu vähenemisel algab õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine sesoonselt varem ja kestab kauem. Tulemuseks KHG-de emissiooni kasv.	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Mereveetaseme tõus, tuulekiiruse kasv	2.13	Meretaseme tõus koos sagenevate tormide ja suuremate tuulekiirustega ohustab ranniku märgalasid üleujutustega. Lisaks taimekooslustele mõjutab üleujutus nii kohalike lindude kui ka rändlindude pesitsus- ja toitumisasalaid.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Hiiumaa, Pärnu-Ikla, Matsalu, Tallinn, Narva-Jõesuu
	RCP4.5; RCP8.5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	2.14	Veetaseme püsiva alanemise järel muutub dramaatiliselt taimestik ja selle tagajärjel varise hulk ja koostis, muutuvad mikroobikooslused. Varise tüüp mõjutab omakorda lagundajate kooslust ja funktsioone.	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.6	Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagedenemine	2.12	Sagenevad suvised pöuad muudavad turbaalade põhjaveetaseme ebastabiilseks, ning aeroobsete ja anaeroobsete protsesside vaheldumine põhjavee piirhorisondis soodustab orgaanilise aine lagunemist – tulemuseks KHG emissiooni suurenemine. Põuasemate suvede tingimustes vähenevad märgalade veetase ja veevaru ning sellel on negatiivsed mõjud märgalade elustikule ja vett puhastavatele omadustele.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Tabel 23. Kliimamuutuste mõju põllu- ja rohumaadele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju alavaldkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineriinge, CO ₂ emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, poollooduslike rohumaade liigilise koosseisu muutumine	0	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO ₂ emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineriinge, CO ₂ emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, poollooduslike rohumaade liigilise koosseisu muutumine	0	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO ₂ emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide ja paduvihmade sagenemine	2.18	Mullaerosioon põllumuldadelt (mustkesa, vaheltharitavad kultuurid)	-	väike	väike	väike	otsene	Tartumaa, Võrumaa
2021–2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineriinge, CO ₂ emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, poollooduslike rohumaade liigilise koosseisu muutumine	0	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO ₂ emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Tormide ja paduvihmade sagenemine	2.18	Mullaerosioon põllumuldadelt (mustkesa, vaheltharitavad kultuurid)	-	väike	väike	teadmata	otsene	Tartumaa, Võrumaa
2051–2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise temperatuuri tõus (valdavalt suvel)	2.15	Senisest kiirem aineriinge, CO ₂ emissiooni tõus, produktiivsuse tõus, poollooduslike rohumaade liigilise koosseisu muutumine	0	keskmine	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmise sademete hulga kasv (valdavalt talvel)	2.16	Üleujutuste sagenemine talvel ja varakevadel	-	väike	väike	teadmata	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	2.17	CO ₂ emissiooni tõus, toitainete leostumine põllumuldadest	-	väike	väike	väike	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5; RCP8.5	Tormide ja paduvihmade sagenemine	2.18	Mullaerosioon põllumuldadelt (mustkesa, vaheltharitavad kultuurid)	-	väike	väike	teadmata	otsene	Tartumaa, Võrumaa

2.4.4. Mõjude kokkuvõte

Metsanduses soodustavad kliimamuutused süsinikuringe kiirenemist. Temperatuuri ja sademete kasv suurendavad puiduproduktiooni, kuid samaaegselt võib intensiivistuda ka orgaanilise aine lagunemine ja metsamulla emissioon. Soojad talved raskendavad metsategu, mille tulemusena võidakse kahjustada mullastruktuuri, mistõttu suureneb mullast lähtuv kasvuhoonegaaside heide. Kliima soojenemine soodustab patogeenide levikut, sagenevad põuad suurendavad metsatulekahjude ohtu ning sagenevad tormid suurendavad tormikahjustuste esinemist. Kliimamuutused võivad muuta liikidevahelisi suhteid ja metsa kasvukohatüpe, mõjutades seeläbi kogu ökosüsteemi funktsioneerimist.

Soodes ja teistes märgalades mõjutavad kliimamuutused, eelkõige temperatuuri ja sademete kasv, KHG-de emissiooni suurenemist. Õhutemperatuuri tõus ja sademete hulga suurenemine muudavad märgalade hüdroloogilisi tingimusi ja sesoonsust ning mõjutavad toitainete liikumist. Ilmastiku üksiksündmustest on märgalad tundlikud ka sagedaste külmumis-sulamistsüklite, suvise põua ja kestvate sügisvihmade suhtes. Sagenevad suvised põuad muudavad turbaalade sooveetaseme ebastabiilseks ning aeroobsete ja anaeroobsete protsesside vaheldumine põhjavee piirhorisondis soodustab orgaanilise aine lagunemist. Suurenev talvine sademete hulk ja äravool ning külmumis-sulamistsüklite vaheldumine soodustavad omakorda lahustunud orgaanilise süsiniku mobiliseerumist ja ärakannet. Kuivendatud soodes, kus vee pidev väljavool põhjustab niigi suuremat turbaosakeste kadu võrreldes looduslikus seisundis olevate soodega, suureneb aereerituse ja temperatuuri tõusu tõttu ka orgaanilise aine mineraliseerumise kiirus. Ka pindmise turbakihi külmumise vähenemine suurendab KHG-de emissiooni – õhuhapnikuga kokkupuutuva turba mikrobioloogiline lagunemine algab sesoonselt varem ja kestab kauem. Pikaajaliselt põhjustavad kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis nihkeid ka märgalade taimkatte liigilises koosseisus.

Keskmise temperatuuri tõus toob kaasa taimede kasvuperioodi pikenemise ja produktiivsuse kasvu. Senisest kõrgem temperatuur kiirendab orgaanilise aine lagunemist ja sellega muldadest lähtuvat CO₂ emissiooni. Looduslikes ja poollooduslikes taimekooslustes toob temperatuuri tõus kaasa liigilise koosseisu ja/või liikide ohtrussuhete muutumise. Ägedate paduvihmade ja tormide puhul võib künklikuma reljeefiga Eesti piirkondades probleemiks osutada mullaerosioon. Inimmõju kujundab Eesti rohumaid ja põllumaid rohkem kui oodatavad muutused kliimas. CO₂ sidumist mulda soodustab ainult väheintensiivne põllumajandus, kündmisest loobumine, põllumaa muutmine püsirohumaaks jne.

Mõjude kokkuvõte maismaa ökosüsteemidele ülevaatetabelitena on toodud all, vt **Tabel 21**, **Tabel 22** ja **Tabel 23**.

2.4.5. Piiriülesed aspektid

Euroopa Liidul puudub ühtne metsapoliitika, samas mõjutavad mitmed EL-i algatused ja tegevuspoliitikad metsi kogu Euroopas. Euroopa tasandi tähtsaim metsapoliitika algatus on Euroopa metsade kaitset käsitlev ministrite konverents Forest Europe. Euroopa komisjon võttis 2013. aastal vastu uue EL-i metsastrateegia (COM(2013)0659), mis loob üleeuroopalise tugiraamistiku metsi mõjutavate valdkondlike tegevuspoliitikate väljatöötamiseks. Strateegia põhiprintsiibid on metsade säästev majandamine ja nende multifunktsionaalsuse edendamine, tõhus ressursikasutus ning Euroopa Liidu vastutus maailma metsade eest. Strateegiale lisandub

üldprogramm (SWD(2013)0343), milles määratletakse meetmed Euroopa metsanduse ees seisvate probleemide lahendamiseks.

Oma kliimapoliitikas on Euroopa Liit, lisaks osalemisele ülemaailmsel kõnelustel kasvuhoonegaaside heitkoguste piiramiseks, teinud esimesed sammud põllumajanduse ja metsanduse hõlmamiseks kliimapoliitikas (otsus nr 529/2013/EL maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsandusega seotud tegevustest tuleneva kasvuhoonegaaside heite ja sidumise arvestuseeskirjade ning nimetatud tegevustest tulenevate meetmetega seotud teabe kohta).

Erinevate looduslike liikide poolt asustatud piirkonnad, nagu ka mitmesuguste elupaikade levialad ei ühti enamasti riigipiiridega. Olulisemad rahvusvahelised lepped, mis kohustavad kaitsma elurikkust, muuhulgas seoses kliimamuutustega, on bioloogilise mitmekesisuse konventsioon, Ramsari konventsioon märgalade kaitseks ja Berni konventsioon Euroopa taimestiku, loomastiku ja nende elupaikade kaitseks („Looduskaitse arengukava aastani 2020“, 2012).

Loodusdirektiivi (Euroopa Nõukogu direktiiv 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning loodustiku ja taimestiku kaitse kohta) eesmärgiks on looduse mitmekesisuse ning taime- ja loomaliikide kaitse kõrval ka looduslike elupaikade kaitse ning Euroopa Liidu jaoks olulise väärtusega looduslikele taime- ja loomaliikidele ning elupaikadele soodsa looduskaitse seisundi tagamine. Nende eesmärkide saavutamiseks on moodustatud üleeuroopaline hoiualade võrgustik ohustatud või haruldaste elupaikade ning ohustatud või haruldaste looma- ja taimeliikide elupaikade kaitseks.

Euroopa Komisjoni ettepanekul on tegemisel õigusakt, millega luuakse mullakaitse raamistik ja muudetakse direktiivi 2004/35/EÜ, mille eesmärk on kaitsta mulda ja mulla võimet täita oma keskkonnavalaseid, majanduslikke, sotsiaalseid ja kultuurilisi funktsioone.

2.5. Edasised uuringusuunad

Maismaa ökosüsteemid on plastilised ehk suudavad kliimamuutustega kohaneda (teatava piirini). Inimtegevusest põhjustatud kliimamuutuste kiiruse tõttu väheneb aga praegu ökosüsteemide looduslik kohanemisvõime (Roheline raamat, 2010). Kliimamuutuste erinevate mõjude suuruse, ulatuse ja avaldumise tõenäosuse hindamisel tuleb arvestada teadmispõhiste piirangutega, näiteks on Eestis tehtud vähe sademete ja temperatuuri kasvu koosmõju uuringud ökosüsteemi tasandil. Täpsemate prognooside ja paremate poliitiliste otsuste tegemiseks on vaja suurendada oskusteavet ja toetada rakendusuuringute läbiviimist kliimamuutuste valdkonnas.

2.5.1. Metsad

Metsaökosüsteemi riskide, haavatavuse ja kliimamuutuste mõju täpsemaks hindamiseks soovitatakse käsitleda alljärgnevat uuringuteemasid:

- Metsaökosüsteemi funktsionaalsed ja struktuursed muutused varieeruvates keskkonnatingimustes, sh metsaökosüsteemi ja atmosfääri vaheliste vastastikmõjude uuringud uurimus-/eksperimentaaljaamades Järveljal (SMEAR-jaam), Rõkal (FAHM-jaam) ja Soontagal (sh õhuparameetrite, aerosoolide ja lisandgaaside emissiooni muutused, KHG emissiooni seire) eesmärgiga selgitada välja metsaökosüsteemi kohanemise ulatus ja kiirus kliimamuutustega seoses ning mõju aerosoolide ja pilvede tekke protsessile atmosfääris. Kliimamuutuste mõju metsa (puhas)juurdekasvule ja mullaviljakusele, süsinikuvarule (bilansile) ning mullast erituvate kasvuhoonegaaside

(CO₂, CH₄, N₂O) emissioonile. Esmajärjekorras tuleks uurida metsa (kuivendatud) turvasmuldi kui suurimat KHG-de emissiooni allikat.

- Puidu ja varise (kui mulla orgaanilise süsiniku akumulatsioonide peamiste sisendite) lagunemise kiirus muutuvates keskkonnatingimustes.
- Vanade metsade süsiniku sidumine ja süsiniku bilanss muutuvates keskkonnatingimustes.
- Metsa kasvukohatüüpide ja nende leviku muutused muutuvates keskkonnatingimustes.
- Lageraie asendamine turbe- või valikraiega metsa turvasmuldadel – praktilise teostatavuse ja majandusliku tasuvuse analüüs.

2.5.2. Sood ja teised märgalad

Soode ja teiste märgalade riskide, haavatavuse ja kliimamuutuste mõju täpsemaks hindamiseks soovitatakse edaspidi käsitleda alljärgnevat uuringuteemasid:

- soode ja teiste märgalade kasvuhoonegaaside bilanss, sh tuleks eraldi käsitleda looduslikus seisundis olevaid alasid ja kuivendatud alasid;
- kliimamuutuste mõju märgalade hüdroloogilisele režiimile, toitainete äravoolule ja kasvuhoonegaaside emissioonile, sh tuleks eraldi käsitleda looduslikus seisundis vs kuivendatud turbaalasad ning rannikumärgalad vs sisemaa sood;
- ajalis-ruumilised muutused soode ja teiste märgalade taimekooslustes, sh erinevate kliimategurite mõju taime- ja loomakooslustele ning turbasammalatele.

2.5.3. Põllumaad ja rohumaad

- Vajalikud on kompleksed rakendusuurinud, mille eesmärgiks on mõõta/hinnata eri rohumaade ja põllumaade süsinikubilanssi ja neist lähtuvat CO₂ emissiooni.
- Oluline on jätkata ja arendada poollooduslike niiduelupaigatüüpide (Natura 2000) seiresüsteemi, et registreerida/hinnata just kliima muutumisega seotud muutusi niidukoosluste liigilises koosseisus ja liikide ohtrussuhetes.
- Soovituslik on töötada välja poollooduslike rohumaade optimaalsed majandamise skeemid, et maksimiseerida mulla huumusvaru säilitamist ja suurendamist.

2.6. Kohanemismeetmed

2.6.1. Maismaaökosüsteemide valdkonna strateegiline eesmärk

Valdkonna strateegiline eesmärk: maismaa ökosüsteemide hea seisund, funktsioonide ja ressurside säilimine on tagatud muutuvates kliimatingimustes.

Kliimamuutustel võib olla märkimisväärne mõju maismaa ökosüsteemide funktsioneerimisele, mõjutades seeläbi kõiki ökosüsteemi tasandeid ja teenuseid – liikide ja elupaikade säilimine, toidu ja toormaterjali tootmine, rekreatsioonivõimaluste pakkumine, kohaliku kliima reguleerimine tasakaalustatud aine- ja süsinikuringe kaudu, kaitse üleujutuste ja mullaerosiooni eest jne.

Valdkonna üldeesmärgiks on Eesti erinevate maismaa ökosüsteemide hea seisundi tagamine ning nende terviklikkuse, ökoloogiliste, sotsiaal-kultuuriliste ja majanduslike funktsioonide ning ökosüsteemi ressursside ja teenuste pikaajaline säilimine. Üldeesmärgi alla kuulub ka kliimamuutuste potentsiaalsete mõjude, mõjudega kohanemise võimaluste ja meetmete kajastamine keskkonna õigusraamistikus ja maismaa ökosüsteemidega seotud dokumentides.

Mitmed käesolevas kohanemisstrateegias välja toodud eesmärgid ja meetmed on olemas kehtivates seadusandlikes dokumentides (Looduskaitse arengukava aastani 2020, Metsanduse arengukava aastani 2020, Keskkonnastrateegia aastani 2030, Poollooduslike koosluste tegevuskava aastateks 2014–2020), kuid seatud eesmärkide maksimaalseks saavutamiseks, kliimamuutuste negatiivsete mõjude piiramiseks ja meetmete laiulatuslikumaks rakendamiseks on vajalik olemasolevaid meetmeid täiendada ning võtta uusi meetmeid.

Kliimamuutustega kohanemine võib osutada keeruliseks, sest see hõlmab mitmeid erinevaid valdkondi ning eeldab arvestamist paljude konkureerivate eesmärkide koostoimete ja kompromissidega. Nimetatud vastuolu tõuseb eriti teravalt esile metsade puhul. Metsad täidavad erinevaid rolle, pakkudes mitmesuguseid teenuseid nagu puidu ja teiste metsapõhiste toodete pakkumine, kliimamuutuste leevendamine ja nendega kohandumine, rekreatsioon ning turismi valdkonna võimalused. Samas on metsadel ka märkimisväärne loodusliku mitmekesisuse väärtus (EEA, 2015). Kliimamuutustega kohanemisel peab lähtuma ökosüsteemipõhisest lähenemisviisist – jätkusuutliku majandustegevusega tagatakse ökosüsteemi terviklikkuse ja selle teenuste säilimine.

2.6.2. Kohanemismeetmete koondülevaade, kirjeldused ja hinnangud

Maismaa ökosüsteemide alavaldkonnas on 10 meetet (**Tabel 24**), millest paljud on kliimamuutuste mõjude väljaselgitamisele suunatud täiendusuringud.

Meede 2.1: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.

Metsa elurikkuse ja elupaikade säilimise eesmärgil soovitatakse säilitada rangelt kaitstavate ja Natura 2000 kaitsealuste metsade pindala ning toetada polüfunktsionaalsete metsade kasvatamist. Eestis moodustavad rangelt kaitstavad metsad 10% ning Natura 2000 võrgustiku alad 17,4% Eesti metsamaast (Aastaraamat mets 2013, 2014). Polüfunktsionaalsetes metsades, mida defineeritakse käesolevas dokumendis kui monokultuurpuistu/puhtpuistu vastandit, on tagatud puistu vanuseline, struktuurne ja metsamaa tüpoloogiline mitmekesisus, mistõttu on need metsad vastupidavamad kliimamuutustest tulenevatele sagenevatele tormidele, põudadele (metsatulekahjudele) ja patogeenide kahjustustele. Polüfunktsionaalsete metsade toetuseks on prognoositud vähemalt 150 000 € aastas.

Meede 2.2*¹⁰: Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.

Mets käitub süsiniku sidujana, kui puidu juurdekasv ületab looduslikust suremist, häiringutest ning metsa raiest põhjustatud süsiniku kadu (Wisniewski ja Sampson, 1993; Fischlin *et al.*, 2006; Nabuurs *et al.*, 2007; Paul-Limoges *et al.*, 2015). Metsad aitavad püsiva taimkatte olemasolul lisaks kliimamuutuste leevendamisele ka ühiskonnal kliimamuutustega kohaneda: elujõulised metsad pakuvad kaitset kliimamuutuste tõttu sagenevate kliimarisikide (kuumalained, tormid, üleujutused) ja nende tagajärgede (üleujutused, maastikupõlengud) vastu.

¹⁰ Meede on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt kliimaprojektide juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

Seejuures suurendab looduslähedane metsamajandus, nt genotüüpide mitmekesisuse ja polüfunktsionaalsete metsade säilitamine metsa kohanemisvõimet kliimamuutustega (Climate Change and Forestry, 2010).

Kliimamuutused koos inimtegevusega kiirendavad mulla orgaanilise aine lagunemist, mis võib põhjustada kasvusubstraadi vähenemist. Muldkatte olemasolu on metsaökosüsteemi eksisteerimise aluseks, seetõttu on käesolevas kliimamuutustega kohanemise strateegias varasemast enam tähelepanu pööratud metsamulla süsinikuringe ja mullaviljakuse temaatikale muutuvates keskkonnatingimustes. Turvasmuldadel kasvavad metsad on suure ökoloogilise väärtusega ja ohustatumad elupaigad, mille kaitsele, hoidmisele ja taastamisele tuleb pöörata erilist tähelepanu (Soometsade inventuur, 2010; EL-i loodusdirektiiv). Suure orgaanilise aine sisalduse (ja tihti ka liigniiskete keskkonnatingimuste) tõttu on turvasmuldadel kasvavad metsad rohkem ohustatud kliimamuutuste negatiivsetest mõjudest kui mineraalmullal kasvavad arumetsad. Eelmainitud põhjustel soovitatakse kohanemistegevustena metsaökosüsteemi süsinikubilansi hindamist ning turvasmuldadel paiknevates puistutes lageraiele alternatiivsete raieviiside (nt turberaie, valikraie) toetamist.

Kliimamuutused võimendavad ekstreemsete ilmastikunähtuste ja inimtegevuse negatiivseid mõjusid metsaökosüsteemile: tuulekiiruse kasv soodustab tormikahjustuste teket hooldamata, haigetes ja raielangiga külgnevates puistutes; temperatuuri ja sademete kasv intensiivistavad mullaemissiooni lageraie lankidel; temperatuuri tõus ja põud tekitavad tõusmete ja seemikute kuumakahjustusi; sademete kasv soodustab raiesmike soostumist kui ala õigeaegselt ei uuendata jne. Eelmainitud negatiivsete mõjudega kohanemise ja metsa kui süsinikku siduva ökosüsteemi säilimise eesmärgil soovitatakse järgmisi tegevusi: metsamaa pindala säilitamine; puiduressurssi varumine netojuurdekasvu piires ja tõhusamat metsade raiejärgset metsauuendamist.

Meetme ja sellega seotud tegevuste rakendamise kuludeks hinnatakse ca 190 000 € aastas.

Meede 2.3: Metsandusalase teabe täiendamine.

Asjakohase, täpse ja usaldusväärse teabe olemasolu on prognoosimise aluseks ning teadmispõhiste ja tulemustele orienteeritud kliimapolitiiliste otsuste tegemisel. Seetõttu on ka metsaökosüsteemide alavaldkonnas üheks oluliseks kohanemise meetmeks teadmistega seotud puuduste vähendamine ning metsaökosüsteemi funktsioneerimise ja kliimamuutustest tingitud muutuste täiendavate uuringute toetamine. Meetme rakendamisel soovitatakse järgnevaid teadusuuringuid ja tegevusi:

Eesti metsa juurdekasvu mudelite täpsuse parandamine, tulundusmetsade netojuurdekasvu hindamine (ühekordne kulu ca 100 000 €).

Erinevate metsamulla tüüpide süsiniku tagavara ja -bilansi uuringute finantseerimine (ühekordne kulu ca 300 000 €).

Metsa ökosüsteemi tasandil kliimamuutuste mõjude ja kohanemise võimaluste teadus- ja rakendusuuringute finantseerimine ning uuringutulemuste rakendamine (aastane kulu ca 100 000 €).

Eestis tehtud metsanduse ja kliimamuutuste alaste teadus- ja rakendusuuringute teabe leidmine on keerukas ja ajakulukas, sest vastavad aruanded ja publikatsioonid on hajusalt laiali mitmetes andmebaasides, mis tihti ei ole tavakodanikule või ametnikule vabalt kasutatavad (nt rahvusvahelised teadusandmebaasid nagu Web of Science). Seetõttu on uuringutulemuste kasutamine ja rakendamine raskendatud. Lahendusena soovitatakse koondada Eestis tehtud metsanduse valdkonna kliimamuutustealaste teadus- ja rakendusuuringute tulemused ühte andmebaasi, mille rajamise kulu on hinnanguliselt 10 000 €. Vastava tegevusega järgitakse ka

teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni (TAI) strateegia üht põhieesmärki, milleks on avatud juurdepääs teadusinfole, et suurendada teaduse ja ühiskonna sidusust.

Meede 2.4: Efektiivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel

Eesti keskkonna ja ühiskonna jaoks parimate otsuste vastuvõtmiseks kliimamuutuste valdkonnas on vajalik teaduspoliitikaalase dialoogi edendamine, olemasoleva teabe rakendamine ning erinevate huvigruppide, poliitikakujundajate ja teadlaste vaheline tihe infovahetus ja koostöö.

Meede 2.5¹¹: Märjalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine

Erinevatest kliimaatilistest teguritest mõjutavad õhutemperatuuri tõus ja sademete hulga suurenemine märjalade hüdroloogilisi tingimusi ja sesoonsust, toitainete liikumist ning kasvuhoonegaaside emissiooni. Suureneb ka märjalade roll vooluhulkade ja veetaseme ühtlustajana. Selleks, et märjalad saaksid säilitada oma rolli süsiniku sidujana, on kõigepealt vajalik korraldada seire ja viia läbi uuringud selgitamiseks välja kliimamuutuste võimalikud mõjud märjalade aineringle. Hetkel on Eestis olemasolevad kliimamuutuste teadus- ja rakendusuringute andmed killustatud, kuid just asjakohase, täpse ja usaldusväärse teabe olemasolu on aluseks prognooside tegemisel, riikliku strateegia kujundamisel ning teadmispõhiste ja tulemustele orienteeritud otsuste vastuvõtmisel kliimamuutustega kohanemiseks. Eelnevast tingitult on antud meetme tegevused suunatud just eelkõige seire korraldamisele, uuringute läbi viimisele ning täiendavate andmete ja seoste väljaselgitamisele. Meetme ja tegevuste maksumuseks on hinnatud ca 870 000 € perioodil 2017–2030.

Meede 2.6: Märjalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.

Põuasemate suvede tingimustes väheneb märjalade veetase ja veevaru ning sellel on selged järelmid märjalade elustikule ja vett puhastavatele omadustele. Kliima soojenemine ja muutused sademete režiimis põhjustavad pikaajaliselt ka nihkeid soode taimkatte liigilises koosseisus, muutes erinevate turbasambliikide vahekorda ja suurendades puhmastaimede konkurentsieelist turbasammalde ees. Taimestiku struktuuri muutused mõjutavad omakorda märjalade elustikku. Selleks, et eelnimetatud muutustega kohaneda ning säilitada kaitsealuste liikide ja elupaikade hea seisund, on vajalik jätkata eluslooduse seirega märjaladel, korraldada kaitse- ja hoialade kaitse ning taastada inimtegevusest rikutud märjalad. Meetme ja seonduvate tegevuste maksumuseks on hinnatud kokku ca 10 520 000 € perioodil 2017–2030.

Meede 2.7¹²: Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.

Prognoositud kliimamuutuste tõttu tuleb senisest põhjalikumalt mõõta ja/või hinnata Eesti rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuvat kasvuhoonegaaside heidet. Riikliku keskkonnaseire mullaseire programmi tuleb uuendada, või luua iseseisev seireprogramm. Senisest enam tuleb rakendada, soodustada ja propageerida täppisviljelust, mittekülmist ja otsekülvi jm mulla huumusvaru säästvaid maaharimisviise. KHG heite piiramiseks on oluline laialdaselt ja kestvalt rakendada kliimat ja keskkonda säästvad põllumajandustavasid (rohestamine). Kasvuhoonegaaside heite piiramiseks on väga oluline säilitada olemasolevaid püsirohumaad ja muuta turvasmuldadel olevad põllumaad püsirohumaadeks, kus seda veel tehtud ei ole. Meetme ja seotud tegevuste rakendamise kuludeks hinnatakse ca 150 000 € aastas.

¹¹ Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.15 otsusele on meetme 2.5. sõnastust kliimakohanemise rakendusplaanis muudetud („Märjalade aineringe tasakaalu säilitamine“).

¹² Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.15 otsusele on meetme 2.7. sõnastust kliimakohanemise rakendusplaanis muudetud („Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva CO₂ heite hindamine kliimamuutustest tingitud mullasüsiniku kao seireks“).

Meede 2.8: Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine.

Rohumaa- ja põllumuldade loomulik viljakus põhineb mulla huumusesisaldusel. Prognoositud kliimamuutused toovad endaga kaasa aineriingete kiirenemise, mis ohustab otseselt mulla huumusesisaldust ja sellega koos muldade viljakust. Stabiilse saagikuse tagamine põllumajanduses aga ka poollooduslike rohumaadel stabiilse liigilise koosseisu säilitamine vajab muldade viljakusele säilimisele spetsiaalse tähelepanu pööramist. Kus mullatüüp võimaldab, tuleb rakendada, soodustada ja propageerida täppisviljelust, mittekündmist ja otsekülvi jm mulla huumusvaru säästvaid maaharimisviise. Eesti muldade loomuliku viljakuse säilitamiseks on laialdaselt ja kestvalt rakendada kliimat ja keskkonda säästvad põllumajandustavasid (rohestamine).

Meede 2.9: Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes.

Prognoositud kliimamuutused mõjutavad poollooduslikel rohumaadel elavate liikide elutegevust ja eri liikide ohtrussuhteid. Eesti poollooduslikud niidud on tuntud oma liigirikkuse poolest. On väga oluline püüda säilitada sajandite vältel väljakujunenud taimekooslusi. Eesti rohumaad ja nende elurikkus kestavad vaid pideva majandamise (niitmise, karjatamise) tingimuses. Poollooduslike koosluste tegevuskava aastateks 2014–2020 on võtnud sihiks aastaks 2020 suurendada hooldatavate poollooduslikke rohumaade pindala 45000 ha.

Meede 2.10: Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest.

Prognoositud kliimamuutused toovad endaga kaasa senisest tugevamad tuuled ja ebastabiilsema ilmastiku. Tormid rohumaadele ja (taimedega kaetud) põllumaadele arvatavasti märkimisväärset ohtu ei kujuta. Tuuleerosiooni oht eksisteerib varakevadiste põudade korral. Sademete hulga suurendamine võib kaasa tuua üleujutusi talvel ja varakevadel. Mullaerosiooni ja toitainete leostamise piiramiseks tuleb erosioonitundlikel aladel võimalusel loobuda traditsioonilisest põlluharimisest ja rakendada, soodustada ja propageerida täppisviljelust, mittekündmist ja otsekülvi jm mulla mullaerosiooni ja toitainete leostumist piiravaid maaharimisviise. Kui võimalik, tuleb erosioonitundlikel aladel olevad põllumaad muuta püsirohumaadeks. Rakendada tuleb rakendada kliimat ja keskkonda säästvad põllumajandustavasid (rohestamine).

Tabel 24. Maismaaökosüsteemide meetmete iseloomustus.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.	Kliimamuutustest tingitud sagenevad häiringud: tormid, metsapõlengud, laialdasem metsapatogeenide levik jm. Kliimamuutustest tingitud metsa elurikkuse ja elupaikade vähenemine/hävimine.
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.	Kliimamuutused kiirendavad metsaökosüsteemi aineriinget. Kliimamuutused võimendavad inimtegevusest tulenevaid negatiivseid mõjusid: tuulekiiruse kasv soodustab tormikahjustuste teket hooldamata, haigetes ja raielangiga külgnEVates puistutes; temperatuuri ja sademete kasv intensiivistab mullaemissiooni lageraie lankidel; temperatuuri tõus ja põud tekitavad tõusmete ja seemikute kuumakahjustusi; sademete kasv soodustab raiesmike soostumist kui ala õigeaegselt ei uuendata.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
2.3*	Metsandusalase teabe täiendamine.	Ebatäpsed ja lünklikud teadmised kliimamuutuste mõjust metsaökosüsteemidele, nende funktsioonidele, aine- ja süsinikuringe dünaamikale. Kliimamuutuste teadus- ja rakendusuringute andmed on killustatud ning raskesti leitavad, mistõttu ei rakendata uuringutulemusi maksimaalsel võimalikul määral.
2.4	Efektiivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel.	Ühiskonna madal teadlikkus kliimamuutustest, nende mõjudest, ohtudest ja võimalustest. Erinevate huvigruppide kohati ebapiisav kaasamine keskkonda ja ühiskonda mõjutavate otsuste tegemisse.
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.	Ebapiisavad teadmised, kuidas ja millisel määral võivad erinevad kliimarisikid soodustada süsiniku ja lämmastiku talletumist või naasmist aineringsesse ning muuta alade senist bilanssi.
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.	Liigilise mitmekesisuse ja liikide seisundi hindamiseks. Vajalike kaitsemeetmete välja töötamiseks ja rakendamiseks. Rikutud märgalade taastamiseks.
2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.	Ebapiisavad teadmised, kuidas ja millisel määral võivad erinevad kliimarisikid soodustada süsiniku ja lämmastiku talletumist või naasmist aineringsesse. Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva KHG emissiooni suurenemise vastu. Põllumajanduse keskkonnamõju vähendamiseks, aidates säilitada mulla kvaliteeti, püsirohumaid ja elurikkust.
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine muutuvates kliimatingimustes.	Rohumaa- ja põllumuldade kliimamuutustest tingitud viljakuse vähenemise vastu. Põllumajanduses kliimamuutustest tingitud keskkonnamõju vähendamiseks, aidates säilitada mulla kvaliteeti, püsirohumaid ja elurikkust.
2.9	Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes.	Põllumajanduses kliimamuutustest tingitud keskkonnamõju vähendamiseks, aidates säilitada mulla kvaliteeti, püsirohumaid ja elurikkust.
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest.	Põllumajanduses kliimamuutustest tingitud keskkonnamõju vähendamiseks, aidates säilitada mulla kvaliteeti, püsirohumaid ja elurikkust.

* Meede nr 2.2. ja selle tegevused on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

Meetmete 2.5. ja 2.7. sõnastust on rakenduskava ettepanekus muudetud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

Tegevused 2.3.1. Eesti metsa juurdekasvu mudelite täpsuse parandamine, tulundusmetsade netojuurdekasvu hindamine; 2.3.2. Erinevate metsamulla tüüpide süsiniku tagavara ja -bilansi uuringute finantseerimine; 2.3.4. Eestis läbiviidud metsanduse valdkonna kliimamuutuste mõjude teadus- ja rakendusuringute andmebaasi loomine; 2.5.1. Seire korraldamine erinevat tüüpi märgaladelt kasvuhoonegaaside voogude ja neelude jälgimiseks ja hindamiseks; 2.5.3. Uuring märgalade emissioonitegurite välja selgitamiseks; 2.6.3. Hoiu- ja kaitsealade kaitse korraldamine ning kaitsekorralduskavade koostamine; ja 2.6.5. Inimtegevusest rikutud märgalade taastamine on rakenduskava ettepanekust eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

Maismaa ökosüsteemide meetmete rakendamist hinnatakse keskmiselt keerukaks (**Tabel 25**), sest mitmed meetmed on rohkemal või vähemal määral kajastatud olemasolevates strateegiates ja arengukavades ning uute meetmete rakendamine eeldab kompetentsete ja motiveeritud ametnike olemasolu. Meetmete elluviimisel on kriitilise tähtsusega maaomanike informeerimine kliimamuutuste mõjudest ning kohanemise vajalikkusest, tõhus koostöö

ametnike, teadlaste ja elanikkonna vahel ning lisaressursside leidmine toetuste maksmiseks ja uuringute finantseerimiseks.

Maismaa ökosüsteemide meetmed peaksid olema avalikkusele kergesti vastuvõetavad, sest need ei eelda rangete piirangute kehtestamist ning ökosüsteemide säilimine on mitmete ühiskonna sotsiaal-majanduslike eesmärkide saavutamise eelduseks.

Tabel 25. Maismaa ökosüsteemide valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVID, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtte d	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkon d	Majandusvaldkon d	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
2.1	3	3	3	4	3	5	3	4	5	3	3	5	1	2 100 000	41
2.2*	3	3	3	3	4	5	3	4	5	3	3	5	1	1 850 000	41
2.3*	3	3	3	3	4	4	3	4	5	5	5	5	1	1 310 000	44
2.4	4	4	4	4	4	5	3	4	5	5	5	5	5	0	53
2.5*	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	5	3	2	870 000	39
2.6*	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	5	3	2	10 520 000	39
2.7*	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	5	3	1	3 150 000	37
2.8	3	3	3	3	3	4	3	4	5	3	5	3	4	50 000	42
2.9	3	3	3	3	3	4	3	4	5	1	5	3	3	225 000	39
2.10	3	3	3	3	3	4	3	4	5	3	5	3	4	50 000	42

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meede nr 2.2. ja selle tegevused strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud ja meetmete 2.3., 2.5., 2.6. ja 2.7. osa tegevuste sõnastusi muudetud.

2.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Allpool (**Tabel 26**) on antud ülevaade, millistesse õigusaktidesse ja strateegilistesse dokumentidesse oleks vaja täiendusi maismaa ökosüsteemide kliimamuutustega kohanemismeetmete rakendamiseks.

Metsaökosüsteemide kohanemise meetmed seonduvad eelkõige metsanduse arengukavaga, aga ka metsamajandamise eeskirja ja keskkonnastrateegiaga. Mitmed metsa toetusmeetmed kuuluvad Eesti maaelu arengukava (2014–2020) alla, mille üheks eesmärgiks on metsanduse kui maaelu lahutamatu osa toetamine.

Soode ja teiste märgalade meetmed vajavad täiendusi looduskaitse arengukavas ja keskkonnastrateegias.

Põllu- ja rohumaade kliimamuutuste kohanemise meetmed seonduvad eelkõige maaelu arengukavaga.

Tabel 26. Maismaaökosüsteemide õigusraamistiku ülevaetatabel.

Meetme jrk nr	Meetmed	Meetmega seonduvad õigusaktid
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.	metsanduse arengukava, keskkonnastrateegia, looduskaitse arengukava
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.	metsanduse arengukava, keskkonnastrateegia, maaelu arengukava, metsa majandamise eeskiri, metsakaitse eeskiri
2.3*	Metsandusalase teabe täiendamine.	metsanduse arengukava, maaelu arengukava
2.4	Efektivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel.	metsaseadus
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.	looduskaitse arengukava
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.	looduskaitse arengukava
2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.	maaelu arengukava
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine.	maaelu arengukava
2.9	Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes	maaelu arengukava
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest	maaelu arengukava

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meede nr 2.2 ja selle tegevused strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud ja meetmete 2.3, 2.5, 2.6 ja 2.7 osa tegevuste sõnastusi muudetud.

2.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Kliimamuutuste mõjudega kohanemise tegevuste rakendamisel peab järgima integreeritud lähenemist, seda ka maismaa ökosüsteemide valdkonnas, sest tegemist on valdkondadeülese teemaga, mis hõlmab nii looduskeskkonna kui ka biomajanduse teemarühmasid ning kogu ühiskonda tervikuna.

Maismaa ökosüsteemide valdkonnal on seosed elurikkuse, ökosüsteemiteenuste, metsanduse, põllumajanduse ja turba kaevandamise valdkondades esitatud meetmete ja tegevustega, mis käsitlevad ökosüsteemi funktsioonide, elupaikade ja elurikkuse säilimist, mullaviljakuse säilimist ning kasvuhoonegaaside emissiooni ja süsinikubilansi uuringuid (**Tabel 27**).

Tabel 27. Maismaa ökosüsteemide valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.	1.1 Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes 1.3 Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes 7.3 Metsade ökoloogiline väärtus ei vähene
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.	1.3 Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes 5.11 Kliimariske arvestav tulundusmetsade jätkusuutlik majandamine 5.26 Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineringe (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine 7.1 Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering 7.2 Efektivsem ja nutikam metsakultiveerimine 7.5 Efektivsem ja jätkusuutlikum metsaraie
2.3*	Metsandusalase teabe täiendamine.	5.13 Kliimariske arvestava metsaökosüsteemi võime kaitsta erosiooni vastu tagamine 5.26 Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineringe (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.	5.26 Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineringe (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine 11.4 Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.	1.1 Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes 1.3 Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes 5.15 Kliimariske arvestav turba jätkusuutlik majandamine
2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.	5.16 Kliimariske arvestav niitude ja rohumaade jätkusuutlik majandamine 5.26 Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineringe (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine.	5.16 Kliimariske arvestav niitude ja rohumaade jätkusuutlik majandamine

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
		5.25 Kliimariske arvestav mullaökosüsteemiteenuste tagamine (viljakuse ja kvaliteedi tagamine, samuti loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsus, erosiooni ärahoidmine, mulla võime ohjeldada haigusi ja patogeene ning puhastada vett ning lahjendada, lagundada ja akumulierida jäätmeid ja toksilisi aineid)
2.9	Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes	1.1 Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes 1.3 Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes 5.16 Kliimariske arvestav niitude ja rohumaade jätkusuutlik majandamine
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest	5.25 Kliimariske arvestav mullaökosüsteemiteenuste tagamine (viljakuse ja kvaliteedi tagamine, samuti loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsus, erosiooni ärahoidmine, mulla võime ohjeldada haigusi ja patogeene ning puhastada vett ning lahjendada, lagundada ja akumulierida jäätmeid ja toksilisi aineid) 6.11 Kliimariske arvestavate uute ja ajakahaste taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate testimine ja vajadusel väljatöötamine ning tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmusloome ja -siirde programmide

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meede nr 2.2 ja selle tegevused strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud ja meetmete 2.3, 2.5, 2.6 ja 2.7 osa tegevuste sõnastusi muudetud.

2.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Enamik maismaa ökosüsteemide meetmetest on kiireloomulised, mida tuleks hakata rakendama esimese 5 aasta jooksul (**Tabel 28**). Seejuures peaks kõiki meetmeid rakendama pika aja jooksul (aastani 2100), et tagada nende eesmärgi saavutamine ehk maismaa ökosüsteemide elujõulisuse, terviklikkuse, ökoloogiliste, sotsiaal-kultuuriliste ja majanduslike funktsioonide ning ökosüsteemi ressursside ja teenuste pikaajaline säilimine. Meetmete prioriteetsus võib ajas muutuda ning meetme rakendamise kulukuse hindamine perioodil 2030–2100 on keeruks ja suure määramatusega, mistõttu ei ole kvantitatiivset hinnangut vastava perioodi kohta tehud.

Tabel 28. Maismaaökosüsteemide valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus:			Kokku maksumus, €
	1=45-60p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	
	2=29-44p			
	3=12-28p			
Rakendada perioodil 2017–2020	1	1	0	5 585 000
	2	6	5 460 000	
	3	-	-	
Rakendada perioodil 2021–2030	1	-	-	14 540 000
	2	3	14 540 000	
	3	-	-	
Rakendada perioodil 2031–2050	1	hinnata 2030	-	hinnata 2030
	2		-	
	3		-	
Rakendada perioodil 2051–2100	1	hinnata 2030	-	hinnata 2030
	2		-	
	3		-	
Kokku				20 125 000

Järgnevalt (**Tabel 29**, **Tabel 30**, **Tabel 31** ja **Tabel 32**) on näidatud meetmed vastavalt nende rakendamise perioodile.

Tabel 29. Maismaaökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.
2.3*	Metsandusalase teabe täiendamine.
2.4	Efektivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel.
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine.
2.9	Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest

Tabel 30. Maismaaökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.
2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meetmete 2.5, 2.6 ja 2.7 osa tegevuste sõnastusi muudetud.

Tabel 31. Maismaaökosüsteemide valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2031–2050.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.
2.3*	Metsanduslase teabe täiendamine.
2.4	Efektiivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel.
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.
2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine muutuvates kliimatingimustes.
2.9	Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes.
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest.

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meede nr 2.2 ja selle tegevused strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud ja meetmete 2.3, 2.5, 2.6 ja 2.7 osa tegevuste sõnastusi muudetud.

Tabel 32. Maismaaökosüsteemide valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2051–2100.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.
2.3*	Metsanduslase teabe täiendamine.
2.4	Efektiivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel.
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.

2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine muutuvates kliimatingimustes.
2.9	Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes.
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest.

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meede nr 2.2 ja selle tegevused strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud ja meetmete 2.3, 2.5, 2.6 ja 2.7 osa tegevuste sõnastusi muudetud.

Maismaa ökosüsteemide meetmete elluviimise eest vastutavad Keskkonnaministeerium ja Maaeluministeerium ning nende haldusalas olevad asutused (**Tabel 33**).

Tabel 33. Maismaaökosüsteemide meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	6	1	16 650 000
Maaeluministeerium (MeM)	4	2	3 475 000

Meetmete rakendamise geograafiline ulatus jääb valdavalt Eesti riigi piiresse (**Tabel 34**). Samas on teadustöö läbiviimine ja tulemuste rakendamine võimalik ka laiemalt kui vaid Eestis.

Tabel 34. Maismaa ökosüsteemide valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.	riiklik tasand
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.	riiklik tasand
2.3*	Metsandusala teabe täiendamine.	riiklik tasand, riigipiiri ületav
2.4	Efektiivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel.	riiklik tasand

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.	riiklik tasand
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.	riiklik tasand , piirkondlik
2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.	riiklik tasand
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine muutuvates kliimatingimustes.	riiklik tasand
2.9	Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes.	riiklik tasand
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest.	riiklik tasand

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meede nr 2.2 ja selle tegevused strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud ja meetmete 2.3, 2.5, 2.6 ja 2.7 osa tegevuste sõnastusi muudetud.

2.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Maismaa ökosüsteemide kliimamuutustega kohanemismeetmete mõõdikud ning nende alg- ja sihttasemed on toodud järgnevalt (**Tabel 35**).

Tabel 35. Maismaaökosüsteemide valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
2.1	Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes.	Monofunktsionaalsete (puhtpuistud) ja polüfunktsionaalsete (segapuistud) metsade osakaal.	Puhtpuistute pindala moodustab 16% kõikide puistute pindalast.	Puhtpuistute pindala moodustab vähem kui 16% kõikide puistute pindalast.
		Rangelt kaitstavate metsade ja Natura alade osakaal metsamaal.	Eesti metsa pindalast moodustavad 10% rangelt kaitstavad metsad ja 17,4% (388 000 ha) Natura 2000 alad (Aastaraamat mets 2013, 2014).	Kaitstavate metsade ja Natura alade osakaal metsamaal ei vähene võrreldes algtasemega.
2.2*	Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise	Metsamaa pindala.	Eesti metsamaa kogupindala on 2,2 mln ha (Aastaraamat Mets 2013, 2014).	Metsamaa pindala ei vähene võrreldes algtasemega.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
	süsinikku (neto)siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.	Eesti metsade aastane süsiniku netobilansi hinnang.	Eesti metsade süsinikubilansi hinnang kajastub riiklikus kasvuhoonegaaside inventuuraruandes (National Inventory Report). Hinnangu arvutamise meetodikas kasutatakse kliimaregiooni keskmiseid parameetreid, mis vähendab hinnangu täpsust.	Eesti metsade süsinikubilansi hindamisel kasutatakse Eesti-spetsiifilisi parameetreid, mis suurendab hinnangu täpsust ja usaldusväärsust.
		Raiemahu osakaal puidu aastasest netojuurdekasvust.	Perioodi 1990-2014 raiemahu osakaal on väiksem sama perioodi puidu juurdekasvust.	Perioodi 2017-2030 keskmine raiemaht ei ületa metsade sama perioodi keskmist netojuurdekasvu.
		Nõuetekohaselt uuendatud/uuenenud raiesmike osakaal kõigist raiesmikest.	Vähemalt 85% raiesmikest on nõuetekohaselt uuendatud/uuenenud (Keskkonnaamet)	Kõik raiesmikud on nõuetekohaselt uuendatud/uuenenud .
		Lageraiete ja turbe/valikraiete osakaal turvasmuldadel paiknevates puistutes.	Teave puudub.	Lageraiele alternatiivsete raiete (nt turberaie, valikraie) pindalapõhine osakaal ületab lageraie osakaalu turvasmuldadel paiknevates puistutes.
		Metsa juurdekasvu mudel ja selle väljundi veahinnang; puidu netojuurdekasvu hinnangu olemasolu ja täpsus.	Puidu juurdekasvu arvutamise normatiivid on vanad ja ebatäpsed, mistõttu on netojuurdekasvu hinnangud ebatäpsed.	Puidu juurdekasvu mudeli täpsus on paranenud, veahinnang on vähenenud.
2.3*	Metsanduslase teabe täiendamine.	Eesti erinevate metsamulla tüüpide süsiniku tagavara ja süsinikubilansi uuringute ja vastavate andmete olemasolu.	Eesti erinevate metsamulla tüüpide süsiniku tagavara andmed on lünklikud. Metsamulla süsinikubilanssi on määratud üksikutes puistutes.	Erinevate metsamulla tüüpide süsiniku tagavara ja bilanss on määratud enamlevinud metsa kasvukohatüüpides.
		Metsaökosüsteemi teadus- ja rakendusuuringute erinevate teematikate rohkus ja kaetus,	Üksikud kliimamuutuste mõjude uuringud. Puuduvad metsaökosüsteeme	Teostatud on metsaökosüsteemi kliimamuutuste mõjude laiaulatuslikud

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
		projektide arv ning toetussumma. Projektide ja uuringutulemuste praktilise rakendamise määr.	mõjutavate kliimariskide kompleksuuringud.	uuringud (vt ptk 2.5.1). Uuringutulemusi on maksimaalselt rakendatud metsanduse valdkonna prognooside tegemisel ja poliitiliste otsuste vastuvõtmisel.
		Eesti metsaökosüsteemi kliimamuutuste mõjude teadus- ja rakendusuuringute koondandmebaasi olemasolu.	Andmebaas puudub.	Andmebaas on loodud ja toimub selle pidev täiendamine.
2.4	Efektiivse koostöö ja infovahetuse tagamine riigiasutuste, teadlaskonna ja muude huvigruppide vahel.	Erinevate huvigruppidevaheline infovahetus ning huvigruppide kaasamine metsanduse valdkonna dialoogi ja poliitilistesse otsustusprotsessidesse. Otsuste läbipaistvus ja avatus ning avalikkuse teavitamine.	Infovahetus ja erinevate huvigruppide kaasamine kliimamuutuste-alastesse dialoogidesse ja poliitilistesse otsustusprotsessidesse on ebapiisav. Otsuste läbipaistvus ja avatus ning avalikkuse teavitamine on ebapiisav.	Ühiskonnale parimate otsuste vastuvõtmise eesmärgil on infovahetus ja koostöö erinevate huvigruppide vahel oluliselt paranenud. Otsuste vastuvõtmine toimub läbipaistvalt ja avatult, avalikkust teavitatakse vastuvõetud otsustest läbi populaarsete meediakanalite.
2.5*	Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine.	Korraldatud on seire kasvuhoonegaaside emissiooni ja süsiniku bilansi hindamiseks nii looduslikus seisundis märgaladelt kui ka inimtegevusest mõjutatud turbaaladelt.	Seire puudub	Toimiv seireprogramm
		Läbi on viidud uuringud hindamiseks erinevate kliimategurite mõju märgalade kasvuhoonegaaside emissioonile ja bilansile.	Uuringud puuduvad	Vastavad uuringud on läbi viidud ja tulemused süstematiseeritud
		Emissioonifaktorite välja töötamine erinevat tüüpi märgaladele.	Riiklikud emissioonitegurid puuduvad	Välja on töötatud riiklikud emissioonitegurid erinevat tüüpi märgaladele

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
2.6*	Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine.	Korraldatud on seire märgalade mitmekesisuse, liikide arvu ja neid mõjutavate ohutegurite kohta.	2012.a oli seires 74 loodusdirektiivi liiki, 120 linnudirektiivi liiki ja 54 I kategooria liiki	seiratavate liikide arv on suurenenud
		Eluslooduse seire korraldamine ja liikide ohustatuse astme määramine. Ohustatuse astme määramise tagab eluslooduse seire, mille käigus kogutakse infot liikide, nende elupaikade ja kasvukohtade seisundi kohta.	ohustatuse astet on hinnatud ca 1/4 Eesti elustikust	halvas seisundis olevate liikide arv on vähenenud ja kõikide ohustatud liikide seisund on hinnatud
		Korraldatud on hoiu- ja kaitsealade kaitse ning ohustatud liikide parema seisundi tagamiseks või saavutamiseks koostatakse neile kaitsekorralduskavad, milles märgitakse alal leiduvad loodusväärtused ja indikaatorid nende mõõtmiseks, olulised keskkonnategurid ja nende mõju loodusobjektile ja selle väärtusele, ala kaitse eesmärgid, nende saavutamiseks vajalikud tööd, tööde tegemise eelisjärjestus, ajakava ja maht ning kava elluviimise eelarve.	2012.a oli kaitsekorralduskavad koostatud 45 liigile	kaitsekorralduskavad on kõigil I kategooria kaitsealustel liikidel ja loodusdirektiivi II, IV ja V lisa liikidel
		Kaitsealuste ja Natura2000 võrgustikku kuuluvate märgalade pindala ja arvu hindamine	erinevatesse kasvukohatüüpidesse kuuluvatest soodest on Eestis looduskaitse all 47-83%, nendest omakorda 89% on suure looduskaitseväärtusega . Natura2000 võrgustikku kuuluvate soelupaikade kogupindala on 162564 ha	Kaitsealuste märgalade pindala ei ole vähenenud ning suurenenud on erinevat tüüpi märgalade esindatus kaitsealade hulgas. Kõikide elupaigatüüpide seisund on teada.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
		Inimtegevusest rikutud märgalade pindala.	Inimtegevusest rikutud märgalade pindala 2014. aastal.	Inimtegevusest rikutud märgalade pindala on väiksem kui algtase
2.7*	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside (KHG) heite hindamine ja kliimamuutustest tingitud suureneva KHG heite vältimine.	Korraldatud on seire kasvuhoonegaaside emissiooni ja süsiniku bilansi hindamiseks rohumaa- ja põllumuldadest.	Rohumaade ja põllumaade laiaulatuslik KHG seire puudub	Riigi tasandil toimiv rohumaa- ja põllumaade KHG seireprogramm.
		Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon on kontrollitud.	Praegune rohumaa- ja põllumaadelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissiooni tase	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon ei ole suurenenud
		Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon on kontrollitud.	Praegune rohumaa- ja põllumaadelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissiooni tase	Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon ei ole tõusnud
2.8	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine muutuvates kliimatingimustes.	Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakus on säilitatud.	Praegune rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse tase	Rohumaa- ja põllumuldade loomulik viljakus ei ole langenud
		Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakus on säilitatud.	Praegune rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse tase	Rohumaa- ja põllumuldade loomulik viljakus ei ole langenud
2.9	Poollooduslike rohumaa- ja bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimatingimustes.	Poollooduslike rohumaa- (traditsiooniline ja järjepidev) majandamine on tagatud	2013. a hooldati 25000 ha poollooduslikke rohumaid	2020 a. hooldada 45000 ha poollooduslikke rohumaid
		Poollooduslike rohumaa- bioloogiline mitmekesisus ja liikide soodne seisund on tagatud	Praegune poollooduslike rohumaa- bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tase	Poollooduslike rohumaa- bioloogiline mitmekesisus pole langenud ja liikide soodne seisund pole halvenenud
2.10	Kliimamuutustest tingitud mullaerosiooni ja toitainete leostumise suurenemise piiramine põllumuldadest.	Mullaerosioon ja toitainete leostumine põllumuldadest on piiratud	Praegune rohumaa- ja põllumuldadest mullaerosiooni ja toitainete leostumise tase	Mullaerosioon ja toitainete leostumine rohumaa- ja põllumuldadest ei ole suurenenud
		Mullaerosioon ja toitainete leostumine põllumuldadest on piiratud	Praegune rohumaa- ja põllumuldadest mullaerosiooni ja toitainete leostumise tase	Mullaerosioon ja toitainete leostumine rohumaa- ja põllumuldadest ei ole suurenenud

* Vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele on meede nr 2.2 ja selle tegevused strateegia ja rakenduskaava ettepanekutest eemaldatud ja meetmete 2.3, 2.5, 2.6 ja 2.7 osa tegevuste sõnastusi muudetud.

3. Mageveeökosüsteemid

Freiberg, René; Pall, Peeter; Nõges, Peeter; Nõges, Tiina; Rõõm, Eva-Ingrid
Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut

3.1. Sissejuhatus

Eestis on pinnaveekogude peamiseks inimõjust tingitud veemajandusprobleemideks eutrofeerumine põllumajandusliku haju- ja punktkoormuse, setetest lähtuva sisekoormuse ning asulate veeheite toimel, samuti veereostus taimekaitsevahendite ja toksiliste ainetega. Lisasurveid põhjustavad veekogude füüsiline muutmine (maaparandus, kuivendus, paisud, veekogudest pinnase kaevandamine, laevateede süvendamine jms), olme- ja tööstusveevõtt, maavarade kaevandamisega kaasnev veeheide, veetransport ja võõrliikide mõju. Nendele otsese inimõju teguritele lisanduvad kliimamuutustest ja kliimaatiliste tegurite suurenenud muutlikkusest tingitud täiendavad surved, mille peamised toimemehhanismid sõltuvad veekogu tüübist. (Nõges *et al.*, 2012)

Pinnavee seisundi üle peetakse arvestust pinnaveekogumite kaupa ja pinnaveekogumeid, mille seisund tuleb määrata, on Eestis praegu 750. Ühes pinnaveekogumis on ühetaoline looduslik tüüp, elukeskkond ja inimõju. (Keskkonnaministeerium, 2015)

Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiiv 2000/60/EÜ (VPRD) kehtestab ühtse raamistiku vee kaitse ja kasutamise korraldamiseks liikmesriikides. Direktiivi peamiseks väljundiks on veemajanduskava ning selle alusel elluviidav meetmeprogramm kõikide vete hea seisundi saavutamiseks nii pinna- kui põhjavees ja ka rannikumeres. VPRD ei puuduta kliimamuutuste teemat otseselt, mistõttu kliimamuutuste mõjudega ei ole senini arvestatud vesikondade veemajanduskavadega ega meetmeprogrammides. Kuna kliimamuutuste mõjud ilmnevad aina selgemalt ning võivad mõjutada seatud eesmärkide saavutamist, tuleb need mõjud igal liikmesriigil integreerida ajakohastatud veemajanduskavadesse. Uue perioodi (2015–2021) veemajanduskavad sisaldavad juba kliimamuutusi käsitlevat peatükki ja keskenduvad senisest enam põllumajandusest ja hajaasustusest tulenevale reostusele, kliimamuutuste mõjule, paisutatud ja tõkestatud jõgedele ning veekogude tervendamisele.

Mageveeökosüsteemide valdkond on jaotatud alavaldkondadeks järgmiselt:

- **suurjärved** (Võrtsjärv, Peipsi järv, k.a Lämmijärv, Narva veehoidla);
- **väikejärved** (kõik ülejäänud Eesti järved);
- **vooluveekogud**, k.a paisjärved.

3.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Valdkonna “Magevee ökosüsteemid ja keskkond” alavaldkondlik jaotus lähtub maismaa pinnavete tavapärasest jaotamisest, õigusraamistiku väljakujunenud reguleerimisaladest,

sealhulgas Veeseaduse (1994), “Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030”, VPRD, Loodusdirektiivi 92/43/EMÜ ja Üleujutusdirektiivi 2007/60/EÜ väljakujunenud pinnaveekogude jaotusest ning sarnase probleemistikuga, modelleerimise spetsiifika ja kliimatundlikkusega veekogude grupeerimise vajadusest. Samasugust alavaldkondlikku jaotust on kasutatud ka varem pinnaveekogude kliimamuutustega seotud mõjude analüüsimisel (Nõges *et al.*, 2012), mis võimaldab käesoleva analüüsi tulemusel valminud meetmeid üle kanda vesikondade seire- ja veemajanduskavadesse.

Alavaldkondliku hetkeolukorra analüüsil on lähtunud 2012. aastal koostatud põhjalikust kirjanduse ülevaatest kliima muutumise võimalike mõjude kohta Eesti veeökosüsteemidele (Nõges *et al.*, 2012). Analüüsi on täiendatud viimaste aastate teadmistega veekogude fenoloogia, süsiniku ringe, kasvuhoonegaaside emissiooni ja vooluveekogude ainete ärakande osas.

Mõjude analüüs

Riskide, haavatavuse ja mõjude väljaselgitamisel ja hindamisel lähtuti alavaldkondlikust jaotusest ning eelnevalt teostatud hetkeolukorra analüüsist (vt ptk 3.3 all), siseveekogude üldistest tüpoloogilistest eripäradest ning Veepoliitika Raamdirektiivi (VPRD, 2000), Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030 (2007) ja Veeseadusest (1994) lähtuvatest eesmärkidest. Positiivsete mõjude korral aitavad kliimamuutused kaasa eespoolnimetatud suunisdokumentides püstitatud eesmärkide täimisele ja negatiivsete korral takistavad nendeni jõudmist. Eraldi on kirjeldatud ka võimalikku majandusliku ja sotsiaalse mõju suurust ning avaldumise tõenäosust. Kui see on võimalik, siis on täpsustatud ka riski avaldumise regionaalset jaotust või nimetatud konkreetne veekogu.

Mõjude analüüsi tekstis (ptk 3.4) on viidatud valdkondliku mõjude analüüsitabelis (**Tabel 36**) vastava mõju numbrile (mõju 3.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuses“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

3.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

3.3.1. Suurjärved

Probleemid, võimalused ja ohud

Kliima muutumine mõjutab suurjärvesid peamiselt jäärežiimi, jääkatteta perioodi veetemperatuuri, vee kemismi ja elustiku muutuste läbi. Peipsis, mille elustikku kuulub mitmeid põhjapoolsema levikuga liike, on muutused veetemperatuuris esmaseks ja juhtivaks kliimateguriks ökosüsteemis. Suurenenud troofsuse tingimustes kaasnevad kõrge suvise veetemperatuuriga Peipsis ulatuslikud veeõitsengud ja kalade suremine. Sademete hulga muutused mõjutavad valgalt lähtuvaid ainekoormusi ning suurjärvede veetaset suures ulatuses. Veetase mõjutab otseselt veesamba valgustatust ja ainevahetust põhjasetetega ning nende kaudu fütoplanktoni kasvu. Peipsi suurema sügavuse tõttu Võrtsjärvega võrreldes on veetaseme muutustel tema ökosüsteemile suhteliselt väiksem ehkki selgelt avalduv mõju. Madalas Võrtsjärves, kus veetaseme muutumise amplituud

ületab järve keskmist sügavust, põhjustades kuni kolmekordset veemahu ja kuni 2,4-kordset keskmise sügavuse muutumist, on selle mõju järve ökosüsteemile valdav. Võrtsjärve võib tema kõrge kliimatundlikkuse ja pikkade vaatlusriidade tõttu pidada üheks rahvusvahelise tähtsusega kliima mõju uuringute näidisobjektiks, mille loodusliku veerežiimi säilitamine on üheks kliima mõju seire eelduseks. (Nõges *et al.*, 2012)

Uuemad süsinikuringe uuringud näitavad, et suurtes madalates järvedes seotav süsiniku hulk on mõjutatud järve veetasemest ja järvesisestest biogeokeemilistest protsessidest (Cremona *et al.*, 2014). Süsiniku globaalne akumulatsioon järvedes on samas suurusjärgus maismaalt maailmamerre jõudva süsiniku hulgaga (Cole *et al.*, 2007) ning siseveekogudest erinevate protsesside tulemusena eralduva süsiniku, sealhulgas atmosfääri eralduvate kasvuhoonegaaside (süsinikdioksiidi – CO₂ ja metaani – CH₄), hulk isegi ületab seda (Bastviken *et al.*, 2004; Tranvik *et al.*, 2009). Nii on järvedel kahetine roll kliimamuutuste seisukohast. Sidudes süsinikku ja emiteerides kasvuhoonegaase mõjutavad järved aktiivselt kliimat, teisalt on järved, nii nagu muudki ökosüsteemid, tundlikud kliimaatiliste tegurite, eelkõige temperatuuri ja sademete muutuste suhtes. Järvede roll kasvuhoonegaaside emiteerijana suureneb temperatuuri tõustes, kuna sel juhul kiireneb enamik biokeemilisi lähteprotsesse (Schulz *et al.*, 1997; Bergström *et al.*, 2010). Temperatuuri tõusu mõju on eriti oluline peamiselt järve setetes toimuvale CH₄ tekkele ja emissioonile (Bastviken *et al.*, 2004; Schulz *et al.*, 1997), kuna pikeneb järvede kaldataimestiku (mis käitub CO₂ ja eriti CH₄ emissiooni võimendajana) vegetatsiooniperiood ja tõuseb ka setete keskmine temperatuur. Seega on kliimamuutustel kumuleeruv mõju kasvuhoonegaaside emissioonile järvedest, kuna lisaks emissiooni kasvule suureneb ka CH₄ osakaal, mis on toimet u. 25 korda tugevam kasvuhoonegaas kui CO₂ (Bastviken *et al.*, 2011). Kumuleeruv mõju on märgatav suurjärvede korral (Rööm *et al.*, 2014), kuid väljendub eriti tugevalt väikejärvedes, mille kaldataimestiku pindala osakaal järve pindalast on üldjuhul suurem (Juutinen *et al.*, 2003, 2009; Bergström *et al.*, 2007).

Mitmete kliimast tingitud muutuste sarnasus ja läbipõimimine inimtegevusest põhjustatud järvede eutrofeerumisega ja nende tegurite sünergism loovad olukorra, kus on raske neid mõjusid eristada. Üheks võimaluseks lokaalsetest teguritest ajendatud ja kliimaga seotud muutuste eristamiseks on sündmuste nn. koherentsusuuringud, mille käigus püütakse leida suuremal alal sünkroonselt toimuvaid muutusi, mis võiks olla kliimaatilise signaali ilminguks. Üsna koherentselt muutuvad eri piirkondade järvede füüsikalised parameetrid nagu veetemperatuur, jäänähtuste ajastus, termilise kihistumise iseloom ja veetase reguleerimata järvedes. Muutuste koherentsus väheneb keemiliste ja bioloogiliste näitajate puhul. Eutrofeerumise ja kliima muutumise mõjusid aitavad eristada ka senisest laialdasemad järvesetete paleolimnoloogilised uuringud. (Nõges *et al.*, 2012).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju suurjärvedele

Fenoloogiliste vaatluste järgi on jääminek ja suurvee kõrgseis hakanud järjest varem, veekogude jäätumine aga hiljem saabuma (Palm, 2001 a,b; 2003). Hiljutine uurimus on näidanud Peipsi ja Võrtsjärve jääkatte kestuse erinevat kliimatundlikkust, kusjuures Peipsi järve jääkatte kestus on oluliselt temperatuuritundlikum Võrtsjärve omast (Nõges ja Nõges, 2014). Muutused järvede hüdrooloogiliste faaside saabumisaegades on väiksemad kui jõgedes, millest saab järeldada seisuveekogude suuremat inertsust kliimamuutuste suhtes. Sarnaselt Euroopa ja Põhja-Ameerika paljudele piirkondadele on peamiselt temperatuuri- ja sademeterežiimi muutused (Jennings *et al.*, 2010) põhjustanud ka Eesti järvedesse sissekanduvate huumusainete hulga suurenemist ja järvevee keemilise hapnikutarbe tõusu (Tuvikene *et al.*, 2010).

Suurjärvede ökosüsteemid on tundlikud veetaseme kõikumise suhtes, mis on minevikus põhjustanud olulisi muutusi järvede sügavuses ja mahus, aga ka toitainete kättesaadavuses ja veesamba valguskliimas. Veetaseme kõikumine on seda suurema tähendusega, mida madalam on järv. Nt Võrtsjärves põhjustab sarnase amplituudiga veetaseme muutumine palju drastilisemaid veemahu ja ökosüsteemi muutusi kui Peipsi järves. Veesamba parem keskmine valgustatus ning fosfori rikkalikum vabanemine setete resuspendeerumisel toovad Võrtsjärves kaasa kõrge vetikabiomassi just madalaveelistel aastatel. Sügavamas Peipsis ei ole selline seos nii ilmne, siiski on ilmnenud ka Peipsi eutrofeerumise kiirenemine kuivadel, veevaestel aastatel (Kangur *et al.*, 2003). Tõenäoliselt tugevdavad kõrgem temperatuur ja madal veeseis sünergeetiliselt fosfori sisekoormust Peipsis ja selle kaudu soodustavad fütoplanktoni ja eriti tsüanobakterite arengut (Haldna *et al.*, 2008) ning veeõitsengute tekkimist.

Olemasolevad meetmed mõjude vähendamiseks suurjärvedele

Peamisteks kliima muutumisega kaasnevate mõjude vähendamise meetmeteks on veekogude kaitsemeetmete tõhustamine reostuse, toitainekoormuse, võõrliikide sissetoomise ja geomorfoloogiliste muutuste vastu. Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik arendada ja tõhustada seiresüsteeme ning tihendada seiresammu. Järvede ökosüsteemi suunamise meetmena on kasutatud biomanipulatsiooni.

3.3.2. Väikejärved

Probleemid, võimalused ja ohud

Väikejärvi ohustavatest teguritest on esikohal järvede eutrofeerumist põhjustav toiteainete koormus, mille peamisteks allikateks on põllumajanduslik hajukoormus, loomakasvatusest lähtuv punktikoormus ja asulate heitveed. Paljude järvede seisund püsib halb setetes ladestunud toiteainetest tingitud sisekoormuse tõttu.

Oma kirjanduse ülevaates märgivad Nõges jt (2012), et erinevat tüüpi järved reageerivad kliimaatilistele teguritele tüübispetsiifiliselt. Järvede erineva tundlikkuse aluseks on nende morfomeetrilised ja hüdrooloogilised iseärasused ning valgla pinnaomadusi peegeldav vee hüdrokeemiline iseloom. Paljude väikejärvede iseloomulikuks omaduseks on termiline kihistumine ja veesamba perioodiline segunemine. Need protsessid on väga kliimatundlikud ja mõjutavad järvede seisundit ja elustikku olulisel määral. Regionaalsed kliimamudelid prognoosivad aastateks 2070–2100 nii õhu- kui veetemperatuuri tõusu ja Põhja-Euroopa järvede jääkatte kestuse vähenemist 1–2 kuu võrra. Jääkatte lühenemise ja veetemperatuuri tõusuga tugevneb veesamba termiline kihistus ja pikeneb kihistunud perioodi pikkus. Dimiktilised järved võivad jääkatte kadumisel muutuda monomiktilisteks. Varasema jäämineku tõttu nihkub varasemaks ka füto- ja zooplanktoni areng. Sagenevate sulailmade tõttu jäävad järved talviti vähem ummuksisse ja kalade talvise suremise oht madalates järvedes tõenäoliselt väheneb. Koos veeõitsengute sagenemisega soojemas kliimas võivad aga sageda kalade suvised massilised hukkumised hapnikukontsentratsioonide suurte ööpäevaste kõikumiste ja aluselises keskkonnas moodustuva ammoniaagi tagajärjel. Pikenev stagnatsiooniperiood halvendab põhjakihtide hapnikuga varustatust ja hapnikuta tsoon võib laieneda suuremale põhjaalale soodustades fosfori leket setetest. Kõrgem temperatuur, stabiilsem termiline kihistumine ja parem fosfori kättesaadavus võivad soodustada tsüanobakterite poolt tekitatud veeõitsenguid. Teatud tingimustes (vee kiire termiline kihistumine kevadel, rohke lume sulavee lahjendav toime) võib kestva kihistumise

olukorras vee pindmine kiht toiteainetest vaesuda, mis lükkab veeõitsengu tekke sügise vee segunemise perioodile.

Oma analüüsi tulemusel jõuavad eespool viidatud autorid järeldusele, et sademetehulga suurenemisega kasvab valglalt lähtuv toiteainete koormus järvedele, mis paneb aluse kõrgemale bioproduksioonile ja settimiskiirusele. Olenevalt valgla iseloomust võivad toitainete kontsentratsioonid veerohkuse tingimustes lahjeneda. Sademete ja aurumise vahekorra muutustega kaasnevad järvede veetaseme kõrguse ja selle sesoonse režiimi muutused. Seega võivad kliimamuutused nii tugevdada kui nõrgendada eutrofeerumise ilminguid ja töötada vastu järvede seisundi parandamise meetmetele või neid toetada. Meetmete efektiivsaks rakendamiseks on vaja teada, milline oli järve seisund enne olulise inimõju algust ja kuidas antud tüüpi järved varasematele kliimamuutustele on reageerinud.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju väikejärvedele

Sarnaselt suurjärvedega on ka väikejärvedel täheldatud lühemat jääkatte perioodi ja varasemat kevadist suurvett. Analüüsides väikejärvede seireandmeid ajavahemikust 1951–2010 (Ott, 2010), jõuti järeldusele, et järvetüüpide piirid on ähmastunud (järvede mikstrofeerumine), sagenenud on nähtused, mis kaasnevad veesamba teravama kihistumise, valguse leviku vähenemisega veesambas ja hapnikuvaese tsooni laienemisega (taimede levikusügavuse vähenemine, üldine liigilise koosseisu vaesustumine). Madalates järvedes on laienenud kaldaveetaimestiku (roostikud) levik, kadunud on haruldased liigid või on nende arvukus oluliselt vähenenud, prevaleerima on hakanud plastilised liigid. Kalastikus on suurenenud lepiskalade ja zooplanktonis keriloomade osakaal. Sagenenud on veeõitsengud väikejärvedes. Viimasele 10–15 aastale on iseloomulik eripäraste limnoloogiliste nähtustega aastate sagenemine (osalise meromiktsuse ilmingud, dimiktilise segunemistüübi üleminek monomiktiliseks (Ott ja Kõiv, 2005), kasvuperioodi pikenemine jms)

Olemasolevad meetmed mõjude vähendamiseks väikejärvedele

Ka väikejärvedele toimivate kliimast lähtuvate mõjude vähendamise meetmeteks on eelkõige veekogude kaitsemeetmete tõhustamine reostuse, toitainekoormuse, võõrliikide sissetoomise ja geomorfoloogiliste muutuste vastu. Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik arendada ja tõhustada seiresüsteeme ning tihendada seiresammu. Järvede ökosüsteemi suunamise meetmena on kasutatud biomanipulatsiooni, veetaseme reguleerimist ja järve toitainete sisekoormuse vähendamise võtteid (nt. toitainete keemiline sidumine). Kalade hukkumise vältimiseks veekogude talvise ummuksile jäämise korral on praktiseeritud vee aereerimist. Perspektiivne suund on väikejärvede kompleksne tervendamine ja järvesette väärindamine ning kasutamine. Selle meetme eduka rakendamise kohta on positiivseid näiteid täna vähe tuua ja teema vajab edasisi teadusuuringuid.

3.3.3. Vooluveekogud

Probleemid, võimalused ja ohud

Prognoositud lumikatte vähenemise tõttu on tuleviku jaoks modelleeritud maksimaalsed äravoolud ja seega ka maksimaalsed veetasemed väiksemad praegusest. Äravoolud on aasta

jooksul ühtlasemalt jaotunud, nii et kevade kõrval muutub oluliseks suurvee ajaks sügis. Suvise miinimumäravooluperioodi pikemaks muutumise tõttu suureneb võimalus väikeste ojade ja jõgede ülemjooksude kuivamiseks. Viimased kliimastsenaariumid prognoosivad küll suviste sademete suurenemist, seega ei pruugi veevaegus üldse probleemiks osutada. Samas on Eesti jõgede äravool suure ajalise muutlikkusega ning veerikkad ja veevaesed perioodid vahelduvad. Veerohkust mõjutab oluliselt inimtegevus (lisaks veemajandusele ka põllumajandus, metsandus, tööstus jne) ning viimase mõju eristamine kliimamuutuste mõjust on keeruline ja sageli toimivad need sünkroonselt.

Kui jõgede jääperiood muutub lühemaks ning suuremas osas jõgedel jääkatet ei teki ning talvine äravool suureneb, siis sel on jõgede talvisele ökoloogilisele seisundile pigem positiivne mõju. Sellised muutused kergendavad sügisel kudevate siirdekaldade pääsu kudejõgedesse ning parandavad koetud marja arengutingimusi. Teisalt võib ette näha suvise ökoloogilise seisundi halvenemist miinimumäravoolu perioodi pikenemise tõttu. Seda võib aga leevendada võimalik sademetehulga suurenemine ka suvel. Suvine veetemperatuuri tõus on kindlasti ebasobiv jahedaveelistele ja hapnikunõudlikele kaladele ning suurselgrootutele, kellede jaoks sobilike elupaikade hulk tõenäoliselt väheneb samas kui soojemalembeste liikide elupaiku tuleb juurde. Nt kalade puhul ilmselt paranevad elutingimused sellistel liikidel nagu hink, säga, tippviidikas, vingerjas, mudamaim – need on liigid, millede leviku põhjapiir jääb praegu Eesti alale. Edaspidi võib meie kliima osutada sobilikuks naabermaades elunevatele, kuid Eestis veel (või hetkel) puuduvatele liikidele nagu abakala, pardkala ja mõrukas. Muutus hüdrooloogilises režiimis põhjustab stressi voolulembestele liikidele (Timm *et al.*, 2011). Ainete ärakande osas on lähipiirkonnas nt taani teadlased prognoosinud sarnase kliimamuutuste stsenaariumi korral Taani madalikujõe Gjern'i näitel lämmastikuärakande suurenemist 7,7% võrra (Andersen *et al.*, 2006). Ka fosforiühendite puhul prognoosivad taanlased ärakande suurenemist jõgede kaudu (Jeppesen *et al.*, 2009). Soome lõunaosa andmete mudeldamise tulemusena järeldasid Bouraoui ja kaasautorid, et toitesoolade ärakanne küll kasvab veidi, kuid see sõltub oluliselt aastaajast (Bouraoui *et al.*, 2004).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju vooluveekogudele

Senistes teemakohastes uuringutes on näidatud hüdrooloogilise režiimi muutuse mõju elustikule ning ainete ärakandele. Nii näitas Demars koos kaasautoritega, et pikaajalised muutused tasandikujõgede taimestikulis olid seotud kliimamuutustega (talvise jääkatte mõju vähenemine, suvise madalveeperioodi suurenemine) ning kallaste haldamisega. Nende analüüs seostas kliimamuutused liigirikkuse vähenemisega (Demars *et al.*, 2014). Ka Eestis tehtud uuringutes on näidatud veetaseme, vooluhulga ja temperatuuri mõju veetaimestiku levikule (Kõrs *et al.*, 2012). Toetudes suurtest järvedest algavate Eesti mõistes suurte jõgede (Emajõgi ja Narva jõgi) fütoplanktoni senistele uuringutele (Piirsoo *et al.*, 2008; Piirsoo *et al.*, 2010), võib arvata, et fütoplanktoni ohtrus vegetatsiooniperioodi teises pooles suureneb veelgi. Nimetatud jõgede puhul oleks see samuti ökoloogilise seisundi halvenemine. Samuti on näidatud, et põhjaloomadel põhinevad orgaanilise reostuse hindamiseks loodud indeksid on tundlikud ka jõgede paisutamistest tingitud hüdro-morfoloogiliste muutuste suhtes (Käiro *et al.*, 2010).

Hiljuti valmisid 1992–2013 aasta riikliku seire andmete põhjal lämmastiku, fosfori ja bioloogilise hapnikutarbe seirepõhised ärakandekoormuste arvutused mitmete Eesti jõgede kohta (Ennet ja Pihelgas, 2015). Selle andmestiku detailsem analüüs võiks aidata prognoosida toitesoolade ärakande võimalikke suundumusi ennustatavate kliimastsenaariumite korral. Pealiskaudne analüüs näitas, et erinevate jõgede puhul võib

hüdroloogilise režiimi muutus ärakandele mõjuda või ka mitte mõjuda. Samas on teada, et väga tugevalt mõjutas toitesoolade ärakannet inimtegevusega seotud reostuse järsk vähenemine 1990. aastatel (Iital *et al.*, 2010), mis tõenäoliselt varjutas tugevasti muud võimalikud mõjud. Ka Ülo Mander koos kaasautoritega näitasid Porijõe valgla näitel, et pehmemad talved ning sademete mustrite muutused põhjustavad vooluhulkade muutumise kaudu ainete intensiivsemat kannet talveperioodil ning väiksemat äravoolu suvel, kuid kuna vaatlusperioodil toimusid muutused ka maakasutuses, päädis see kokkuvõttes ikkagi ainete ärakande vähenemisega (Mander *et al.*, 2000). Seetõttu on põhjust arvata, et toitesoolade ärakanne sõltub ka edaspidi rohkem inimtegevusest kui prognoositud kliimamuutustest.

Pärn koos kaasautoritega järeldasid, et orgaanilise süsiniku kande suurenemise peamised põhjustajad on kliimamuutustest tingitud sagenenud veevaesed perioodid mida võimendab inimõju, ennekõike vooluveekogude kraavitamine (Pärn *et al.*, 2009; Pärn ja Mander, 2012). Tulevikus võimalikku lahustunud süsiniku koormuse kasvu Võrtsjärve valgalt prognoosib oma töös Toomas Tamm koos kaasautoritega, kuigi samas nenditakse detailsema uuringu vajalikkust, kuna koormus on eelkõige seotud äravooluga (Tamm *et al.*, 2008). Võrtsjärve voolavate suuremate jõgede näitel on näidatud, et lahustunud orgaanilise süsiniku sisaldus vees sõltus ilmastikust, eelkõige vee temperatuurist ja sademetest aga ka jõe langust ja vooluhulgast (Piirsoo *et al.*, 2012). Seega võib temperatuuri ning hüdroloogilise režiimi muutus mõjutada süsiniku ärakannet.

Olemasolevad meetmed mõjude vähendamiseks vooluveekogudele

Kõigi meetmete aluseks on korralike seireandmete olemasolu, mille alusel koostatakse veemajanduskavad. Suurematest projektidest, millega viimasel ajal on alustatud, tuleks nimetada töid jõgedel paiknevate paisudega. Ilma selge funktsioonita paisude likvideerimine ning funktsiooniga paisudele korralike kalapääsude ja ülevoolude rajamine ning miinimumäravoolu tagamine aitab parandada nii kalastiku olukorda kui ka ühtlustab vooluveekogu hüdroloogilist- ja temperatuurirežiimi. Oluliselt aitavad kliima muutumise mõjusid pehmenendada mitmed Keskkonnainvesteeringute Keskuse toel ellu kutsutud jõgede tervendamisprojektid.

Etteantud kliimaprognoside järgi peaks tulevikus kevadiste üleujutuste ulatus pigem vähenema, kuid kuna nähakse ette merevee taseme tõusu ja ekstreemseid ilmasündmusi võib esineda praegusest sagedamini, on vajalik ette näha meetmed ka üleujutuste puhuks. Eestis on olemas üleujutusohutudega seotud riskide esialgne hinnang ning riskide aruanne (Keskkonnaministeerium: Üleujutusohutudega..., s.d.). Samuti on olemas võimaliku üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid (Keskkonnaministeerium: Üleujutusohupiirkonna..., s.d.). Valmimas on üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad (Keskkonnaministeerium: Üleujutusohuga..., s.d.). Valminud on vastavad eelnõud nii Lääne-Eesti, Ida-Eesti kui ka Koiva vesikonna jaoks ning nende avalik väljapanek on planeeritud alates maist 2015.

3.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Kliima muutumisest tingitud ning tulevikus realiseeruda võivate riskide, haavatavuse ja mõjude hindamisel mageveeökosüsteemidele lähtuti Keskkonnaagentuuri poolt (Luhamaa *et al.*, 2015) kuni aastani 2100 koostatud prognoosist vastavalt kliimastenaariumidele

RCP4.5 ja 8.5, arvestades meteoroloogiliste parameetrite võimaliku muutumise suuna ja ulatusega.

Mageveeökosüsteeme mõjutavad neist enim:

- prognoositav **õhutemperatuuri** ja **sademete** hulga tõus;
- talvise **jää- ja lumikatte** paksuse vähenemine ja vastava perioodi lühenemine;
- muutused **tuule** tugevuses;
- **ekstreemsete ilmastikunähtuste** sagenemine.

3.4.1. Alavaldkond: suurjärved

3.4.1.1. Riskid ja haavatavus

Suurjärvi mõjutavad enim prognoositav õhutemperatuuri ja sademete hulga tõus ning sellest lähtuvad muutused järvede veetemperatuuri- ja hapnikurežiimis ning veetasemete ja ainete sissekande osas. Kontrollperioodil (1971–2000) on täheldatud talvise jää- ja lumikatte paksuse vähenemist ja vastava perioodi lühenemist ning selle trendi jätkumist on oodata ka edaspidi. Prognoositakse muutusi tuule tugevuses ning ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemist.

Õhutemperatuuri mõju suurjärvedele

Mõlemad kliimastenaariumid (Luhamaa *et al.*, 2015) prognoosivad Eesti alal märgatavat aastakeskmise õhutemperatuuri tõusu käesoleva sajandi lõpuks võrreldes kontrollperioodiga (RCP4.5 korral +2,7 °C ja RCP8.5 korral +4,3 °C), kusjuures suurimat tõusu on oodata kevad-talvisel perioodil. Õhutemperatuuri tõus toob endaga kaasa ka aastakeskmise veetemperatuuri tõusu veekogudes. Kuigi vee- ja õhutemperatuur ei ole omavahel alati üksüheselt seotud, on korrelatsioon jäävabal ajal suurjärvede puhul siiski suur ja eelmise sajandi teises pooles on veetemperatuuri tõusutrendi ka täheldatud (Nõges, 2009). On tehtud esimesi katseid jäänähtuste ja veetemperatuuride kliimatundlikkuse modelleerimiseks Peipsi järves (Pärn, 2006). Muutusi veetemperatuuris ja veekogude kliimaatilistes aastaegades ning nendest lähtuvaid mõjusid Eesti mageveeökosüsteemidele on detailsemalt analüüsinud Nõges jt (2012).

Peamine negatiivse mõjuga risk, mis suurjärvedes temperatuuri tõusuga kaasneb, on sinivetikatest põhjustatud veeõitsengute sagenemine ja halvenev hapnikurežiim suveperioodil (Tabel 36 mõju 3.01).

Nagu eelnevalt (ptk 3.3) on välja toodud, tuleb temperatuuri muutuste suhtes Peipsi järve Võrtsjärvest tundlikumaks pidada, kuna sealsesse elustikku kuulub mitmeid põhjapoolsema levikuga liike. Samuti on lühiajalised kihistumised Peipsi järves tugevamad (Jaani, 2001), mis tuulevaiksete perioodide ja kuumalainete koosmõjul võivad sajandi lõpuks sagedana, tuues endaga muuhulgas kaasa toitainete sisekoormuse kasvu ja põhjaelustiku vaesumise (Tabel 36 mõju 3.01). Kergelt negatiivse mõjuna suurjärvede seisundile on ette näha vegetatsiooniperioodi pikenemist ning produktsiooni ja settimiskiiruse kasvu (mõju 3.06). Selgelt negatiivse mõjuga on veetemperatuuri tõusuga kaasnev kasvuhooonegaaside emissiooni kasv, mis omakorda võib anda positiivse tagasiside edasisele kliima soojenemisele (mõju 3.03).

Keskmise õhutemperatuuri tõus toob endaga kaasa jääkateperioodi lühenemise 1–2 kuu võrra (Nõges *et al.*, 2012), kusjuures Peipsi järve jääkate kestus on oluliselt temperatuuritundlikum Võrtsjärve omast (Nõges ja Nõges, 2014). See nähtus avaldab positiivset mõju järvede kevad-talvisele seisundile vee suurema hapnikusisalduse ja väiksema pH languse kaudu (mõju 3.05). Samas avab jääkateperioodi lühenemine veesamba kevad-talviste tormide mõjule ja selle negatiivseks tulemuseks võib olla kasvav kallaste erosioonioht ning setete suurem resuspensioon ja sellega kaasnev toitainete sisekoormuse kasv (mõju 3.12). Talvise lumevaru vähenemine põhjustab väiksemaid kevadisi vooluhulkasid suurjärvede sissevooludes ja järvede ühtlasemat veemahtu (mõju 3.07 ja 3.08).

Veetemperatuuri tõusu positiivse sotsiaal-majandusliku mõjuna saab välja tuua paremad suplusvõimalused (**Tabel 36** mõju 3.02), kuid selle potentsiaali kasutamist võib halvendada veekvaliteedi langus suveperioodil (mõjud 3.01 ja 3.09).

Üldine järeldus on, et aastakeskmise veetemperatuuri tõus suurendab eutrofeerumise ilminguid (Tabel 36 mõju 3.01) ning avaldab seeläbi suurjärvede vee kvaliteedile negatiivset mõju.

Sademetega mõju suurjärvedele

Vastavalt Luhamaa *et al.* (2015) poolt koostatud kliimastenaariumitele suureneb Eesti alal aastakeskmiste sademete hulk sajandi lõpuks võrreldes kontrollperioodiga 16% ja 19% (RCP4.5 ja 8.5 vastavalt), kusjuures, sarnaselt temperatuuriga on ka sademete kasv suurim talve- ja kevadperioodidel. Täpselt ei ole teada kõrgemast õhutemperatuurist tingitud aurumise kasvu/sublimatsiooni mõju veebilansile ja nendele prognoosidele vastavaid modelleerimisi suurjärvede veetasemete ja ainete ärakande osas senini tehtud ei ole (*ibid.*)

Rohked sademed ja maapinna tagasihoidlikum külmumine toob eriti talveperioodil kaasa suurema huumusainete ja toitainete ärakande valgalt (**Tabel 36** mõju 3.09). Seda mõju aitavad vähemalt osaliselt tasakaalustada suuremad vooluhulgad sissevooludes ja kõrgem veetase järvedes (mõju 3.08). – Jätkuv, peamiselt huumusainetest põhjustatud, järvede vee pruunistumine vähendab vee läbipaistvust ja ahendab eufootilise kihi ulatust, mis võib kaasa tuua raskesti prognoositavaid nihkeid järvede primaarproduktioonis, ökoloogias ja toiduahelates (mõjud 3.06 ja 3.09). Samuti toovad huumusainete kõrge kontsentratsioonid vees endaga kaasa kasvavaid kulutusi ja tehnoloogilisi probleeme pinnavee kasutamisel joogiveena ning vähendavad järvede rekreatsioonilist atraktiivsust (mõju 3.09).

Üldiselt saab järeldada, et kui tegemist ei ole ekstreemsete ilmastikunähtustega, siis muutub suurjärvede veetase sesoonselt ühtlasemaks, mis aitab kaasa veekogude stabiilse seisundi säilimisele (Tabel 36 mõju 3.08), mis on eriti määrava tähtsusega Võrtsjärve puhul. Suurjärvede vee läbipaistvus sajandi lõpuks väheneb (mõjud 3.01 ja 3.09).

Tuule kiiruse ja ekstreemsete ilmastikunähtuste mõju suurjärvedele

Keskiste tuulekiiruste prognoosimisel on kliimamudelid üsna ebakindlad (Luhamaa *et al.*, 2015). Üldiselt nähakse Läänemere kohal ette keskmise talvise tuulekiiruse kasvu kuni 20% ja suvise keskmise kiiruse vähenemist. Maismaa kohal on need muutused tagasihoidlikumad, kuid tuleb siiski arvestada, et koosmõjus lühenenud jääkateperioodiga võivad kevad-talvised tormid avaldada arvestatavat mõju suurjärvede kallaste erosioonile ja setete liikuvusele (**Tabel 36** mõju 3.12) ning kasvuhoonegaaside emissiooni

suurenemisele (mõju 3.03). Suvise keskmise tuulekiiruse vähenemine koos kõrgema veetemperatuuriga soodustab kihistumise ja veeõitsengute teket (mõju 3.01).

Sajandi lõpuks on ette näha ka ekstreemsete ilmastikunähtuste (temperatuuri ja sademete äärmusväärtuste ning tormide intensiivsuse) kasvu. Veekogude jaoks on eriti oluline maksimaalse õhutemperatuuri tõus ja väiksemat mõju omab minimaalse temperatuuri tõus. Maksimaalsed temperatuurid tõusevad kohati rohkem kui keskmised temperatuurid ja tõus ulatub Luhamaa *et al.* (2015) prognoosides RCP4.5 stsenaariumi puhul +4,0 °C ja RCP8.5 puhul +6,6 °C-ni. Suur on temperatuuri tõusu kuuline varieeruvus ja eriti oluliseks tuleks pidada maksimaalsete temperatuuride tõusu suveperioodil, juunist kuni augustini, mis koos tuuletu perioodiga mõjub eriti soodsalt veeõitsengute tekkele ja Peipsi järve ajutisele kihistumisele ning sellega kaasnevatele negatiivsetele mõjudele (ammoniaagi teke, kalade suremine, fosfori leke settest jt.) (mõju 3.01).

Sademetes äärmusväärtuste (ööpäevas 30mm ületavad sademed) esinemise sagedus kasvab sama allika kohaselt sajandi lõpuks kevad-talvisel perioodil RCP4.5 puhul 207% ja RCP8.5 puhul 435%. Suurte sadude põhjustatud tulvaveed kannavad suurjärvedesse toitaineid ning mineraalset ja orgaanilist ainet. Sellise sündmuse täpset mõju veekogu seisundile ja ökoloogiale on võimatu prognoosida, kuid oodata on vähemalt lühiajalist vee kvaliteedi halvenemist.

Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine suurendab ka avariide tõenäosust veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstusettevõtetes (heitvete puhastamine, tööstuskemikaalide, sõnniku ja väetise käitlemine jne.) ning reoainete jõudmise tõenäosust veekogudesse (mõju 3.11).

Kokkuvõtvalt saab järeldada, et talvise keskmise tuulekiiruse kasv koos jääkatteperioodi lühenemisega mõjub hästi suurjärvede hapnikurežiimile (Tabel 36 mõju 3.05), kuid suureneb kallaste erosiooni ja setete resuspensiooni oht (mõju 3.12). Raskesti prognoositavad on ekstreemsete ilmastikunähtuste mõjud suurjärvedele, kuid väga tõenäoliselt toovad need kaasa vähemalt lühiajalise vee kvaliteedi halvenemise ja reostusohu suurenemise (mõju 3.11).

3.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Mõlema eespool viidatud kliimastenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni aastani 2020 ette näha suurjärvedes toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt jätkuvad senised trendid, jäädes enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse piiridesse. Kliima muutumise mõjud avalduvad vähesel määral. Ei ole ette näha suure sotsiaal-majandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

b) kuni aastani 2030

Mõlema eespool viidatud kliimastenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni aastani 2030 ette näha suurjärvedes toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt jätkuvad senised trendid, jäädes enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse piiridesse. Kontrollperioodist sagedamini võib esineda ekstreemseid aastaid. Kliima muutumise mõjud avalduvad vähesel või keskmisel määral. Ei ole ette näha suure sotsiaal-majandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

c) 2021–2050

Mõlema kliimastenaariumi rakendumise korra ületavad muutused suurjärvedes kontrollperioodil esinenud looduslikku varieeruvust. Avalduvad senised trendid keskmisel määral, RCP8.5 stenaariumi korral osaliselt ka suurel määral. On keskmiselt tõenäoline kuid raskesti prognoositav, et võivad toimuda nihked ja üleminekud suurjärvede ökosüsteemides.

Negatiivsed mõjud:

- veeõitsengud sagenevad kogu vegetatsiooniperioodi jooksul;
- suureneb suvine termiline kihistumine ja hapnikudefitsiit põhjakihis, mis põhjustab põhjajaelustiku vaesumist ning fosfori sisekoormust setetest, eriti Peipsi järves;
- sissevooludest tulev orgaanilise ja mineraalse aine koormus suureneb;
- võib toimuda soojalembeste liikide laiem levik suurjärvedes ja jätkub külmaveeliste liikide edasine hääbumine;
- väheneb aastakeskmise vee läbipaistvus, aheneb eufootiline tsoon ja halveneb vee kvaliteet, eriti suviti;
- sagenevad prognoosimatud ekstreemsed ilmastikunähtused (tormid, tulvad, põuad ja kuumalained);
- toimuvad ökoloogilised muutused ja muutused toiduahelates;
- suureneb kasvuhoonegaaside emissioon, mis võib anda positiivse tagasiside kliima edasiseks soojenemiseks;
- järved muutuvad heterotroofsemaks ja seovad vähem maismaalt tulevat süsinikku.

Positiivsed mõjud:

- jääkateperioodi lühenemisest ja talvise keskmise tuulekiiruse kasvamisest tingitud veesamba hea segunemine ja hapnikuga varustatus talvel;
- suuremad ja ühtlasemad sissevoolude vooluhulgad hoiavad järvede veetaset sesoonselt ühtlasemana;
- suvise suplushooaja pikenemine, kui seda ei takista sagenevad veeõitsengud ja vee kvaliteedi langus sel perioodil.

Teadmata suunaga mõjud:

- olenevalt muutustest vee läbipaistvuses, vegetatsiooniperioodi pikkuses ja toitainete sissekandes võib suurened a veekogu produktsioon

d) 2051–2100

Mõlema kliimastenaariumi rakendumise korral on muutused suurjärvedes selgesti jälgitavad, eriti drastiliselt avalduvad need RCP 8.5 puhul. RCP4.5 stenaariumi muutused sellel perioodil on sarnased eelmise perioodi RCP8.5 stenaariumi rakendumise korral toimuvate muutustega. On väga tõenäoline, et toimuvad kliima poolt käivitatud olulised

muutused suurjärvede ökosüsteemides. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud on samad kui eelmisel perioodil, kuid suurenenud on nende avaldumise tõenäosus ning määr.

3.4.2. Alavaldkond: väikejärved

3.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Väikejärvi mõjutavad samad kliimategurid, mis suurjärvi ning ka tuule mõju võib suurema pindalaga ja avatud kaldaalaga väikejärvede puhul olla arvestatav. Mõjude hindamise ja üldistamise teeb raskeks väikejärvede kirev tüpoloogia ja individuaalsed morfomeetrised, hüdroloogilised ning veekeemilised iseärasused. Oluline on arvestada ka valgla pinna iseloomu ja maakasutust. Suurjärvedest olulisema kaalu ja mõjuga on väikese pindala/sügavuse suhtega järvede jaoks muutused veesamba kihistumise ja segunemise režiimis, mis sageli määravad järve seisundi ja vee kvaliteedi. Enamasti on väikejärvede seisundi muutumisel lokaalne sotsiaal-majanduslik mõju ja regionaalselt laiem summaarne mõju avaldub toitainete ärakande, süsinikuringe ja kasvuhoonegaaside emissiooni üldistes suundumustes ja bilansis.

Õhutemperatuuri mõju väikejärvedele

Sarnaselt suurjärvedele toob ka väikejärvedes õhutemperatuuri tõus endaga kaasa aastakeskmise vee temperatuuri tõusu (**Tabel 36** mõju 3.01). Sügavamatele väikejärvedele iseloomulikud kihistumise ja veesamba segunemise protsessid avaldavad mõju kliima muutumisest tingitud veetemperatuuri tõusu suurusele pinnakihis. Uuringud on tõestanud, et kihistunud järvedes võib kliima muutumisest põhjustatud kevad-suvine keskmine veetemperatuuri tõus märkimisväärselt ületada keskmise õhutemperatuuri tõusu (Austin & Colman, 2007). Varasemad analüüsid (Nõges *et al.*, 2012) on näidanud, et kliima muutumine on viimastel aastakümnetel kaasa toonud ka muutusi väikejärvede kihistumise režiimis (mõju 3.04). Seni Eestis valdavaks olnud kevadel ja sügisel toimuv (dimiktiline) segunemine võib kiire kevadise vee soojenemise tõttu jääda mittetäielikuks ja järjest enam asenduda madalamatele laiuskraadidele iseloomuliku monomiktilise segunemistüübiga. Oodata on, et veesamba termiline kihistumine muutub tugevamaks ja vastupidavamaks tuulte mõjudele (mõju 3.04), mis toob endaga muuhulgas kaasa toitainete sisekoormuse kasvu ja põhjaelustiku vaesumise (mõju 3.01). Kergelt negatiivse mõjuna väikejärvede seisundile on ette näha vegetatsiooniperioodi pikenemist ning produktsiooni ja settimiskiiruse kasvu (mõju 3.06). Negatiivse mõjuga on ka veetemperatuuri tõusuga kaasnev kasvuhoonegaaside emissiooni kasv, mis omakorda annab positiivse tagasiside edasisele kliima soojenemisele (mõju 3.03), kuid seda võib mõõduka ja suure karbonaatide sisaldusega (VPRD tüübid I, II, III ja VIII) väikejärvedes osaliselt tasakaalustada aastakeskmise pH tõus.

Veetemperatuuri tõusu positiivse sotsiaal-majandusliku mõjuna saab välja tuua paremad suplusvõimalused (mõju 3.02), kuid selle potentsiaali kasutamist võib halvendada veekvaliteedi langus suveperioodil (mõjud 3.01 ja 3.09).

Üldise järeldusena saab välja tuua, et aastakeskmise veetemperatuuri tõus suurendab termilise kihistumise ja eutrofeerumise ilminguid ning avaldab seeläbi väikejärvede ökosüsteemidele negatiivset mõju (Tabel 36 mõju 3.01). Samas teravam kevad-suvine kihistumine võib nihutada veeõitsengud sügisese segunemise perioodile ja suvine vee kvaliteet ei pruugi tingimata halveneda (mõju 3.04).

Sademetete mõju väikejärvedele

Aastakeskmise sademetete hulga suurenemise mõju väikejärvedele on väga järve ja valgala spetsiifiline ning universaalseid üldistusi on siin raske teha. Üldiselt mõjub kõrgem veetase järvede seisundile soodsalt, kuid siin tuleb arvestada kaldavööndis olevate toitainete võimaliku jõudmisega pelagiaali. Samuti toovad sademed ja eriti tulvaveed valgaltalt sisse mineraalseid ja orgaanilisi aineid. Väikejärvede vee kvaliteedi languse ja kõrgete huumusainete kontsentratsioonidega kaasnevad kasvavad kulutused ja tehnoloogilised probleemid pinnavee (nt Ülemiste järv) kasutamisel joogiveena ning need vähendavad järvede rekreatsioonilist atraktiivsust (mõju 3.09). Sademetete hulga suurenemisega kaasneb toitainete, eriti lämmastiku, hajukoormuse suurenemine, kuid seda osaliselt tasakaalustab suurenenud veehulgast tingitud lahjendusefekt (mõju 3.08). Suureneb erosioon ja setete akumulatsioon järvedes (mõju 3.09).

Üldiselt saab järeldada, et kui tegemist ei ole ekstreemsete ilmastikunähtustega, siis muutub väikejärvede veetase sesoonselt ühtlasemaks, mis aitab kaasa veekogude stabiilse seisundi säilimisele (Tabel 36 mõju 3.08). Väikejärvede vee läbipaistvus saajandi lõpuks väheneb (mõjud 3.01 ja 3.09).

Tuule kiiruse ja erakorraliste ilmasünduste mõju väikejärvedele

Sarnaselt suurjärvedele mõjutab tuule kiirus ka väikejärves toimuvaid protsesse, seda peamiselt veesamba segunemise ja setete resuspensiooni kaudu. Tugevad tuuled ja tormid toovad põhjakihtidest üles toitaineid, mis panevad aluse primaarproduksioonile pinnakihis ning määravad ära järvede vee kvaliteedi ja ökoloogilise seisundi. Kliimastenaariumid näevad ette keskmise tuulekiiruse kasvu peamiselt talveperioodil ja see mõju koos jääkateperioodi lühenemisega mõjub soodsalt väikejärvede kevad-talvisele hapnikurežiimile, kõrgemale vee pH-le ja kasvuhoonegaaside emissioonile (Tabel 36 mõjud 3.03 ja 3.05). Pole ette näha, et muutused suveperioodi keskmises tuulekiiruses tasandaksid teravamalt termilist kihistumist väikejärvedes (mõju 3.04).

Intensiivsetest sadudest põhjustatud tulvaveed kannavad väikejärvedesse mineraalset ja orgaanilist ainet. Selle sündmuse täpset mõju veekogu seisundile ja ökoloogiale on võimatu prognoosida, kuid oodata on vähemalt lühiajalist vee kvaliteedi halvenemist. Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine suurendab ka avariide tõenäosust veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstusettevõtetes (heitvete puhastamine, tööstuskemikaalide, sõnniku ja väetise käitlemine jne.) ning reoainete jõudmise tõenäosust veekogudesse (mõju 3.11).

Kokkuvõtvalt saab järeldada, et talvise keskmise tuulekiiruse kasv koos jääkateperioodi lühenemisega mõjub hästi väikejärvede hapnikurežiimile (Tabel 36 mõju 3.05), kuid suureneb kallaste erosiooni ja setete resuspensiooni oht (mõju 3.12). Ei ole ette näha, et muutused suvises keskmises tuulekiiruses tasandaksid tugevamat termilist kihistumist väikejärvedes (mõju 3.04). Raskesti prognoositavad on ekstreemsete ilmastikunähtuste mõjud, kuid väga tõenäoliselt toovad need kaasa vähemalt lühiajalise vee kvaliteedi halvenemise ja reostusohu suurenemise väikejärvedes (mõju 3.11).

3.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Mõlema eespool viidatud kliimastenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni aastani 2020 väikejärvedes ette näha drastilisi muutusi. Tõenäoliselt jätkuvad senised trendid, mis jäävad enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse piiridesse. Kliima muutumise mõjud avalduvad vähesel määral. Ei ole ette näha suure sotsiaalmajandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

b) kuni aastani 2030

Mõlema eespool viidatud kliimastenaariumi rakendumise korral pole käesoleval ajal kuni aastani 2030 ette näha väikejärvedes toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt jätkuvad senised trendid, jäädes enamasti kontrollperioodil esinenud loodusliku varieeruvuse piiridesse. Kontrollperioodist sagedamini võib esineda ekstreemseid aastaid. Kliima muutumise mõjud avalduvad vähesel või keskmisel määral. Ei ole ette näha suure sotsiaalmajandusliku mõjuga riske, mis vajaksid kiireid sekkumismeetmeid või avaldaksid alavaldkonnale märkimisväärset positiivset mõju.

c) 2021–2050

Mõlema kliimastenaariumi rakendumise korra ületavad muutused väikejärvedes kontrollperioodil esinenud looduslikku varieeruvust. Senised trendid avalduvad keskmisel määral, RCP8.5 stenaariumi korral osaliselt ka suurel määral. On keskmiselt tõenäoline kuid raskesti prognoositav, et võivad toimuda nihked ja üleminekud väikejärvede ökosüsteemides.

On keskmiselt tõenäoline, et osades rekreatsioonilise tähtsusega väikejärvedes esineb suveperioodil probleeme suplusvee kvaliteediga.

Negatiivsed mõjud:

- veeõitsengud sagenevad kogu vegetatsiooniperioodi jooksul, termiliselt tugavasti kihistunud järvedes nihkuvad need vee sügise segunemise perioodile;
- suureneb suvine hapnikudefitsiit põhjakihis ja see omakorda suurendab põhjajaelustiku vaesumist ning fosfori sisekoormust setetest;
- sissevooludest ja kogu valgalalt tulev orgaanilise ja mineraalse aine koormus suureneb;
- võib toimuda soojalembeste liikide laiem levik väikejärvedes ja jätkub külmaveeliste liikide edasine häbumine;
- aastakeskmine vee läbipaistvus väheneb, aheneb eufootiline tsoon ja halveneb vee kvaliteet, eriti suviti;
- sagenevad prognoosimatud ekstreemsed ilmastikunähtused (tormid, tulvad, põuad ja kuumalained);
- võivad toimuda ökoloogilised muutused ja muutused toiduahelates;
- suureneb kasvuhoonegaaside emissioon, mis võib anda positiivse tagasiside kliima edasiseks soojenemiseks;
- järved muutuvad heterotroofsemaks ja seovad vähem maismaalt tulevat süsinikku.

Positiivsed mõjud:

- jääkatteperioodi lühenemisest ja talvise keskmise tuulekiiruse kasvamisest tingitud veesamba hea segunemine ja hapnikuga varustatus talvel;
- suuremad ja ühtlasemad sissevoolude vooluhulgad hoiavad järvede veetaset sesoonselt ühtlasemana;
- suvise suplushooaja pikenemine, kui seda ei takista sagenevad veeõitsengud ja vee kvaliteedi langus sel perioodil.

Teadmata suunaga mõjud:

- olenevalt muutustest vee läbipaistvuses, vegetatsiooniperioodi pikkuses ja toitainete sissekandes võib suureneda veekogu produktioon.

d) 2051–2100

Mõlema kliimastenaariumi rakendumise korral on muutused väikejärvedes selgesti jälgitavad, eriti drastiliselt avalduvad need RCP 8.5 puhul. RCP4.5 stsenaariumi muutused sellel perioodil on sarnased eelmise perioodi RCP8.5 stsenaariumi rakendumise korral toimuvate muutustega. On väga tõenäoline, et toimuvad kliima poolt käivitatud olulised muutused väikejärvede ökosüsteemides ja paljudes rekreatsioonilise tähtsusega väikejärvedes esineb suveperioodil probleeme suplusvee kvaliteediga. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud on samad kui eelmisel perioodil, kuid suurenenud on nende avaldumise tõenäosus ning määr.

3.4.3. Alavaldkond: vooluveekogud

3.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Vooluveekogusid mõjutavad kõige enam prognoositavast õhutemperatuuri ja sademete hulga tõusust tulenevad muutused jõgede hüdroloogilises-, veetemperatuuri- ja hapnikurežiimis. On täheldatud ning ka edaspidi on oodata talvise jääkatte ja miinimumvooluhulga perioodi lühenemist ning üldist sademetehulga suurenemist. Mudelite abil pole siiski võimalik prognoosida täpseid muutusi vooluhulkades, eriti, kui lisanduvad inimtekkelised veekulud (Nohara *et al.*, 2006)

Õhutemperatuuri mõju vooluveekogudele

Temperatuuri tõusuga (**Tabel 36** mõjud 3.01 ja 3.06) kaasneva veetemperatuuri tõusu suurimaks mõjuks on veekogude jääkattega perioodi lühenemine, elupaikade tüübi muutus ning eutrofeerumise intensiivistumine. Veetemperatuur on parameeter, mis määrab kogu vee-ökosüsteemi seisundi kuna paljudel veeorganismidel on elutegevuseks sobilik iseloomulik temperatuurivahemik. Veetemperatuuri tõusuga kaasnevad kaudsed mõjud vooluveekogudele on intensiivistunud eutrofeerumisest tingitud veeõitsengute sagenemine eriti järvedest algavates jõgedes (Emajõgi ja Narva jõgi) ning allpool (eutrofeerunud)

paisjärvi paiknevates jõgedes/jõelõikudes. Teiseks oluliseks mõjuks on jahedaveeliste elupaikade vähenemine, mis mõjutab eelkõige hapnikulembeseid kala- ning põhjaloomastikuliike. Need on temperatuuri tõusu negatiivsed mõjud. Võimalikest positiivsetest mõjudest (mõju 3.02) tuleb nimetada inimese puhul suplemiseks sobiva perioodi pikenemist ning looduse puhul soojaveelembeste liikide elupaikade hulga suurenemist. Vooluveekogudes ei ole suvine õhu- ja veetemperatuur alati väga otseselt seotud. Põuastel ja keskmisest soojematel suvedel võib mõnes vooluveekogus veetemperatuur hoopis langeda, kuna veekogu toitub siis peamiselt jahedast põhjaveest. Seetõttu on veetemperatuuri tõusuga seotud mõjud vooluveekogude puhul pigem nõrgad. Tugevaks mõjuks on vegetatsiooniperioodi pikenemine, mis võib mõnedes jõelõikudes kaasa aidata eutrofeerumisele ning isegi kinnikasvamisele.

Sademetega mõju vooluveekogudele

Sademetega hulga suurenemisega kaasnevaks väga oluliseks mõjuks vooluveekogudele on üldine vooluhulkade suurenemine (**Tabel 36** mõju 3.08). Sellest tulenevaks negatiivseks mõjuks (mõju 3.10) on toitesoolade ärakande suurenemine, mis ei pruugi mõjutada vooluveekogusid endid, kuid mõjutab negatiivselt veekogusid (järved, meri), kuhu vooluveed suubuvad. Tõenäoliselt suureneb ka erosioonioht ning settekoormus, mida tuleb samuti lugeda negatiivseks mõjuks. Negatiivseks mõjuks on veel teetruupide ummistumissohu suurenemine ning ekstreemsete sündmuste puhul (paduvihmad, mõju 3.11) üleujutusohu, eriti õgvendatud vooluveekogudes. Suurenenud vooluhulgad võivad olla probleemiks ka vooluveekogudele rajatud paisudele (mõju 3.13). Teisalt, kuna lumeperiood lüheneb, siis kevadised suurveemaksimumid samuti vähenevad ning suurte kevadiste üleujutuste oht peaks vähenema (mõju 3.07). Kokkuvõttes on vooluveekogude hüdroloogiline režiim ühtlasem (mõju 3.08), mida tuleks lugeda positiivseks mõjuks. Kevadel kudevate kalade jaoks võib olla kevadise suurvee vähenemine negatiivseks mõjuks, kuna seetõttu on vähem ka potentsiaalseid kudemiseks sobivaid alasid. Ühenduse halvenemine vanajõgedega võib seada ohtu seal kudenud kalade vastsete pääsu peajõkke. Sügisese kudeajaga kaladele on sügistalvine kõrgem veeseis vooluveltes aga positiivseks mõjuks, kuna nende kudemistingimused paranevad.

Ekstreemsete ilmastikunähtuste mõju vooluveekogudele

Prognoositud tormide intensiivsuse kasv ei tohiks vooluveekogusid oluliselt mõjutada. Kõne alla võivad tulla tormidest tingitud vooluveekogude tõkestused puude langemisel vette, kuid selliseid sündmusi ei saa otseselt negatiivset mõjuna vaadelda. Paduvihmade võimalikku mõju on kirjeldatud eespool sademetega mõju all. Ekstreemseteks ilmastikunähtusteks võivad veel olla põuad ning vooluveekogude puhul on olulise mõjuga just pikemaajalised põuad, mil vooluhulk jõgedes võib oluliselt väheneda ning seeläbi elustiku seisund halveneda. Varasemast ajast on selliseks näiteks 2002.a. põuane suvi, kui isegi mitmed põhjaveetoitega jõed jäid ülemjooksudel kuivaks. Selline olukord võib mõjuda soodsalt võõr- ja invasiivsete liikide laiemale levimisele. Näiteks on hea põuataluvusega signaalvähk, *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), võrreldes jõevähiga (Ojaveer *et al.*, 2011).

3.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Kuni aastani 2020 tuntavaid muutusi ette näha ei ole.

b) kuni aastani 2030

Vooluveekogude puhul on ka kuni aastani 2030 toimuvad muutused varjutatud tavapärasest aastatevahelisest erinevusest. Kõige tõenäolisemaks tajutavaks muutuseks on jääperioodi lühenemine ning sellega seoses ka kevadise suurvee vähenemine.

c) 2021–2050

Antud perioodil võib lisanduda olulise mõjuna vegetatsiooniperioodi pikenemine, mis on pigem teadmata suunaga mõjuks. Kui sademete hulga suurenemise prognoosid realiseeruvad, on selle perioodi negatiivseks mõjuks toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakande suurenemine. Positiivseks mõjuks on jõgede vooluhulkade sesoonne ühtlustumine.

d) 2051–2100

Aastateks 2051-2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega kaasnevad protsessid, eelkõige vegetatsiooniperioodi pikenemine, vooluhulkade mõningane ühtlustumine ning suurvee vähenemine, on intensiivsemad ja ulatuslikumad võrreldes perioodiga 2021-2050.

3.4.4. Mõjude kokkuvõte

Töö aluseks olevate kliimastenaariumite põhjal saab väga üldise järeldusena välja tuua, et prognoositavad muutused kliimas töötavad enamasti vastu VPRD suunistele veekogude hea seisundi saavutamiseks ning süvendavad eutrofeerumise ilminguid mageveekogudes vaatamata pingutustele toitainete haju- ja punktreostuse vähendamiseks. Järved muutuvad tulevikus heterotroofsemaks ning emiteeritavate kasvuhoonegaaside mõju atmosfäärile suureneb, mis võib raskendada emissiooni piiramiseks seatud eesmärkide täitmist ja anda positiivse tagasiside edasistele kliimamuutustele. Oodata on vee läbipaistvuse vähenemist ja sagedamaid veeõitsenguid kogu vegetatsiooniperioodi jooksul. Kliimast lähtuvad muutused mõjuvad soodsalt soojalembelisele ja hapnikuvaegust taluvatele võõr- ja invasiivsetele liikidele ning oodata on külmalembeste ja hapniku vaeguse suhtes tundlike liikide edasist häbumist. Neid mõjusid võib osaliselt tasakaalustada sesoonselt ühtlasem veerežiim, kõrgemad veetasemed järvedes ja vooluhulgad vooluveekogudes. Käesoleval hetkel puuduvad täpsemad prognoosid võimalike muutuste kohta mageveekogude ökosüsteemides ja toiduahelates. Soodsa sotsiaal-majandusliku mõjuga on kevadiste üleujutuste ja järvede kevad-talvise hapnikuvaeguse ulatuse ja esinemissageduse vähenemine ning pikenev rekreatsiooniperiood.

3.4.5. Piiriülesed aspektid

Lähtuvalt VPRD ja Üleujutuste Direktiivile (2007/60/EÜ) on kehtestatud Euroopa Liidus ühtne raamistik vee kaitse ja kasutamise korraldamiseks liikmesriikides. Üks osa sellisest ühistegevusest hõlmab ka kliimast lähtuvate muutuste prognoosimist ja nende integreerimist veekaitset ja -kasutust kavandatavatesse dokumentidesse, nagu näiteks veemajanduskavad, üleujutusohlike alade määratlemine jt. Koordineeritud riikideüleste tegevust vajab ka võõr- ja invasiivsete liikide edasist levikut takistavate regulatsioonide väljatöötamine ja järelevalve.

Tabel 36. Kliimamuutuste mõju **mageveeökosüsteemidele** (suur- ja väikejärved ning vooluveekogud).

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkateperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine keskmine õhutemperatuur tõuseb, jääkateperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktsioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdroloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Ekstreemsed ilmastikunähtused sagedanevad	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademetes sagedanevate korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvise keskmise tuulekiiruse kasv, jääkatteperioodi lühenemine	Suurjärved	3.12	Kallaste erosiooni- ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Võrtsjärvi ja Peipsi järv, eriti idaosas

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truupid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
Kuni 2030	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkateperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, siseroostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine keskmine õhutemperatuur tõuseb, jääkateperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Mõlemad stsenaariumid	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Ekstreemsed ilmastikunähtused sagedanevad	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sajenemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	Mõlemad stsenaariumid	Talvise keskmise tuulekiiruse kasv, jääkatteperioodi lühenemine	Suurjärved	3.12	Kallaste erosioonioht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Väike	Otsene	Võrtsjärvi ja Peipsi järvi, eriti idaosas
	Mõlemad stsenaariumid	Sademetes hulk suureneb	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Väike	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2021–2050	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuuri tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagenevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkateperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, jääkateperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktsioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Väike	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Ekstreemsete ilmastikunähtused sagedanevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 124- 201%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagedanemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosiooni- ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärv ja Peipsi järv, eriti idaosas
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 10%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja trübid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Väike	Otsene	Kogu Eesti
2021–2050	RCP8.5	Aastakeskmise õhutemperatuuri tõuseb 2,6°C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagedanevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele vöör- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkatteperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, jääkatteperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,6 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valglat	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Ekstreemsete ilmastikunähtused sagedanevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 139- 231%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagedanemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosioonihoht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärv ja Peipsi järv, eriti idaosas
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 14%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
2051–2100	RCP4.5	Aastakeskmise õhutemperatuuri tõuseb 2,7°C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagedanevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmise õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkatteperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, jääkatteperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 2,7 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktsioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste ülejutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetek hulk suureneb 16%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 16%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktsioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 16%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Ekstreemsete ilmastikunähtused sagedanevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 137- 207%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagedanemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosiooni- ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärvi ja Peipsi järv, eriti idaosas
	RCP4.5	Sademetes hulk suureneb 16%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Keskmine	Keskmine	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti
2051-2100	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuuri tõuseb 4,3°C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.01	Veeõitsengud sagedanevad, suvine hapnikurežiim halveneb, jahedaveeliste liikide elupaigad vähenevad, tekivad soodsad elutingimused lõunapoolsetele võõr- ja invasiivsetele liikidele	-	Keskmine	Keskmine	Suur	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.02	Kui seda ei hakka piirama veekvaliteedi langus, siis suplemisvõimalused paranevad ja suplushooaeg pikeneb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, suvine veetemperatuur tõuseb, talvine jääkatteperiood lüheneb	Suur- ja väikejärved	3.03	Kasvuhoonegaaside emissioon järvedest suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, suvine veetemperatuur tõuseb	Väikejärved	3.04	Võimalik vee segunemistüübi muutumine sügavamates järvedes (dimiktilised muutuvad monomiktilisteks), kihistunud periood pikeneb, hapnikuvaene tsoon laieneb, sisereostus setetest (sh. fosfori leke) suureneb	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, jääkatteperiood lüheneb, tuulekiirus kasvab	Suur- ja väikejärved	3.05	Kevad-talvise hapnikupuuduse oht väheneb, vee pH tõuseb	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Aastakeskmine õhutemperatuur tõuseb 4,3 °C, vegetatsiooniperiood pikeneb	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.06	Veekogude produktioon ja settimiskiirus suurenevad	0/-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine õhutemperatuur tõuseb, valgala lumevaru ja kevadised suurveemaksimumid vähenevad	Vooluveekogud	3.07	Kevadiste üleujutuste oht väheneb	+	Keskmine	Keskmine	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.08	Veekogud on veerikkamad ja ühtlasema hüdrooloogilise režiimiga, veetasemed ja vooluhulgad suurenevad	+	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Suur- ja väikejärved	3.09	Olenevalt valgla iseloomust ja veetaseme muutustest võivad ainekoormused kasvada ning järvede seisund halveneda (järvede heterotrofeerumine, eutrofeerumine, huumusainete suurem sissekanne ja hapnikutarbe tõus) produktioon ja settimiskiirus suurenevad, kiireneb järvede kinnikasvamine	-	Väike	Väike	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Vooluveekogud	3.10	Suureneb toitesoolade ja lahustunud orgaanilise aine ärakanne valgalt	-	Suur	Suur	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Ekstreemsete nähtused sagenevad, ööpäevas 30mm ületavate sademete esinemissagedus kasvab olenevalt aastaajast 165- 435%	Suur- ja väikejärved, vooluveekogud	3.11	Tormide ja intensiivsete sademete sagenemise korral suureneb erakorraliste sündmuste ja avariide toimumise tõenäosus veekäitlus-, põllumajandus- ja tööstussektoris ja võimalus veekogude reostumiseks	-	Suur	Suur	Suur	Otsene	Kogu Eesti
	RCP8.5	Talvine jääkateperiood lüheneb, tuulte keskmine kiirus kasvab	Suurjärved	3.12	Kallaste erosioonihoht ja järvesetete resuspensioon suurenevad	-	Väike	Väike	Keskmine	Otsene	Võrtsjärv ja Peipsi järv, eriti idaosas
	RCP8.5	Sademetes hulk suureneb 19%	Vooluveekogud	3.13	Paisud ja truubid võivad mitte toime tulla püsivalt suurenenud vooluhulkadega ja intensiivsetest sadudest tingitud lühiajaliste tulvavetega	-	Suur	Suur	Keskmine	Otsene	Kogu Eesti

3.5. Edasised uuringusuunad

Mõjude täpsemaks kvantifitseerimiseks on vajalik esmalt analüüsida ja võimalusel modelleerida erinevate kliimaparameetrite (kõrgem vee-temperatuur, suurem sademete hulk, muutused keskmises tuulekiiruses ja ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine) mõjusid pinnavee hüdroloogiale. Näiteks, et saada täpseid väärtusi muutuste kohta järvede veetasemetes või vooluveekogude vooluhulkades on vaja välja töötada mudelid, mis lisaks sademete mõjule arvestaksid ka muutusi infiltratsioonis, aurumises ja sublimatsioonis. Täpsemat modelleerimist vajavad ka sügavamate järvede aastakeskmise temperatuuri tõusuga kaasnevad muutused kihistumises ning toitainete sisekoormustes, mis määravad tihti ära järve seisundi ja vee kvaliteedi. Olemasolevate aegridade analüüs ja ekstrapoleerimine ei paku nendele küsimustele lahendusi, kuna võib arvata, et kliimaprotsessid käivitavad sedavõrd ulatuslikke muutusi, mis toovad endaga kaasa suuremat sorti kvalitatiivseid režiimihkeid, millede puhul muutuvad ka olemasolevad seosed ökosüsteemi elementide vahel. Peale vajalike hüdroloogiliste ja -keemiliste parameetrite modelleerimist saab teha täpsemaid järeldusi ka võimalike muutuste kohta ökosüsteemides ja toiduahelates. Paraku jääb ka sellisel juhul meie prognoosidesse palju määramatust, sest tänapäevane teadmiste tase ei võimalda arvesse võtta kõikide veekogu seisundit määravate otseste ja kaudsete tegurite koos- ning vastasmõjusid. Rakendades uuemaid modelleerimistehnikaid (nt Bayes) saame hinnata, kui suur on meie teadmatus ning analüüsida uurimissuundi, millede kohta saaksime teadustööga andmeid koguda ja millede puhul pole see käesolevate teadmistele tuginedes võimalik. Kliima muutumisest põhjustatud survetegurid veekogudele vajavad ka senisest paremaid jälgimis- ja seiremeetodeid, sh. automaatjaamade abil teostatav pidevseire ning kaugseire. Paljud veekogude seisundi klassifitseerimisel kasutatavad ökoloogilised indikaatorid on kliimatundlikud ja selle mõjuga tuleb järelduste tegemisel järjest rohkem arvestada. Ka sagenevate veeõitsengute sotsiaal-majanduslikku mõju saab vähendada, kui on olemas tiheda ajalis-ruumilise sammuga ja operatiivselt kättesaadavad seiretulemused ning tulevikus ehk ka meteoroloogilisel prognoosil põhinev eelhoiatussüsteem.

3.6. Kohanemismeetmed

3.6.1. Mageveeökosüsteemide valdkonna strateegiline eesmärk

Püstitatud on järgnev eesmärk: kliimamuutustest lähtuvad negatiivsed mõjud mageveeökosüsteemide hea seisundi saavutamisele on minimeeritud ja ökosüsteemiteenuste kättesaadavus vähemalt senises mahus on tagatud.

3.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Mageveeökosüsteemidega seotud kohanemismeetmed on regulatiivse ja informatiivse iseloomuga ning tarvis on teostada mitmeid täiendavaid uuringuid ja tõhustada mõjude seiret. Kokkuvõtvalt on meetmeid kirjeldatud ja hinnatud all (**Tabel 37** ja **Tabel 38**).

Meede 3.1 kätkeb endas peamiselt kliima muutumisega arvestavate veemajanduskavade kehtestamist ja seotud meetmeprogrammide elluviimist (tegevus nr 3.1.1), et pehmendada temperatuuri tõusust ja sademete hulga suurenemisest põhjustatud haju- ja punktrestose

koormuse kasvu. Samuti aitavad mittevajalike paisude likvideerimine ja kaldakaitseribade rajamine kaasa vooluveekogude veetemperatuuri tõusu pehmemdamisele. Uue perioodi veemajanduskavad peaksid valmima 2015. a. lõpus ja nende kehtestamisel ei ole probleeme ette näha, küll aga võib nende rakendamine ja koormust piiravate regulatsioonide vastuvõtmine tuua endaga kaasa põllumajandusettevõtjate vastuseisu ning olla majanduslikult keeruline, kuna see tähendab täiendavat investeerimisvajadust ja halvendab põllumajandus-, metsandus- ja veekäitlussektori konkurentsivõimet. Vajalik on läbi viia kliimastenaariumite RCP4.5 ja 8.5 kohaste muutuste modelleerimine ja prognoosimine ainete ärakandele ja väikejärvede kihistumisrežiimile (tegevus nr 3.1.2), et täpsemalt hinnata veemajanduskavade koormuse vähendamise meetmete piisavust tulevikus muutuva kliima tingimustes. Meede on ulatusliku mõjuga, hõlmab kogu riigi territooriumit ja läbi veekogude hea seisundi annab pikas perspektiivis positiivse kaasmõju kõikidele huvigruppidele. Veemajanduskavade meetmeprogrammide rakendamine on väga suure kulukusega.

Meede 3.2 Oluline on läbi viia uuring ning laiendada seniseid pinnaveekogude seireprogramme kliima ja elustiku koosluste struktuuri/toiduahelate toimimise muutumist iseloomustavate indikaatoritega (tegevused nr 3.2.1 ja 3.2.2). Sellised on näiteks süsinikuühendite, eriti lahustunud orgaanilise süsiniku, seire. Kaaluda tuleks zooplanktoni lülitamist seisuveekogude seireprogrammi, kuna see on oluline lüli pinnaveekogude kalanduses ja toiduahelate toimimises ning seisundi määramisel. Uute veemajanduskavade eelnõudes on veel rida ettepanekuid seire kliimatundlikkuse tõstmiseks, näiteks on vajalik kaardistada kliima muutumise tulipunktiis olevad pinnaveekogumid ja kaasata neid seireprogrammidesse. Pinnaveekogude puhul, millede seisund on jätkuvalt halb või tulevikus halveneb, tuleb hinnata komplekssete tervendamisprojektide läbiviimise põhjendatust. Vajalik on teostada rakenduslikud alusuuringud nende projektide edukaks läbiviimiseks (tegevus nr 3.2.3). Tervendamisprojektide käigus tuleb veekogudest tihti eemaldada sinna settinud toitaineterikas muda, mille edasine kasutamine põllumajanduses/haljastuses vajab uurimist ning sobivate tehnoloogiate arendamist. Meetme kulud koosnevad ühekordsetest uuringukuludest ja iga-aastasest täiendavast kulust pinnaveekogumite seiramisel. Meede on ulatusliku mõjuga, hõlmab kogu riigi territooriumit ja läbi veekogude seisundi jälgimise ja parandamise annab positiivse kaasmõju kõikidele huvigruppidele. Meede on suhteliselt suure kulukusega.

Meede 3.3 Kuna muutuv kliima toob eeldatavasti endaga kaasa veeõitsengute sageduse kasvu, siis on oluline teostada täiendavad uuringud, et suurendada valmisolekut selle probleemiga tegelemiseks ja kaasnevate negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamiseks (tegevus nr 3.3.1). Meede hõlmab endas uurimistegevust, mille abil tõhustatakse veekogudes toimivate veeõitsengute registreerimist, õitsengut põhjustavate tegurite ja õitsengute toksilisuse uurimist, seire- ja prognoosimisvõime suurendamist, võimalike sekkumismeetmete väljatöötamist. Meede on üldiselt töökindel, võimalik, et ei piisa ühekordsest uuringust ja vajab jätkutegevusi rahvusvaheliste koostööprojektide näol. Meede on üleriigiline ja suure sotsiaal-majandusliku mõjuga, kuna aitab ära hoida võimaliku kahju puhkemajandusele ning rahvatervisele ja tagab seniste ökosüsteemiteenuste kättesaadavuse. Meetme rakendamine on suhteliselt suure kulukusega ja keskmise keerukusega.

Meede 3.4*¹³ Kliima muutumise võimalik kaasmõju on suurenev kasvuhoonegaaside emissioon siseveekogudest, mis avaldab mõju veekogude toiduahelatele ning annab positiivse tagasiside edasistele kliimamuutustele. Vajalik on teha täiendavaid uuringuid algtaseme ja võimalike spetsiifiliste kohanemismeetmete väljaselgitamiseks (tegevus nr 3.4.1). Meetme raames tuleb läbi viia ka kliima muutumise mõjude tulipunktides emissioonitaseme iga-aastane seire aastani 2030, edasi peaks seire jätkuma kuni 5 aastase intervalliga. Meede on kergesti rakendatav,

¹³ Meede nr 3.4. on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

töökindel ning ei ole tundlik välistegurite suhtes. Meetme rakendamisega kaasnevad positiivsed keskkonnavalased kaasmõjud ja suured kulud.

Meede 3.5 Kõrgem aastakeskmise temperatuur ja pehmemad talved mõjuvad soodsalt uute võõr- ja invasiivsete liikide ellujäämisele siinses keskkonnas ja levila laienemisele. Võitluses nende liikidega tuleb rakendada senisest enam informatiivseid meetmeid, et läbi järelevalve ja teadlikkuse suurendamise hoida ebasoovitavate liikide arv, levik ja keskkonnamõju madalal tasemel (tegevus nr 3.5.1). Meede on kergesti rakendatav, töökindel ning ei ole tundlik välistegurite suhtes. Meetme rakendamisega kaasnevad positiivsed keskkonnavalased kaasmõjud ja selle kulukus on keskmine.

Tabel 37. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
3.1.	Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites	Kliima muutused suurendavad ärakannet valgalalt ning võimendavad eutrofeerumise ilminguid. Nende protsesside tagajärjel võib halveneda veekogude seisund ning võivad sagedana veeõitsengud. Võimalikud on muutused väikejärvede kihistumisrežiimis ja sisekoormuses.
3.2.	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine	Kliimatundlike pinnaveekogumite kvaliteedielementide pidev jälgimine võimaldab anda hinnangu muutuste tulipunktis olevate veekogude seisundile ja elustiku koosluste struktuurile ning prognoosida toiduahelate toimimist tulevikus. Pinnaveekogumite puhul, millede seisundit ei õnnestu valgalal rakendatavate keskkonnameetmetega parandada ning millel on suur sotsiaal-majanduslik tähtsus, tuleb kaaluda seisundi parandamise võimalust komplekssete tervendamisprojektide abil.
3.3.	Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine	Kliima muutumine suurendab veeõitsengute esinemissagedust, mis võib kohati avaldada olulist negatiivset sotsiaal-majanduslikku mõju.
3.4.*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine	Kliima muutumise võimalik kaasmõju on suurenev kasvuhoonegaaside emissioon siseveekogudest, mis avaldab mõju veekogude toiduahelatele ning annab positiivse tagasiside edasistele kliimamuutustele ja vajab spetsiifilisi kohanemismeetmeid.
3.5.	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise võimalustekohane vältimine mageveeökosüsteemides	Õhu- ja veetemperatuuri kasv ning inimeste ja elusa bioloogilise materjali transport soodustab lõunapoolsetelt aladelt pärit liikide levikut, meede võimaldab pidurdada inimtegevuse käigus võõrliikide keskkonda sattumist, uusi invasioonisündmusi varakult tuvastada ja inimeste teadlikku käitumist suunates võõrliikide levimist tõkestada.

* Meede nr 3.4. on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

Tabel 38. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVID, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koond-hinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaal-valdkond	Majandus-valdkond	Kesk kond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
3.1.	4	3	4	4	3	5	4	4	5	3	4	4	3	100 000	46
3.2.	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	5	5	1	1 700 000	48
3.3.	5	5	5	5	5	4	3	4	5	3	5	5	3	200 000	53
3.4.*	4	4	4	4	4	5	5	4	5	3	5	5	1	1 550 000	49
3.5.	5	3	5	5	3	5	4	4	5	5	5	5	2	490 000	52

* Meede nr 3.4 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

3.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Magaveeökosüsteemide valdkonnaga seotud kliimariskidega kohanemise meetmete rakendamine toob endaga kaasa vajaduse muuta õigusakte, peamiselt Veeseadust, Looduskaitseadust ja Keskkonnaseire seadust ning nende alamakte- Keskkonnaministri määrust nr 44 2009 ja Riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise korda (**Tabel 39**). Meetmete raames planeeritud uuringud on võimalik lülitada Keskkonnaseire seadusega korraldatavate allprogrammide alla, vajadusel tuleb täpsustada nende programmide eesmärgi. Veemajanduskavade eelnõude ettevalmistamisel on vaja senisest enam arvestada kliima muutumisega kaasnevate mõjude, ennekõike sademetest tingitud koormuste suurenemise ja veetemperatuuri tõusuga. Veemajanduskavade meetmete rakendamise tulemuslikkuse analüüsil tuleks edaspidi arvestada suurenenud kliimariskide mõjuga pinnaveekogumite koormustele ja seisundile ning võtta arvesse vastava uuringu tulemusi (meede 3.1). Kliimariske käsitlev peatükk on olemas ka uue perioodi (2015–2021) perioodi veemajanduskavade eelnõudes, kuid see on üldsõnaline ja vastavas meetmeprogrammis konkreetselt kliimariskidega kohanemiseks suunatud meetmeid ei ole.

Pinnaveekogumite seire tõhustamiseks tuleb vastavalt uuringu (tegevus 3.2.1) tulemustele muuta Keskkonnaseire ja Veeseadust ning nende alamakte.

Parandamiseks valmisolekut veeõitsengute registreerimiseks ja elanikkonna teavitamiseks, tuleb täpsustada Rahvatervise seaduse ja Keskkonnaseire seaduses kirjeldatud ülesandeid ja vastutusala.

Jälgimaks kliima muutumisest lähtuvaid mõjusid süsinikuringele ja kasvuhoonegaaside emissioonile tuleb täiendada Keskkonnaseire seadust ja selle allprogramme.

Võõrliikide ohjamise tõhustamiseks ja parema asutustevahelise koostöö tagamiseks võib olla vajalik täpsustada Looduskaitseadusest toodud ülesandeid ja vastutusala.

Tabel 39. Magaveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
3.1.	Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites	Veeseadus, veemajanduskavad
3.2.	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine	Keskkonnaseire seadus, Riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord, Veeseadus, KeM määrus nr. 44, 2009
3.3.	Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine	Rahvatervise seadus, Keskkonnaseire seadus, Riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord
3.4.*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine	Keskkonnaseire seadus, Riikliku keskkonnaseire allprogrammide teostamise kord
3.5.	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise võimalustekohane vältimine magaveeökosüsteemides	Looduskaitseadus

* Meede nr 3.4 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

3.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Mageveeökosüsteemide meetmetabelis on 5 meetet, mille rakendamine on sarnase koostoime tõttu seotud mõne teise meetmega. Ühegi meetme rakendamine ei eelda eelnevalt teise meetme rakendamist. Küll on omavahel seotud ühe meetme erinevad tegevused. Meetmetevahelised sõltuvused on toodud alljärgnevalt (**Tabel 40**).

Tabel 40. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondadega.

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
3.1.	Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites	Koostoimelised meetmed teistes valdkondades: 4.1 Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine 5.2 Kliimariske arvestav vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon rannikumeres 5.7 Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine siseveekogudel 5.24 Kliimariske arvestava toidu tootmiseks vajaliku põllumaa piisavuse tagamine 8.2 Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine
3.2.	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine	Meede on koostoimeline meetmetega: 8.8 Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). 5.5 Kliimariske arvestav mageveekala ja -vähkide jätkusuutlik majandamine (sh harrastuskalapüügi, kalaturismi ja vähipüügi võimalused), meede on kaudselt seotud meetmega 3.1 ja sellega seonduvate meetmetega teistes valdkondades, omavahel on seotud meetme tegevused 3.2.1 ja 3.2.2
3.3.	Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine	Meede on kaudselt seotud meetmega 3.1 ja sellega seonduvate meetmetega teistes valdkondades
3.4.*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine	Meede on koostoimeline meetmega 5.26 Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineriinge (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine, omavahel on seotud meetme tegevused 3.4.1 ja 3.4.2
3.5.	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise võimalustekohane vältimine mageveeökosüsteemides	1.2 Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
		4.2 Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine
		4.6 Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele

* Meede nr 3.4 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

3.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Magaveeökosüsteemide hea seisundi saavutamiseks ja seniste ökosüsteemiteenuste kättesaadavuse tagamiseks muutuvates kliimaoludes on vajalik kohene meetmete rakendamine. Vaatamata kohesele rakendamisele, eeldavad mitmed kohanemismeetmed tulemuste hindamiseks pidevat (aastani 2100 toimuvat) seiret ning seetõttu saab mõjude kohta hinnanguid anda alles kuni 10 aastase viibega.

Allpool on esitatud (**Tabel 41**) meetmete prioriteetsuse ja maksumuse hinnang. Meetme prioriteetsuse arvutamisel etteantud meetodit kasutades sai meede 3.1 võrreldes teiste meetmetega madalama prioriteetsuse. See tulenes mõnede ühiskonna rühmade võimalikust vastuseisust ning meetme suhteliselt suurest kulukusest. Samas on meede 3.1 kaudselt seotud teiste meetmetega ja seetõttu on selle rakendamine siiski oluline. Nii on selge, et näiteks toiteainete koormuste piiramine (meede 3.1) mõjutab oluliselt nii veekogude seisundit, koosluste struktuuri kui ka veeõitsengute esinemissagedust (meetmed 3.2 ja 3.3).

Meetmete ligikaudne maksumuse hinnang on antud aastani 2030. Hilisemate perioodide puhul on maksumuse hinnangutest loobutud liiga suure määramatuse tõttu.

Tabel 41. Magaveeökosüsteemide meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus:	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
	1=45-60p			
	2=29-44p			
	3=12-28p			
Rakendada perioodil 2017–2020	1	5	1 690 000	1 690 000
	2	0	0	
	3	0	0	
Rakendada 2021–2030	1	3	2 350 000	2 350 000
	2	0	0	
	3	0	0	
Rakendada 2031–2050	1	3	teadmata	
	2	0	0	
	3	0	0	
Rakendada 2051–2100	1	3	teadmata	
	2	0	0	
	3	0	0	

Kokku				4 040 000
--------------	--	--	--	------------------

Alljärgnevalt (**Tabel 42**, **Tabel 43**, **Tabel 44** ja **Tabel 45**) on välja toodud meetmete rakendamise vajadus erinevatel perioodidel. Pärast aastat 2020 tuleb jätkata kahe seire ja ühe seire/informatiivse meetmega, et selgitada välja kliima muutumise mõjude ulatus ja veemajanduskavade rakendamise tulemuslikkus. Kasvuhoonegaaside seire (meede 3.4) võib jätkuda peale aastat 2030 kuni 5 aastase intervalliga.

Tabel 42. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
3.1	Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites
3.2	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine
3.3	Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine
3.4*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine
3.5	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides

Tabel 43. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
3.2	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine
3.4*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine
3.5	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides

Tabel 44. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2031–2050.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
3.2	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine
3.4*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine
3.5	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides

Tabel 45. Mageveeökosüsteemide valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2051–2100.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
3.2	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine
3.4*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine
3.5	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides

* Meede nr 3.4 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

Meetmete rakendamise eest vastutav asutus on Keskkonnaministeerium. Kaasvastutajaks on Keskkonnaministeeriumi allasutused, Maaeluministeerium ja selle allasutused, kohalikud omavalitsused ning Terviseamet (**Tabel 46**). Kõigi meetmete puhul on rakendamise geograafiline ulatus riiklik tasand (**Tabel 47**).

Tabel 46. Magevee valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	5		4 040 000
Maaeluministeerium (MeM)		2	250 000
Keskkonnaagentuur (KAUR)		4	3 300 000
Keskkonnaamet (KKA)		4	2 390 000
Põllumajandusamet (PMA)		2	250 000
Kohalik omavalitsus (KOV)		2	250 000
Keskkonnainspeksioon (KKI)		2	490 000
Terviseamet		1	200 000

Tabel 47. Mageveeökosüsteemide valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
3.1	Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites	riiklik tasand
3.2	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine	riiklik tasand
3.3	Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine	riiklik tasand
3.4*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine	riiklik tasand
3.5	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides	riiklik tasand

* Meede nr 3.4 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

3.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Meetmete rakendamise edukust näitavad eelkõige seireandmed ja veemajanduskavade meetmete rakendamise tulemuslikkuse analüüs. Mõningatel juhtudel on kõigepealt vajalik spetsiaalsetele uuringutele toetudes seiresse lisada kliimatundlike näitajaid ja lülitada seirekavadesse kliima muutumise tulipunktid (meede 3.2). Oluline on tagada kõigi siseveekogude vähemalt hea seisund muutuva kliima tingimustes.

Tabel 48. Mageveeökosüsteemide valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
3.1	Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites	Ajakohastatud kliimariskidega arvestatavate veemajanduskavade olemasolu; ärakannet ja kihistumist kirjeldavate mudelite olemasolu	Kehtivad veemajanduskavad ei arvesta kliimariskidega; on olemas esmased mudelid ärakande jaoks, ei ole prognoose sisekoormuste ja kihistumise võimalikele muutustele	Kehtivad veemajanduskavad arvestavad kliimariskidega; on olemas prognoos kliimastenaariumite kohaste sisekoormuste ja ärakande suuruste ning kihistumisrežiimi muutuste kohta. Välja on selgitatud täiendavate meetmete rakendamise vajadus, koostatud meetmekava
3.2	Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine	Uuringu olemasolu, Keskkonnaseire seaduse ja Keskkonnaministri määruse nr 44, 2009 muutmise; alusandmete ja tehnoloogiate valmisoleks tervendamiskeskuste läbiviimiseks	Vajakajäämised kliima muutuste jälgimise indikaatorites, õigusaktid täiendamata; olulised kliima muutumise mõjude indikaatorid ei ole seires kaasatud; valmisolek madal	Kliima muutuste jälgimise indikaatoreid on täiustatud, õigusaktid on täiendatud; olulised kliima muutumise mõjude indikaatorid on seires kaasatud; valmisolek on keskmine, on olemas näiteid õnnestunud tervendamiskeskustest
3.3	Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine	Valmisolek sagenevate veeõitsengute negatiivsete mõjudega toimetulekuks, Rahvatervise seaduse ja Keskkonnaseire seaduse täiendamine	Veeõitsengute registreerimine on juhuslik, prognoosimise võime on madal, eelhoiatussüsteem puudub, sekkumismeetmed puuduvad, seadused pole täiendatud	Veeõitsengute kohta on olemas andmebaas, prognoosimisvõime on keskmine, eelhoiatussüsteem ja sekkumismeetmed on olemas, seadused on täiendatud
3.4*	Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine	Kasvuhoonegaaside emissiooni algtase ja sekkumismeetmed, Keskkonna seire seaduse täiendamine	Algtase ja sekkumismeetmed pole teada, Keskkonna seire seadus pole täiendatud	Algtase on määratud, sekkumismeetmed on väljatöötatud; seire ei näita emissiooni suurenemist, Keskkonnaseire seadus on täiendatud
3.5	Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides	Võõrliikide arv ja levila	Praegune võõrliikide arv ja levila	Võõrliikide arv ja levila ei suurene

* Meede nr 3.4 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

4. Läänemeri ja merekeskkond

Pärnoja, Merli; Nurkse, Kristiina; Kotta, Jonne; Lokko, Külli
Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

4.1. Sissejuhatus

Merekeskkond on tugevalt seotud atmosfääris toimivate protsessidega. Suuremad, sh kliimamuutustest tingitud muutused atmosfääriprotsessides avalduvad otseselt merevee tsirkulatsioonis, temperatuuri- ja soolsusrežiimis. Pidev kasvuhoonegaaside emissioon viib merekeskkonna hapestumiseni (Zeebe *et al.*, 2008; Meier *et al.*, 2012). Suured muutused vee füüsikalistes ja keemilistes omadustes põhjustavad ka režiimihkeid elustikus. Erinevalt maismaa ökosüsteemidest on kliimamuutustest tingitud protsessid meres suurema viibeajaga (Alheit *et al.*, 2005), kuid kui süsteem on tasakaalust välja viidud, on mõju ulatuslikum ning endise olukorra taastumine vähetõenäoline. Muutunud kliimatingimused Läänemerel, sh jääkatteperioodi pikkus, ulatus ja paksus, veetemperatuuri muutused mõjutavad kõiki elusorganisme planktonist kalastiku ja teiste selgroogseteni (Alheit *et al.*, 2005; Kotta *et al.*, 2009; Meier *et al.*, 2012; Strandmark *et al.*, 2015). Põhjaeluviisiliste ja pelagiaali taime- ja loomakoosluste levikumustrid ja sesoonsus on muutuva kliima tingimustes juba oluliselt paigast nihkunud (Kotta *et al.*, 2009; Kovtun *et al.*, 2009). See muudab Läänemere süsteemi ebastabiilseks ning vastuvõtlikuks teistele surveteguritele, sh mere eutrofeerumisele, laevandusele ja kalandusele. Merevee soojenedes jäävad Läänemeres paremini ellu siia toodud võõrliigid (Leppäkoski ja Olenin, 2000; Rahel ja Olden 2008), kes juba praegu on võimelised täielikult reorganiseerima kohaliku ökosüsteemi toimimist (Kotta *et al.*, 2013; Ojaveer ja Kotta, 2014). Kui 30 aastat tagasi suurenes Läänemere põhjaeluviisiliste võõrliikide arv paari liigi võrra kümnendi jooksul, siis viimastel aastatel on sama palju liike lisandunud aastaga (Kotta *et al.*, 2013; Galil *et al.*, 2014). Teisalt peitub veekogudes fütoplanktoni ja põhjataimestiku näol ressursid CO₂ sidumiseks (Worm *et al.*, 2000; Riebesell, 2004). Seepärast tuleb analüüsida kliimamuutustest tulenevate võõrliikide mõju eraldi ja ka vastastikmõjusid, uurida süsinikuringe ja energiavoo erinevaid aspekte, rannikumere osa globaalses süsinikuringes ning muutusi aine- ja energiaringetest muutuva kliima ning maakasutuse tingimustes, ja hinnata kliimamuutuste mõju merevee eutrofeerumisele ning toiduvõrgustike toimimisele.

Valdkonna alavaldkondade valikul on lähtutud EL MSR 2008/56/EÜ, EL LD 92/43/EMÜ ja EL VPRD 2000/60/EÜ kvalitatiivsetest tunnustest, mis piiritlevad veekogu hea keskkonnaseisundi.

Valdkond on jaotatud järgmisteks alateemadeks:

- **mere eutrofeerumine** (eraldi ja koosmõjud muutuva kliima tingimustes);
- **võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus**;
- **toiduahelad** (mere toiduvõrkude elementide eksisteerimine tavapärase arvukuse ja mitmekesisuse tasemel, tagamaks pikaajalist liikide rohkest ja nende täielikku paljunemissuutlikkust).

4.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Merekeskkonna valdkonnapõhiste alavaldkondade valikul on lähtutud EL MSRD (2008/56/EÜ), EL LD ja EL VPRD (2000/60/EÜ) nõuetest. EL LD ja EL VPRD on seadnud eesmärgiks liikide ja elupaikade soodsa seisundi ning kõikide vete hea seisundi saavutamise. MSRD Lisa I põhjal piiritlevad hea keskkonnaseisundi kvalitatiivsed tunnused, millest lähtuvalt bioloogiline eutrofeerumine on minimeeritud, mitmekesisus on säilinud ja võõrliikidel ei ole negatiivset mõju ökosüsteemile ning toiduvõrkude elemendid eksisteerivad tavapärase arvukuse ja mitmekesisuse tasemel. Merekeskkonna alavaldkondade kliimamuutustest tingitud probleemide, võimaluste ja ohtude analüüsil, mineviku ilmastikunähtuste mõju hinnangul ning meetmete ülevaates põhinetakse varasematel teadusuuringutel ja ekspertarvamustel.

Mõjude analüüs

Kliimamuutuste mõjude analüüsil ja meetmete väljatöötamisel põhinetakse peamiselt varasematel teadusuuringutel ja ekspertarvamustel. Võimalusel kasutatakse eksperimentaaltööde ja/või modelleerimise käigus välja töötatud eri ökosüsteemi elementide vaheliste vastastikmõjude mudeleid. Samuti kasutatakse käesoleva projekti modelleerimistöode käigus ja ekspertarvamuse kujundamisel lõppeva KESTA programmi teadus-, rakendus- ja arendustegevuste alategevuse projekti „Eesti kliima ja keskkonnaseisundi võimalike muutuste hindamine atmosfääri-, mere- ja jõgede äravoolu dünaamiliste mudelite tulemuste põhjal (EstKliima)“ tulemusi. EstKliima projekti käigus hinnati atmosfääriprotsesside mõju rannikumere hüdrofüüsikaliste tingimustele ning analüüsiti, milliseks kujunevad mere füüsikalised omadused muutuva kliima tingimustes. Lisaks lähtutakse projekti töös erinevatest kliimamuutusi reguleerivate ja kohanemismeetmeid arvestatavatest dokumentidest nagu MSRD, Euroopa tegevusraamistik kliimamuutustega kohanemiseks, Keskkonnaministeriumi arengukava 2015–2018, globaalne elurikkuse strateegia aastateks 2011–2020, Euroopa Liidu elurikkuse strateegia aastani 2020, Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030, Eesti looduskaitse arengukava aastani 2020 kui ka Eesti Vabariigi Veeseaduse § 3^s punkt 1 (EV Veeseadus, 1994).

Positiivsete mõjude korral aitavad kliimamuutused kaasa eelpoolnimetatud suunisdokumentides püstitatud eesmärkide täimisele ja negatiivsete korral takistavad nendeni jõudmist. Eraldi on kirjeldatud ka võimalikku majandusliku ja sotsiaalse mõju suurust ning avaldumise tõenäosust.

Tekstis (ptk 4.4) on viidatud merekeskkonna mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 49**, **Tabel 50** ja **Tabel 51**) vastavate mõjude numbritele (mõju 4.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuseks“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

4.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

4.3.1. Mere eutrofeerumine

Probleemid, võimalused ja ohud

Läänemere üheks olulisemaks ökoloogiliseks probleemiks võib pidada mere eutrofeerumist (Lundberg, 2013). Merede eutrofeerumise põhjuseks on suurenenud toitainete hulk ökosüsteemis. Toitainete hulga suurenemine soodustab taimse hõljumi ning oportunistlike suurtaimede liikide vohamist. Seevastu pikaealised ja elupaika pakkuvad liigid on hävimisohus (Kraufvelin ja Salovius, 2004; Kraufvelin *et al.*, 2006; Fox *et al.*, 2009; Kotta ja Möller, 2014). Eutrofeerunud elukeskkondadele on iseloomulikud keskkonnatingimuste suur muutlikkus sh vees lahustunud hapniku vähenemine sellise tasemeni, kus elustiku esinemine pole võimalik (Cloern, 2001). Mere eutrofeerumise tagajärjel kannatavad põhjataimestik ja -loomastik, pelaagilised kalad ning üldine bioloogiline mitmekesisus väheneb (Pitkänen *et al.*, 2001; Lundberg, 2013). Suuremad, sh kliimamuutustest tingitud muutused atmosfääriprotsessides, avalduvad otseselt merevee tsirkulatsioonis, temperatuuri- ja soolsusrežiimis. Kõrgemad veetemperatuurid suurendavad primaarproduktide aktiivsust, mistõttu mere eutrofeerumine intensiivistub. Veelgi enam, soojemad ilmad, eriti päikeselised ja tuulevaiksed, soodustavad toksiliste tsüanobakterite massvohamisi merevees (Mazur-Marzec *et al.*, 2006). Toksiliste tsüanobakterite levik on dokumenteeritud kogu Läänemere ulatuses (Karjalainen *et al.*, 2007) ning prognoositakse nende esinemissageduse ja intensiivsuse kasvu (Mazur-Marzec *et al.*, 2006).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

Eutrofeerumise intensiivistumine, aga ka merevee pidev soojenemine suurendab (eriti just lõunameredest pärit) võõrliikide osakaalu ökosüsteemis (Lyons *et al.*, 2014; Ojaveer ja Kotta, 2014). Tähtsateks merekeskkonna vee kvaliteedi hindamise indikaatoriteks vastavalt VPRD nõuetele on põisadru (*Fucus vesiculosus*) ja agariku (*Furcellaria lumbricalis*) levialad. Läänemere mitmes piirkonnas on täheldatud eutrofeerumisest või kasvukohtade hävitamisest põhjustatud põisadru levikuala vähenemist (Vogt ja Schramm, 1991; Ruuskanen, 2000; Nilsson *et al.*, 2004), mis võib kaasnedagi kliimatingimuste muutustega. Toitainete üleküllusest tingitud niitjate vetkate vohamine varjutab põisadru eest valguse ning soodustab herbivoorsete selgrootute (nt lehtsarved) massilisemat esinemist (Ruuskanen, 2000; Berger *et al.*, 2004; Nilsson *et al.*, 2004). Lisaks takistab suurem toitainete kontsentratsioon põisadru spooride kinnitumist ja arenemist (Bergström *et al.*, 2003). Väinameres paiknev agariku kooslus on oma leviala suuruse tõttu unikaalne, mis on varieerunud erinevatel aastatel 60–210 km² vahel (Martin *et al.*, 2006; TÜ Eesti Mereinstituut, 2006; Paalme *et al.*, 2011). Mitmed teadusuuringud on näidanud, et punevetikakooslused on enam mõjutatud vee läbipaistvusest kui toitainete sisaldusest (Martin *et al.*, 2006; Kotta *et al.*, 2008). Samuti mõjutab punavetika kasvu ja arengut veetemperatuur, optimaalne temperatuur kasvuks on 15 °C (Bird *et al.*, 1979).

Ülevaade meetmetest

Mitu veevaldkonda käsitlevat ELi poliitikameedet toetavad kliimamuutustega kohanemist. Eelkõige MSR (2008/56/EÜ) rakendamine aitab suurendada merekeskkonna vastupanuvõimet ja lihtsustada kliimamuutustega kohanemist. Lisaks on VPRD

(2000/60/EÜ) kehtestatud õigusraamistik, et kaitsta vett ning tagada pinnaveekogumite hea seisund. Samas ei arvesta VPRD võimalikke kliimamuutustest tingitud mõjusid. Nii nt on hiljuti näidatud, et kliimaatilised protsessid on võimelised mõjutama merevee seisundiklasse mitme ühiku ulatuses eriti just inimõjudest eemal olevates elupaikades (Lauringson *et al.*, 2012). Siit tulenevalt tuleb kliimamuutusi nõuetekohaselt arvesse võtta ka kõnealuse direktiivi suhtes. Lisaks tuleb kliimamuutuste valdkonda võtta nõuetekohaselt arvesse ka üleujutuste direktiivi (2007/60/EÜ) rakendamisel. Kõnealuse direktiivi täielik rakendamine ELi liikmesriikides aitab suurendada vastupanuvõimet ja hõlbustada kliimamuutustega kohanemist. Erinevate surveegurite mõju merede ökosüsteemidele on kumulatiivne ja/või interaktiivne. Siit tulenevalt avaldavad kliimast tulenevad muutused mõju ka merevee eutrofeerumisele, võõrliikide sissetungile ja paljudele muudele protsessidele. Teiselt poolt aitab eutrofeerumisilmingute leevendamine oluliselt vähendada ka kliimamuutuste mõju merekeskkonnale. Seniste andmete põhjal on merealade ja mereökosüsteemide kohanemise võimalused kliimamuutustele piiratud ning sellest lähtuvalt on alternatiiviks suurendada merekeskkonna vastupanuvõimet (KOM (2009) 147) ja vähendada teiste antropogeensete survegurite mõju (Bonn *et al.*, 2014).

4.3.2. Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus

Probleemid, võimalused ja ohud

Võõrliikide arv Läänemeres suureneb pidevalt ning nende mõju kohalikule elustikule on järjest kasvav. Võõrliikide mõju kohalikule elukeskkonnale on kontekstispetsiifiline, mis sõltub eluta ja elusa keskkonna näitajatest (nt. soolsus, temperatuur, elupaiga iseloom, toidubaasi rohkus, kisklus, liikide bioloogilised tunnused jne) (Strayer *et al.*, 2006; Thomsen *et al.*, 2011; Ricciardi *et al.*, 2013). Tihtipeale avaldavad võõrliigid kohalikule ökosüsteemile negatiivset mõju läbi kisklussurve, konkurentsi ja/või parasitismi. Alternatiivselt võivad osad nõ. ökosüsteemi insenerid mõjutada keskkonna keemilisi-füüsikalisi näitajaid (Mack *et al.*, 2000; Manchester ja Bullock, 2000). Läänemere põhjaosa on viimaste aastakümnedite vältel kogunud suurenevat invasiivsete võõrliikidelide pealetungi, mida seostatakse laevatranspordi intensiivistumisega Läänemeres. Olulisemateks invasioonivektoriteks on laevade ballastivesi ning laevakeredele kinnituvad elusolendid (Galil *et al.*, 2014). Viimase aja sissetungijatest vääriivad äramärkimist kirpvähiline *Gammarus tigrinus*, rändkrabi *Rhithropanopeus harrisii* ja ümarmudil *Neogobius melanostomus*, kes oluliselt mõjutavad rannikumere liigilist ja funktsionaalset mitmekesisust ning selle läbi muudavad kogu ökosüsteemi toimimist (Kotta *et al.*, 2011; Fowler *et al.*, 2013; Guellard *et al.*, 2014).

Suurenevast kasvahoonegaaside emissioonist tingitud kliimamuutused, suurenev merevee keskmine temperatuur ja merevee tase ning merekeskkonna hapestumine põhjustavad muutusi nii vee füüsikalistes ja keemilistes omadustes kui ka ökosüsteemi tasakaalus (IPCC 2013). Läänemere elustikku iseloomustatakse madala geneetilise varieeruvusega (Reusch *et al.*, 1999) ning sellest tingituna on kogu mere ökosüsteem tundlik häiringutele ning madala geneetilise kohanemise võimega (Lasker ja Coffroth, 1999; Santamaría, 2002). Samas moodustavad suurema osa Läänemere elustikust plastilised liigid, kes on vastupidavad pidevalt muutuvatele keemilistele ja füüsikalistele keskkonnatingimustele nagu soolsus, jääkate paksus ning suurenenud eutrofeerumine (Kotta *et al.*, 2014). Seevastu veetemperatuuri suurenemine soodustab tormidele suletud merelahtede põhjataimestiku koosluste vohamist ning seeläbi ka kaudselt seal elavate suurselgrootute ja kalade hulka. Samuti on oodata lõunapoolsetest meredest pärinevate liikide osakaalu suurenemist

Läänemere põhjaosas. Muutused atmosfääriprotsessides suurendavad sademete hulka ja selle kaudu ka merevee soolsuse vähenemist. See omakorda võib kaasa tuua merelise päritoluga liikide kadumist kooslustest ja mageveeliste organismide suurenenud arvukust rannikumere ökosüsteemides.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

Muutunud kliimatingimused Läänemerel, sh jääkateperioodi pikkus, ulatus ja paksus, veetemperatuuri muutused mõjutavad koosluste struktuuri, arengut, bioloogilist mitmekesisust ja liigilist koosseisu (Hawkins *et al.*, 2013; Kotta *et al.*, 2014). Kliimamuutustest tingitud merevee hapestumise tagajärjel muutub planktonkoosluste tasakaal ning merekarpide ja tigude kojad muutuvad pehmemaks (Fabry *et al.*, 2008). Samas on alust arvata, et lühike jääkateperiood Läänemeres suurendab koosluste ebastabiilsust, kuna sügis-talviste tormide mõju ulatub merepõhjani (Omstedt *et al.*, 2004). Lisaks mõjutavad kliimamuutustest tingitud äärmuslike ilmastikunähtuste sagedus väga tugevalt merekeskkonna bioloogilist mitmekesisust ja tasakaalu. Viimastel aastatel on 38% suurenenud rannikumere veetemperatuuri anomaaliad (Lima ja Wethey, 2012). Nt 2011. a tabas Lääne-Austraalia rannikut kuumalaine, mis mõjutas nii otseselt kui ka kaudselt rannikumere kooslusi, vähendades märkimisväärselt elupaiku moodustavate makrovetikate levikut ja koosluste struktuuri ning mitmekesisust (Wernberg *et al.*, 2013).

Vt lisaks eelmine alapeatükk.

Ülevaade meetmetest

Nii bioloogilise mitmekesisuse konventsioon (CBD) kui ka Rahvusvahelise Merendusorganisatsiooni IMO laevade ballastvee ja setete kontrolli ning käitlemise konventsioon (CBD, 1992; IMO, 2004) hõlmavad võõrliikide invasiooni teematikat. Mitmed rahvusvahelised organisatsioonid nagu Läänemere keskkonnakaitse komisjoni HELCOM ja rahvusvahelise mereuurimise nõukogu ICES on kirjutanud võõrliikide teematika oma tegevuskavasse (HELCOM, 2007) ja teadusprogrammi (ICES, 2009a). Regulaarne info kogumine juba olemasolevatest kui ka uutest võõrliikidest, nende arvukuse muutustest ja leviku mustritest võimaldab täpsemalt kavandada meetmeid võõrliikide arvukuse ja leviku õigeaegseks piiramiseks ning nende keskkonnamõju leevendamiseks.

Vt eelmine alapeatükk.

4.3.3. Toiduahelad

Probleemid, võimalused ja ohud

Toiduahelate jätkusuutlik toimimine võimaldab rannikumere koosluste püsimise. Nii on nt Läänemere rannakarpide populatsioonid võimelised tagama merevee isepuhastusvõime (Schiewer ja Schernewski, 2004) ning rohke toidubaasi näol ka põhjaeluviisiliste kalapopulatsioonide (nt lest) jätkusuutlikkuse ja kaitsealuste lindude hea seisundi. Taimse- ja loomse hõljumi vaheliste vastastikmõjude stabiilsus võimaldab aga oluliste töenduslike kalade (nt räim) populatsiooni jätkusuutliku püsimise. Veekogudes esindavad fütoplankton, makrovetikad ja kõrgemad taimed suurt ressursi CO₂ sidumiseks (Fourqurean *et al.*, 2012). Seepärast tuleb analüüsida kliimamuutustest lähtuvalt süsinikuringe ja energiavoo erinevaid aspekte, rannikumere osa globaalses süsinikuringes ning muutusi aine- ja energiaringsuses

muutuva kliima ning maakasutuse tingimustes. Lisaks on vajalik hinnata kliimamuutuste mõju merevee eutrofeerumise intensiivistumisele. Globaalsel tasandil on ookeanid olulised süsiniku talletajad, mistõttu on need ühed võtmeökosüsteemid kliima regulatsioonis. Parasvöötne veekogudes on CO₂ põhiliseks sidujaks fütoplankton ja ka kõrgemad taimed ning makrovetikad. Nagu kõik teised taimed, eraldub ka veetaimede ja vetikate elutegevuse käigus ka ise CO₂. Veekogudesse talletatud süsinik kajastub taimede juurdekasvus ehk süsiniku suurenemises taimemassis. Fütoplankton seob suuremaid koguseid CO₂-te, kuid pikaajalised kõrgemad taimed ja makrovetikad talletavad seda suuremates kogustes (Fourqurean *et al.*, 2012).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

Vt eelmine ja üle-eelmine alapeatükk.

Ülevaade meetmetest

Vt üle-eelmine alapeatükk.

4.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Kliimamuutuste mõjude hindamiseks tulevikus lähtuti kliimastsenaariumitest RCP4.5 ja RCP8.5 toodud põhilistest meteoroloogiliste parameetrite projitseeritud muutustest, mis seostuvad enam merekeskkonnas toimuvate muutustega. Keskkonnaagentuuri aruandele „Eesti tuleviku kliimastsenaariumid aastani 2100“ (2015) tuginedes kaasati kliimat mõjutatavatest teguritest merevee ja õhutemperatuur, keskmiste sademete hulk, siseveekogude äravoolu erinevused, muutused jääkatte ulatuses ja kestuses ning ilmastiku ekstreemsed nähtused ja lisaks merevee soolsus, mida aruandes ei käsitleta, kuid mille mõju on Läänemerele tugev. Eelkõige on soolsuse vähenemine oluline paljudele mereliikidele, kes paiknevad oma madalaima taluvuspiiri juures ja isegi väiksemgi soolsuse vähenemine võib nihutada liikide levikupiire Läänemere lääneosa suunas.

Mereökosüsteeme mõjutavad enim järgmised kliimategurid:

- **keskmiste sademete hulga suurenemine ja muutused siseveekogude äravoolus, sh muutused merevee soolsuses,**
- **merevee ja õhutemperatuuri tõus,**
- **muutused jääkatte ulatuses ja kestuses ning**
- **ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine.**

4.4.1. Alavaldkond: eutrofeerumine

4.4.1.1. Riskid ja haavatavus

Kliimamuutustel võib olla merekeskkonnale positiivseid, negatiivseid ja neutraalseid mõjusid. Veelgi enam, esineb palju teadmata suunaga mõjusid eriti mis puudutab vastastik- või kumulatiivseid mõjusid (Dippner *et al.*, 2008).

Sademetes hulga ja siseveekogude äravoolu muutuste mõju eutrofeerumisele

Suurenenud toitainete kontsentratsioonid merevees on tingitud nii otsesest inimtegevusest (nt munitsipaalreostus, põllumajanduslik hajureostus) kui ka kliimamuutustest tingitud sademete suurenemisest, mille tagajärjel suureneb toitainete sissekanne jõgedesse ning magevee äravool merre. Teadustööd näitavad, et jõgede vooluhulga suurenemine suurendab lämmastikuühendite kontsentratsiooni merevees (Nausch *et al.*, 1999) (**Tabel 49** mõju 4.02). Tänu lumikatte kestuse lühenemisele prognoositakse aastaks 2100 võrreldes baasperioodiga (1961–1990) kevadise suurvee hulga vähenemist ja saabumist umbes kuu varem. Lumikatte puudumise tõttu toimub kevadine äravool külmumata pinnalt, mille tõttu toimub kevadise suurvee rikastamine toitainetega (**Tabel 49** mõju 4.03). Samas prognoositakse talvist jõgede äravoolu suurenemist ja üldist sademete hulga tõusu. Talvine suurem äravool tingib ka suurema humiainete kontsentratsiooni ning üldise vee läbipaistvuse vähenemise (mõju 4.02). Seoses sademete koguhulga suuremisega suureneb ka jõgedest tulenev aastane toitainete hulk. Suurem toitainete sisaldus, madalast vee läbipaistvusest tingitud väiksem primaarproduktiooni ruumala ja varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab intensiivsemad eutrofeerumisilmingud (mõju 4.02).

Õhu- ja merevee temperatuuri mõju eutrofeerumisele

Kliimastenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 põhjal suurenevad 21. sajandil nii õhu- kui ka merevee temperatuurid ja sademete hulk märgatavalt, kuid samas väheneb Läänemere jääkatte ulatus. Õhutemperatuuri suuremisega muutub jõgede jääkatteperiood lühemaks või enamikel jõgedel jääkatet Eestis enam ei teki (BACC, 2008; Nõges *et al.*, 2012). Selle tulemusena prognoositakse suurenenud jõgede talvist äravoolu, sest sademed ei akumuleeru enam lumena. Ühtlasi tingivad kõrgemad talvised temperatuurid ja suurem magevee hulk termilise kihistumise, mille tulemusel ei toimu enam veesamba täielikku segunemist ja sellest tulenevalt toitainete transporti mere sügavamatest veekihtidest veesamba produktiivsesse kihti (Dippner *et al.*, 2008) (**Tabel 49** mõju 4.06). Sellega väheneb ka põhjakihtide hapnikusisaldus. Põhjakihtide toitainerikas ja hapnikuvaene vesi põhjustab rannikutel veekerke aladel intensiivseid vetikaõitsenguid (mõju 4.01). Jääkatte vähenemine suurendab omakorda primaarproduktiooni (Arrigo ja Thomas, 2004), mis on tingitud produktsentide varasemast produtseerimise algusajast. Varasem hõljumvetikate areng pidurdab mitmeaastaste (nt *Chara* sp.) vetikate arengut ja soodustab kiirekasvuliste niitjate vetikate vohamist (Rönnerberg ja Bonsdorff, 2004) (mõju 4.07).

Jääkatte ulatuse ja kestuse mõju eutrofeerumisele

Vt ülal, „Õhu- ja merevee temperatuuri mõju eutrofeerumisele“.

Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemise mõju eutrofeerumisele

Kliimastenaariumitest lähtuvalt sagenevad aastatega ka ekstreemsed ilmastikunähtused – suureneb tuule keskmine kiirus ning kasvab Atlandilt Läänemere aladele liikuvate tsüklonite arv. Sagenevate tormide tulemusel, mille mõju ulatub jääkatte puudumise tõttu põhjakihtidesse, võivad vabaneda setetesse talletunud fosforiühendid (mis on intensiivsem hapnikudefitsiidiga piirkondades). Suurenenud toitainete osakaal mõjutab märkimisväärselt

koosluste struktuuri (Bonsdorff *et al.*, 2002; Grall ja Chauvaud, 2002; Kotta ja Witman, 2009), kuid samaaegselt põhjustab ka eutrofeerumise intensiivistumist. Eutrofeerunum keskkond soodustab põhjataimestikus niitjate vetikate vohamist (**Tabel 49** mõju 4.07) ning kaldaäärsetes piirkondades hakkavad domineerima kiirekasvulised üheaastased vetikad (Valiela *et al.*, 1997; Kotta ja Möller, 2014). Ühtlasi suureneb toitainete lisandumisega selgrootute toidubaas, kuid merevee liigne toitelisus võib omakorda põhjustada hüpoksiat ning lõpuks viia põhjaloomastiku kadumiseni põhjakooslustest (Gray *et al.*, 2002; Kotta *et al.*, 2007). Seni kui toitaineid on liiga palju suurendab eutrofeerumine üheaastaste vetikate biomassi, vähendab mitmeaastaste vetikate biomassi ning suurendab põhjataimestiku ja -loomastiku liigilist mitmekesisust, kuid seda teatud piirini (Kotta ja Möller, 2014). Ühel hetkel hakkavad ökosüsteemi toimimist oluliselt mõjutama keemilised tegurid (suurenenud vee toitelisusest põhjustatud anoksia) ning mereökosüsteem lakkab toimimast senistel tingimustel. Selle tulemusel saavutab mereökosüsteem uue ökoloogilise seisundi, mida iseloomustab madal liigiline mitmekesisus ja/või teatud liikide puudumine ning muutused liigilises koosseisus (Dippner *et al.*, 2008). Ühtlasi suurendavad sagedasemad tormid mehhaanilisi häiringuid põhjakooslustele ning rannikualad on rohkem tormide poolt mõjutatud (**Tabel 49** mõju 4.05). Lisaks avaldavad tugevad tormid negatiivset mõju ka kõvadele põhjadele kinnitunud selgrootutele loomadele, eelkõige karpidele (nt *Mytilus trossulus*), vähendades vee isepuhastusvõimet ja sellega veeläbipaistvust (**Tabel 49** mõju 4.05). Lisaks sageneb talviste tormide mõjul toitainete liikumine veesambasse ja hapniku transport põhjakihtidesse (mõju 4.04). Tagajärjeks on rannikumeres ebastabiilsemate ja eutrofeerumise suhtes tundlikumate koosluste teke. Avamerekooslustes on täheldatud soojemast kliimast tingitud rüsi jää liikumist, mis hävitab põhjakooslusi ka sügavamates piirkondades ja soosib kiirekasvuliste pioneerkoosluste teket.

4.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt toimub jätkuv merekeskkonna eutrofeerumine.

b) kuni aastani 2030

Merekeskkonda mõjutab positiivses suunas jääkatte ulatuse ja kestuse vähenemine ning talviste tormide sagenemine, mille tõttu toimub toitainete liikumine veesambasse ja hapniku transport põhjakihtidesse. Teisi positiivseid mõjusid ei prognoositud ning teadmata on antud mõju koosmõju suund teiste teguritega. Samas liigeses koguses toitainete hulk veesambas võib pöörduda ka negatiivseks mõjuks kui toitainete hulk ületab mereveeorganismidele eluks vajaliku hulga.

Peamiselt toimuvad antud perioodil negatiivse suunaga mõjud.

- Sagenevad vetikaõitsengud, eriti tänu varasemale vegetatsiooniperioodi algusele.
- Suureneb toitainete kontsentratsioon merekeskkonnas ja humiinainete sisaldus, mis põhjustab väiksema vee läbipaistvuse ja eufootilise kihi produktsiooni ruumala vähenemise.
- Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud filtreerivatele põhjakarpidele, mistõttu vee läbipaistvus väheneb veelgi.

- Vee segunemise sügavus ja aeg muutub merevee soojenemise tõttu, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi, suurenevad vetikaõitsengud veekerke aladel ning toimuvad muutused Läänemere termilises kihistumises.
- Niitjate vetikate ja tsüanobakterite vohamine.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on juba äärmuslikumad.

Merekeskkonda mõjutab positiivses suunas jääkatte ulatuse ja kestuse vähenemine ning talviste tormide sagenemine, mille tõttu toimub toitainete liikumine veesambasse ja hapniku transport põhjakihtidesse. Teisi positiivseid mõjusid ei prognoositud ning teadmata on antud mõju koosmõju suund teiste teguritega.

Peamiselt toimuvad antud perioodil negatiivse suunaga mõjud:

- Seoses suurenenud temperatuuriga ja varasema vegetatsiooniperioodi algusega on vetikaõitsengud sagedased ja ulatuslikud. Vee segunemise sügavus muutub merevee soojenemise tõttu, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi ning intensiivsed vetikaõitsengud veekerke aladel.
- Olulisel määral on vähenenud kõrge humiainete sisalduse ja filtreerivate põhjaloomade hävimise tõttu vee läbipaistvus, mis omakorda põhjustab väiksema produktsiooni ruumala, kus toimub ebaproportsionaalselt suur primaar- ja sekundaarproduktsioon.
- Madalas rannikumeres on suur hapnikudefitsiit (kõrgemate temperatuuride juures on hapnikutarve suurem, hapniku lahustuvus vees väiksem, suurenenud orgaanilise aine hulk ainult suurendab seda efekti), mille tagajärjel võib elustik suures osas hävineda.
- Sagedasemate tormide tõttu suureneb meresetete resuspensioon.

4.4.2. Alavaldkond: võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus

4.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Sademetes hulga ja siseveekogude äravoolu muutuste mõju võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele

Põhjaeluviisiliste ja pelaagiliste taime- ja loomakoosluste levikumustrid ning sesoonsus on muutuva kliima tingimustes juba oluliselt muutunud (Kotta *et al.*, 2009; Kovtun *et al.*, 2009). Kõige enam mõjutab Läänemere liigilist mitmekesisust madal soolsus. Enamike mereliikide jaoks on meie rannikumeri liiga mage ning paljude magevee liikide jaoks liiga soolane. Võõrliikidel on üldiselt suur vastupanuvõime eluta keskkonna tingimuste (nt temperatuur ja soolsus) muutlikkusele ning seetõttu jätkub ka suurenenud sademetes hulga

ja magevee sissevoolu puhul võõrliikide invasioon Läänemerre (Ojaveer *et al.*, 2011). Riimveelisi liike on Läänemeres väga vähe. Seetõttu suurem osa siin elavatest liikidest paiknevad soolsuse järgi oma leviku alumisel või ülemisel piiril ning isegi väikesed muutused soolsuses toovad kaasa suured muudatused liigilises koosseisus (Zettler *et al.*, 2007), võõrliikide pidev invasioon muudab kooslused omakorda veel haavatavamaks. Soolsuse muutus on suureneva sademete hulga ja magevee sissevoolu tõttu ka lähiajal prognoositav (Dippner *et al.*, 2008). Suurenev magevee sissevoolu hulk viib Läänemere soolsuse vähenemiseni, mõjutades loomse hõljumi liigilist koosseisu veesambas nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt piki ranniku sügavusgradienti (**Tabel 50** mõju 4.10).

Õhu- ja merevee temperatuuri mõju võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele

Kõrgem merevee temperatuur ja sesoonselt varasem fütoplanktoni areng mõjutab omakorda zooplanktoni kasvu, arengut ja paljunemisvõimet. Temperatuurimuutused mõjutavad peamiselt merevee pindmises kihis elutsevaid zooplanktoni rühmi, kuhu kuuluvad aerjalgsete Copepoda, vesikirbuliste Cladocera ja keriloomade Rotifera esindajad (Viitasalo *et al.*, 1995; Möllmann *et al.*, 2000, 2003, 2005). Kõrgem merevee temperatuur ja madalam soolsus vähendavad mereliste liikide konkurentsivõimet ja soodustavad mageveeliikide ning võõrliikide levikut (**Tabel 50** mõju 4.08 ja 4.10). Näiteks kliimamuutuste intensiivistumisel Läänemeres võib rändkarp Dreissena polymorpha levida seni suuremate looduslike filtreerijate poolt asustamata Botnia Laheni (Dippner *et al.*, 2008). Samas väheneb temperatuuri ja soolsuse muutustega söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) levila (Pfeifer *et al.*, 2005), mis omakorda toob kaasa merevee isepuhastumisvõime vähenemise (Schiewer ja Schernewski, 2004). Tegemist on liigiga, kes olulisel määral puhverdab eutrofeerumisilminguid, filtreerides üleliigset (zooplanktonist järgi jäänud) taimset hõljumit ja sidudes selle bentilisse süsteemi.

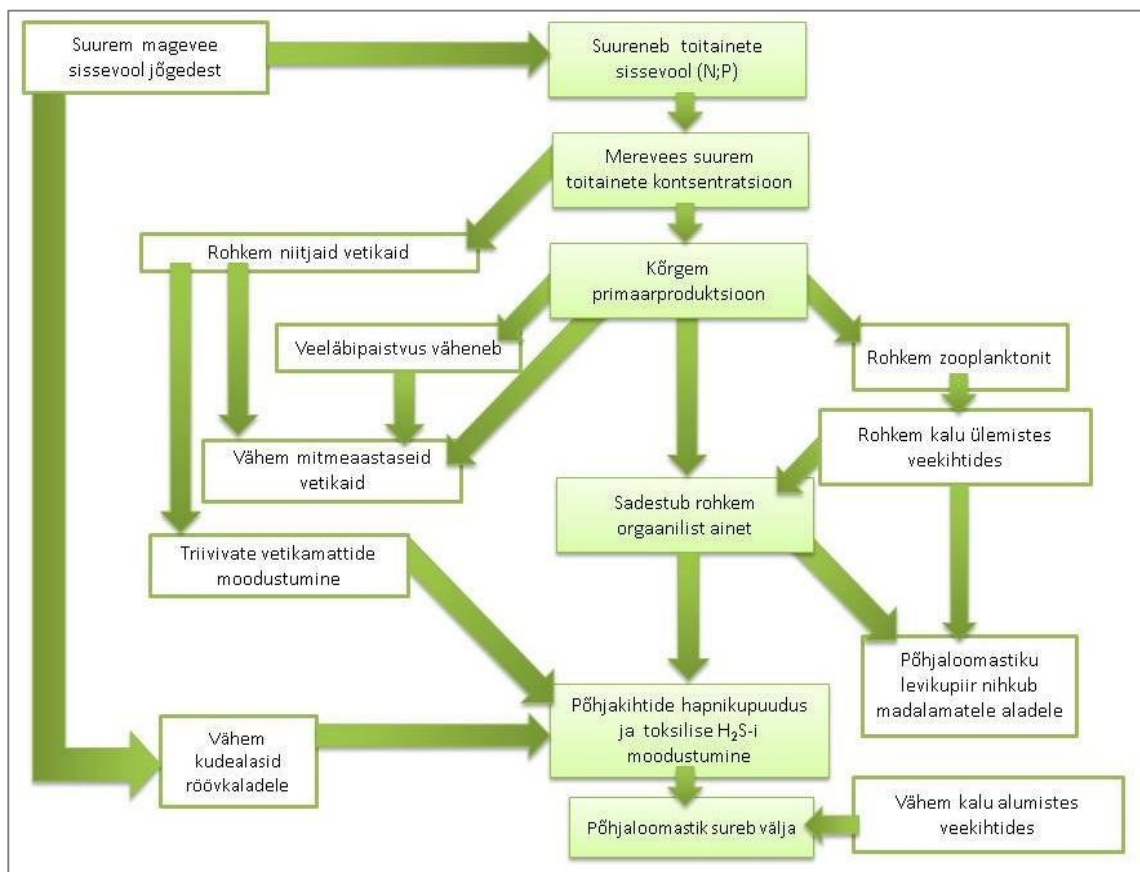
Suurema osa Läänemere põhjakooslustest moodustavad plastilised liigid, kes on vastupidavad pidevalt muutuvatele keemilistele ja füüsikalistele keskkonnatingimustele nagu soolsus, jääkate paksus ning suurenenud eutrofeerumine (Kotta *et al.*, 2014). Siiski tuleviku kliimastenaariumitest oodatavad muutused soosivad lõunapoolsetest meredest pärinevate võõrliikide osakaalu suurenemist Läänemere põhjaosas (mõju 4.08). Merevee soojenemine tingib soodsama elupaiga võõrliikidele (Leppäkoski ja Olenin, 2000; Rahel ja Olden 2008), kes juba praegu on võimelised reorganiseerima kohaliku ökosüsteemi toimimist (Kotta *et al.*, 2013; Ojaveer ja Kotta, 2014). Kliimastenaariumitest lähtuvalt suureneb võõrliikide osakaal, väheneb kohalike liikide konkurentsivõime ning külmaveelisemad liigid asenduvad termotolerantsemate liikidega, kes on võimelised edukamalt kohanema meso- ja oligohaliinses keskkonnas (Dippner *et al.*, 2008). Lisaks on hetkel külmaveelised liigid (nt. *Fucus* sp.) elu-, toitumis-, varje- ja sigimispaigaks mitmetele liikidele ja moodustavad mitmekesise koosluse, mille hävinemine vähendab elurikkust (**Tabel 50** mõju 4.11). Kliimamuutustest tingitud ebastabiilsemas keskkonnas on soositud võõrliikide invasioon bioloogiliste vastasmõjude tugevuse (kohalike liikide surve võõrliikidele) olulisuse vähenemise tõttu.

Süsinikdioksiidimahtuvus meredes sõltub eelkõige vee temperatuurist ja olemasolevast CO₂ hulgast ning temperatuuri tõusmisel CO₂ omistamisvõime väheneb (Gattuso ja Hansson, 2011). Atmosfääri CO₂ osakaalu tõusust tulenev mõju võib ületada temperatuurist tingitud mõju CO₂ lahustuvusele ja soolsuse prognoositud languse korral kokkuvõttes CO₂-e sisaldus Läänemeres tõuseb. Hetkel on Läänemeres aluseline keskkond, kuid aastaks 2100 on prognoositud pH langust 0,5 ühiku võrra (Omstedt *et al.*, 2012). Läänemeres on tänaseks suhteliselt vähe uuritud hapestumise mõju makrovetikatele, kuid seniste tulemuste põhjal kiirendab kõrgem CO₂ tase eelkõige üheaastaste niitjate vetikate kasvu. Muutub ka põhjaelustiku liigiline koosseis ning võivad kaduda stabiilsele ja mitmekesisele

keskkonnale omased mitmeaastased taimed (Pajusalu *et al.*, 2013). Intensiivsem primaarproduksioon omakorda suurendab pH väärtust. Samas kui väliskeskkonna hapestumise osakaal on suurem kui primaarproduksiooni mõju, siis toimub ikkagi merekeskkonna hapestumine. Happelisemas keskkonnas on ränivetikad elujõulisemad võrreldes näiteks tsüanobakteritega. Samas aeglustab soojem merekeskkond osade ränivetikate vohamist, kuid soosib mitmete soojalembeliste toksiliste liikide levikut (Dippner *et al.*, 2008).

Zooplanktoni kooslusi iseloomustab kõrgem liigiline mitmekesisus madalama arvukuse korral. Suurte asustustiheduste korral on liigiline mitmekesisus väike ning domineerivad üksikud r-strateegid. Samas ei ole zooplanktoni liigilist koosseisu ja arvukust seostatud fütoplanktoni primaarproduksiooniga vaid pigem on see seotud abiootiliste tegurite (temperatuur, hapnik) stohhastiliste (juhuslike) muutustega. Eksperimentaaltööd näitavad selgelt, et zooplanktoni toitumisaktiivsus on positiivses korrelatsioonis fütoplanktoni produktsiooniga ehk nii palju kui toodetakse taimset vetikat, siis nii palju tarbitakse zooplanktoni poolt ka ära, millest saab järeldada, et kliimamuutustest tingitud fütoplanktoni produktsiooni kasv suurendab oluliselt zooplanktoni produktsiooni ja selle kaudu muutub ka pelaagiliste kalade toidubaas (EMI mittepublitseeritud andmed).

Nii põhjaloomastiku kui ka põhjataimestiku liigiline koosseis ja funktsionaalne roll sõltuvad erinevatest keskkonnateguritest ning nende muutustest. Võtmeliike mõjutavad otseselt toitainete kättesaadavus, hapniku sisaldus ja bioturbatsioon. Tuginedes kliimatsenaariumitele, mis ennustavad merevee temperatuuri tõusu ja soolsuse vähenemist, on kliimamuutustel otsene laiaulatuslik mõju põhjaelustiku levikumustritele ja toimimisele (**Joonis 5**).



Joonis 5. Kliimamuutustega kaasnevad muutused Läänemeres (Rönnerberg ja Bonsdorff, 2004).

Jääkate ulatuse ja kestuse mõju võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele

Lähtudes Keskkonnaagentuuri aruandest, vastavalt stsenaariumile RCP4.5, väheneks võrreldes hetkeolukorraga 21. sajandi keskpaiga tüüpilisel talvel Läänemere ja Soome lahe rannikualade jääkate. Endiselt esineks jääkate Väinamerel ja Liivi lahes, kuid jää paksus kahaneb kaks kuni kolm korda. 21. sajandi teiseks pooleks on Läänemere jääga kaetus veelgi vähenenud. On alust arvata, et lühike jääkatteperiood Läänemeres suurendab koosluste ebastabiilsust, kuna sügis-talviste tormide mõju ulatub merepõhjani (Omstedt *et al.*, 2004) ja soositud on üheaastaste kiirekasvuliste pioneerkoosluste teke (**Tabel 50** mõju 4.09) ning kiirekasvuliste, lühikese paljunemistsükli, suure kohanemisvõime ja füsioloogiliselt ulatuslikuma taluvuspiiriga võõrliikide laialdane levik (**Tabel 50** mõju 4.08). Lisaks reguleerib soolase vee sissevool Atlandi ookeanist Läänemere soolust, merevee temperatuuri ja hapniku sisaldust, kuid kliimamuutustest lähtuvalt eeldatakse, et vähenevad merevee sissevoolust tingitud ilmingud (Lessin *et al.*, 2014). Samas leidis viimase 60 aasta suurim soolase merevee sissevool Läänemerele aset just 2014. aasta detsembris (Naumann *et al.*, 2015) ning sellest tulenevalt peaks toimuma merekeskkonna stabiliseerumine järgnevatel aastakümnetel.

Mereimetajatele on äärmiselt oluline jääkate olemasolu ja selle kestus. Viigerhüljestele on jääta või liiga lühikese jääkattega talved otseselt saatuslikud, sest jää on nende ainus sigimispaik ning poeg vajab koguni kuus nädalat ema hoolt, et kasvada elujõuliseks hülgeks. Hallhülgele on jääväli eelistatud ja väärtuslikum sigimispaik, kuna jääväljadel arenenud isendite areng ja energiavarud on täisväärtuslikumad kui maismaal arenenud isenditel. Vähene jääkate surub hülged rannikule, kus nad satuvad maismaal elavate kiskjate saagiks. Lisaks käsitlevad täiendavalt merelise eluviisiga imetajaid **ökosüsteemiteenuste ning ulukite ja jahinduse** valdkonnad (vt ptk-d **5.3** ja **9.4**).

4.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt toimub jätkuv võõrliikide leviku suurenemine.

b) kuni aastani 2030

Võõrliikide ja bioloogilise mitmekesisuse alavaldkonnas pole prognoositud positiivseid ega teadmata suunaga mõjusid, kuid negatiivsete mõjude koosmõjude suund on teadmata.

- Suureneb soojadest meredest pärit võõrliikide arvukus.
- Suurenenud sademete hulga tõttu on vähem merelise päritoluga liike.
- Mehhaaniliste häiringute kasv ja ekstreemsed temperatuurid hävitavad külmalembelisi ja mitmeaastaseid võtmeliike, kes pakuvad elupaika ja kudealasiid mitmekesisusele kooslusele
- Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on juba äärmuslikumad.

Aastaks 2100 on prognoositud võõrliikide arvukuse kasvu suurel määral. Läänemere kui noore mere jaoks on sellise muutuse mõju oletuslik, hetkel prognoositakse antud mõju negatiivset suunda, kuid sõltuvalt liikide iseloomust ja funktsionaalsusest võib see suuresti muutuda.

Negatiivselt mõjutavad bioloogilist mitmekesisust prognooside põhjal mitmed tegurid:

- Suurenenud temperatuurid ja hapnikupuudus põhjakihtides hävitavad oluliselt külmalembeliste liikide arvukust. Sellised liigid on enamasti mitmekesisuses ja liigirikkas mereökosüsteemis võtmeliigid. Seoses nende hävimisega on soositud kiirekasvuliste üheaastaste liikide arvukuse tõus, kes ei paku stabiilset elukeskkonda mitmetele teistele liikidele.
- Hõljumit keerutatakse põhjakihtidest üles, väheneb vee läbipaistvus, ellu jäävad vastupidavamad liigid.
- Madalama soolsuse tõttu on välja surnud mitmed merelise päritoluga liigid.

4.4.3. Alavaldkond: toiduahelad

4.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Õhu- ja merevee temperatuuri mõju toiduahelatele

Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab toiduahelate jätkusuutlikku toimimist kõige enam merevee temperatuuri tõus (Dippner *et al.*, 2008). Koos suurenenud toitainete sisaldusega tingib kõrgem temperatuur suurema primaarproduktiooni (**Tabel 51** mõju 4.12), mis tänu lumikatte vähenemisele saabub ajaliselt varem. Seetõttu tekib ajaline mittevastavus fütoplanktoni produktiooni ja zooplanktoni toiduvajaduse vahel ning mõjutades seeläbi füto- ja zooplankterite elutsükleid (Dippner *et al.*, 2008). Lisaks suureneb tänu merevee soojenemisele ja magestumisele pelaagilises toiduahelas väiksemate zooplanktoni isendite arvukus, kes on toiduks nt kilule (Viitasalo *et al.*, 1995; Möllmann *et al.*, 2000) ning seetõttu väheneb suuremate ja energiarikkamate rühmade osakaal, kes on olulised kalapopulatsioonide (nt räim, tursk) jätkusuutlikuks arenguks (Flinkman *et al.*, 1998, Voss *et al.*, 2003, Casini *et al.*, 2004) (mõju 4.13). Erinevatel liikidel on seosed arengu ja keskkonna temperatuuri vahel liigispetsiifilised ning nende arengutsüklid nihkuvad kliima soojenemise tõttu erinevalt (Edwards ja Richardson, 2004). See viib troofiliste tasemete ajalise mittekattuvuseni, mis võib tugevalt mõjutada kalapopulatsioone juhul kui noorjärkudele sobivate zooplanktoniliikide arvukuse maksimumid nihkuvad sõltuvalt fütoplanktoni maksimumide ajalistest muutustest (Platt *et al.*, 2003; Edwards ja Richardson, 2004). Režiimihete pikaajalised mõjud kooslustele on vajalik uurimisteema kogu Läänemere ökosüsteemi jätkusuutlikkusele.

Soojemad kevadised temperatuurid intensiivistavad niitjate ja epifüütsete vetikate varajast arengut (**Tabel 51** mõju 4.13), mille kiire areng pärsib mitmeaastaste vetikate ja kõrgemate taimede arengut, mis pakuvad mitmekesist elu- ja sigimispaika erinevatele toiduahelalüliledele, sh. kalad. Merevee soojenemine võib kaasa tuua ka pikema vegetatsiooniperioodi (mõju 4.15), mille mõju vajab täiendavat uurimist.

Ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemise mõju toiduahelatele

Sagenenud tugevad tormid põhjustavad otseselt koosluste reorganiseerumist. Tormide tagajärjel kistakse lahti suur hulk mitmeaastasi suurvetikaid, soodustades niitjate pioneerliikidest vetikate vohamist (**Tabel 51** mõju 4.11). Samuti soodustavad niitjate vetikate arengut ekstreemsetest temperatuuridest tingitud häiringud mitmeaastastele kooslustele. Ekstreemselt kõrgetest temperatuuridest põhjustatud häiringud on juba aastast 2012 põhjustanud külmalembelise söödava rannakarbi (*Mytilus trossulus*) populatsiooni laialdast hävimist Eesti rannikumeres.

Tormidest põhjustatud häiringute intensiivistumisega kaasneb mitmeaastaste liikide mehhaaniline hävimine, mis pakuvad mitmekesist elu- ja sigimispaika erinevatele toiduahelalüliledele ning lisaks sellele väheneb ühtlasi kalade toidubaas (mõju 4.16).

Jääkatte ulatuse ja kestuse mõju toiduahelatele

Vähesest jääkattest ja rüsi jää liikumisest põhjustatud häiringud võimaldavad kiirekasvulistel vetikatel asustada häiritud kooslusi. Mõju Läänemere toiduahelate toimimisele, mis on tingitud mitmeaastaste koosluste asendumisest üheaastastega, on teadmata ja vajab täiendavaid uuringuid. Samas on teada mõju toiduahela kõrgematele lüliledele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega, mis on otseselt mõjutatud jää olemasolust (**Tabel 51** mõju 4.14).

Globaalsel tasandil on ookeanid olulised süsiniku talletajad. Veekogudesse talletatud süsinik kajastub taimede juurdekasvus ehk süsiniku suurenemises taimses biomassis. Tingituna rannikumere koosluste suurtest biomassidest on need ühed võtmeökosüsteemid kliima regulatsioonis. Parasvöötme rannikumere veekogudes on CO₂ põhiliseks sidujaks fütoplankton, kõrgemad taimed ja makrovetikad (Fourqurean *et al.*, 2012). Fütoplankton seob suuremaid koguseid CO₂-te, kuid pikaajalised kõrgemad taimed ja makrovetikad talletavad seda suuremates kogustes (Fourqurean *et al.*, 2012). Inimtekkelise CO₂ sisalduse kasv võib suurendada primaarproduktentide aktiivsust eriti toitulisemates piirkondades. Ebaproportsionaalne primaarproduktentide kasv võrreldes teiste toiduahela lülidega viib üldise veeläbipaistvuse vähenemisele ja tarbimata jäänud füto- ja zooplankton akumulereb põhjasetena. Mõlema teguri koosmõju vähendab kõrgemate taimede ja makrovetikate võimet süsinikku talletada vähendades olulisel määral rannikumere süsiniku akumulereerimise võimet. Primaarproduktentide kõrge aktiivsus suurendab merevee pH-taset. Kuid kui inimtekkeline CO₂ hulk ületab primaarproduktentide poolt tarbitava koguse, siis merevee pH-tase siiski langeb (Dippner *et al.*, 2008). Samas süsinikdioksiidimahtuvus meredes sõltub eelkõige olemasolevast CO₂ hulgast ja merevee temperatuurist, mille tõusmisel väheneb Läänemere CO₂ omastamisvõime. Kokkuvõttes prognoositakse 2100. aastaks siiski Läänemere pH langust 0,5 ühiku võrra ning keskkonna muutumist happelisemaks (Omstedt *et al.*, 2012), mille mõju Läänemere elustikule on teadmata.

4.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha toimuvaid drastilisi muutusi, kuid tõenäoliselt toimuvad kaudsed režiimihked toiduahelates.

b) kuni aastani 2030

Toiduahelate puhul on olulisel määral teadmata suunaga mõjusid. Samuti esineb negatiivseid mõjusid, kuid positiivse suunaga mõjusid pole hetkel prognoositud.

Negatiivselt mõjutavad toiduahelate toimimist mitmed tegurid:

- Nii lumikatte perioodi kui jääkatte kestuse vähenemine põhjustab varasema vegetatsiooniperioodi alguse, mis toob kaasa režiimihked kalade (nt räim) kudemisaja ja vastsete toidubaasi maksimaalse suuruse vahel, mis omakorda põhjustab nõrgemaid kala põlvkondi.
- Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel.
- Toimuvad koosluste liigilise koosseisu muutused, kus mitmeaastased liigid asenduvad kiirekasvuliste üheaastaste niitjate vetikatega.

Teadmata suunaga tegurid mõjutavad toiduahelate toimimist:

- suurenenud primaar- ja sekundaarproduktioon;
- pikem vegetatsiooniperiood.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on juba äärmuslikumad.

Toiduahelate toimimises on aastaks 2100 endiselt mitmeid teadmata suunaga mõjusid. Kõrgema veetemperatuuri ja toitainete sisalduse tõttu on prognoositud ebaproportsionaalselt suurt primaar- ja sekundaarproduktiooni kasvu, mille mõju on teadmata suunaga. Samuti ei ole teada, kuidas mõjutab prognoositud pikem vegetatsiooniperiood pikas perspektiivis toiduahelaid.

Negatiivselt mõjutavad toiduahelate toimimist antud perioodil mitmed tegurid:

- Režiimihked on ulatuslikud. Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihked kalade (nt räim) kudemisaja ja vastsete toidubaasi maksimaalse suurusega, mis on põhjustanud nõrgemad kala põlvkonnad.
- Hävinud on mitmed elupaigad ja kudealad ning olulisel määral on vähenenud hüljeste populatsioon, kuna jääkate on viiherhüljestele sigimispaiaks.

Tabel 49. Kliimamuutuste mõju **eutrofeerumisele**.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	RCP8.5	Keskliste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede üleujutused vähenevad kevadel	4.03	Üleujutuslavadelt kiirelt taanduv vesi rikastatakse toitainetega enne äravoolu merre	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede suurem äravool talvel	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud fitoreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.06	Vee segunemise sügavus ja aeg muutub, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi ning suurenevad vetikaõitsengud veekerke aladel.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.07	Niitjate vetikate vohamine; sinikute ulatuslikud õitsenguid	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäsus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmiste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede üleujutused vähenevad kevadel	4.03	Üleujutusosaladelt kiirelt taanduv vesi rikastatakse toitainetega enne äravoolu merre	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede suurem äravool talvel	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.06	Vee segunemise sügavus ja aeg muutub, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi ning suurenevad vetikaõitsengud veekerke aladel.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.07	Niitjate vetikate vohamine; sinikute ulatuslikud õitsenguid	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	väike	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakoosluste, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmiste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede suurem äravool talvel	4.02	Toitainete kontsentratsioon suureneb. Rohkem humiinaid, väiksem veeläbipaistvus ja väheneb produktiooni ruumala.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamik Läänemerest jäävaba	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamik Läänemerest jäävaba	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakoosluste, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.06	Vee segunemise sügavus ja aeg muutub, mis tekitab hapnikuvaese ja toitainete rikka põhjakihi. Ulatuslikud vetikaõitsengud veekerke aladel.	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.07	Niitjate vetikate vohamine; sinikute ulatuslikud õitsenguid	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.01	Vetikaõitsengud sagenevad	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.04	Talviste tormide mõjul pääseb rohkem toitaineid veesambasse ja toimub hapniku transport põhjakihtidesse.	+	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.05	Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakoosluste, kaasaarvatud fitreerivatele põhjakarpidele, mistõttu veeläbipaistvus väheneb.	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

Tabel 50. Kliimamuutuste mõju mere võõrliikidele ja bioloogilisele mitmekesisusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suuremine	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke.	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.10	Madalama soolsuse tõttu vähem merelise päritoluga liike	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste- ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste- ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
2020-2051	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadl ja talvel maismaal	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadl ja talvel maismaal	4.10	Madalama soolsuse tõttu vähem merelise päritoluga liike	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste- ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste- ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	205 1-	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Keskliste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskliste sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.10	Madalama soolsuse tõttu vähem merelise päritoluga liike	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamik Läänemerest jäävaba	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamik Läänemerest jäävaba	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamik Läänemerest jäävaba	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad minimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

Tabel 51. Kliimamuutuste mõju mere toiduahelatele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõesus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede ülejutused vähenevad kevadel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikatte periood väheneb	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5	Jää paksus on kahanenud 2 - 3 korda	4.14	Mõju toiduahela kõrgematele lülidele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.15	Pikem vegetatsiooniperiood	0	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalebeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Jõgede ülejutused vähenevad kevadel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikatte periood väheneb	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Läänemere jääga kaetus vähenenud (Väinameri ja Liivi laht jääs)	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5	Jää paksus on kahanenud 2 - 3 korda	4.14	Mõju toiduahela kõrgematele lülidele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihkeid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.15	Pikem vegetatsiooniperiood	0	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.09	Soositud on kiirekasvuliste üheaastaste pioneerkoosluste teke	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.08	Soojadest meredest pärit võõrliike rohkem	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb kevadel ja talvel maismaal	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktsoon	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikatte periood väheneb	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihikuid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamik Läänemerest jäävaba	4.14	Mõju toiduahela kõrgematele lülidele seoses hüljeste sigimiseefektiivsuse langemisega	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Enamik Läänemerest jäävaba	4.16	Intensiivsed tormid hävitavad elupaiku ja kudealasi; kalamaimude ja -marja areng on häiritud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb kevadel ja talvel	4.13	Varasem vegetatsiooniperioodi algus põhjustab režiimihikuid erinevate toiduahela lülide arengu vahel	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.15	Pikem vegetatsiooniperiood	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb suvel ja sügisel	4.12	Suurenenud primaar -ja sekundaarproduktioon	0	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	4.11	Külmalembeste ja mitmeaastaste liikide arvukus vähenenud	-	suur	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talviste keskmiste tuule kiiruste kasv	4.16	Intensiivsed tormid hävitavad elupaiku ja kudealasi; kalamaimude ja -marja areng on häiritud	-	suur	suur	suur	kaudne	kogu Eesti

4.4.4. Mõjude kokkuvõte

Peamise negatiivse mõjuna eutrofeerumisele saab käsitleda suurenenud toitainete kontsentratsiooni ja sellest tulenevalt sagenenud vetikaõitsenguid ning niitjate vetikate ja tsüanobakterite vohamist, mis kõik vähendavad vee läbipaistvust. Positiivse mõjuna eutrofeerumisele võib käsitleda toitainete liikumist veesambasse ja hapniku transporti põhjakihtidesse. Teisi positiivseid mõjusid ei prognoositud ning teadmata on antud mõju koosmõju suund teiste teguritega. Võõrliikide ja bioloogilise mitmekesisuse seisukohalt on peamiseks negatiivseks mõjuks soojadest meredest pärit võõrliikide suurenenud arvukus ning ühtlasi vähenenud merelise päritoluga külmalembeliste liikide arvukus. Võõrliikide ja bioloogilise mitmekesisuse alavaldkonnas pole prognoositud positiivseid ega teadmata suunaga mõjusid. Toiduahelate puhul on olulisel määral teadmata suunaga mõjusid nagu suurenenud primaar- ja sekundaarproduktioon ning pikem vegetatsiooniperiood. Positiivse suunaga mõjusid pole hetkel prognoositud, kuid olulisemateks negatiivseteks mõjudeks on režiimihked erinevate toiduahela lülide arengute vahel ning kude- ja elupaikade hävimine.

Mõjude ülevaattetabelid on esitatud ülal **Tabel 49**, **Tabel 50** ja **Tabel 51**.

4.4.5. Piiriülelised aspektid

Lähtuvalt VPRD (2000/60/EÜ) ja üleujutuste direktiivile (2007/60/EÜ) on kehtestatud Euroopa Liidus ühtne raamistik vee kaitse ja kasutamise korraldamiseks liikmesriikides, millest tulenevalt juba mitmed riiklikud (nt EstKliima, jne) kui ka rahvusvahelised (nt. RegioClima, jne) projektid arvestavad otseselt või kaudselt kliimamuutustest tingitud mõjusid merekeskkonnale ja selle elustikule. Projektide iseloomust tulenevalt on tagatud riikidevaheline koostöö, arvestamaks piiriülelised aspekte. Euroopa Liidu Läänemere strateegia (LMS) (KOM (2009) 248) on ELi esimene makroregionaalne strateegia, mille üheks eesmärgiks on kaitsta Läänemerd tervikuna. Nii puhast merevett kui ka looduslike liikide mitmekesisust ja head tervist käsitleva alleesmärgi puhul on kliimamuutustega kohanemise meetmed äärmiselt olulised kehtestatud sihtmärkide täitmiseks. Ühtlasi on võtnud vastu Baltadapt (EL poolt finantseeritav) ja Läänemere strateegia lipulaeva projektid Läänemere kliimamuutustega kohanemisstrateegia ja tegevuskava, millega kaasatakse kõik Läänemere regiooni liikmesriigid kliimamuutustega seotud tegevustesse.

4.5. Edasised uuringusuunad

Teadustöö lünkade täitmiseks on vajalik eksperimentaalselt hinnata eri kliimanäitajate (tormid, suurenev merevee temperatuur, vähenev soolsus) eraldi- ja koosmõjusid erinevatele mereökosüsteemi elementidele. Selliseid mõjusid ei saa hinnata olemasolevate aegriidade põhjal. Klassikaline mereseire on üles ehitatud staatilistele näitajatele (arvukus ja biomass) ning need tunnused ei näita kliimast tulenevaid muutusi. Kliimaprotsessid käivitavad ulatuslikke muutusi, mille põhjal on oodata suuri režiimihkeid, mille puhul olemasolevad seosed ökosüsteemi elementide vahel ei toimi. Lisaks on vaja kasutada uudseid modelleerimistehnikaid, nt Bayes (statistiliste otsustuste tegemiseks kasutatakse vaatlusandmete kõrval ka eelteadmisi), mille abil oleks võimalik hinnata teadmislünki ning selgitada välja täiendavate uuringute vajadused.

4.5.1. Eutrofeerumine

Kliimategurite muutustest tulenevaid muutusi eutrofeerumisprotsessile on kirjeldatud põhiliselt seoses ühe teguri muutumisega, kuid edaspidi on vajalikud uuringud, mis käsitleksid mitmete abiootiliste ja biootiliste tegurite koosmõju. Oluline on uurida pikaajalisi muutusi ökosüsteemis, mis on põhjustatud kõrgeenenud temperatuurist ja suurenenud toitainete sissevoolust. Ka merevee hapestumistest tingitud muutused kooslustes vajavad täiendavaid uuringuid.

4.5.2. Võõrliigid ja bioloogiline mitmekesisus

Võõrliikide ja bioloogilise mitmekesisuse seisukohalt on oluline teostada koosluste levilate, liigilise koosseisu ja populatsiooni suuruste uuringuid. Lisaks võõrliikide seirele on oluline teostada eksperimentaaluuringuid, mis määratleks invasiivsete liikide põhjustatud muutusi ja mõju ulatust põhjakooslustes. Võõrliikide uuringutega peaks selgitama välja nende potentsiaalsed kasutamisevõimalused, nt ümarmudila (*Neogobius melanostomus*) potentsiaali majandatava kalana. Lisaks on oluline välja selgitada võõrliikide osakaalu olulisus kohalike liikide toidubaasis. Samuti oleks vajalik jälgida potentsiaalselt Eestisse levivaid liike, millel võib olla oluline mõju kohalikele liikidele.

4.5.3. Toiduahelad

Muutuva kliima tõttu muutub ka meretoiduahelate toimimine, mille suund on hetkel teadmata. Nii vegetatsiooniperioodi varasem algus kui ka vegetatsiooniperioodi üldine pikenedamine põhjustab merekeskkonnas potentsiaalselt suuri muutusi, mille jälgimine ja kvantifitseerimine on prioriteetne. Kõrgeenenud temperatuur ja toitainete sisaldus tingib suurenenud primaar- ja sekundaarproduktiooni, mille pikaajaline mõju mereökosüsteemile on teadmata. Seetõttu on oluline uurida eksperimentaalselt nii bentiliste kui ka pelaagiliste koosluste produktiooni muutusi, mis oluliselt mõjutab kalade toidubaasi. Klassikaline seire käsitleb igat toiduahela lüli eraldi, kuid eksperimentaalsete töödega on võimalik vaadelda kogu süsteemi toimumist samaaegselt. Lisaks on muutuvast kliimast oluline uurida kalade kudealade ulatuse ja kvaliteedi muutusi Eesti rannikumeres, mis kirjeldaksid otseselt kliimamuutuste mõju muutuvatele toiduahelatele.

4.6. Kohanemismeetmed

4.6.1. Läänemere ja merekeskkonna valdkonna strateegiline eesmärk

Strateegiline eesmärk: minimeeritud on kliima muutumisest lähtuvad negatiivsed mõjud merekeskkonna seisundi hea kvaliteedi saavutamisele

Merekeskkonna seisundi üldhinnangu andmisel lähtutakse nii ökoloogilisest seisundist kui ka keemilistest näitajatest, jälgides merekeskkonnas toimuvaid nii lühi- kui pikaajalisi muutusi hinnates kliimanäitajate eraldi- ja koosmõjusid erinevatele mereökosüsteemi elementidele.

4.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Vähendamaks merekeskkonna sõltuvust ilmastikutingimustest ja minimeerimaks kliima muutumisest tingitud keskkonnamõju, on allpool (Tabel 52) ära toodud 9 merekeskkonna valdkonnas rakendamist vajavat meetet. Meetme 4.1. rakendamine on keskmiselt keerukas kuna mitmed tegevused eeldavad täiendavaid investeeringuid ettevõtelt ja meetme rakendamine vajab pidevat kontrolli ning lisaks on vajalik teavitusprogrammide täiendamine ja loomine. Meetme 4.2. rakendamise keerukus on keskmine ja meetme 4.3. rakendamise keerukus suhteliselt lihtne kuna eeldavad kergemat kontrolli rakendamisele ning teavitusprogrammide täiendamist ja loomist. Meetme 4.4. ja 4.5. rakendamine on keskmiselt keerukas kuna eeldab kontrolli rakendamisele ning meetme rakendamise ulatus on suhteliselt suur. Meetme 4.7. rakendamine on suhteliselt keerukas kuna vajalik on võõrliikide majandamise meetmete välja töötamine ja rakendamine, mis aitavad tagada rannikumere ökosüsteemsete teenuste säilimise ja keskkonnaseisundi parandamise. Meetmete 4.6., 4.8. ja 4.9. rakendamine on keskmiselt keerukas kuna meetmete rakendamise ulatus on suhteliselt suur.

Meetme 4.1. rakendamisega seotud tegevuste tundlikkus ei sõltu üldiselt teistest välisteguritest, kuid sõltub osaliselt rakendamise võimalikkusest. Meede 4.2. on keskmiselt tundlik välistegurite suhtes kuna sõltub laevaliikluse koormusest ja ühtlasi ka teiste riikide regulatsioonisüsteemidest. Meede 4.3. on vähe tundlik välistegurite suhtes, mis ei sõltu otseselt ühestki välistegurist. Meede 4.7. on välistegurite suhtes keskmiselt tundlik kuna sõltub suuresti kasutamise võimalikkusest. Meetmed 4.4., 4.5., 4.6., 4.8 ja 4.9. ei sõltu otseselt ühestki välistegurist.

Meetme 4.1. rakendamine kulukus on suur kuna lisaks regulatiivset tüüpi tegevuste rakendamisele on vajalik teostada ka planeering (**Tabel 53**). Meetmete 4.2. ja 4.3. kulukus on keskmine kuna eeldavad osaliselt ametnike panust regulatsioonisüsteemide arendamisele, kuid samas on vajalik investeering teavitusprogrammide täiendamisele ning loomisele. Meetme 4.4. kulukusemäär on väike kuna vajalik on kaitsealade süsteemi ajakohastamine ning see eeldab väiksemat sorti investeeringut. Meetme 4.5. rakendamise kulukus on väga suur kuna mitu tegevust nõuavad uuringute ja planeeringute teostamist. Meetme 4.6. rakendamise kulukus on suur kuna vajalik on täiendava uuringu teostamine. Meetme 4.7. rakendamisega kaasneb suhteliselt suur kulu kuna vajalik on täiendav investeering uuringutele, et selgitada välja võõrliikide kasutamise võimalused. Meetme 4.8. rakendamisega kaasneb suhteliselt suur kulu kuna vajalik on täiendav investeering uuringutele, et selgitada välja võimalused kliimamuutustega seonduvate riskide nagu vee- ja õhutemperatuuride ning tuulte kiiruse kasvu, sademete hulga suurenemise, talvine jääga kaetuse vähenemisega seotud hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste negatiivsete mõjude minimeerimiseks elupaikade levikus ja toimimises. Meetme 4.9. rakendamisega kaasneb väga suur kulu kuna vajalik on täiendav investeering uuringutele, et selgitada välja merevee hapestumisega seotud muutuste ja minimeerimise võimalused merekeskkonnas ning hapestumisega seotud võimalike negatiivsete mõjude vältimise võimalused mereelustikule.

Meetme 4.1. rakendamisega kaasneb suur kasu keskkonnale kuna tänu sellele võimaldatakse puhtam keskkond elanikele ning seetõttu on kasu olemas ka sotsiaalvaldkonnale. Ühtlasi on kliimamuutustega seonduvate riskidega kaasnevad mõjud peamiselt negatiivse suunaga ning mõju ulatus keskmine või isegi suur, siis on äärmiselt vajalik meetme 4.1. rakendamine, et vähendada mõju ulatust sotsiaalvaldkonnale. Kuna meetme 4.1. rakendamiseks on vajalikud täiendavad investeeringud, siis majandusvaldkonnale on kindlasti lühemas perspektiivis olemas minimaalne kahju, kuid samas aitab vähendada kliimamuutustega seonduvate riskidega kaasnevate mõjude ulatust. Meetme 4.2. rakendamisel on suur kasu nii sotsiaalvaldkonnale kui ka keskkonnale ning väike kahju majandusvaldkonnale kuna tegemist on majanduslikke

lisaressursse nõudva, kuid samas avalikkuse teadlikkust suurendava meetmega tänu millele suureneb operatiivsem reageerimine invasiooniprotsessidele. Meetme 4.3. rakendamisel on väike kasu sotsiaalvaldkonnale, suur kasu keskkonnale ning otsene kasu või kahju majandusvaldkonnale puudub. Meetmete 4.4. ja 4.5. rakendamisel otsest kasu ega kahju sotsiaalvaldkonnale ei ole, samas on väike kahju majandusvaldkonnale kuna majanduslik kahju võib tekkida näiteks mõningatele kalapüügiettevõtetele ning kui meetme rakendamisel on tarvilik majandustegevust mingis piirkonnas piirata, kuid keskkonnale on kasu suhteliselt suur. Lisaks vaadatakse üle ja korrastatakse olemasolevate kaitsealuste merealade seisund ning kaitseesmärgid ning koostatakse puuduvad kaitsekorralduskavad. Kliimamuutustega seonduvate riskidega kaasnevad mõjud peamiselt keskmise ulatusega ja pikemas perspektiivis suure ulatusega sotsiaal- ja majandusvaldkonnale, siis tänu meetmete 4.2., 4.3., 4.4. ja 4.5. rakendamisele on võimalik vähendada peamiselt kliimamuutuste mõju ulatust majandusvaldkonnale ning ka keskkonnale. Meetme 4.6. rakendamisel otsest kasu ega kahju sotsiaal- ja majandusvaldkonnale ei ole, samas on suur kasu keskkonnale. Meetme 4.6. rakendamisega teostatakse ohjamiskavad ja uuringud, mis aitavad vähendada kliimamuutustega seonduvate riskide mõju ulatust kaudselt nii majandus- kui ka sotsiaalvaldkonnale. Meetme 4.7. rakendamisel on eeldatavalt suur kasu nii sotsiaal- kui ka majandusvaldkonnale ja keskkonnale kuna aitab vähendada kliimamuutustega seonduvate riskide mõju ulatust kõikidele valdkondadele. Meetmetel 4.8. ja 4.9. puuduvad otsesed või kaudsed mõju erinevatele sihtrühmadele, kuid samas on tagatud kliimamuutustega seonduvatest riskidest tingitud mõjude vähendamine sotsiaal- ja majandusvaldkonnale ning keskkonnale.

Tabel 52. Läänemere ja merkeskkonna valdkonna meetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
4.1.	Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine.	Ökoloogilist veekvaliteeti võivad langetada ja/või hea veekvaliteedi tasemeni jõudmist takistada suurenenud jõgede äravooluga, ebapiisava reoveepuhastuse tõttu Läänemerre kanduv suur toitainete hulk, siseveekogude äravooluga suuremate fosfaadikoguste kandumine Läänemerre, loomakasvatusest ja haritavalt maalt ainete vette leostumisel (ja jõgede äravoolu tõttu) toitainete kandumine Läänemerre. Sagenenud tormide, jääkatte ulatuse vähenemise tõttu toitained püsivad kauem veesambas ja resuspenseeruvad põhjustades sagedasemaid vetikaõitsenguid koos pikenenud vegetatsiooniajaga.
4.2.	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine.	Õhu- ja veetemperatuuri kasv soodustab soojadest meredest pärit võõrliikide levikut Läänemerre ja nende arvukuse kasvu.
4.3.	Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine.	Mehhaaniliste häiringute kasv, ekstreemsed temperatuurid ja keskmise õhu- ning veetemperatuuri kasv hävitavad külmalembelisi ja mitmeaastaseid võtmeliike, kes pakuvad elupaika ja kudealasiid mitmekesisusele kooslusele. Soolsuse vähenemine mõjub negatiivselt mitmetele merelise päritoluga võtmeliikidele.
4.4.	Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust.	Taime- ja loomakoosluste elupaikade ja bioloogilise mitmekesisuse säilitamine ning ökoloogiliste protsesside kaitsmine - mehhaaniliste häiringute kasv, ekstreemsed temperatuurid ja keskmise õhu- ning veetemperatuuri kasv hävitavad külmalembelisi ja mitmeaastaseid võtmeliike, kes pakuvad elupaika ja kudealasiid mitmekesisusele kooslusele. Soolsuse vähenemine mõjub negatiivselt mitmetele merelise päritoluga võtmeliikidele.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
4.5.	Looduskaitseliselt oluliste mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine.	Elupaikade soodsa seisundi tagamine - eutrofeerumine, mehhaaniliste häringute kasv, õhu- ja veetemperatuuride kasv ning sagenevad tormid koos talvise jääga kaetuse Läänemerele vähenemisega ohustavad mitmekesisuse säilimiseks ning ökoloogiliste protsesside toimimiseks vajalike elupaigatüüpide püsivust. Elupaikade soodsa seisundi tagamine toimiva ja efektiivse merekaitsealade võrgustiku loomise abil Eesti majandusvööndis.
4.6.	Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.	Õhu- ja veetemperatuuri kasv soosib soojadest meredest pärit võõrliike, väheneb kohalike (võtme)liikide konkurentsivõime.
4.7.	Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine.	Võõrliikide majandamisemeetmete välja töötamine ja rakendamine aitavad tagada rannikumere ökosüsteemsete teenuste säilimise ja keskkonnaseisundi parandamise.
4.8.	Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises.	Vee- ja õhutemperatuuride ning tuulte kiiruse kasvu, sademete hulga suurenemise, talvine jääga kaetuse vähenemisega seotud hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste negatiivsete mõjude minimeerimine elupaikade levikus ja toimimises.
4.9.	Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumiseks mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine.	Merevee hapestumisega seotud muutuste ja minimeerimine merekeskkonnas ning hapestumisega seotud võimalike negatiivsete mõjude vältimine mereelustikule.

Tabel 53. Merekkeskkonna valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Kesk kond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
4.1	4	3	3	4	2	5	3	4	5	3	5	4	3	78 000	44
4.2	4	3	4	5	2	5	3	5	3	3	3	4	4	28 000	43
4.3	4	3	4	4	3	5	4	4	3	1	5	4	4	28 000	44
4.4	3	3	3	3	2	5	3	4	5	3	5	3	4	10 000	42
4.5	3	3	3	3	2	5	3	4	5	3	5	3	2	430 000	40
4.6	5	3	5	3	3	5	3	4	5	3	5	3	3	100 000	46
4.7	5	5	5	5	5	5	2	4	3	1	3	5	1	1 000 000	45
4.8	3	3	3	3	3	4	3	4	5	3	5	3	3	100 000	41
4.9	3	3	3	3	3	4	3	4	5	3	5	3	2	280 000	40

4.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Merekeskkonna valdkonnaga seotud kliimarisikidega kohanemise meetmeid, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte, on 12 (**Tabel 54**). Täiendamist vajavad enim Eesti Vabariigi Veeseadus ja Looduskaitseadus ja MSRD (2008/56/EÜ).

Tabel 54. Merekeskkonna valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
4.1.	Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine.	Veeseadus, EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS (EL) nr 259/2012, HELCOM Läänemere tegevuskava: HELCOM soovitus 28E/6 ja 28E/7, Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030, MSRD, VPRD, veemajanduskavad
4.2.	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine.	Looduskaitseadus, MSRD
4.3.	Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine.	Bioloogilise mitmekesisuse konventsioon ja selle ratifitseerimise seadus, MSRD
4.4.	Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määran, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust.	Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitse konventsioon, MSRD, Bioloogilise mitmekesisuse konventsioon
4.5.	Looduskaitsealised oluliste mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine.	Looduskaitseadus, MSRD
4.6.	Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.	Looduskaitseadus, MSRD
4.7.	Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine.	Looduskaitseadus, MSRD
4.8.	Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises.	Looduskaitseadus, MSRD
4.9.	Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumiseks mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine.	Looduskaitseadus, MSRD

4.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Merekeskkonna meetmetabelis on 7 meetet, mille rakendamine on seotud teiste valdkondade meetmete rakendamisega. Merekeskkonna valdkonnal on seosed ökosüsteemiteenuste, kalanduse, elurikkuse ja mageveeökosüsteemi valdkondades esitatud meetmetega. Kalanduse valdkonna meetme 8.2 eesmärk on vähendada kalastikku kahjustavate tegureid, mis on otseselt seotud merekeskkonna valdkonna meetme 4.1 tegevustega, mille eesmärk on minimeerida kliimamuutustest tingitud eutrofeerumise

minimeerimisega. Lisaks on antud merekeskkonna meede seotud ka ökosüsteemiteenuste meetmega 5.2, mille eelduseks on merekeskkonna meetme 4.1 seotud tegevuse 4.1.1 (Linnade ja asulate reoveepuhastamise nõuete täitmine; üksikmajapidamiste, väikeettevõtete reovee kohtpuhastuse nõudmine) rakendamine. Merekeskkonna valdkonna meede 4.2 on seotud otseselt ökosüsteemiteenuste valdkonna 5.1 meetmega, mille tegevuse 5.1.5, pilsli- ja ballastvee vastuvõtmisvõime loomine Eesti suuremates sadamates, rakendamine on otseselt seotud meetme 4.2 tegevuse 4.2.3 (Rahvusvahelise ballastvee konventsiooni (BWMC) ratifitseerimine, rakendamise hõlbustamine läbi osaluse plaanitavas piirkondlikus teabesüsteemis ja selle rakendamine) eelneva rakendamisega kuna vajalik on eelnevalt kehtestada õigusaktid. Lisaks on seotud merekeskkonna meede 4.2 ja 4.6 mitmete elurikkuse valdkonnaga seotud meetme 1.2 tegevustega nagu 1.2.1, 1.2.3, 1.2.4 ja 1.2.5 (vt elurikkuse peatükk) ning mageveeökosüsteemi meetmega 3.5, mis kõik on seotud invasiivsete võõrliikide mõju minimeerimisega muutuvates kliimaoludes. Merekeskkonna meetmed 4.3, 4.4, 4.5 ja 4.8 on otseselt seotud elurikkuse valdkonna meetme 1.3 tegevustega 1.3.4, 1.3.4 ja 1.3.7 (vt elurikkuse peatükk), mis aitavad tagada koosluste soodsa seisundi muutuvates kliimaoludes.

Meetmetevahelised seosed ja sõltuvused on toodud alljärgnevalt (**Tabel 55**).

Tabel 55. Merekeskkonna valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondadega.

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
4.1	Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine	Meede 5.2: Kliimariske arvestav vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine rannikumeres
4.1	Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine	Meede 8.2: Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine
4.2	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine	Meede 5.1: Kliimariske arvestav merekala ja -andide jätkusuutlik majandamine Läänemeres
4.2	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine	Meede 1.2: Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes
4.2	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine	Meede 3.5: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides
4.3	Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine.	Meede 1.3: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes
4.4	Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust.	Meede 1.3: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes
4.5	Looduskaitseolulistel mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine.	Meede 1.3: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes
4.6	Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.	Meede 1.2: Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes
4.6	Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.	Meede 3.5: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
4.8	Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises.	Meede 1.3: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes

4.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Meetmete rakendamine on vajalik koheselt, eesmärgiks tuleb tagada merekeskkonna seisundi hea kvaliteet ja vajadusel regulatsioonide täiendamine. Meetmete prioriteetsus ja maksumus on esitatud all (**Tabel 56**).

Kõiki meetmeid on võimalik rakendada kohe, kuid oluliste tulemusteni jõudmine võib võtta enam kui 5 aastat. Samuti eeldavad mitmed kohanemismeetmed pikemaajalist seiret või ulatusliku uuringu teostamist, seeläbi kestab nende rakendamine käesoleva sajandi vältel pidevalt.

Kiireloomulisi meetmeid, mida rakendada perioodil 2017–2020 on kokku 6, neist prioriteetsem on meede 4.6 (**Tabel 57**). Perioodil 2021–2030 oleks vajalik rakendada 3 meedet, millest prioriteetsem on meede 4.7 (**Tabel 58**).

Tõenäoliselt tuleb perioodil 2031–2050 rakendada samu meetmeid kui eelmisel perioodil, aga võimaluse korral saab seireandmete ja prognoosimudelite abil detailsemalt täpsustada täiendavate meetmete rakendamise vajaduse. Perioodil 2051–2100 tuleb jätkata eelnevatel perioodidel rakendatud poliitikainstrumentide rakendamist.

Tabel 56. Merekeskkonna valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
Rakendada perioodil 2017–2020	1	1	100 000	998 000
	2	5	898 000	
	3	0	0	
Rakendada 2021–2030	1	1	1 000 000	1 056 000
	2	2	56 000	
	3	0	0	
Rakendada 2031–2050	1	0	0	0
	2	0	0	
	3	0	0	
Rakendada 2051–2100	1	0	0	0
	2	0	0	
	3	0	0	
Kokku				2 054 000

Tabel 57. Merekeskkonna valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
4.1	Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine.
4.4	Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust.
4.5	Looduskaitsealiselt oluliste mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine.
4.6	Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.
4.8	Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises.
4.9	Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumiseks mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine

Tabel 58. Merekeskkonna valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
4.2.	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine.
4.3.	Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine.
4.7	Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine.

Meetmete rakendamise eest vastutava asutusena on määratletud peamiselt Keskkonnaministeerium ja kaasvastutus on Maaeluministeeriumil meetmete ning osaliselt ka Keskkonnainspeksioonil (**Tabel 59**). Tabelis 11 on antud kohanemismeetmete geograafiline ulatus ja meetmetega seotud kulukus. Meetmel 4.2 on riigipiire ületav geograafiline ulatus, kuna see seotud kõikide Läänemerel liikuvate laevadega, mis sisenevad Eesti territoriaalvetesse (**Tabel 60**).

Tabel 59. Merekeskkonna valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	9	0	2 054 000
Maaeluministeerium (MeM)	0	2	1 000 000
Keskkonnainspeksioon	0	3	28 000

Tabel 60. Merekeskkonna valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
4.1.	Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine.	Riiklik
4.2.	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine.	Riigipiire ületav
4.3.	Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine.	Riiklik

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
4.4.	Mitmekehisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust.	Riiklik
4.5.	Looduskaitseolulistel mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine.	Riiklik
4.6.	Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.	Riiklik
4.7.	Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine.	Riiklik
4.8.	Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises.	Riiklik
4.9.	Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumiseks mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine.	Riiklik

4.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Meetmete rakendamise edukust näitab uuringute läbiviimine ja vastavate tulemuste rakendamine merekeskkonnaga seonduvates tegevustes, regulatsioonides, planeeringutes ja uuringutes. Üldiselt on oluline tagada ökoloogilise veekvaliteedi hinnangu alusel vähemalt hea seisund kõikides Eesti rannikumere veekogumites. Ühtlasi on oluline, et olemasolevaid määruseid ja kavasad ajakohastataks ning samas ka rakendataks. Meetmete rakendamise tulemuslikkusest annab ülevaate **Tabel 61**.

Tabel 61. Kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
4.1	Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine.	Veekogumite veekvaliteedi hindamine tuginedes bioloogilistele kvaliteedielementidele ning toetavatele füüsikaliskemilistele indikaatoritele	ökoloogilise veekvaliteedi hinnangu klass väga halb, halb, kesine või hea vastavalt veekogumile	kõikides veekogumites ökoloogilise veekvaliteedi hinnangu klass vähemalt hea
		Õigusakti olemasolu ja rakendamine	Määrused ja soovitud kehtestatud	Määrused ja soovitud rakendatud
		Ajakohastatud kehtivate veemajanduskavade olemasolu	Veemajanduskavade olemas eelnevate perioodide kohta	Ajakohastatud kehtivate veemajanduskavade olemasolu ning rakendamine
		Teavituse programme olemasolu	Inimeste teadlikkus madal	Inimeste teadlikkus keskmine

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
		Vesiviljelustootmise jätkusuutliku kasvu tingimuste loomine, vesiviljeluse ruumilise planeerimise edendamine, vesiviljeluse ja keskkonna vahelise konfliktide ennetamine läbi piirkondlike kavade koostamise.	Piirkondlikud kavad puuduvad	Piirkondlikud kavad koostatud
4.2	Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine.	Õigusakti olemasolu	võõrliikide levialad laienenud	võõrliikide loodusesse sattumise võimalused minimeeritud, võõrliikide puhangud puuduvad
		teavitusprogrammide olemasolu	Võõrliikide teavitusprogramm puudub	Võõrliikide teavitusprogramm olemas
		Õigusakti olemasolu	Õigusakt kehtestamata	Õigusakt kehtestatud
4.3	Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;	Teavitusprogrammide olemasolu, uuringute olemasolu	Teavitusprogrammid lünklikud	Teavitusprogrammid piisavad, uuringud teostatud
		Toimub säästlik ressursside majandamise reguleerimine	Õigusakt kehtestatud	Õigusakti alusel toimub reguleerimine
4.4	Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust.	Kaitsealade süsteemi ajakohalisus	Kaitsealade süsteem loodud	Kaitsealade süsteem ajakohastatud
4.5	Looduskaitseliselt oluliste mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine.	Ohustatud mereelupaigatüüpide kaardistamine ja nende kaitse tagamine; Elupaikade võrgustiku ökoloogilise sidususe analüüsimine ja arendamine, sh indikaatorite väljatöötamine; Ohustatud elupaigatüüpidele üldiste kaitsemeetmete	Ohustatud mereelupaigatüübid vähesel määral kaardistatud; indikaatorid osalised väljatöötatud	Ohustatud mereelupaigatüübid kaardistatud; indikaatorid väljatöötatud; kaitsekorralduskavad koostatud või ajakohastatud

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
		kavandamine: elupaigatüüpide tegevuskavade koostamine, kus on mh üldised taastamis/hooldus juhised, olemasolevate kaitsemeetmete piisavuse analüüs, alade eelisjärjestamine lähtuvalt kaitsetegevuste olulisusest		
		uuringute olemasolu	uuringud teostamata	Uuringud teostatud
		uuringute ja merekaitsealade võrgustiku olemasolu	Uuringud teostamata, kaitsealade võrgustik loomata	uuringud teostatud ja merekaitsealade võrgustik loodud
4.6	Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele.	Uuringute olemasolu	Uuringud teostamata	Uuringud teostatud
		ohjamiskavade olemasolu	merekeskkonna võõrliikide ohjamiskava puudub	merekeskkonna võõrliikide ohjamiskava olemas
4.7	Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine.	Uuringute olemasolu	Uuringud teostamata	Uuringud teostatud
4.8	Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises.	Uuringute olemasolu	Uuringud teostamata	Uuringud teostatud
4.9	Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumiseks mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine	Uuringute olemasolu, vee pH ja pCO ₂ kaasamine ökoloogilise veekvaliteedi hindamisel.	Uuringud teostamata, vee pH ja pCO ₂ ei arvestata ökoloogilise veekvaliteedi hindamisel.	Uuringud teostatud, vee pH ja pCO ₂ kaasatud ökoloogilise veekvaliteedi hindamisel.

5. Ökosüsteemiteenused

Peterson, Kaja; Uustal, Meelis
Säästva Eesti Instituut, SEI Tallinn

5.1. Sissejuhatus

Ökosüsteemiteenused on keskkonnakaitselised, sotsiaalsed ja majanduslikud hüved, mida ökosüsteemid pakuvad inimestele (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Ökosüsteemiteenuste kontseptsioonile on iseloomulik inimkeskne lähenemine, mistõttu lähtutakse heaolust ja kasust, mida inimesed, ühiskond või majandus nendest teenustest saavad.

Ökosüsteemiteenuste kontseptsiooni süsteemne uurimine ja arendamine sai alguse 1970. aastatel (de Groot, 1992), mil alustati ka ökosüsteemiteenuste rahalise hindamise põhimõtete väljatöötamist. Teadlaste ja poliitikakujundajate jaoks muutus teema eriti aktuaalseks alates 2005. aastast seoses Aastatuhande ökosüsteemide hindamise aruande valmimisega (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Aruandele eelnes üle 1300 teadlase mitme aasta pikkune ühistöö, mille käigus kirjeldati ökosüsteemide seisundit ning nende poolt osutatavaid teenuseid. Aruande koostamise käigus loodi teaduslik alus ökosüsteemide teenuste klassifitseerimiseks ja seeläbi nende tõhusamaks kaitseks.

Kuna inimese elukvaliteet ei sõltu ainult materiaalistest asjadest, vaid ka tervisest ja puhtast elukeskkonnast, headest sotsiaalsetest suhetest, turvatundest, samuti vabadusest iseseisvalt valikuid teha ja tegutseda, jagatakse ökosüsteemiteenused paljudeks hüvedeks, mis toetavad inimkonna heaolu (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Ökosüsteemide teenused on vastavalt Millennium Ecosystem Assessment (2005) metoodikale jagatud nelja kategooriasse:

1. tugiteenused (*supporting services*) – teenused nagu aineringe, mullateke, fotosüntees, elupaigad;
2. reguleerivad teenused (*regulating services*) – kliimat, vee-, õhu- ja mullakvaliteeti, veevarusid ja üleujutusi mõjutavad teenused, samuti tolmeldamine ja mullaviljakuse hoidmine;
3. varustusteenused (*provisioning services*) – teenused, mida inimene saab ökosüsteemilt nt toidu, vee, puidu jm materjalidena;
4. kultuuriteenused (*cultural services*) – teenused, millega loodus pakub esteetilist ja vaimset naudingut, on lõõgastumise kohaks ja uute teadmiste allikaks.

Sarnaselt klassifitseeritakse ökosüsteemiteenuseid ka TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) metoodikas (TEEB, 2015), kuid mõnevõrra erinevalt CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) metoodika järgi (Külvik, 2014). TEEB ja CICES metoodikad ongi praegu kõige laialdasemalt kasutusel ökosüsteemiteenuste määratlemisel ning nende väärtuste ja hindade arvutamisel.

Aastatuhande ökosüsteemiteenuste hindamise aruandes (2005) märgitakse, et ligi pool ökosüsteemide poolt pakutavatest teenustest Maal on kas degradeerunud või neid tarbitakse jätkusuutmatult. Ökosüsteemide (lihtsustatult „looduse“) poolt pakutavate ökosüsteemiteenuste ulatusest ja kvaliteedist sõltuvad inimeste igapäevaelu ja majandustegevus, kulutused toidule, transpordile, kommunaalteenustele ja tervishoiule.

Kõik need teenused on kas asendamatud tehislake alternatiivide poolt või osutuvad äärmiselt kulukateks. Ökosüsteemiteenuste suurt majanduslikku väärtust hoomatakse tihti alles siis, kui lõppeb looduslik tasuta teenuse osutamine ning inimene peab selle töö üle võtma. Seni aga ei kajastu paljude ökosüsteemiteenuste tegelik väärtus nende toodete ja teenuste hinnas. See asjaolu on osaliselt tinginudki vajaduse ökosüsteemiteenuste kontseptsiooni järele.

Eestis on ökosüsteemiteenuste teemasid uuritud ja analüüsitud kõigis neljas suuremas ülikoolis ning Säästva Eesti Instituudis. Tegeletud on nii ökosüsteemiteenuste mahtude kui ka nende rahalise väärtuse hinnangutega. Riiklikult koordineerib ökosüsteemiteenuste kaardistamist ja hindamist Keskkonnaagentuur. Kõigi nimetatud kuue osapoole koostöös on elluviimisel üks suuremaid ökosüsteemiteenuste teemalisi projekte – „Mere ja siseveekogude ökosüsteemiteenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia väljatöötamine“.

Vajadus ökosüsteemiteenuste määratlemise ja hindamise järele tuleneb ka Euroopa Liidu bioloogilise mitmekesisuse strateegiast (EU Biodiversity, 2012) ja Eesti looduskaitse arengukavast aastani 2020 (Keskkonnaministeerium, 2012). Ökosüsteemiteenuste hindamise olulisust rõhutatakse ka konkurentsivõime kavas „Eesti 2020“ (2014) ja selle tegevuskavas ning Keskkonnaministeeriumi valitsemisala arengukavas aastateks 2015–2018 (Keskkonnaministeeriumi, 2014).

Antud projektis on määratletud järgmised alavaldkonnad:

- **mereökosüsteemide** teenused
- **mageveeökosüsteemide** teenused;
- **metsaökosüsteemide** teenused;
- **soode** ökosüsteemide teenused;
- **tolmeldamise** teenus;
- **mullaökosüsteemide** teenus;
- **niiduökosüsteemide** teenused;
- **linnaökosüsteemide** teenused.

5.2. Metoodika

5.2.1. Hetkeolukorra analüüs

Ökosüsteemide teenused on vastavalt *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) metoodikale jagatud nelja kategooriasse: tugiteenused, reguleerivad teenused, varustusteenused ja kultuuriteenused. Iga kuue käsitletava ökosüsteemi (meri, magevesi, mets, soo, niit, linn) teenused moodustavad omaette peatüki, milles antakse esmalt kokkuvõtlik tabel selle ökosüsteemiteenuste jagunemise kohta nelja kategooria vahel. Neljale peatükile lisanduvad mullaökosüsteemi ja tolmeldamisteenuse peatükid. Eestis pole veel kasutusel ühtset ÖST-ide klassifikaatorit. Antud töös on ökosüsteemiteenuste loetelu koostamisel aluseks võetud Põhjamaades ökosüsteemiteenuste sotsiaalmajandusliku tähtsuse hindamise aruanne, nn TEEB *Nordic* (Kettunen *et al.*, 2012), mis annab piisava üldistusastme. Töö käigus on klassifikaatorit täiendatud. Mere- ja mageveeökosüsteemide teenuste puhul oli oluliseks allikaks Euroopa Majanduspiirkonna Finantsmehhanismi 2009–2014 programmi „Integreeritud sise- ja mereveekogude majandamine“ projektis „Mere ja siseveekogude ökosüsteemiteenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia

väljatöötamine“ välja toodud teenuserühmad. Detailne ülevaade mere ökosüsteemiteenustest on kättesaadav peale eelnimetatud projekti lõppu 31.12.2015. Ülevaateks etteantud mahtu arvestades on loobutud tugiteenuserühmade kirjeldamisest, kuna see kujuneks ökoloogia põhitõdede kirjeldamiseks, mis aga kliimamuutustega kohanemise strateegia kontekstis ei annaks käesoleval juhul palju juurde. Seepärast on need tabelis toodud vaid informatiivse teabena.

Igas vastava ökosüsteemi peatükis iseloomustatakse ökosüsteemiteenuste alamkategoriaid kahest aspektist lähtuvalt. Esmalt antakse kirjeldav, allikatele toetuv teave probleemidest, võimalustest ja ohtudest antud alamkategoria kohta. Seejärel kirjeldatakse, kuidas ilmastikunähtused (nt üleujutused, ekstreemsed temperatuurid, tormid jne) on minevikus antud ökosüsteemiteenuse alamkategoriat mõjutanud. Kui asjakohane teave puudub, siis seda märgitakse. Eraldi peatükki on koondatud meetmed, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele. Seejuures tuuakse välja kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed (edaspidi kohanemise meede), mida juba ka rakendatakse.

5.2.2. Mõjude analüüs

5.2.2.1. Sotsiaalmajandusliku mõjuga ja kliimamuutuste suhtes haavatavate ökosüsteemiteenuste väljavalimine

Töös käsitletakse seitset ökosüsteemi (mere-, magevee-, metsa, soo-, mulla-, niidu- ja linnaökosüsteemid) ning üht eraldi ökosüsteemiteenust – tolmeldamist, mis pakuvad ühtekokku vähemalt 215 ökosüsteemiteenust. Viimased jagunevad ökosüsteemide ja kolme kategoria (varustusteenused, reguleerivad teenused ja kultuurilised teenused) vahel järgmiselt (vt **Tabel 62** mustas kirjas).

Tabel 62. Antud töös algselt kirjeldatud (mustas kirjas) ja hindamise tulemusena välja valitud (punases kirjas) ökosüsteemiteenused.

Ökosüsteemid	Varustusteenused	Reguleerivad teenused	Kultuuriteenused	Kokku:
1.Meri	17/2	6/4	11/2	34/8
2.Magevesi	17/2	10/5	9/2	36/9
3.Mets	17/5	13/5	7/1	37/11
4.Soo	14/3	12/5	11/1	37/9
5.Muld	2/1	7/6	4/0	13/7
6.Tolmeldamine	6/4	1/1	5/1	12/6
7.Niidud ja rohumaad	7/3	6/3	11/0	24/6
8.Linnaökosüsteemid	7/2	8/4	7/2	22/8
Kokku:	87/22 (25%)	63/33 (52%)	65/9 (14%)	215/64 (30%)

Selleks, et paremini mõista kirjeldatud ökosüsteemiteenuste sotsiaalmajanduslikku tähtsust ja selle haavatavust kliimamuutusele, paluti projekti BIOCLIM ekspertidel valida välja viis nende hinnangul olulist ökosüsteemiteenust iga ökosüsteemi ja tolmeldamisteenuse kohta tervikuna nii varustus-, reguleerivate kui ka kultuuriteenuste lõikes. Igal eksperdil tuli näiteks mere ökosüsteemiteenuste (kokku 34 teenuse) lõikes valida välja viis ja anda skaalal 1–5 (vähe oluline kuni väga oluline) hinnang teenuse sotsiaalmajanduslikule tähtsusele. Edasi tuli ekspertidel anda hinnang nende valitud viie teenuse haavatavusele kliimamuutuste suhtes skaalal 0–5 (mõju puudub kuni oluline mõju). Sellise hindamise tulemusena jäid sõelale 64 teenust ehk 30% algselt kirjeldatud ökosüsteemiteenustest

(**Tabel 62** punases kirjas). Hindamise tulemustest lähtuvalt pidasid eksperdid olulisemateks reguleerivaid teenuseid, kuivõrd sõelale jäi 52% algselt kirjeldatud teenustest. Järgnesid varustusteenused, millest sõelale jäi 25% algsetest teenustest. Kõige madalamalt hinnati kultuuriteenuseid, mille algselt 65-st teenusest hinnati olulisteks 9 (14%). Kõigist 215-st algselt kirjeldatud ökosüsteemiteenusest peeti sotsiaalmajanduslikult olulisteks ja kliimamuutuste poolt haavatavateks 64 teenust (30%). Töörühma eksperdid andsid oma hinnangud nii ühise koosoleku käigus (**Foto 1**) kui hiljem individuaalselt, täites selleks vastavad tabelid. Kokku osales hinnangute andmises 25 eksperti.



Foto 1. Ökosüsteemiteenuste sotsiaalmajandusliku tähtsuse ja kliimahaavatavuse hindamine ekspertide poolt 9.03.2015.

5.2.2.2. Kliimamuutuste mõju hindamine

Keskkonnauuringute Keskuse pakutud metoodikat ja tulemuste vormistamise tabelit kohandati nii, et mõjuhindamise aluseks võeti kaht tüüpi kriteeriume: a) neli ajalist perioodi (2015–2020, 2021–2030, 2021–2050 ja 2051–2100) ja b) kaks kliimastenaariumi (RCP4.5 ja RCP8.5). Kahe kliimastenaariumi RCP4.5 ja RCP8.5 puhul on arvestatud seda, kuivõrd sekkutakse poliitiliste ja regulatiivsete meetmetega emissioonide vähendamisse. Esimese stsenaariumi (RCP4.5) puhul on sekkumise määr kõrgem kui teise stsenaariumi (RCP8.5) puhul, mistõttu teise stsenaariumi korral on võimalikud kliimamuutused tänasega võrreldes kõige äärmuslikumad.

Kliimariske, mille suhtes ökosüsteemiteenuste haavatavust hinnati, oli antud töös enamasti 14 (**Tabel 63**). Mageveeökosüsteemiteenuste puhul on lisatud 15. kliimarisik – siseveekogude jääkatteperioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine, kuivõrd valdkonnaekspertide hinnangul on see siseveekogude puhul oluline. Kuivõrd kliimastenaariumite perioodid (Luhamaa *et al.*, 2015) ühtivad käesolevas projektis soovitatavate ajaperioodidega vaid ühes ajalisel punktil (2100. aastal), on mõjuhindamise hõlbustamiseks tehtud iga kliimarisiki muutuse tuvastamiseks matemaatiline tagasiarvutus aastani 2015 (**Tabel 63**). Tabelis esitatud numbrid näitavad iga perioodi lõpuks toimunud indikaativset muutust. Tuleb veel kord rõhutada, et tegemist on matemaatilise abivahendiga.

Tabel 63. Antud töös kasutatud kliimarisikide loetelu ökosüsteemiteenuste valdkonnas ja vastavate näitajate matemaatilisel lihtsustatud muutus iga stsenaariumi iga perioodi lõpuks.

	Kliimarisikid / Perioodid	RCP 4.5				RCP 8.5			
		kuni 2020	2021–2030	2021–2050	2051– 2100	kuni 2020	2021– 2030	2021–2050	2051–2100
1	Aastakeskmise temperatuuri tõus	+0,2 °C	+0,5 °C	+1 °C	+2,6 °C	+0,3 °C	+0,8 °C	+1,8 °C	+4,3 °C
2	Aastakeskmise sademete hulga kasv	+1%	+2%	+6%	+14%	+1%	+3%	+8%	+19%
3	Üle 30 mm/ööpäevas sademete esinemise tõenäosuse kasv	+11%	+33%	+77%	+188%	+16%	+48%	+112%	+272%
4	Aastakeskmise päikesekiirguse vähenemine	-0,2%	-0,5%	-1,2%	-3%	-0,3%	- 0,9%	-2.1%	-5%
5	Lumikattega päevade arv	94	89	80	56	93	86	72	37
6	Jäätapäevade arvu kasv	kasv				<5 päeva	<7 päeva	<9 päeva	<15 päeva
7	Merejää tekke ulatus talvel	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	vaid Soome lahe rannikualadel	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes	Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2–3 × kahanenud	vaid Soome lahe kirdeosas
8	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	+18%							
9	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus	+0,1 °C	+0,3 °C	+0,7 °C	+1,6 °C	+0,2 °C	+0,4 °C	+1 °C	+2,4 °C
10	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus	+0,1 °C	+0,3 °C	+0,7 °C	+2 °C	+0,2 °C	+0,4 °C	+1 °C	+7 °C
11	Mereveetaseme tõus	+3 cm	+8 cm	+20 cm	+48 cm	+4 cm	+11 cm	+26 cm	+64 cm
12	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	ühtlustumine ja vähenemine							
13	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	sagenemine							
14	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	tõus							
15	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine (kasutatud ainult magevee ökosüsteemiteenuste puhul)	vähenemine							

Tabelid kaheksa valdkonna (mere-, magevee-, metsa, soo-, mulla-, niidu- ja linnaökosüsteemid ning tolmeldamine) ökosüsteemiteenustest ja neid mõjutavatest kliimariskidest on toodud käesoleva töö lisades 1–8 (vt **Lisa 1.** Kliimariskide mõju **mereökosüsteemi** teenustele; **Lisa 2.** Kliimariskide mõju **mageveeökosüsteemi** teenustele; **Lisa 3.** Kliimariskide mõju **metsaökosüsteemi** teenustele, **Lisa 4.** Kliimariskide mõju **sooökosüsteemi** teenustele; **Lisa 5.** Kliimariskide mõju **tolmeldamise** teenusele; **Lisa 6.** Kliimariskide mõju **mullaökosüsteemi** teenustele; **Lisa 7.** Kliimariskide mõju **niiduökosüsteemi** teenustele ja **Lisa 8.** Kliimariskide mõju **linnaökosüsteemi** teenustele).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuseks“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

5.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

Igas järgnevas allpeatükis iseloomustatakse käesolevas projektis eristatud viit ökosüsteemiteenuste alavaldkonda kahest aspektist lähtuvalt. Esmalt antakse kirjeldav, allikatele toetuv teave probleemidest, võimalustest ja ohtudest antud alamkategooria kohta. Seejärel kirjeldatakse, kuidas ilmastikunähtused (nt üleujutused, ekstreemsed temperatuurid, tormid jne) on minevikus antud ökosüsteemiteenuse alamkategooriat mõjutanud. Kui asjakohane teave puudub, siis seda märgitakse.

Eraldi peatükki on koondatud meetmed, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele. Seejuures tuuakse välja kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed (edaspidi kohanemise meede), mida juba ka rakendatakse.

Iga eristatud alavaldkonda kirjeldatakse nelja kategooria põhjal: **tugiteenused**, **reguleerivad** teenused, **varustusteenused** ja **kultuuriteenused** (vt ka ülevaattetabelid iga allpeatüki alguses).

5.3.1. Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused

Tabel 64. Mere- ja rannikuökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Looduslike merekalade ja mereandide saak
2. Mullateke	2. Merekalade ja mereandide kasvatus
3. Fotosüntees	3. Ulukid
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Vetikate ja teiste veetaimede saak
5. Seemnete levitamine	5. Bioenergia allikad
6. Troofiliste tasemete toimimine	6. Loomasööt
7. Geneetiline mitmekesisus	7. Väetised
8. Liigiline mitmekesisus	8. Nahk, karusnahk ja linnusuled
9. Koosluste mitmekesisus	9. Muud materjalid
10. Elutsükli säilitamine	10. Looduslikud ravimid
11. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	11. Looduslikud toidulisandid
	12. Kosmeetika toorained
	13. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid

	14. Looduslikud toonijad ja värvid
	15. Setted tööstusele ja meditsiinile
	16. Joogivesi
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2. Harrastusjahipidamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Harrastuskalapüük ja kalaturism
4. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	4. Muud loodusharrastused
5. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	5. Arhitektuur ja disain
6. Vee bioloogiline filtratsioon	6. Kunst
	7. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
	8. Traditsiooniline käsitöö
	9. Stressi ja sellega seotud probleemide ja haiguste vähendamine
	10. Hariduse ja teaduse edendamine

- **Varustusteenused**

1. Looduslike merekalade ja mereandide saak

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kalad. 2007.–2012. a andmetel olid olulisemad Läänemerest toiduks püütud merekalad kilu (27 000–51 000 t/a), räim (14 000–21 000 t/a), tursk (600–1100 t/a) ja (Maaeluministeerium, 2013). Lisaks oli rannikumerest kutselise kalapüügi maht 2007.–2012. a 8000–14 000 t/a ning hõlmas üle 40 liigi. Olulisemad rannikumerest püütud kalaliigid on 2012. aasta püügikoguste järgi räim, ahven, meritint, lest, koha, särg, hõbekoger, vimb, kiisk, haug, nurg, tuulehaug ja merisiig. Harrastuspüügi hinnanguline kogus Eesti rannikul oli 2010. a ligikaudu 500 tonni, mis on ligikaudu kümnendik nende kogupüügist (Maaeluministeerium, 2013). Vesiviljeluse arengukava 2014-2020 andmetel ei ole Eesti meres sumbakasvatust, kuid arenguvõimalusi soovitakse läbi tötda ja katsetada (Vesiviljeluse arengukava 2014-2020)

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Kalavarude seisundit mõjutavad tegurid, mis mõjutavad kalade põlvkondade arvukust, on esiteks kudekarja arvukus ning teiseks abiootilised tingimused sigimisperioodil (temperatuur, soolsus) (Kalavarude seisund, 2014) ning lühiajaliste ekstreemsete tingimuste sagedasem esinemine. Keskkonnaministeeriumi hinnangul (Kalavarude seisund, 2014) mängivad need kaks tegurit erinevate liikide puhul erinevat rolli. Kui keskkonnatingimused pole soodsad, siis ei pruugi aidata ka suurearvuline kudekari. Kõrgem veetemperatuur soodustab niitjate vetikate vohamist ning halvendab kudealade kvaliteeti.

Veetemperatuuri tõus võib soodustada võõrliiki kalade levikut. Nt hõbekogre (*Carassius gibelio*) arvukuse hüppelise tõusu põhjustas 1990. aastate ebatavaliselt pikad ja soojad suved (Vetemaa *et al.*, 2005). Samuti soodustab Läänemere veetemperatuuri soojenemine ümarmudila (*Neogobius melanostomus*) levikut Eesti rannikumeres, mis võib omakorda kaasa tuua olulisi muutusi kogu kalastiku liigilises koosseisus.

2. Merekalade ja mereandide kasvatus

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Kalad.** Varem on kalasumpasid rajatud põhjarannikule Kolga lahte ning Saaremaale Tagamõisa lahte, kuid need tegutsesid lühiajaliselt (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis ei ole 2014. a seisuga meres kalade sumbakasvandusi. Keskkonnast tingitud põhjused seisnevad selles, et Eesti rannikumeres on kalakasvatuseks sobilike tingimustega kohti vähe – mõnes kohas Soome lahes ja Saaremaa looderannikul. Praegu toimub vesiviljeluse alane teadus- ja arendustöö Eesti Maaülikooli ja Tartu Ülikooli osalusel, mille käigus analüüsitakse muuhulgas ka mere-vesiviljeluseks sobilike keskkonnatingimustega alasid ja vesiviljelusvõtteid. Samuti on katsetamisel uue kalasumba rajamine Saaremaale. Keskkonnatingimuste poolest sobivad kalasumpade paigutamiseks kohad, kus on hea looduslik veevahetus, piisav sügavus (üle 10 m), vesi ei soojene suvel liigselt, jääkatteperiood on lühike ning tagatud on kaitse tormide eest (väinades, saarte varjus või lahtedes) (Sakkeus ja Lassur, 2014). Suurimad ohud sumpadele on jääolud ja tormid. Ohuks merekeskkonnale on kalade toitmiseks kasutatav sööt, mis suurendab merekeskkonna toitelisust, kalade haiguste vältimiseks kasutatavad preparaadid ning kalade väljaheited, mis samuti kahjustavad merekeskkonda ja teisi liike.
- b) **Karbid** (*Mytilus trossulus*, *M. edulis*, *Dreissena polymorpha*). Karpe saab kasvatada vee puhastamiseks nt kalakasvatustes, inimtoiduks, loomasööda ja väetiste (Ca, mikrotoitained) valmistamiseks (Sakkeus ja Lassur, 2014). Praegu karpide kasvatamisega Eestis ei tegeleta. Põhjuseks on ebasoodsad looduslikud tingimused, kuivõrd vähesoolane ja külm vesi pidurdab karpide kasvu. Karpide kasvatamiseks Eestis on Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut teinud eeluuringuid Pärnu lahes. Kuna Eestis jäävad karbid kasvult pisikeseks, on teised kasutusviisid peale inimtoidu perspektiivikamad.
- c) **Vetikad** (agarik, *Furcellaria lumbricalis*). Lahtise agariku kultiveerimist suletud sumpades katsetas Vormsi Agar OÜ 2014. a projekti "Punavetika kasvatamise võimalikkuse ning kasvatamise mõju merekeskkonnale uurimine Väinameres" käigus. TÜ Eesti Mereinstituudi uuringutele toetudes on nimetatud majandustegevus võimalik.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Suurimad ohud sumpades kala- ja vetikakasvatamisele on jääolud ja tormid.

3. Ulukid

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Hallhüljes.** Hallhülgest saab liha toiduks, rasva immutus- ja värvimisvahendiks ning nahka käsitööks (Hallhülge kaitse tegevuskava, 2011). Hallhülge küttimine taastati 2015. a kevadel. Püügimaht on 1% eelmise aasta populatsiooni suuruselt, mis teeb hinnanguliselt 50 looma (KAUR, 2015).
- b) **Veelised jahilinnud** (haned, pardid). Veeliseid jahilinde kütitakse enamasti toiduks. Jahihooajal 2012/2013 kütitati Eestis üle 17 800 hane ja pardi, kuid see hõlmab ka sisemaa statistikat (Jahiulukite küttimine, 2014).

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

- a) Hallhüljes poegib avamerelisel triivjääl ja lahvandustes, kuid jää puudumisel võib ta poegida ka maismaal (Hallhülge tegevuskava, 2011). Sigimisedukus on olnud suurem jäälepoegijate seas. Seega võib kliima soojenemine, eriti jää puudumine poegimisajal veebruaris-märtsis, mõjutada otseselt hallhülge asurkonna suurust.
- b) Kliimamuutused on osaliselt põhjustanud mõnede veelindudest jahiulukite arvukuse muutusi Läänemeres – nt suurenenud on valgepõsk-lagle – (*Branta leucopsis*) arvukus ja vähenenud auli (*Clangula hyemalis*) arvukus (Skov *et al.*, 2011). Kõige negatiivsemalt

mõjutavad kliimamuutused mitmeid arktilises tundras pesitsevate ja Eestist läbirändavate jahilindude seisundit.

4. Vetikate ja teiste veetaimede saak

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Tõenduslikult kogutakse Eesti merevetes punavetikaliiki **agarik** (*Furcellaria lumbricalis*) Hiiumaa ja Saaremaa vahelisel merealal (Sakkeus ja Lassur, 2014). Agarikust saadavat polüsahhariidi furtsellaraani kasutatakse Eestis toiduainetööstuses marmelaadide ja sefiiri valmistamisel stabiliseeriva, paksendava ja geelistava ainenä. Mujal maailmas kasutatakse furtsellaraani ka kosmeetika- ja farmaatsiatööstuses. Kassari lahe kinnitumata punavetikakoosluse pindala on ca 180 km² ja varud 200 000 t (märgkaalus 150 000 t). Agariku sealne püügilimiit on 3000 t/a, reaalne väljapüük on olnud kuni 1800 t/a. Lisaks kogutakse ka agariku kinnitunud vormi, mis on tormiheitmena rannale uhutud. Selle maht kõigub aastati hinnanguliselt vahemikus 50–500 tonni. Tootmisjääke saaks teoreetiliselt kasutada väetisena, kuid praegu tehakse seda väikeses mahus. Tartu Ülikool tegeleb punavetika kultiveerimise uurimise ja katsetustega ning Tallinna Ülikool punavetika koostise uuringutega. Ohtudeks on vetika hävimine ülepuügi ja reostuse tõttu.
- b) **Põisadru** (*Fucus vesiculosus*) kasutatakse mõnel pool rannaaladel aianduses väetisena (vt p 8). Kasutatavad kogused pole teada.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

- a) Agarik on epiliitne vetikas kasvades kivistel merepõhjadel 3–9 m sügavusel ja erinevalt teistest punavetikatest talub ta hästi merevee madalat soolsust, kuid on tundlik vee läbipaistvuse suhtes. Seetõttu mõjutab teda merevee toitelisus, mis vetikate paljunemise tõttu vähendab vee läbipaistvust. Kliima soojenemise tõttu võib niitjate efemeersete vetikate vohamine sageda ning agariku levikut ja massi piirata. Agariku lahtist vormi mõjutavad suured tormid, mis võivad konkreetsetel aastatel toodangut vähendada.
- b) Põisadru leidub rannal suurte kogumitena pärast jääminekut ja torme.

5. Bioenergia allikad

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Pilliroogu** (*Phragmites australis*) saab kasutada katusematerjalina aga ka otsepõletamiseks tahke biokütusena, vääristada pelletiteks või brikettideks ja muundada vedelaks biokütuseks (Miljan ja Kask, 2013). Vastavate uuringutega tegeletakse, kuid realselt veel ei kasutata, sest pole suudetud lahendada liigse tuhasuse probleemi.
- b) **Mikrovetikate liike**, mis on kiiresti kasvavad ja energiarikkad, saaks potentsiaalselt kasutada biokütuste tootmiseks (Sakkeus ja Lassur, 2014). Neid on võimalik kultiveerida lahtistes basseinides ja fotobioreaktorites. Eestis mikrovetikatest biokütust ei toodeta. Mikrovetikatest biokütuste tootmise uuringuid teeb Tartu Ülikool.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

- a) Külmad talved soodustavad roostiku lõikamist jää pealt. Roostike pindala võib väheneda ebasoodsate jääolude, tugevate tuulte, karjatamise intensiivsuse ja pilliroo lõikamise mahu suurenemise ning ökoloogiliste häirete, nagu põud või pakane, tõttu. Rooalade laienemist soodustab loomade karjatamise intensiivsuse ja roo lõikamise mahu vähenemine, kliima soojenemine ja vee eutrofeerumine.

6. Loomasööt

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Kalajahu.** Kalajahu toodetakse tervest kalast ja/või luudest ning soolikatest ning kasutatakse loomasöödana (PRIA, 2010). Kalajahu toodab 2010. a seisuga Eestis vähemalt üks ettevõtte, kuid tootmise maht Eestis on teadmata.
- b) **Karbid** (*Mytilus trossulus*, *Mytilus edulis*, *Dreissena polymorpha*). Vt p 3.
- c) Rannaniidud pakuvad kariloomadele toitu. Kariloomade poolt aastane tarbitav kogus on teadmata. Vt ka p 1.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Väetised

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Rannikule ujutud vetikaid, nt **agarikku** (*F. lumbricalis*), **põisadru** (*Fucus vesiculosus*) ning erinevaid niitjate vetikate liike on kasutatud põldude väetamisel, kuid sellest on võimalik valmistada ka toidulisandeid, kosmeetika- ja meditsiinitooteid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Praegune kasutusmaht Eestis on teadmata. Vetikate kasutusvõimaluste uuringutega ei tegeleta.
- b) **Karbid** (*Mytilus trossulus*, *Mytilus edulis*, *Dreissena polymorpha*). Vt p 3.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Tormidega ujutakse põisadru rannale, kust seda saab koguda ja väetisena kasutada.

8. Nahk, karusnahk ja linnusuled

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Hallhüljes.** Hallhülge nahka saab kasutada rannarahva traditsioonilises käsitöös (Hallhülge kaitse tegevuskava, 2011). Praegu teadaolevalt ei kasutata. Vaatamata 2015. a kevadel antud 53 looma küttimise õigusele ei ole lubatud neid loomi ega nendest valmistatud tooteid müüa. Vt p 3.
- b) **Kalanahk.** Kalanahka kasutatakse käsitöös. Kasutusmaht on teadmata.
- c) **Linnusulgede** kasutamise kohta teave puudub.

8.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

9. Muud materjalid

9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Pilliroogu kasutatakse katusekattematerjalina rannaaladel ja saartel. Samal eesmärgil on pillirool ka teatud eksporditurg. (Sakkeus ja Lassur, 2014; Miljan ja Kask 2013). Roostike kogupindala on Eestis üle 26 000 ha, millest on võimalik lõigata aastas hinnanguliselt pool. Biomassi saak hektarilt on 3–10 t/a. Ajavahemikul 1996–2009 oli Eesti rannikualadel pilliroo juurdekasv keskmiselt 276 ha/a (Eesti riikliku... 2010, Miljan ja Kask 2013 järgi).
- b) **Meriheina** (*Zostera marina*) kasutatakse pehme mööbli valmistamisel ja remondil, samuti alternatiivse soojustusmaterjalina fassaadide ja katuste katmiseks, pragude tihendamiseks ja madratsite täitevahendina. Praegune kasutusmaht Eestis on teadmata. Meriheina ja põisadru kasutusvõimaluste uuringutega ei tegeleta.

9.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

10. Looduslikud ravimid

10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rannikul võib kasvada taimi, mida kasutatakse ravimtaimena, kuid täpsemad andmed puuduvad.

10.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

11. Looduslikud toidulisandid

11.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Rannikule ujutud põisadrust (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada ka toidulisandeid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis neid ei toodeta, kuid läbi on viidud sellealaseid keemilisi uuringuid. Vt p 8.
- b) Agarikku (*Furcellaria lumbricalis*) kasutatakse furtsellaraani tootmiseks, mida saab kasutada stabiliseeriva, paksendava ja geelistava ainenä toidu-, põllumajandus-, kosmeetika- ja farmaatsiatööstuses. Loodusliku värvaine ekstraheerimise allikas. Vt ka p 5.

11.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Agarik on tundlik veeläbipaistvuse suhtes, siis mõjutab teda merevee toitetus, mis vetikate paljunemise tõttu vähendab vee läbipaistvust. Kliima soojenemise tõttu võib vetikate vohamine sageda ja agariku levikut ja massi piirata. Vt p 5.

12. Kosmeetika toorained

12.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Ravimuda merelahtedes. Ravimuda on veekogude põhja ladestunud muda, mis on rikas mineraalainete ja/või humiinainete poolest. Ravimuda kasutatakse terviseprotseduurides spaades ning kosmeetikatoodete (seebid, šampoonid, kreemid, maskid jm) koostisosana. Suurimad mereäärsed leiukohad Eestis on Mullutu-Suurlaht (919 t), Käina (274 t), Haapsalu laht (162 t) ja Voosi. 2011. aastal kaevandati Eesti merelahtedest 0,3 t meremuda ja 2012. aastal 0,2 t (Maa-amet, 2012, 2013) Perspektiivne on kasutada ravimuda lisaks veterinaarias terviseprotseduuridel ning põllumajanduses väetisena. Ravimuda uuringutega tegelevad Tallinna Ülikool ja Tartu Ülikool.
- b) Agarik (vt p. 5)
- c) Rannikule ujutud põisadru (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada kosmeetika- ja meditsiinitooteid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Vt eestpoolt.

12.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

13. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid

13.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Hallhülge rasvast saab immutus- ja värvimisvahendit (Hallhülge kaitse, 2011). Eestis sellega ei tegeleta. Vt p 4.

13.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

14. Looduslikud toonijad ja värvid (sh värvitaimed)

14.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vetikatest on võimalik ekstraheerida värvaineid toiduaine- ja farmaatsiatööstusele.

14.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

15. Setted tööstusele ja meditsiinile

15.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

a) **Ravimuda** vt p. 13

b) **Liivamaardlad**. Merepõhja jäävaid liivamaardlaid kasutatakse eelkõige ehitustegevuseks merekeskkonnas, nt. uued sadamad, olemasolevate ehitiste rekonstrueerimine.

15.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Suured tormid võivad muuta liivamaardlate pindala, kanda materjali uude kohta, vähendada liivakihi paksust settes. Kõik need muutused võivad vähendada võimalust ehitusliiva kaevandamiseks maardlast.

16. Joogivesi

16.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Potentsiaalselt oleks võimalik merevett magestada ning kasutada nii joogi- kui ka kastmisveena. Hetkel ei ole Eestis vastavat vajadust, kuna puhast magevett on piisavalt.

16.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Mõju puudub.

• Reguleerivad teenused

1. Süsiniku hoidmine ja sidumine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Läänemere keskosa koos Soome ja Liivi lahtedega toimivad süsiniku talletajana, samas terve Läänemere lõikes toimub tõenäoliselt süsiniku lekkimine atmosfääri CO₂-na (Kulinski ja Pempkowiak, 2011). Keskmiselt lendub Läänemerest süsinikku atmosfääri 2,7 g/m² aastas. Jõgedest saabub Läänemerre 10,9 gigatonni süsinikku aastas, mis on kõige suurem süsiniku allikas Läänemerele.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Läänemere süsinikunäitajad pole konstantsed suurused, vaid sõltuvad kõige rohkem muutustest jõgede sissevoolu hulgas – mida suurem sissevool ehk mida vihmase aasta, seda rohkem kantakse Läänemerre süsinikku.

2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Läänemeri mõjutab oma veemassi temperatuuri kaudu kohalikke ilmastikuolusid, ennekõike rannikualadel. Kevadel põhjustab maismaast aeglasemalt soojenev Läänemeri rannikulähedastel aladel aeglasemat kevade kulgu ja jahedamaid temperatuure, samas kui sügisel hoiab maismaast aeglasemalt jahtuv veemass rannikulähedastel aladel kõrgemat temperatuuri ning lükkab edasi ja vähendab öökülmaohtu. Läänemere soojendav mõju kestab kuni jääkatte tekkeni. Jääkatte olemasolu, ulatus ja kestvus Läänemerel mõjutavad samuti Eesti ilma. Samuti mõjutab

Läänemeri tuult ja sademete hulka. Läänemere otsene mõju on tuntav kuni 50 km kaugusele rannikust, kaudne mõju kogu territooriumil.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Läänemere soojendav mõju kestab sügisel kauem.

3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mereökosüsteemi võime üleujutusi ennetada ja leevendada tähendab ennekõike seda, kuidas toimivad omavahel rannaprotsessid, geoloogiline ehitus ja rannikukoosluste taimestik (Garpe, 2008). Märgalad jm loodusliku taimkattega alad ning kõrgete kallastega või kõvade põhjadega alad (kivid) aitavad rannikul tormiaegsest merevee tõusust tingitud üleujutuste ulatust vähendada ja purustusjõudu leevendada. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine on esmatähtis rannikuäärsetes asulates, kus majanduslik kahju võib olla suur.

Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest 11 asuvad rannikul (Keskkonnaministeerium, 2011).

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Kõrge mereveetase ja soodsast suunast puhuv tuul võivad seda üleujutusi soodustada, mitte pärssida (nt jaanuaritorm 2005).

4. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Tsüanobakterid (sinivetikad) võivad veega alla neelates inimese organismi sattuda ning tsüanobakterites sisalduvad toksiinid võivad tekitada allergianähtusid ja mürgistusi. Sinivetikad võivad soodsatel tingimustel suvel massiliselt paljuneda ja põhjustada nn veeõitsengut. Veeõitsengu tekke eeltingimusteks on vaba fosfori ja lämmastiku olemasolu pinnavees, kõrge veetemperatuur ning pikaajaline päikesepaisteline ja nõrga tuulega periood, mil pindmised veekihi ei segune (HELCOM, 2013).
- b) Haigused ja patogeenid mõjutavad mereökosüsteemi poolt pakutavaid varustusteenuseid ja kaupu vähe. Haiguste ja patogeenide arvukus ja mitmekesisus Läänemere kalades on madal ning neid on vähem kui mageveekaladel. Läänemere kaladel ja hüljestel esineb kuni 4 liiki parasiitseid nematoode, kuid puudub täpsem info nende esinemissageduse kohta neis loomades ja inimtoidus (EFSA, 2010, 2011).

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

- a) Läänemeres toimuvaid veeõitsenguid on jälgitud aastakümneid (helcom.fi). Eelpool kirjeldatud keskkonnatingimused on eelduseks veeõitsengu tekkimiseks Läänemeres.
- b) Pole teada, mil määral avaldub Läänemere puhul seos tema seisundi ja võime vahel haigusi ja patogeene soodustada või levikut pidurdada. Sinivetikatest eralduvad toksiinid jõuavad aineringes ka filtreerijate karpideni. Vt p. 3, 7 ja 8. Nende kasutamisel loomasöödaks ja inimtoiduks tuleb sinivetikate õitsengute ulatusega arvestada.

5. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Läänemeri talletas 2010. aastal 977 000 tonni lämmastikku ja 38 300 tonni fosforit, mis oli pärit õhust või maismaalt (<http://helcom.fi/>). 1995–2010 aasta võrdlus näitab, et üldkokkuvõttes on Läänemereäärsetest riikidest pärit lämmastiku ja fosfori kogused langustrendis, kuigi riigiti olukord erineb. Raskemetallid ja ajaloolised agrokemikaalide ja tööstussaadete jäägid on talletatud põhjasetesse, kust need võivad jõuda tagasi ringesse setete segunemisel veekihtidega, kas looduslike protsesside (tormid) või inimtegevuse (kaevandamine) tagajärjel.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

6. Vee bioloogiline filtratsioon

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Karbid filtreerivad veest endale toiduks fütoplanktonit ja detriiti, millega kaasneb vee puhastamine orgaanilisest ainest. Karpide filtreerimisaktiivsus sõltub erinevatest parameetritest – fütoplanktoni kontsentratsioonist vees, vee läbipaistvusest, eutrofeerumisest, soolsusest, temperatuurist, hoovuste kiirusest ja vee liikumisest. Filtratsiooniteenuste maht on uuringute alusel väga varieeruv olenevalt eelnimetatud tingimustest. Filtreerivad karbid suudavad potentsiaalselt Läänemere keskosas eemaldada päevas 5–200% fütoplanktoni varudest (Kotta ja Møhlenberg, 2002; Kotta *et al.*, 2005).

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Ekstreemsed temperatuurid vähendavad filtreerimisaktiivsust, suured tormid hävitavad substraati ja karbikooslusi.

• Kultuurilised teenused

1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- Rannikul asub arvukalt puhke- ja supluskohti. Supluskohad rannikul, kus Terviseamet järelevalvet teostab, on Kakumäe, Stroomi, Pikakari, Pirita Tallinnas, Liivalauka, Kärkla, Luidja, Kassari, Tõrvanina ja Mangu rannad Hiiumaal, Narva-Jõesuu ja Toila rand Ida-Virumaal, Paralepa, Aafrika, Vasikaholmi ja Roosta rand Läänemaal, Võsu, Karepa ja Kunda Lääne-Virumaal, Mai, Pärnu, Raeküla, Vana-Pärnu ja Kabli rand Pärnumaal, Kuressaare ja Mändjala Saaremaal. Lisanduvad mitmed arvuka külastajate arvuga mitteametlikud supluskohad (Vääna jmt). Täpsem ülevaade nende randade külastajate arvu kohta puudub.
- Peamised välitegevused on süsta- ja kanuuretked, lohesurf, purjetamine. Populaarsemad süsta- ja kanuuretkede paigad on Lääne-Eesti ja Põhja-Eesti rannik ja saarestikud.
- Rannikul asub arvukalt kaitsealasid koos matkaradadega. Täpne ülevaade rannikuäärsete kaitsealade ja matkaradade külastatavuse kohta puudub.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Mõjutab ennekõike vihmane ilm ja pikemad vihmarohked perioodid. Päikesepaistelise ja kuiva ilmaga on külastajate arv tõenäoliselt suurem.

2. Harrastusjahipidamine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mererannikuga on seotud hülge- ja veelinnujaht. 2013. aastal oli jahipiirkondade kasutajate andmetel arvel 13 415 jahimeest (stat.ee), kuid täpsemad andmed rannikul toimuva jahi kohta puuduvad. Vt ka p 4.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

3. Harrastuskalapüük ja kalaturism

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Harrastuskalapüük rannikumeres. Eestis tervikuna puutus harrastuskalastusega kokku 2010. aastal 292 000 inimest, kellest 70% olid mehed ja 30% naised (Maaeluministeerium, 2013). Harrastuskalastajate püütud saagi kogus rannikumeres oli hinnanguliselt 500 tonni (10% kogupüügist).

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

4. Muud loodusharrastused

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnuvaatlus rannikul. Suur osa linnuvaatlustest Eestis tehakse rannikulähedastel aladel, kus kaks korda aastas lendab üle miljoneid rändlinde. Populaarsemad linnuvaatluspaigad asuvad Lääne-Eestis. Eestis on linnuhuvilisi hinnanguliselt üle 1000, kellele lisanduvad välisriikidest pärit linnuvaatlejad.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Ilmastik ei mõjuta olulisel määral.

5. Arhitektuur ja disain

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rannikuökosüsteemid on võimaldanud rannaküladele iseloomuliku arhitektuuri kujunemist.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

6. Kunst

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mere- ja rannikuökosüsteemid on olnud inspiratsiooniallikaks mereteemalistele kirjandusteostele, meremaalidele, loodusfotograafias.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Piirkondlik identiteet on seotud iseloomulike rannaküladega. Samuti on teatud paigad kuulsad oma kivise, liivase või pankranniku ja merevaadete järgi. Pankrannik on oluline loodusmälestis.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Rannamaastike ilmet mõjutavad mitmed rannikuprotsessid, mis toimuvad intensiivsemalt tormide tõttu.

8. Traditsiooniline käsitöö

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Traditsioonilises käsitöös kasutatakse pilliroogu, hallhülge nahka, kalanahka ja karpe, kuid mahud pole teada.

8.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

9. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Seotud harrastuste ja virgestustegevustega.

9.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

10. Hariduse ja teaduse edendamine

10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Loodusharidust võimaldavad anda loodusõpperajad ja infotahvlid. Mere- ja rannikuökosüsteemides toimub aktiivne teadustöö ja seal asuvad looduskeskkonna seirealad. Ülevaade nendest aladest ja kasutamisest puudub.

10.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

• Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele

Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad. Tinglikult võib kohanemismeetmena arvestada kalade püügikvoote ja ulukite küttimislimiite. Väljatöötamisel on ülejutusohuga seotud riskide maandamiskavad.

5.3.2. Mageveeökosüsteemid ja nende teenused

Tabel 65. Mageveeökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Looduslike mageveekalade ja vähi saak
2. Mullateke	2. Mageveekalade ja vähi kasvatus
3. Fotosüntees	3. Ulukid

4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Bioenergia allikad
5. Seemnete levitamine	5. Hüdroenergia allikas
	6. Loomasööt
6. Troofiliste tasemete toimimine	7. Väetised
7. Geneetiline mitmekesisus	8. Nahk, karusnahk ja linnusuled
8. Liigiline mitmekesisus	9. Muud materjalid
9. Koosluste mitmekesisus	10. Looduslikud ravimid
	11. Kosmeetika tooraineid
	12. Mudel- ja testorganismid
	13. Traditsiooniline käsitöö
	14. Looduslikud ilutaimed
	15. Joogivesi
	16. Niisutusvesi
Reguleerivad teenused:	Kultuurilised teenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2. Kohaliku ja piirkondliku ilmastiku reguleerimine	2. Harrastusjahipidamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Harrastuskalapüük ja kalaturism
4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	4. Muud loodusharrastused
5. Põua leevendamine	5. Kunst
6. Põhjaveetaseme hoidmine	6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
7. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	7. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
8. Õhukvaliteedi reguleerimine	8. Hariduse ja teaduse edendamine
9. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	
10. Vee bioloogiline filtratsioon	

- **Varustusteenused**

- 1. Looduslike mageveekalade ja vähi saak**

- 1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

- a) Kalad. Olulisemad püügikalad siseveekogudes on ahven, latikas, koha, särg ja haug, samuti jõesilm ja luts (Maaeluministerium, 2013). Paikkonniti on oluline tähtsus ka asustatud angerjal. Nt Võrtsjärvest püütakse aastas *ca* 12 tonni angerjat (Järvalt *et al.*, 2014). 2007–2012. aastal oli kutseline kalapüük siseveekogudest (ennekõike Peipsi järvest ja Võrtsjärvest) 2500–2960 t/a. Lisaks püüdsid harrastuskalapüüdjad siseveekogudest 2010. aastal ligikaudu 4500 tonni kala, suurim saak saadi Peipsi järvest (1800 t).
- b) Jõevähk. 1950. aastatel peeti jõevähile sobilikuks 90% jõgedest ja 50% järvedest ning jõevähi saagikuseks hinnati Eestis 200 t/a, tingimusel et toimub säästlik majandamine (Laanetu, 2004). 2004. aastal hinnati jõevähile sobilikeks 15% jõgedest ja 30% järvedest ning jõevähi aastaseks saagiks koos röövpüügiga 1,5–2 tonni. 2013. aastal püüti Eesti vetest välja kokku 26 183 mõõdulist isendit, kellele lisanduvad alamõõdulised isendid, kellest osa jäävad raporteerimata (Hurt ja Kivistik, 2014). 2013. a kogus oli oluliselt suurem kui eelnevatel aastatel (2012. a 15 209 tk, 2011. a 13 384 tk, 2010. a 14 870 tk). Peamised vähipüügi alad Eestis on Saaremaa ja Hiiumaa.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Peipsis ja Võrtsjärves elavad kõrvuti üsna erinevate ökoloogiliste nõudlustega kalaliigid, kelle populatsiooni seisundile ja varude suurusele on ilmastikunähtused avaldanud vastassuunalist mõju. Peipsi kalakoosluses on toimunud oluline nihe puhta- ja külmaveelistelt kaladelt (rääbis, peipsi siig, luts, tint) sooja ja sogast vett eelistavate koha ja latika domineerimise suunas (Kangur *et al.*, 2007b; 2008). Kolm äärmuslike kliimatingimustega aastat (1988–1990) põhjustasid tõenäoliselt Peipsi järve rääbise sigimise ebaõnnestumise ja populatsiooni arvukuse järsu languse, millest liik ei ole seni taastunud (Kangur *et al.*, 2011; Kangur ja Kangur, 2014). Veekeskkonna soojenemine (kõrgem veetemperatuur ja kuumaperioodi pikem kestus) koos sellega kaasnevate muutustega ökosüsteemis (nt veeõitseng) on viinud tänapäevaks peipsi tindi (*Osmerus eperlanus m. spirinchus*) arvukuse väga madalaks (Kangur *et al.*, 2007a). Kliimamuutuse negatiivsed mõjud võivad suurenedada koosmõjus antropogeensete teguritega (eutrofeerumine, ülepüük).

Jõevähi populatsiooni arvukust vähendas 20. sajandil vähikatk ja veekogude reostus (Laanetu, 2004), samuti on põhjusteks maaparandus, eutrofeerumine ja kopra paisutus (Hurt, 200x). Jõevähi arvukust mõjutavad ka põuaperioodid – nt 2002. ja 2003. aasta põudadega kuivasid mitmed vähkide elupaigad. Eriti tugevasti kannatasid põua tõttu Lääne-Eesti ja saarte vähiasurkonnad. Põuased suved soodustavad invasiivse signaalvähi levikut, kuivõrd liik on põua suhtes vastupidavam kui jõevähk.

2. Mageveekalade ja vähi kasvatus

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Kalad. Eestis kasvatatakse kaubakalana vikerforelli ja karpkala, vähemal määral angerjat, tuura, meriforelli, siiga ja haugi (Maaeluministeerium, 2013). Lisaks kasvatatakse haugi, lõhet, meriforelli jmt kalu taasasustamise eesmärgil. Vikerforelli toodang oli 2007–2011. aastal 580–780 tonni, teistel liikidel suurusjärgu võrra väiksem.
- b) Jõevähk. Jõevähi toodang oli 2007–2011. a 2–10 t/a (Maaeluministeerium, 2013).

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

2010. aasta erakordselt kuum suvi põhjustas jahedalembeste vikerforellide hukkumise mitmetes kasvandustes (Maaeluministeerium, 2013).

3. Ulukid

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Jahilinnud** (haned, pardid). Jahilinde kütiti Eestis 2012/2013 jahihooajal üle 17 800 isendi (hõlmab ka rannikuäärset statistikat) (Jahiulukite küttimine, 2014). Eraldi siseveekogudel kütitud lindude üle arvet ei peeta.
- b) **Poolveelised imetajad**. Saarmast kütiti kolmel jahihooajal (2010–2013) 8–12 isendit aastas, ondatrat 1–20 isendit, minki 130–180 isendit ja kobrast 5700–6600 isendit aastas (Jahiulukite küttimine, 2014).

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

4. Bioenergia allikad

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Päideroogu saab kasvatada märgaladel (Värnik, 2011). Tema bioloogiline kuivainesaak on 6–10 t/ha ning sobib koospõletamiseks segus turba, hakkpuidu, puukoore ja saepuruga.

Eestis kasvatati päideroogu energiakultuurina 2010. aastal 135 hektaril, kuid seos märgaladega on teadmata (Eesti konjunktuuriinstituut, 2011).

- b) Luhaheina kasutati 2009.a seisuga kütusena kahes kohas. Lihulas kasutatakse lisaks pilliroole ja põhule ka Matsalu rahvuspargi luhtadelt kogutud heina ning Nurmiko Hulgi OÜ katlamajas. Teoreetiliselt saaks luhaheina kasutada ka biogaasi toorainena (Kask, 2010).
- c) Energiapajust saadakse puiduhaket, mida kasutatakse biokütusena. Eestis kasvatatakse energiapaju ligikaudu 100 hektaril (Valdaru, 2014), kuid puudub info, mil määral on kasvupaigad seotud mageveekogudega.
- d) Pilliroo kasutamine bioenergia allikana on alles katsetusjärgus. Miljan ja Kask (2013) andmetel saaks pilliroogu varuda jaanuarist märtsini, kuivõrd suvise pilliroo keskmine niiskussisaldus ulatub 56% kuni 69%. Pilliroo talvine varumine kütteks konkureeriks aga katusekattematerjali kogumisega. Eestis läbiviidud uurimus näitas, et üks hektar roostikku suudaks anda 23–27 MWh primaarenergiat, eeldusel et talvel kogutud pilliroo saagis on 6–7 tonni hektari kohta ja 20% niiskusega roo kütteväärtus on 3,9 MWh/t (Kask *et al.*, 2007).

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Vihmastel suvedel on luhaheina koristamine raskendatud, samuti on siis heina niiskusesisaldus suur. Viimase tõttu on heina kasutamine soojuse tootmisel raskendatud, kuna katla tehnoloogia eeldab madala niiskuse sisaldusega biomassi. Pehmed ja lühikesed talved raskendavad roostiku lõikust.

5. Hüdroenergia allikas

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Seisuga märts 2011 oli Eesti elektrivõrkudesse ühendatud 47 erinevat hüdroelektrijaama ja elektrit tootvat vesiveskit võimsuste vahemikus 4 kW kuni 2 MW koguvõimsusega 8,09 MW (Hüdroenergia ressurs, 2015). Mõned neist (Kotka, Kunda) on praegu seisatud. Aastatel 2011–2020 on oodata jaotusvõrkudesse 9 täiendava mini- ja mikrohüdroelektrijaama liitumist koguvõimsusega 1,2 MW. Kõik nimetatud jaamad ja veskid kujutavad endistest rajatistest taastatud üksusi. Eesti jõgedel leidub veel sobivaid jõuastmeid täielikult uute jaamade rajamiseks, kuid selliste tasuvusaeg kujuneks praeguste elektrihindade juures ebaotstarbekalt pikaks ja keskkonnamõju liialt suureks, mis ei lubaks hüdroenergial konkureerida nt biomassi või tuuleenergiaga. Erandiks oleks Omuti kärestikud Narva jõel, kuhu oleks võimalik rajada jaam võimsusega kuni 30 MW. Täna asub võimsaim hüdroelektrijaam, võimsusega 1152 kW, Linnamäel. Linnamäe HEJ kui üks 365 kW elektrijaam Keila-Joal kuuluvad Eesti Energiale (Hüdroenergia ressurs, 2015). Looduskaitse seisukohast on oluline, et hüdrojaamad ei asuks lõheliste jõgedel, kuivõrd elektrijaama tammid takistavad siirdekalade liikumist ülesvoolu. Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahalisel toel on käimas programm, mille kaudu toetatakse kalaläbipääsude ehitamist jõgedel.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Kevadise ja mõnel aastal ka talvise jääsulamisega on kaasnenud jääpaisud hüdrojaamade tammidel, mis on olnud ohuks nii jaamale kui inimestele, kes jaama läheduses elavad. Selliste jääpaisude likvideerimiseks on kasutatud lõhkeainet.

Põuastel kevadetal ja suvedel jäävad jõed (nt Keila jõgi ja Jägala jõgi) veevaeseks, kuna kogu vesi suunatakse hüdrojaama. Põuastel aastatel on veepuudusel tulnud hüdrojaamad mõneks ajaks seisata.

6. Loomasööt

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Luhahein. Luhtadelt peamiselt kaitsekorralduslikel eesmärkidel niidetud heina kasutatakse loomasöödana, kuid andmed praeguste kasutatavate koguste kohta puuduvad. Potentsiaalne (niiske) saak Eesti suurematelt luhtadelt kokku on hinnanguliselt 79 191 t/a (Kask, 2010).

Järvekriit. Järvekriiti kaevandab Eestis Endu-Inni OÜ Varangul. Kuivatatud kriidile lisatakse mikroelemente ja vitamiine, mida kasutatakse loomasöödalisandina.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Liigsed sademed takistavad ligipääsu luhtadele ja luhaheina koristamist. Prognooside kohaselt võib aga kevadine suurvesi jääda edaspidi tagasihoidlikuks, mistõttu heina niitmine luhtadel võib paremini õnnestuda.

7. Väetised

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Järvemuda tarbevaru põllumajandusväetisena oli 2012.a seisuga 171 000 tonni ja reservvaru 1 048 000 tonni (Maa-amet, 2013). Maardlaid oli 2012. aastal 10, kuid järvemuda ei kaevandatud.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Senine järvede oskuslik puhastamine mudast ja veetaimestikust on aidanud kaasa ka järvemuda kasutamisele.

8. Nahk, karusnahk ja linnusuled

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Karusnahka saab poolveelistelt imetajatelt, kuid karusnaha eesmärgil kütitakse neid tõenäoliselt vähe. Andmed kütitud loomade karusnahkade kasutamise ja mahu kohta puuduvad.

8.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

9. Muud materjalid

9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Pilliroogu saab kasutada katusekattematerjalina. Sisemaalt kogutud pilliroo mahud on teadmata.

9.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

10. Looduslikud ravimid

10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Korjatakse ravimtaimi (palderjan, kalmus jmt), kuid täpsemad kasutusmahud on teadmata.

10.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

11. Kosmeetika toorained

11.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Järvemuda tarbevaru ravimudana oli 2012.a seisuga 1 131 000 tonni ja maardlaid 2–Ermistu ja Värskas (Maa-amet, 2013). 2012. aastal järvemuda ei kaevandatud.

11.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

12. Mudel- ja testorganismid

12.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Teave kasutusvalade kohta Eestis puudub. Limnoloogiakeskuse andmetel võiks Võrtsjärv olla testalaks kliimamuutustega kaasnevate nähtuste ja mõju analüüsimiseks.

12.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

13. Traditsiooniline käsitöö

13.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Traditsioonilises käsitöös kasutatakse mitmete veetaimede osi (pilliroog, hundinui), kuid täpsed mahud on teadmata.

13.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

14. Looduslikud ilutaimed

14.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Ilutaimena on aiatiikidesse mõnikord toodud loodusest vesiroosi (*Nymphaea sp*), kollast vesikuppu (*Nuphar lutea*) või kollast võhumõõka (*Iris pseudacorus*).

14.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

15. Joogivesi

15.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti mageveevaru on 12 km³ aastas ja veekasutuse indeks on alla 4% (Keskkonnaagentuur, 2014). Kogu Peipsi järve mageveemaht on 25 km³, mis ületab kaks korda jõgede aastase äravoolu Eesti territooriumilt (Peipsi koostöökeskus, 2015). Põhjaveevõtt on viimasel kümnendil olnud vahemikus 45–50 mln m³ aastas ja pinnaveevõtt 50–57 mln m³ aastas (Keskkonnaagentuur, 2014). Ligi 95% veekasutusest moodustavad jahutusveed, millest peamine osa tuleneb Balti ja Eesti elektrijaamade tegevusest Ida-Virumaal. Ülejäänud 5% moodustavad olme, tööstuse, energeetika, põllumajanduse ja niisutuse veed, millest pool tarbitakse olmesektoris.

Eesti linnades on elanikele tagatud ühisveevärgi vesi, hajaasutuses on valdav salv- ja puurkaevuvesi. Pinnavee ja põhjaveevõtt (ilma kaevandusvee ja elektrijaamade jahutusveeta) jaguneb pinnavee kasuks (nt 2011.a. vastavalt 56,6 mln m³ pinnavett ja 46,2 mln m³ põhjavett) (Keskkonnaülevaade 2013). Valdavalt pinnavett tarbivad Tallinna ja Narva linnade elanikud.

15.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Pikaajaliste kuivaperioodide järel võib teatud piirkondades pinna- ja põhjavee tase langeda tasemele, mis jätab kaevud kuivaks. Suurem probleem on salvkaevudega, mis on tundlikumad põuaste perioodide suhtes. Kuivõrd Tallinn ja Narva tarbivad pinnavett, siis võivad põuased suved ja lumevaesed talved vähendada veehoidlate veemahtu. Veevaestel aastatel suureneb ka veeõitsengutega kaasnevate toksiinide oht. Üleujutused võivad rikkuda salvkaevude vee.

16. Niisutusvesi

16.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niisutusveena kasutatakse linnade ja alevites joogivett, hajaasutuses nii kaevuvett kui jõe-, järve- või tiigivett. Hajaasutuses kogutakse ka vihmavett, mida kasutakse niisutamisel. Niisutusvett kasutatakse suuremates kogustes aianduses (kasvuhooned, avamaa kurgi- ja maasikakasvatus jm). Mahud on teadmata. Vee kasutamine põllumajanduses aastatel 2002–2011 oli 4,0–4,6 mln m³ aastas (Keskkonnaagentuur, 2014a). Milline on mageveekogude võime Eestis irrigatsiooniteenust pakkuda, ei ole teada.

16.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Pikaajaliste kuivaperioodide järel on teatud piirkondades pinna- ja põhjavee tase langenud tasemele, mis on jätnud salvkaevud või väiksemad seisuveekogud kuivaks.

• Reguleerivad teenused

1. Süsiniku hoidmine ja sidumine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti mageveekogude süsiniku sidumisvõime kohta pole uuringuid tehtud. Globaalne keskmine sidumisvõime järvedel on 4,5–14 g C m²/a (Tranvik *et al.*, 2009). Eutrofeerunud järved suudavad siduda rohkem süsinikku kui vähetoitelised.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

2. Kohaliku ja piirkondliku ilmastiku reguleerimine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti mageveekogude mõju kohalikule ilmastikule on ebaselge. Tõenäoliselt võivad mõju avaldada Peipsi järv ja Võrtsjärv, kus suure veepinna tõttu on tuule kiirus suurem. Samuti võib veepinnalt toimuv aurumine suurendada piirkonna õhuniiskust.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest 9 asuvad sisemaal (Keskkonnaministeerium, 2011). Peamiselt on tegemist sujuvalt kujunevate üleujutustega, mis on põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete või lumesulamise tõttu üleajavate väiksemate jõgede, ojade ja järvede poolt, vähem on tiheasustusaladel toimuvaid sademeveeüleujutusi.

Üleujutusala ehk puhveraladena toimivad nt Soomaa rahvuspargi jõed Pärnu jõe valgalal, Ropka-Ihaste luht ja Emajõe-Suursoo Emajõe valgalal, Matsalu rahvuspargi jõed Kasari jõe valgalal, jt.

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Kevadised üleujutused toimuvad regulaarselt Pärnu jõe, Emajõe ja Kasari jõe valgalal. Üleujutuste ulatus sõltub talviste sademete hulgast.

4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vooluveekogumeid on Eestis 639 ja nendest 475 on heas või väga heas seisundis (Pinnavesi, 2015). Maismaa seisuveekogumeid on Eestis 95 ja nendest 60 on heas või väga heas seisundis. Pehmemad talved ja rohkem sademeid võib kaasa tuua talvise äravoolu suurenemise, kevadise suurvee äravoolu vähenemise, suvise miinimumäravoolu ja sügise äravoolu suurenemise ning järvede veetaseme aastasisese ühtlustumise (Keskkonnaministeerium, 2013). Väiksematel vooluveekogudel mõjutab veetaset ka kopra tegevus. Piirkondades, kus juba täna on kobraste tegevuse tõttu üleujutatud alad, võib vihmade, tormide ja jää kiire sulamise tõttu üleujutatud alade pindala veelgi laieneda. Teisalt aga tänu kobraste poolt üleujutatud aladele, tekib põuastel suvedel vetthoidvaid alasid, mis leevendavad ojade täielikku kuivamist.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

5. Põua leevendamine

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mageveekooslustel on võime põuariski leevendada.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

6. Põhjaveetaseme hoidmine

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Põhjaveevõtt Eestis oli 2013. aastal 583059 m³ ööpäevas, sellest joogi-olmevesi 123 599 m³ ööpäevas, mineraalvesi 37 m³ ööpäevas ning kaevandustest ja karjäärdest juhiti vett ära 459 423 m³ ööpäevas (Olesk, 2014). Kinnitatud põhjaveevarudest kasutati ca 17%. Eesti põhjaveekogumite kvalitatiivne üldseisund on hea, v.a ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi seisund, mis on halb kõrgeenenud sulfaatide sisalduse, mineraalsuse, kareduse ja ohtlike ainete (eeskätt fenoolide) esinemise tõttu (Keskkonnaagentuur, 2014a). Lisaks Ida-Virumaale esineb piiratud ulatusega põhjavee reostumist või selle kvaliteedi halvenemist eelkõige kaitsmata põhjaveega siluri-ordoviitsiumi põhjaveekogumites üle kogu Eesti.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Tsüanobakterites (sinivetikad) sisalduvad toksiinid võivad kokkupuutel nahaga või inimese organismi sattudes tekitada allergianähtusid (nahaärritust) ja mürgistusi. Siseveekogudest toimuvad veeõitsengud sagedamini Peipsi järvel ja Harku järves. Vt: Mere- ja ranniku ökosüsteemid ja nende teenused.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Vt: Mere- ja rannikuökosüsteemide teenused

8. Õhukvaliteedi reguleerimine

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Aerosoolide ja õhus lenduvate väevli, lämmastiku, fosfori jm ühendite sidumisvõime kohta mageveeökosüsteemides andmed puuduvad.

8.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

9. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine

9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vooluveekogumeid on Eestis 639 ja nendest 475 on heas või väga heas seisundis (Pinnavesi, 2015). Maismaa seisuveekogumeid on Eestis 95 ja nendest 60 on heas või väga heas seisundis.

9.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

10. Vee bioloogiline filtratsioon

10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti mageveekogudes panustab vee filtreerimisse kõige enam invasiivne võõrliik rändkarp (*Dreissena polymorpha*) (Lauringson *et al.*, 2007), kuid tema filtratsioonivõime maht vajab täpsustamist.

10.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

- **Kultuurilised teenused**

1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) Puhke- ja supluskohad jõgede ja järvede ääres. Supluskohad sisemaal, kus Terviseamet järelevalvet teostab, on Harku järv, Kauksi, Kuremaa järv, Paide ja Türi tehisjärved, Karinu järvistu, Järva-Jaani tehisjärv, Matsimäe järv, Rava paisjärv, Väinjärv, Tarbja tehisjärv, Kalijärv, Põlva supelrand, Värska, Anne kanal, Emajõe Vaba- ja Linnaujula, Nõo Veskijärv, Verevi järv, Pühajärve, Pedeli paisjärv, Vanamõisa ja Riiska supluskohad, Viljandi ja Paala järv, Tamula ja Kubija järv. Täpsem ülevaade nende randade külastajate arvu kohta puudub. Puhkealade külastatus näitab populaarsuse kasvu. Nt RMK Peipsi puhkealal suurenes

2013. a. külastuse arv võrreldes eelnevas aastaga kuni 20% (Riigimetsa majandamise keskus, 2014).

- b) Siseveekogude äärsed kaitsealad ja matkarajad. Täpne ülevaade nende alade külastatavuse kohta puudub.
- c) Süsta-, kanuu- ja paadiretki korraldatakse sagedamini Põhja-, Lääne- ja Lõuna-Eesti veekogudel. Kui kevadine suurvesi väheneb, võib väheneda ka vastava turismiteenuse atraktiivsus ja maht või lükkuda teistele aastaegadele (nt Soomaal).

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Veeõitsengud on kahjustanud suplusvee kvaliteeti, nt Harku järves.

2. Harrastusjahipidamine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

2013. aastal oli jahipiirkondade kasutajate andmetel arvel 13 415 jahimeest (Statistikaamet).

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

3. Harrastuskalapüük ja kalaturism

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Harrastuskalapüük siseveekogudes. Eestis tervikuna puutus harrastuskalastusega kokku 2010. aastal 292 000 inimest, kellest 70% olid mehed ja 30% naised (Maaeluministeerium, 2013). Harrastuskalastajate püütud saagi kogus oli hinnanguliselt 4500 tonni (90% kogupüügist).

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Talvised temperatuurid mõjutavad eelkõige talikalastust. Jääkattedepaksus ja püsimise kestus mõjutavad talvist kalastust eelkõige populaarsetel järvedel (Peipsi järv, Võrtsjärv, Viljandi järv, Maardu järv, jt), sh kalastusüritusi nagu Kalafest Viljandi järvel ja Pühajärvel.

4. Muud loodusharrastused

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Loodusvaatlused. Linnuhuvilisi on hinnanguliselt üle 1000, lisanduvad välisriikidest pärit linnuvaatlejad ja teised loodushuvilised (nt kiilivaatlejad).

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

5. Kunst

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mageveeökosüsteemid on olnud inspiratsiooniallikaks temaatilistele kirjandusteostele, maalidele, loodusfotograafias, helikunstim.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Nt Soomaa, Peipsi järve äärne kultuur, Vooremaa, Karula, Setomaa. Soomaal ja Emajõel on oma 'jõekultuur' (paadiehitus, haabjad, kalapüügivõtted ja seadmed). Iseloomulikud järve- ja jõemaastikud ning luhad võivad olla kohaliku identiteedi osa.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Seotud harrastuste ja virgestustegevustega. Täpsemad andmed puuduvad.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

8. Hariduse ja teaduse edendamine

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eestis on looduskeskuste ja keskkonnahariduskeskuste võrgustik, mida haldavad peamiselt riigi keskkonnaamet, RMK ja kohalike omavalitsuste huvikoolid. 2014. a seisuga haldas riigi keskkonnaamet üle Eesti 11 looduskeskust, siis RMK-l oli samal ajal 18 looduskeskust ja 4 loodusmaja. Lisaks nimetatutele tegelevad otseselt järve ökosüsteemi tutvustamisega Järve muuseum Võrtsjärve ääres ja Alam-Pedja jõe ökosüsteemi tutvustab Eestimaa Looduse Fondi Palupõhja looduskool.

Lisaks on nii kaitsealadel kui väljaspool arvukalt loodusõpperadu ja infotahvleid, aga ülevaade mageveega seotud õpperadadest ja nende kasutamisest puudub. Toimub aktiivne teadustöö, sh looduskeskkonna riiklikel püsiseirealadel (hinnanguliselt on magevee seirepunkte üle Eesti umbes 1000).

8.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

• Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele

Kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmed puuduvad. Tinglikult võib kohanemismeetmena arvestada kalade püügikvoote ja ulukite küttemislimiite, samuti põuatundlikel aladel salvkaevude asendamist puurkaevudega. AS Tallinna Vesi ei võta **suvisel kastmisperioodil oma aiapidajatest klientidelt kastmisvee kanaliseerimise eest tasu, maksta tuleb vaid tarbimise eest**. Väljatöötamisel on üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad. Matsalu rahvusparkis on valminud lüüsidega sillad Rõude ja Kasari jõel, kus on võimalik reguleerida vee läbipääsu Matsalu luhale.

5.3.3. Metsaökosüsteemid ja nende teenused

Tabel 66. Metsaökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Ulukid

2.Fotosüntees	2. Marjad
3.Mullateke	3. Seened
4.Biogeokeemilised ringed	4.Puit toorainena
5.Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	5.Puit kütteks
6.Geneetiline mitmekesisus	6.Loomasööt
7.Liigiline mitmekesisus	7.Nahk, karusnahk ja linnusuled
8.Koosluste mitmekesisus	8.Muud materjalid
9.Troofiliste tasemete toimimine	9.Looduslikud ravimid
	10.Looduslikud toidulisandid
	11.Kosmeetika toorained
	12.Biokemikaalid jm farmatseutilised ained
	13.Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid
	14.Traditsiooniline käsitöö
	15.Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)
	16. Looduslikud ilutaimed
	17.Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1.Süsiniku hoidmine ja sidumine	1.Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2.Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2.Loodusharrastused
3.Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3.Kunst
4.Tormikaitse	4.Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
5.Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	5.Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
6.Põua leevendamine	6.Hariduse ja teaduse edendamine
7.Põhjaveetaseme hoidmine	
8.Kaitse erosiooni vastu	
9.Looduslik kahjurite ohjeldamine	
10.Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	
11.Õhukvaliteedi reguleerimine	
12.Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	
13.Mullaviljakuse hoidmine	

- **Varustusteenused**

1. Ulukid

5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Sagedamini kütitud jahiulukid Eesti metsades olid 2012–2014 jahihooaegadel metssiga, kährik, rebane, kobras, põder ja metsnugis (Jahiulukite kütmine, 2014). Jahiulukitelt saab liha ja trofeesid. Toidupoodide lettidel on üha enam ulukiliha (põdra-, metssea- ja hirveliha) tooteid.

5.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Pikaajaline paks lumikate, aga ka sulailmade ja külmade vaheldumine (jääkirme lumel) on mõjutanud nt metskitsede arvukust, kelle arvukus (ja küttimine) langes 2010. ja 2011. aasta külmade ja lumiste talvede tõttu. Soojad talved raskendavad osade ulukiliikide küttimist ja parandavad oma levila põhjapiiril elavate ulukite (metssiga, punahirv) talvist ellujäämist.

2. Marjad

2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Peamised metsast kogutavad metsamarjad on mustikas, pohl, metsmaasikas ja metsvaarikas (Erametsakeskus, 2010a). Vähemalt keskmise saagikusega elupaiku on pohlal enam kui 20 000 ha ja mustikal 36 000 ha. Lahemaa rahvusparkis on metsamarjade puhassaaki hinnatud järgmiselt: mustikal 240 kg/ha (rahaline väärtus 6,7 mln €), pohlal 250 kg/ha (rahaline väärtus 5,1 mln €) (Ehvert, 2013). Mustikaid korjatakse Eestis kuni 3500 t/a, pohla kuni 250 t/a. Tõenäoliselt korjatakse metsadest kuni 40% pohladest ja 30–50% mustikatest.

2.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Metsamarjade saagikus sõltub olulisel määral ilmastikuoludest kogu vegetatsiooniperioodi vältel. Saagi ikaldumiseks ei pea tingimata esinema äärmuslikud ilmastikuolud. Samas võib metsamarjade saagikus olla aastati Eesti eri osades väga erinev.

3. Seened

3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Söögiseeni on Eesti metsades üle 300 liigi (Erametsakeskus 2010a). Söögiseenerohkemad metsatüübid on sinika-, sambliku- ja kanarbikumännikud. Lahemaa rahvusparkis on seente puhassaaki hinnatud järgmiselt: kukeseen 17,6 kg/ha (rahaline väärtus 2,0 mln €), männiriisikas 31,6 kg/ha (rahaline väärtus 1,7 mln €) (Ehvert, 2013). Seente aastaseks varuks Eestis on hinnatud 36 000 tonni, millest korjatakse kuni 5000 tonni. Nt 2007–2008 varusid elanikud seeni u 3000 tonni (Erametsakeskus, 2010a).

3.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Seenesaaki mõjutavad põuane suvi ja sademetevaene sügis.

4. Puit toorainena

a. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Puidust saadavad materjalid on ümarpalk, puiduhake ja puitlaastud, saepuru- ja puidujäätmed, tselluloos, paber ja papp, puusüsi, tikud, vineer ja puitpaneelid, spoon, puitlaastplaadid, puitplaat ja liimpuit (Keskkonnaagentuur, 2014b).

Raiemaht on aastatel 2007–2012 olnud vahemikus 5,2–8,5 mln m³/a (Keskkonnaagentuur, 2014b). Puidu-, paberi- ja mööblitööstus (503,5 mln €) moodustas 2012. aastal töötlevast tööstusest (2,3 miljardit €) 21,6%.

Puidutööstuses toodetakse ja töödeldakse saematerjale, valmistatakse puitmaju, aknaid, uksi jm ehitusdetailide. Puidutöötlemise ja puittoodete tootmisega tegeleb ligi tuhat ettevõtet, kus on hõivatud enam kui 14 000 inimest (Keskkonnaagentuur, 2014b). Paberitööstus on Eestis pika ajalooga tööstusharu. Eestis on ligi 60 paberit, tselluloosi või pabertooteid tootvat ettevõtet, mis annavad tööd rohkem kui 1400 inimesele (Keskkonnaagentuur, 2014b). Mööblitööstuses tegeleb mööbli tootmisega ligi 600 ettevõtet, mis annavad tööd enam kui 7000 inimesele (Keskkonnaagentuur, 2014b).

b. Ilmastikunähtuste senine mõju

Sademetorhked sügised ja pehmed talved raskendavad puidu kättesaamist osadest metsatüüpidest ning mõjutavad tooraine hinda. Alates 1999. aastast on suure purustusjõuga tormid tunduvalt sagenenud (Kaubi, 2005). 2001. aasta juulis tagajärjel lamandus või murdus hinnanguliselt 970 000 tihumeetrit riigimetsa. 2005. aasta jaanuari torm kahjustas Eestis 1,1 mln tihumeetrit (10% raiemahust) kasvavat metsa (Kaubi, 2005). Prognoositava kevad-suviste põuaperioodide sagenemine ja pikenedamine suurendab oluliselt tuleohtu metsades (Metsanduse arengukava aastani 2020). Viimase paarikümne aasta suurimad metsapõlengud toimusid Eestis aastatel 1992, 2002 ja 2006, vastavalt 1787, 2082 ja 3096 ha metsa (Keskkonnaagentuur, 2014b). Põuased suved on viimastel kümnenditel soodustanud putukkahjurite, eriti kuuse kooreüraski levikut ja vastavalt sanitaarraie vajadust.

5. Puit kütteks

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Peamised puitkütuste liigid on metsajäätmed (hakitud oksad, laastud, kännud), energiavõsast saadav hakkpuit, hakkpuit (hakkuris purustatud puit), küttepuu (halupuu), puukoor ja saepuru (saeveski jäätmed), puidubrikett (peenestatud, kuivatatud ja kokkupressitud saepuru) ja grillsüsi (Puitkütused, 2013).

Energiabilansis on sisendina 4,63 mln tm puitu (küttepuud, hakkpuit ja puidujäätmed) ja 463 tuhat t puitpelletteid ja -briketti, mis energiühikutesse teisendatult annab 2012. a puitkütuste toodangu kogumahuks 41,2 PJ (Puitkütused, 2013). Puusöe (grillsöe) tootmise mahtude kohta teave puudub.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Sademetorhked sügised ja pehmed talved raskendavad puidu kättesaamist osadest metsatüüpidest ning mõjutavad tooraine hinda.

6. Loomasööt

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vihtasid tehakse nii saunaskäigu tarbeks kui ka loomasöödaks. Mahtude kohta andmed puuduvad. Tallinna Loomaaed kui üks suuremaid söödavihtade tarbijaid on tarvitanud aastas 49 000 (2009.a), 43 000 (2010) ja 34 000 (2011) vihta (Tallinna Loomaaed, 2012). Lisaks söödeti söödaoksi järgmiselt: 2011. a 17,6 t rm, 2010. a 16,5 t rm, 2009. a 36 t rm.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Nahk, karusnahk ja linnusuled

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Karusnaha eesmärgil kütitakse teatud ulukeid (metsnugis, rebane jmt). Aastane karusnahkade kogus on teadmata.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

8. Muud materjalid

8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Põdrasamblikku kasutatakse jõulupärgade valmistamisel. 2005. aastal eksporditi Eestist põdrasamblikku ligi 54 000 € väärtuses (Erametsakeskus, 2010b).

8.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

9. Looduslikud ravimid

9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsas kasvavaid taimi kasutatakse ravimteede ja loodusravivahendite tegemisel. Nõukogude perioodil koguti ravimtaimi nii enda tarbeks kui ka riikliku plaani täitmiseks (Liiders, 2003). Nt 1982. aastal koguti enam kui 20 liiki nii metsas kui mujal kasvavaid ravimtaimi kogukaaluga ligikaudu 38 tonni. 2003. aastal läbiviidud uuringu kohaselt kasutavad inimesed ligi 50 ravimtaime, millest suur osa kasvab metsas (Erametsakeskus, 2010a). Kogutud ravimtaimede koguste kohta andmed puuduvad.

9.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

10. Looduslikud toidulisandid

10.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

1970–80. aastatel koguti Eesti metskondades keskmiselt 500 tonni kasemahla aastas (Liiders, 2003). 2008. aastal varuti Eestis 629 tonni kasemahla, mida enamasti kasutati omatarbeks (Erametsakeskus, 2010a). 2010. aastal eksporditi 4 tonni külmutatud kasemahla (Maaeluministeerium, 2012). Omatarbeks kasutatakse ka vahtramahla.

10.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

11. Kosmeetika toorained

11.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Tõenäoliselt kasutatakse mõningaid metsaökosüsteemi taimede osi looduskosmeetika toorainena (näomaskid, kreemid, šampoonid), kuid mahtude kohta Eestis andmed puuduvad.

11.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

12. Biokemikaalid jm farmatseutilised ained

12.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Männi- ja kuusevaiku on kasutatud rahvapäraste ravimite valmistamisel (Liiders, 2003). Tänapäeval kasutamise ulatuse kohta andmed puuduvad.

12.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

13. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid

13.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Männivaiku ja -tõrva saab kasutada immutusvahendite toorainena (Liiders, 2003). 1950–1980. aastatel oli aastane vaigutoodang Eesti männikutes mitusada tonni, mida kasutati tärpentiini, kampoli jm taoliste toodete koostisosana (Liiders, 2003). Tänapäeval toimub vaigu ja tõrva tootmine tõenäoliselt väikestes mahtudes ja peamiselt traditsiooniliste meetoditega.

13.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

14. Traditsiooniline käsitöö

14.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Puidust käsitöö hõlmab pajuviitstest pununud tooteid, puidust nikerdatud suveniire ja tarbeesemeid ning ka roigasaedade valmistamist (Erametsakeskus, 2010a). Tinglikult võib siia lisada ka vihtade ja luudade valmistamise. Puidust käsitöö aastane tootmismahd on teadmata. 2003. aastal varuti omatarbeks ligi 4,5 miljonit vihta ja 1 miljon luuda (Erametsakeskus, 2010a).

14.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

15. Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)

15.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Looduslikke taimi saab kasutada villa jm materjalide värvimisel ja toonimisel. Kasutamise ulatus on teadmata.

15.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

16. Looduslikud ilutaimed

16.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsas kasvavaid taimi tuuakse vaasi ja kasutatakse lilleseadetes (nt urbadega pajuoksad, kaseoksad jmt). Kasutamise ulatus on teadmata. RMK Tartu Puukool valmistab jõuluseadeid, kasutades puudeoksi ja käbisid.

Ilutaimena saab käsitleda ka jõulukuuski, mida kasvatatakse istandustes või tuuakse koju otse loodusest. Detsembris tuuakse kodudesse ja asutustesse ilmselt sadu tuhandeid kuuski, kuid nende päritolu kohta andmed puuduvad. RMK on pakkunud võimalust osta riigimetsast jõulukuuske. Nt 2012. aastal kasutas seda võimalust üle 7500 inimese (Postimees, 2012). Kui palju kasvatatakse Eestis jõulukuuski ekspordiks, ei ole teada.

16.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

17. Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine

17.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

2012. aastal varuti metsast 426,9 kg puude seemneid (mänd, kuusk, arukask, sanglepp), mida kasutatakse heade omadustega kohalike puuistikute saamiseks (Keskkonnaagentuur, 2014b). RMK varus 2013. a 5690kg puudeseemneid (Riigimetsa Majandamise Keskus, 2013). RMK kasvatab puutaimi valdavalt avamaataimlates. Aastas saab istutusküpseks keskmiselt 9 miljonit männiseemikut, 7 miljonit kuuseistikut ning 1 miljon kaseemikut ja teisi lehtpuid (Riigimetsa Majandamise Keskus, 2013).

17.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

- **Reguleerivad teenused**

1. Süsiniku hoidmine ja sidumine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad ja metsamullad seovad suures koguses süsinikku. Seotud süsiniku kogus puises biomassis metsamaal oli 2013. aastal 191,179 mln tonni ning see on kasvanud järjepidevalt viimase kümnendi jooksul (Statistikaamet, 2015).

Eesti metsaökosüsteem seob aastas umbes 5,5 mln tonni süsihappegaasi, millest kasvavasse puitu talletub ligikaudu 5,0 mln tonni CO₂ ja mulda 0,4 mln tonni CO₂ aastas, vähem akumulereub süsinikku varises ja surnud puidus (Ministry of Environment, 2014). Kõlli et al. (2004) andmetel on Eesti metsamuldade orgaanilise süsiniku varu 314,4 ± 27,1 Tg C, millest ca 57% asub huumuskattes ja 43% alusmullas, kusjuures ca 55% on seotud mineraal- ja 45% turvasmuldadesse.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Metsade süsiniku sidumise võimet ohustavad põuad, tormid ja tulekahjud, mis pidurdavad puude võimet süsinikku siduda või põhjustavad puude hukkumise.

2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad aitavad leevendada piirkonna mikrokliima äärmusi, hoiavad niiskust, reguleerivad maapinnale, põhja- ja pinnavette jõudvat sademete hulka, temperatuuri ning kaitsevad tuulte ja UV-kiirguse eest.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad reguleerivad maapinnale jõudvat sademete hulka, püüdes kinni ja tarbides osa sademetest. Ühtlasi takistavad metsad pinnase erosiooni üleujutuste korral ja leevendavad üleujutuste negatiivseid mõjusid. Regulaarselt üleujutatavad metsad (nt Soomaa rahvusparkis) on sellega tõenäoliselt paremini kohastunud kui aladel, kus seni üleujutusi pole toimunud või toimub väga harva.

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Täpsemad näited pole teada.

4. Tormikaitse

4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad võivad kaitsta tormituultega kaasneva erosiooni ja purustuste eest. Metsade roll on suurem mosaiiksetes ja erosioonitundlike muldadega põllumajandusmaastikes.

4.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Täpsemad näited pole teada.

5. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus

5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad koos muldadega aitavad reguleerida alal looduslikku veerežiimi ja aitavad leevendada äärmuslikest temperatuurist ja sademetest tingitud mõjusid sealsele veerežiimile. Metsad võivad reguleerida ja mõjutada ojade ja jõgede vooluhulka ning samuti vee kvaliteeti. Lahemaa rahvuspargis on hinnatud, et vesi imendub maapinda ja puhastub mahus 760 m³/ha, mis teeb vee puhastamisteenuse keskmiseks väärtuseks turuhindade järgi 27,6–31,5 mln € (Ehvert, 2013).

5.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Täpsemad näited pole teada.

6. Põua leevendamine

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt p 5.

6.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Täpsemad näited pole teada.

7. Põhjaveetaseme hoidmine

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt p 5.

7.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Täpsemad näited pole teada.

8. Kaitse erosiooni vastu

8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad kaitsevad pinnast tuule- ja vee-erosiooni eest. Vt p 3 ja 5.

8.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Täpsemad näited pole teada.

9. Looduslik kahjurite ohjeldamine

9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsas elavad liigid võivad aidata reguleerida kahjurputukate arvukust ja levikut, kes ohustavad inimest, kariloomi või taimekasvatust, kuid ilmastikumuutused võivad seda võimet pärssida. Eestis on käimas mitmed uuringud (seenhaigused ja kliimamuutus; invasiivsed metsakahjurid, jt), mille käigus analüüsitakse kliimamuutuste mõju metsa ökosüsteemidele.

9.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Kuuse-kooreüraski (*Ips typographus*), ühe meie tavalisema metsakahjuri puhul ilmnevad ilmastikumuutused selgelt (Õunap, 2013). Paaril viimasel aastakümnel on täheldatud, et putuka lendlus toimub varem, areng on kiirem ja varasema ühe põlvkonna asemel areneb tal nüüd reeglina kaks põlvkonda aastas. Teine põlvkond on sageli arvukam kui esimene ja selle poolt tekitatud kahjustused võivad olla oluliselt suuremad. Nii nagu ilmastikumuutused soosivad kuuse-kooreüraskit, võimaldavad need meie aladele levida seni meist mõnevõrra soojema kliimaga piirkondades elanud liikidel.

10. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

10.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti metsadesse on viimastel aastakümnetel saabunud mitmeid uusi haigustekitajaid ja metsakahjureid. Nt on Eestisse saabunud saaresurm, punavöötaud ja pruunvöötaud (Õunap, 2013).

10.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Nii äärmuslikud ilmastikutingimused kui ka raietele järgnev keskkonnatingimuste muutumine metsas võivad põhjustada metsade vastupanuvõime vähenemist haigustele ja haigustekitajatele ning soodustada nende levikut.

11. Õhukvaliteedi reguleerimine

11.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad püüavad kinni ja ka tarbivad osa õhusaastest (nt lämmastik- ja vääveloksiidid, peenosakesed). Veel 1990. aastatel oli probleemiks üleliigne õhusaaste, mis põhjustas happelisi sademeid (happevihmad), siis tänapäevaks on see probleem oluliselt leevenenud. Metsade roll õhukvaliteedi reguleerijana ja puhastajana on kõige olulisem linnalistel aladel ja tiheda transpordiliiklusega magistraalide ümbruses, kus nad püüavad kinni osa transpordist ja eramute korstnatest lendunud peenosakestest, mis on sisse hingates inimeste tervisele ohtlikud.

11.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

12. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine

12.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Puid ja metsastamist võib kasutada saastatud alade tervendamiseks ja puhastamiseks.

12.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

13. Mullaviljakuse hoidmine

13.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt ptk „Mullaviljakus“.

13.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

- **Kultuurilised teenused**

1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

RMK pakutavaid puhke- ja kaitsealade võimalusi kasutati 2012. aastal kokku 1,6 miljonil korral (Keskkonnaagentuur, 2014b). Üht või teist laadi organiseeritud loodusturismi oli viimase 12 kuu jooksul (2007–2008. a) harrastanud 37% elanikkonnast, enamik neist – 26% elanikest – on viibinud ettevalmistatud puhkekohtadel (Kaldaru, 2008). Populaarsuselt teisel kohal olid õppe- ja matkarajad (19%).

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

2. Virgestuse ja turismiga seotud välitegevused (matkamine, jooksmine, suusatamine jm)

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Põhiliseks kokkupuuteks metsaga on 43% inimestel metsas puhkamine või sportimine, millest populaarsem on vaid marjul-seenel käimine (ligi pool elanikkonnast) (Kaldaru, 2008).

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

3. Loodusharrastused

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsa toovad inimesi botaanika, mükoloogia ja bioloogiaga seotud loodusharrastused (taimede-loomade vaatlemine, uurimine).

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

4. Kunst

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsad on olnud inspiratsiooniallikaks temaatilistele kirjandusteostele, maalidele, loodusfotograafias.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

5. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsadega on seotud teatud paikkondade identiteet (nt Nõmme ja männikud). Metsades leidub kunagisi ja praegusi hiisi ja arvukalt pärandkultuuri objekte. Osasid neist eksponeeritakse ja kasutatakse maaturismiga seotud lisaväärtuse loomiseks (IAP, 2008). 70% Eesti 15–74-aastastest elanikest peab oma elu mingil moel metsaga seotuks, 30% mitte (Kaldaru, 2008). Põhilisteks kokkupuudeteks metsaga on marjul-seenel käimine (ligi pool elanikkonnast) ja metsas puhkamine või sportimine (43%). RMK on kaardistanud riigimetsas olevad hiiemetsad ja muud metsas asuvad pärandkultuuriobjektid. RMK andmetel on kaardistatud üle 35 000 objekti.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub. Osad pärandkultuuriobjektid võivad olla ilmastikutundlikumad.

6. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt p 1 ja 2.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub. Tõenäoliselt käiakse vihmastel aastatel metsades vähem.

7. Hariduse ja teaduse edendamine

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Haridust aitavad pakkuda loodusõpperajad, infotahvlid. 2012. aastal korraldati RMK 18 looduskeskuses 2698 loodusteadlikkust ja -hoidlikkust edendavat programmi, milles osales kokku 52 604 huvilist (Keskkonnaagentuur, 2014b). RMK teavitussüritustel (konkursid, matkapäevad, teemaõhtud, teabepäevad) osales 147 169 huvilist. 2013. aastal kasutati RMK pakutavaid puhke- ja kaitsealadel liikumise võimalusi aasta jooksul kokku 1,7 miljonil korral. Sagadi mõisas asub Eesti metsamuuseum.

Metsavaldkonnas toimub aktiivne teadustöö, sh looduskeskkonna seire riiklikel seirealadel.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

• Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele

Kliimamuutuste mõjudega kohanemise meetmete väljatöötamine on ette nähtud Eesti Metsanduse Arengukavas aastani 2020. Tinglikult võib kohanemismeetmena arvestada ulukite küttemislimiite.

5.2.1. Sooökosüsteemid ja nende teenused

Tabel 67. Sooökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1.Aineringete toimimine	1.Looduslike mageveekalade saak
2.Fotosüntees	2. Ulukid
3.Mullateke	3.Marjad
4.Biogeokeemilised ringed	4.Seened
5.Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	5.Puit toorainena
6.Geneetiline mitmekesisus	6.Puit kütteks
7.Liigiline mitmekesisus	7.Muud bioenergia allikad
8.Koosluste mitmekesisus	8.Väetised
9.Troofiliste tasemete toimimine	9.Muud materjalid
	10.Looduslikud ravimid
	11. Biokemikaalid jm farmatseutilised ained
	12.Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid
	13.Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)
	14.Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1.Süsiniku hoidmine ja sidumine	1.Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2.Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2.Harrastusjahipidamine
3.Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3.Harrastuskalapüük ja kalaturism
	4.Harrastuslik marjade ja seente korjamine
5.Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	5. Muud loodusharrastused
6.Põua leevendamine	6. Disain (mood, sisekujundus jm)
7.Põhjaveetaseme hoidmine	7.Kunst
8.Kaitse erosiooni vastu	8.Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
9.Õhukvaliteedi reguleerimine	9.Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
10.Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	10.Hariduse ja teaduse edendamine
11. Mullaviljakuse hoidmine	
12. Tolmeldamine	

• Varustusteenused

1. Looduslike mageveekalade saak

1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mageveekalade saagi kohta rabajärvedest täpsem info puudub. Tõenäoliselt moodustab saak väikese osa kõigist mageveekogudest püütud kalasaagist (ca 4500 t/a, Maaeluministerium, 2013).

1.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

2. Ulukid

2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Soometsad võivad olla elupaigaks mitmetele ulukitele, kuid mitte tingimata eelistatud jahipidamiskohaks jahimeestele.

2.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

3. Marjad

3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Peamised soodest kogutavad marjad on jõhvikas ja rabamurakas (Liiders, 2003; Erametsakeskus, 2010a). Vähemalt keskmise saagikusega elupaiku on jõhvikal erinevatel andmetel 21 000 ha (Erametsakeskus, 2010a) kuni 26 000 ha (Eesti turbaalade, 2010). Jõhvika bioloogiliseks varuks on hinnatud ligi 6000 t/a ning hinnanguliselt korjatakse sellest 15-25% (Erametsakeskus, 2010a).

3.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Marjade saagikus sõltub olulisel määral ilmastikuoludest kogu vegetatsiooniperioodi vältel. Saagi ikaldumiseks ei pea tingimata esinema äärmuslikud ilmastikuolud. Samas võib marjade saagikus olla aastati Eesti eri osades väga erinev.

4. Seened

4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Soometsades kasvab mitmeid söögiseeni, kuid soometsade majanduslik tähtsus jääb väikeseks. Hinnanguliselt on keskmine seente varu kõdusoo-kuusikus ja siirdesoo-kaasikus vastavalt 23,2 ja 22,5 kg/ha (Erametsakeskus, 2010a).

4.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

5. Puit toorainena

5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Metsamajandusega seoses on Eestis kuivendatud ~ 560 000 ha turbaalaid, millest ~ 60 000 ha moodustab endiste põllumajandite metsakuivendus (Eesti turbaalade, 2010). Nendest metsadest varutud puidu kogused on teadmata.

5.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Puidu väljavedu takistavad pehmed ja lühikesed talved, mil ei teki piisavalt külmunud pinnast.

6. Puit kütteks

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt p 5.

6.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Muud bioenergia allikad

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Turvas on olulisemaid sooökosüsteemi pakutavatest kaupadest, mida kasutatakse nii kütteks kui ka aianduses kasvuturbana. Kütteks sobib paremini hästilagunenud turvas, mis asub turbakihi allosas (Keskkonnaagentuur, 2014a). Aastatel 1992–2013 on Eestis turvast kaevandatud 0,3–1,5 mln t aastas, kusjuures hästi- ja vähelagunenud turvaste osakaalud kogumahust on viimastel aastatel peaaegu võrdsed. Kaevandatud turbast kasutatakse ligikaudu 40% küttena.

7.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Turba kaevandamise kogused sõltuvad suurel määral ilmastikutingimustest – sademete hulgast ja tuule tugevusest (Keskkonnaagentuur, 2014a). Põuastel suvedel on suur oht turbaväljade ja -aunade süttimiseks. Salm *et al.* (2012) tegid kindlaks, et kaevandatud ja kaevandamisel olevad turbaalad on märkimisväärsed CO₂ ja N₂O emiteerijad, samas kui looduslikus seisundis ja kuivendatud turbaalad on olulised metaani (CH₄) emiteerijad. CO₂ emissiooni suurendas kõrgem mulla temperatuur, CH₄ emissiooni aga kõrge veetase. Ilmastik mõjutab ka turba väljavedu turbaalalt.

8. Väetised

8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Aianduses kasutatakse vähelagunenud turvast, millest toodetakse väetistega segatud kasvuturbast, aga ka turbapotte, -pätse ja -plokke, mis läheb põhiosas ekspordiks (Keskkonnaagentuur, 2014a). Kaevandatud turbast kasutatakse ligikaudu 60% aianduses. Nt Biolan Baltic OÜ toodab kasvuturbast Lavassaare rabast ja ekspordib seda ligi 90% ulatuses. Biolan Baltic OÜ toodab turvast ka kuivkäimlate jaoks (Biolan Baltic, 2015). Eesti on aiandusturba ekspordimahu poolest maailmas 3.–4. kohal (Paal ja Leibak, 2013).

8.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Vt ptk „Muud bioenergia allikad“

9. Muud materjalid

9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Turvast on vähemal määral kasutatud keskkonnatehnoloogias läga sidumiseks, õli püüdmiseks ja lõhnafiltrites, kuid kasutusmahtude kohta andmed puuduvad (Eesti turbaalade, 2010). Turvast kasutatakse loomade allapanuna. Samuti segatakse turvast reovee puhastusjaamadest eemaldatud settega (mudaga), mida kasutatakse haljastuses. Maal, kuhu laotatakse haljastusmulda (töödeldud reoveesetet), ei tohi aasta jooksul pärast laotamist kasvatada köögiviljakultuure ning ravim- või maitsetaimi toiduks või söödaks (Tallinna Vesi, 2015). Vähesel määral kasutatakse turvast põllumajanduses loomadele allapanuks.

9.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Vt ptk „Muud bioenergia allikad“

10. Looduslikud ravimid

10.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Turvas on tooraineks farmaatsiatööstusele. Kesk-Euroopas toodetakse turbast ravimite kasutamiseks vajalikke aineid, Eestis teadaolevalt mitte, kuigi selleks otstarbeks sobivat turvast leidub (Eesti turbaalade, 2010; Orru *et al.*, 2007).

Soodes kasvab ka mitmeid farmaatsiatööstuses juba kasutatavaid või potentsiaalseid kasutamisevõimalusi pakkuvaid ravimtaimi (sookail, huulheinad, rabamurakas jt). Nende kasutusmahud pole teada.

10.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

11. Biokemikaalid jm farmatseutilised ained

11.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

a. Turbas leiduvad humiinained leiavad kasutust balneoteraapias (Orru *et al.*, 2007). Eestis leidub balneoloogilistel eesmärkidel kasutatavat turvast vähemalt 0,92 mln tonni, kuid hetkel teadaolevalt ei kasutata.

b. Paal ja Leibak (2013) märgivad, et farmaatsiafirmad on hakanud huvi tundma huulheina (*Drosera sp*) kokkuostmise vastu. Andmed Eesti kohta puuduvad.

11.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

12. Mittemeditsiinilised looduslikud biokemikaalid

12.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Turba happelise hüdrolüüsi jäägi leeliselisel töötlusel on võimalik toota ioonitmuldade regenereerimisvahendeid ja (pärm)kasvustimulaatoreid (Eesti turbaalade, 2010). Kasutusmahtude kohta andmed puuduvad.

12.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

13. Looduslikud toonijad ja värvid (värvitaimed)

13.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Turbasammaldega on värvitud lõnga.

13.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

14. Kohalike ristandite, loomatõugude ja taimesortide edendamine

14.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eestis on aretatud kuus kodumaist jõhvikasorti: 'Kuresoo', 'Maima', 'Nigula', 'Soontagana', 'Virussaare' ja 'Tartu', mis on registreeritud sortideks ja on sordikaitse all alates 12.08.1996 (Metsamarjad, 2015).

14.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

- **Reguleerivad teenused**

- 1. Süsiniku hoidmine ja sidumine**

- 1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

Ökoloogilise tasakaalu säilitamise seisukohast on looduslikel turbaaladel, eriti ombrotoofsetel rabadel, oluline tähtsus orgaanilise süsiniku akumulatsioonina (Eesti turbaalade, 2010). Üks hektar looduslikus seisundis olevat sood akumulatsioonina aastas keskmiselt Eesti turbaalade (2010) järgi umbes 2 tonni CO₂ aastas, Paali ja Leibaku (2013) järgi 23 g süsinikku m²/a.

Kuresoo lageraba ja siirdesoo seovad 1536,5 tonni süsinikku aastas (Kosk, 2012a). Kuivendatud taimestikuta ja taimestikuga turbaalad muutuvad seoses turba orgaanilise aine lagunemisega ise õhku lenduva süsihappegaasi allikateks (Eesti turbaalade, 2010). Kuivendustööde tulemusena on 60–70% Eesti turbaaladel turba akumulatsioon seiskunud. Turba moodustumine jätkub ainult inimtegevusest mõjutamata soodes ning on mahus 400 000 t/a (Eesti turbaalade, 2010).

Süsiniku hoidjana talitlevad ka soode puistud. Nt Kuresoo raba puistutes on hinnanguliselt talletatud 78,18 Gg süsinikku (Kosk, 2012a, 2012b). Eesti kuivendatud turbaalade CO₂ süsiniku emissioon on 9,6 mln t/a, millele lisandub 4,0 mln tonni CH₄ süsinikku aastas (Paal ja Leibak, 2013).

- 1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju**

Teave puudub.

- 2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine**

- 2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

Sood võivad mõjutada kohalikku mikrokliimat, sealjuures õhuniiskust ja -temperatuuri. Märjalades salvestatud veevaru ja sealne taimkate ühtlustab temperatuuri ja niiskuse gradientide (Nõges *et al.*, 2012).

- 2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju**

Teave puudub.

- 3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine**

- 3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

Vt: Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus.

- 3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju**

Teave puudub.

- 4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus**

- 4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

Looduslikus seisundis turbaaladelt aurustub tagasi atmosfääri ~60 % alale langenud sademetest (Eesti turbaalade, 2010). Madalsood on hüdroloogiliselt seotud keerukatesse pinna- ja põhjavee

süsteemidesse ning väga hea kvaliteediga põhjavee väljakiildumise kohtadeks allikatele või põhja- ja pinnaveevarude täiendajateks.

Läbi turbaalundi imbub aastas umbes 3 cm paksune veekiht, seega 300 m³ vett hektari kohta (Eesti turbaalade, 2010). Soost voolab välja ~ 40% tema pinnale langenud sademeist. Suurem osa sellest veest jõuab jõgedesse, kuid teatud osa infiltreerub ja toidab põhjavett. Triisberg, Karofeld ja Paal (2013) näitasid, et veetase kaevandatud turbaaladel omab suuremat rolli turbaala taimestumisel kui toitainete kättesaadavus ja diaspooride levimine.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

5. Põua leevendamine

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Looduslikus seisundis sood aitavad tänu suurele veereservuaarile leevendada põua mõjusid, toites pinna- ja põhjaveesüsteeme.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

6. Põhjaveetaseme hoidmine

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt: Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Kaitse erosiooni vastu

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Taimestikuga kaetud kooslused aitavad vähendada mulla ja turba erosiooni. Erosioon probleemiks kuivendatud ja intensiivses kasutuses olevatelt turbaaladelt, samuti kaevandamisel olevatel aladel.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

8. Õhukvaliteedi reguleerimine

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Sood aitavad neutraliseerida õhusaastet. Kui õhusaaste koormus on liiga kõrge, on täheldatud olulisi muutusi soode (nt Kirde-Eestis) vee keemilises koostises ja taimkatte struktuuris (Karofeld *et al.*, 2007). Kirde-Eesti rabade võimet sealset pikaajalist õhusaaste koormust taluda on hinnatud puhverdusvõime piiril olevateks.

8.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

9. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon

9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Sood seovad õhusaastena maapinnale jõudnud lämmastiku- ja väevliühendeid (vt Õhukvaliteedi reguleerimine). Kuivendatud turbaalad muutuvad aga toitainete allikaks, kusjuures pinnaühikult välja kantav lämmastiku hulk ületab looduslikus soos seotava kuni kaks korda (Eesti turbaalade, 2010).

9.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

10. Mullaviljakuse hoidmine

10.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Soometsade mullaviljakus on madal, niisamuti turvasmuldadega põllumajandusmaastikel. Turvasmuldadega kooslusi võib ohustada maaharimine, mis võib kaasa tuua erosiooni.

10.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

11. Tolmeldamine

11.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Jõhvikas ja murakad sõltuvad tolmeldamisest. Eesti sood pakuvad elupaika sookooslustele iseloomulikele tolmeldajaliikidele (nt liblikad). Vt ptk Tolmeldamine.

11.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

• Kultuurilised teenused

1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti soodesse on viimasel aastakümnel külastajate jaoks ehitatud arvukalt laudteid ja soode külastamine sise- ja välismaiste turistide poolt on märgatavalt suurenenud (Eesti turbaalade, 2010). Soodes paiknevate laudteede pikkus ületab 50 km (Paal ja Leibak, 2013). Külastustaristu täpsem ulatus Eesti soodes pole teada. Tõenäoliselt levinuim tegevus on matkamine raba laudteedel ja matkaradadel, kuid täpsemad andmed puuduvad. Populaarsust on kogunud räätsamatkad rabades.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub. Äärmuslikud ilmastikunähtused ei soodusta tõenäoliselt välitegevusi.

2. Harrastusjahipidamine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kuna soodes on raske liikuda, siis tõenäoliselt ei ole tegemist aktiivse jahipidamisalaga.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

3. Harrastuskalapüük ja kalaturism

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kuna soojärved ja laukad ei ole kalarikkad, siis tõenäoliselt ei ole harrastuskalapüük rabades väga levinud.

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

4. Harrastuslik marjade ja seente korjamine

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt ptk-d Marjad ja Seened.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

5. Muud loodusharrastused

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Sohu toovad inimesi botaanika, mükoloogia ja bioloogiaga seotud loodusharrastused (taimede-loomade vaatlemine, uurimine). Populaarsust on kogunud rabamatkad räätsadega.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

6. Kunst

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Sooökosüsteemid on olnud inspiratsiooniallikaks sootemalistele kirjandusteostele, maalidele, loodusfotograafias.

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Soodega on seotud teatud paikkondade identiteet (Soomaa, Emajõe, Alam-Pedja, jt). Sood on mõjutanud märkimisväärselt meie rahvakultuuri, folkloori. Soodes leidub arvukalt pärandkultuuri objekte.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

8.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rabad on hinnatud stressimaandamiskohtadena, väärtustatakse rabade vaikust ja puhast loodust.

8.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

9. Hariduse ja teaduse edendamine

9.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Soode turbalasund sisaldab taimejäänuseid, õietolmu ja arheoloogilise väärtusega objekte. Sood on mudelbiotoobiks paljude looduses valitsevate seaduspärasuste uurimiseks ning mõistmiseks (Eesti turbaalade, 2010). Soodes on mitmeid loodusõpperadasid ja toimub aktiivne teadustöö, sh looduskeskkonna seire riiklikel seirealadel.

9.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

- **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**

Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad.

5.2.2. Mullaökosüsteem ja selle teenused

Tabel 68. Mullaökosüsteem ja selle teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Mullateke	1. Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)
2. Aineringete toimimine	2. Kompostmulla tootmine
3. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	
4. Seemnete levitamine ja säilitamine	
5. Troofiliste tasemete toimimine	
6. Geneetiline mitmekesisus	
7. Liigiline mitmekesisus	
8. Koosluste mitmekesisus	
9. Taimede püsti/kinnihoidmine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Matmisteenus
2. Mullaviljakus, mullakvaliteet	2. Loodusharrastused (koduaiandus)
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	4. Haridus ja teadus
5. Kaitse erosiooni vastu	
6. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	

7. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon puhastusfiltrina	
---	--

- **Varustusteenused**

1. Toidutootmiskeskond

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Muld loob keskkonna toidu tootmiseks, kus saavad kasvada inimesele tarvilikud taimed. Ligikaudu 46% Eesti põllumuldadest on väga hea potentsiaalse viljakuse ja hea keskkonnakaitse väärtusega, mis mõlemad on efektiivse ja keskkonnasäästliku põllumajanduse vajalikud eeldused (Keskkonnaagentuur, 2014a). 2010. aastal oli Eestis kasutuses 940 930 hektarit põllumajandusmaad, millest suure osa moodustas püsirohumaa (31,5%) (MAK 2014–2020). Suur osa põllumaast asus ka tootmiseks ajutiselt mittekasutataval püsirohumaal, mis moodustas kogu põllumajandusmaast 11,63%. Põllumajandusmaa pindalalt elaniku kohta (0,69 ha elaniku kohta) on Eesti Euroopa riikide (EL27 riikides keskmiselt 0,37 ha elaniku kohta) seas esimeste hulgas (Maaelu arengukava, 2015). Keskmise põllumajandusliku majapidamise suurus oli Eestis 2010. a 48 hektarit.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Ilmastikunähtuste mõju põllumaale ja mulla viljakusele on uuritud testaladel Eestis. Põllumajandusuuringute keskuse (PMK) andmetel (2014) sõltub toiteelementide liikumine mullaprofiilis eeskätt sademete hulgast ja jaotumisest. Leostumise seisukohast on pigem kriitiline sademete kogus septembris-oktoobris kui novembris. Sealjuures jätkub sooja sügise korral toitainete leostumine ka pärast detsembrist ja seda mõjutavad ka hilisemad sademed. Keskmise mullakihi mineraalse lämmastiku (N_{min}) sisaldus on suurem mais ja detsembris ning leostumisele soodne periood on eeskätt septembrist detsembrini, mil kõikidel aastatel on selles kihis ka N_{min} sisaldus tõusnud 2–3 korda. Seega toimub mineraalse lämmastiku leostumine sügiskülmade perioodil peamiselt nitraatlämmastikuna mullaprofiili alumistesse mullakihtidesse, kus nad aga ei ole enam kultuuridele kättesaadavad ning liiga suurtes kontsentratsioonides võivad saada ohuks keskkonnale.

Produktiivsust takistavad ka muldade vajakajäämised ehk puuded, mis süvenevad valede harimisvõtete tulemusena (Keskkonnaagentuur, 2014a).

2. Kompostmulla tootmine

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Orgaanilise aine lagunemisprotsesse ära kasutades on võimalik toota kompostmulda, mida kasutatakse kasvupinnasena ja väetisena. Eestis toodetakse kompostmulda reoveesetest, sõnnikust, eraldi sorteeritud prügila jäätmetest, omavalitsuste haljastusjäätmetest ning koduaedades. Peamiselt toodetakse Eestis kompostmulda reoveesetest, mida segatakse turba, saepuru vm taimse materjaliga. Eestis on umbes 47 reoveesete kompostimispaika ja peamine kompostimise viis on aunkompostimine (väljakute pindala 105 ha, aastane toodang 200 000 tonni) (Riigikogu keskkonnakomisjon, 2013). Sellist kompostmulda saab teatud tingimustel kasutada põllumajanduses ja haljastustööl. Siiski põllumajanduses reoveesetekomposti peaaegu ei kasutata, rohkem kasutatakse haljastustööl. Kompostmulda valmistatakse suuremas koguses ka sõnnikust, kuid tootmismahu kohta andmed puuduvad. Biolagunevatest jäätmetest toodetakse komposti prügilates jm vastava loaga ettevõtetes. Eesti nelja suurima

käitleja tootmisvõimsus 2014. aastal oli 11 100 t kompostmulda (Liivik, 2014). Omavalitsuste haljastusjäätmete ja koduaia kompostimismahtude kohta andmed puuduvad.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Kompostimisprotsessi rikuvad nii läbikuivamine (põuaperioodid) kui ka liigniiskus (rohked sademed).

- **Reguleerivad teenused**

1. Süsiniku hoidmine ja sidumine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Tänu fotosünteesivatele organismidele akumulereb arvestatav kogus atmosfäärisüsinikku mulda (Keskkonnaagentuur, 2014). Orgaanilise süsiniku varud varieeruvad muldades suuresti, sest igale mullatüübile on omane teatud kindel mahutusvõime. Eesti muldkatte orgaanilise süsiniku koguaru on 594 ± 37 Tg, millest *ca* 65% asub huumuskattes ja 35% alusmullas, teisalt *ca* 55% on seotud mineraal- ja 45% turvasmuldadesse. Suurem osa mulla orgaanilisest süsinikust akumulereb mullaerimile omase huumuskattena, kus ringleb valdav osa elusaine süsinikust (juured, fauna, mikroorganismid, viirused), paiknevad taimsete ja loomsete organismide jäänused (lagunemata ja osaliselt peenestatud vare) ja orgaaniliste ainete molekulid (eritised, huumushapped, proteiinid jpt). Orgaanilise süsiniku talitlemine mullas sõltub nii mulla liigist ja orgaanilise aine kvaliteedist kui ka asukoha ökoloogilistest tingimustest ja mulla kasutamise tehnoloogiast.

Mulla kuivendamine on seotud mullahingamise olulise intensiivistumisega, mistõttu kujunevad need alad süsihappegaasi allikateks, põhjustades seeläbi atmosfääri kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni tõusu ja kliima soojenemist

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

2. Mullaviljakus, mullakvaliteet

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Ligikaudu 46% Eesti põllumuldadest on väga hea potentsiaalse viljakuse ja hea keskkonnakaitse väärtusega (Keskkonnaagentuur, 2014a). Mullaviljakust väljendatakse boniteediga, mis iseloomustab erinevaid mullaparametreid (mulla lõimis, huumusevaru, toitainete sisaldus, veeolud, happesus) komplekselt. Eesti mulla boniteedi määramise hindeskaala lähtealuseks on keskmine rähkmuld, mille boniteet on loetud võrdseks 50 hindepunktiga (Kask, 1994). Mulla boniteet jaguneb omakorda kaheks: olemasolev ja perspektiivne boniteet. Olemasolev boniteet väljendab mullaviljakust koos teostatud maaparandustöödega – kuivendamine, kivide koristus jne ning perspektiivne boniteet väljendab potentsiaalset mullaviljakust juhul, kui seal oleks vajalikud maaparandustööd tehtud. Seega on paljudel muldadel kahe boniteedi absoluutväärtus erinev (nt liigniisked kuivendamata mullad), kuid paljudel juhtudel on see näitaja ka sarnane (mullad, millel puuduvad olulised mullaviljakust pärssivad mullaomadused) (PMK, 2014). Sarnase viljakusega mullad on koondatud ruumilistesse gruppidesse ehk viljakustsoonidesse.

Viljakustsoone on Eestis kokku 4426. Maakondade lõikes on kõige vähem tsoone Hiiu maakonnas (42) ja kõige rohkem Harju maakonnas (919), enam on viljakustsoone veel Järva ja Viljandi maakonnas ning vähem Valga ja Jõgeva maakonnas (PMK, 2014). Nt puudub

põllumajandusmaa 11 viljakustsoonis, mis katavad kokku 861 ha (PMK, 2014). Viljakustsoonid on aluseks maatulundusmaa (sh põllumaa, metsamaa) maksustamishinna määramisel ja maamaksu arvestamisel.

PMK andmetel asuvad mahetoetuse põllud keskmiselt väheviljakamatel (madalama boniteedi ja K ja P poolest vaesematel) muldadel kui KSM ja ÜPT toetuse põllud (PMK, 2014). Eraldi uuringut mahetoetuse aluste põldude paiknemisest turvasmuldadel tehtud ei ole.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Mullaviljakus väheneb valede harimisvõtete tulemusena (Keskkonnaagentuur, 2014a). Põllumuldade viljakust vähendavad liigniiskus (kõrge põhjavee seis, ülavesi) ca 50%; väljauhtumine, leetumine ja hapestumine ca 25%; pealis- ja alusmulla tihenemine (21%); veeerosiooni oht (10%); põuakartlikkus (9%); liialt varieeruv (kirju) mullastik (7–8%); õhuke ja huumusevaene pealismuld (< 5%); tuule-erosiooni oht (2–3%); pae lähedus (< 1%); suur koreselisus (< 0,5%) ja ajutine üleujutus (< 0,1%). Vt ka p 1.2.

3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Muld võib imada suure osa sademeveest, kuid see sõltub mulla lõimisest ja taimestikust (European Commission, 2005). Osad rohumaade ja metsade mullad võivad toimida käsnana ning absorbeerida 40% oma mahust veena.

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Valgveed ja vähene vee sidumisvõime võivad suurendada äkktulvade ja üleujutuste ohtu suurte sademete ajal. Kokkupressitud muldades on samuti häiritud vee infiltratsioonivõime, mis võib kaasa tuua põhjaveevarude vähenemise või valgvetete kaudu jõgedes äkilisi veetõuse.

4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vt p 3.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Vt p 3.

5. Kaitse erosiooni vastu

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mullad koos taimestikuga võivad toimida tuule- ja/või vee-erosiooni tõkestajana, kuid teatud tingimustel ja harimisviiside tõttu on teatud mullad väga erosioonitundlikud. Mullaerosioon mõjutab oluliselt mullaviljakust ning on üheks olulisemaks toitainete väljakannet põhjustavaks protsessiks. Isegi väikestes kogustes mulla ärakanne viib pika aja jooksul märgatava huumuse ning fosforiühendite kaoni.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Kõige suuremat osakaalu mullaerosioonis omab Eesti tingimustes ajutiste vooluvete toimel mullaosakeste ümberpaigutumine ehk mulla vee-erosioon (Maaelu arengukava, 2015). See leiab aset ebatasastel aladel (enamasti Lõuna-Eestis), kus mullaosakesed haaratakse voolava veega kaasa. Erosiooni intensiivsus sõltub oluliselt ka maakasutusest ning valdav osa vee-erosioonist pärineb haritavatelt põllumaadelt. Eriti tundlik on erosiooni suhtes mustkesa, aga ka maa, millel

kasvatatakse vahelharitavaid kultuure. Teraviljade kasvatamisel on erosiooniohtlikum periood künnist kuni taimkatte kujunemiseni.

Tuuleerosioonist on ohustatud eelkõige suured lagedad põllumassiivid ja taimkatteta kuivade huumusvaeste turvas- ja liivmuldadega põllud. Turvasmuldadega aladel loetakse ohustatuks tuulisemates piirkondades asuvad üle 0,5 ha suurused põllud.

6. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Koos orgaanilise aine lagunemisega toimub ka loodusvõraste ainete kahjutustumine, mis patogeensete organismide hävitamisega parandab mulla sanitaarset seisundit (Keskkonnaagentuur, 2014a)

6.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

7. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon puhastusfiltrina

7.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Muldades toimub sademeveega saabunud orgaaniliste ainete (vare, orgaanilised väetised, ka saasteained) lagundamine, muundamine ja talletamine (Keskkonnaagentuur, 2014a). Võimalikud saasteained lagundatakse ning üleliigne vesi suunatakse pinna- või põhjavette. Võime neid teenuseid osutada sõltub mulla lõimisest ja seisundist.

7.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

- **Kultuurilised teenused**

1. Matmisteenus

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti kultuuris on pikka aega enamlevinud matmisviisiks kirstumatus, viimasel paarikümnel aastal ka põletus- ehk urnimatus. Samuti on levinud lemmikloomade matmine vastavatesse kalmistutesse. Puudub teave kalmistute pindala kohta.

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

2. Loodusharrastused (koduaiandus)

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Aiandus on kümnete tuhandete aiapidajate huviala, mis eeldab mulla käsitlemist (kaevamine, komposteerimine, peenrad jne). Täpsemad andmed aiapidajate hulga ja aiamaade pindala kohta puuduvad. Aianduspoodide käive on aasta-aastalt suurenenud, mis näitab inimeste kasvavat

huvi koduaianduse vastu. 2009–2010. a oli Eesti nelja suurima aiandusettevõtte aastakäive 9,1–10,04 mln € (Äriregister, 2015).

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Ilmastikunähtused ei mõjuta niivõrd aiandushuviliste hulka kui nende kulusid (põuad ja pakased teevad aiakultuuridele kahju).

3. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mulla lõimisest tingituna on toimunud maaharimine erinevalt ja erinevate viisidega, loonud eeldused erinevate tööriistade loomiseks ja erinevate puhkemaastike ja maastikega seotud identiteedi loomiseks.

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

4. Haridus ja teadus

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mullastik toimib loodusliku arhiivina, säilitades teavet toimunud looduslike protsesside ja inimtegevuse kohta (Keskkonnaagentuur, 2014). Muld võib endas peita nii arheoloogilisi mälestisi kui palünoloogilisi leide. Hiljutised suuremahulisemad arheoloogilised leiud pärinevad Salme külast Saaremaalt, kus kaevati välja kaks viikingiaegset laeva koos sõjamoonaaga. Põllumaalt leitakse kevadkänniga ehteid, münte, odaotsi jms. Mullaprofilide tolmutera analüüsid annavad teavet nii looduslike kui inimeste toiduks kasutatud taimede ja nende leviku muutuste kohta piirkonnas. Mulla valdkonnas toimub aktiivne teadustöö, sh mullastiku seire riiklikel seirealadel.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

• Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele

Nii MAK 2014–2020 kui „Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“ rõhutavad mullaviljakuse säilitamise olulisust. MAK 2014–2020 on uus eraldi toetus „piirkondlik mullakaitse toetus“, millega soovitakse tagada turvas- ja erodeeritud muldade jätkusuutlik kasutamine piirkondades, kus mullaerosiooni oht on suur ja tõendatud. Muud meetmed puuduvad.

5.2.3. Tolmeldamisteenus

Tabel 69. Tolmeldamisteenus.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
----------------------	--------------------------

1. Eeldus looduslike putuktolmlejate taimede paljunemiseks	1. Looduslike putuktolmlejate taimede saak
2. Eeldus putuktolmlejate kultuurtaimede paljunemiseks	2. Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	3. Mesilasmee saak
5. Troofiliste tasemete toimimine	4. Muude meesaaduste saak
6. Geneetiline mitmekesisus	5. Looduslikud ravimid
7. Liigiline mitmekesisus	6. Kosmeetika toorained
8. Koosluste mitmekesisus	
9. Elutsükli säilitamine	
10. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Tolmeldamine	1. Harrastusmesindus
	2. Kunst
	3. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
	4. Traditsiooniline käsitöö
	5. Hariduse ja teaduse edendamine

- **Varustusteenused**

1. Looduslike putuktolmlejate taimede saak

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

60–70% taimeliikidest on putuktolmlejad, kultuurtaimedest ligi kolmandik (Kremen *et al.*, 2007). Eestis on tolmeldajateks mitmed putukaliigid ja -rühmad: meemesilane, kimalased (ca 30 liiki), erakmesilased (ca 200 liiki), liblikad (ca 2400 liiki), lisaks ka mitmed sirelased, kärbsed ja mardikad. Meemesilase tähtsus tolmeldajana on tõenäoliselt suurem kultuurmaastikus (linnalised alad, intensiivpõllumajandusega alad), samas kui teiste tolmeldajarühmade tähtsus on ilmselt suurem metsades, rabades ja suurtes loodusmassiivides.

Aia- ja põllukultuuride ning looduslike taimekoosluste tolmeldamise tagamiseks peaks Eestis olema vähemalt 75–80 000 mesilasperet (Mee tootmise, 2010). Samas on tolmeldajarühmade osatähtsus taimede tolmeldamisel ja saagikuse tagamisel ebaselge ja raskesti uuritav, mistõttu suundumus on meemesilase rolli liigselt ületähtsustada (Breeze *et al.*, 2011; Klein *et al.*, 2007, Bartomeus *et al.*, 2013).

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Tolmeldajarühmad reageerivad ilmastikunähtustele erinevalt, mis tagab selle, et olenemata valitsevatest ilmastikutingimustest on mõni tolmeldajarühm siiski võimeline tolmeldamisteenust osutama. Samuti on paljud taimeliigid erineval määral iseviljuvad. Meemesilast mõjutavad heitlikud talved ning jahedad ja vihmased kevaded ja suved. Üleliigsed vesisademed võivad uputada pinnases talvituvaid ja/või pesitsevaid kimalase- ja erakmesilaseliike. Täpsemaid uuringuid, kuidas on tolmeldajate vähesus mõjutanud looduslike putuktolmlejate taimede saake, ei ole teadaolevalt tehtud.

2. Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kultuurtaimedest ligi kolmandik on putuktolmlejad (Kremen *et al.*, 2007), kuid putuktolmeldajad tõstavad nende taimede saagikust erineval määral. Erinevate tolmeldajarühmade osatähtsus taimede tolmeldamisel ja saagikuse tagamisel on ebaselge (Breeze *et al.*, 2011; Klein *et al.*, 2007, Bartomeus *et al.*, 2013). Tõenäoliselt avaldub meemesilase suurem roll linnalistel ja põllumajanduslikel aladel, kus looduslike tolmeldajate mitmekesisus võib elupaikade vähesuse tõttu olla väike.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Puu ja köögiviljade saaki mõjutab lisaks tolmeldajate olemasolule ka kasvuaegne ilmastik ning nende mõju eristamine on keeruline. Vt ka p 1.2.

3. Mesilasmee saak

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti Mesinike Liidu (2010) ja Eesti Konjunktuuriinstituudi (2013) andmetel toodetakse Eestis aastas ligikaudu 1000 tonni mett, millest ligikaudu poole annavad hobimesinike ja poole mesindustootjate mesilaspered. Keskmise meetoodang mesilaspere kohta oli 27,8 kg. Ajavahemikul 2000–2011 kasvas mee tarbimine 500 grammist 1,2 kg-ni inimese kohta aastas (Mee tootmine, 2013; Eesti Konjunktuuriinstituut, 2013). Eestis toodetud kodumaine mesi katab meevajadusest 85–90% ja importmesi 10–15% (Mee tootmise, 2010).

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Mee toodangut mõjutab enim suvine ilmastik, kusjuures negatiivselt mõjuvad nii liiga jahe, liiga soe kui ka liiga vihmane suvi. Mesilasperede arvu mõjutavad muuhulgas talvitumistingimused, nagu pikaajaline liiga madal temperatuur ning suured temperatuurikõikumised. Nt 2002/2003. a külma talve tõttu oli kevadeks hukkunud 35% mesilaperedest (Mee tootmise, 2010). – Mesinike Liidu andmetel vajavad mesilaspered külmade talvede üleelamiseks rohkem toitu (keskmiselt 20 kg suhkrut pere kohta) kui pehmematel talvedel ja täiendavat mesilastarude soojustamist (Mee tootmise, 2010). Seetõttu hinnatakse Eesti mesinduse kulusid suuremateks kui lõunapoolsemates EL riikides. Suuremate tootmiskulude tõttu on Eesti mesi vähem konkurentsivõimeline EL turul.

4. Muude meesaaduste saak

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eesti Mesinike Liidu (2010) andmetel toodetakse Eestis aastas 6–7 tonni õietolmu, 20–25 tonni vaha ja umbes 1 tonn proopolist. Suira, mesilaspiima ja mesilasmürgi toodangu kohta info puudub.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Vt p 3.2.

5. Looduslikud ravimid

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mesi, taruvaik, suur, mesilaspiim ja mesilasmürk on kõik kasutusel looduslike ravimitena, mida tarbitakse otse või tehakse salve ja leotisi. Vt p 4.1.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Vt p 3.2.

6. Kosmeetika toorained

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kosmeetikas kasutatakse ennekõike mett, kuid osakaal kogutarbest pole teada.

6.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Vt p 3.2.

- **Reguleerivad teenused**

1. Tolmeldamine

1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Eestis on tolmeldajateks mitmed putukaliigid ja -rühmad: meemesilane, kimalased (ca 30 liiki), erakmesilased (ca 200 liiki), liblikad (ca 2400 liiki), lisaks ka mitmed sirelased, kärbsed ja mardikad. Enamike nende tolmeldajaliikide tolmeldamisvõime ja kliimamuutustega kohastumisvõime kohta on teada vähe.

Putuktolmlejate taimed ja tolmeldajad on evolutsiooni käigus oma fenoloogilised rütmid sünkroniseerinud selliselt, et taimede õitsemisaeg langeks kokku vastavate tolmeldajate korjeperioodiga (Memmott *et al.*, 2007). Sellega seoses võivad mõned taime-putuka paarid, kellel on väga täpselt sünkroniseeritud suhe, sattuda kliimamuutuste tõttu ohtu, kui taimede õitsemisaeg ja putuka korjeaeg ei lange enam kokku. Suuremas ohus on juba niigi haruldased liigid. Lisaks võivad pika suvise tegutsemisperioodiga tolmeldajatel esineda pikad näljaperioodid, kui looduses ei ole korjet, sest teatud taimed õitsevad varem korraga ära. Kui taimede ja tolmeldajate fenoloogia peaksid 21. sajandi lõpuks nihkuma omavahel 1–3 nädalat, siis see võib mõjutada paljusid tolmeldajaliike.

Meemesilase tolmeldamisteenuse uuring Euroopas näitas, et Eesti on tolmeldamist vajavate kultuuride pindala kohta üks kõige vähem meemesilase teenust kasutav riik (Breeze *et al.*, 2014). See tähendab, et Eestis sõltuvad nende kasvatatavate kultuuride tolmeldamine olulisel määral ja üha rohkem looduslikest tolmeldajatest. Aga looduslike tolmeldajate seisundist teatakse võrdlemisi vähe.

1.2.Ilmastikunähtuste senine mõju

Meemesilast mõjutavad karmid ja ebaühtlased talved, kuid keeruline on eristada ilmastiku mõjusid tervisliku seisundi mõjust mesilaste hukkumises. Ilmastikunähtuste mõjud avalduvad riiklike seirete (nt kimalaste seire) tulemustes. Nt 2007. aastal arenesid mai- ja juunikuu kõrgete temperatuuride toel kimalaste pered kiiresti ja suguisendid ilmusid juba juuni lõpus (Põllumajandusuuringute keskus, 2007). Seetõttu lõppes ka perede areng varem ja kimalaste arvukus jäi võrreldes 2006. aastaga oluliselt madalamaks. Kimalaste arvukust on vähendanud ka vihmased ja jahedad suved.

- **Kultuurilised teenused**

1.Harrastusmesindus

1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Põllumajandusloenduse ajal 2001. a oli Eestis 7600 mesinikku (Mee tootmine, 2010). Mesinike keskmine vanus oli ligikaudu 60 eluaastat (Mee tootmine, 2010). 2013. aastal oli mesinike arv ligikaudu 6000 (Eesti Konjunktuuriinstituut, 2013).

2001.a. põllumajandusloenduse ajal oli Eestis 48 000 mesilasperet, 2002. a loendati 50 500 mesilasperet (Mee tootmise ja ..., 2010). Erinevatel põhjustel langes mesilasperede arv aastaks 2008. aastal 24 800-ni (Statistikaamet, 2015). Aastaks 2012. oli see tõusnud 41 400 pereni (Statistikaamet, 2015). Eestis võimaldaks pidada vähemalt 140 000 – 160 000 mesilasperet (Eesti mesinike liit, 2010).

1.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Ilmastikuolud võivad mõjutada hobimesinikke (kuni 10 mesilasperet) kui kõige arvukamat mesinikke rühma, eriti kui mesilasperesid on paar-kolm ja mesilased hukuvad või toovad väga vähe saaki.

2. Kunst

2.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Tolmeldajad pakuvad inspiratsiooni kunstis, kirjanduses, maalimises ja loodusfotograafias.

2.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

3. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

3.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mee turustamisel on oluline mee päritolu. Tarbijad tunnevad huvi, millistelt taimedelt ja korjealadelt on mesi pärit. Tarbitava mee päritolu uuringud näitavad, et tarbija eelistab eestimaist mett.

Hummuli vald on saanud oma nime kimalase järgi (sks k.), samuti on valla vapil kimalane.

Mesilastega seotud pärandkultuuriobjektiks on nn tarupuud ehk tarupettäid, kus kasvatati mesilasi enne mesilastarude kasutuselevõttu.

3.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

4. Traditsiooniline käsitöö

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Vahaküünalde valmistamine. Mahud teadmata.

4.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Teave puudub.

5. Hariduse ja teaduse edendamine

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kimalaste ja liblikate seiret koordineeritakse riiklikul tasemel, samuti toimub teadustöö kimalaste ja liblikate ökoloogia kohta. Kimalased ja liblikad on Euroopas armastatud putukad ja ühed näidisrühmad loodushariduse andmisel. Eestis on kimalase- ja liblikahuviliste hulk hetkel veel madal, kuid on suurenemas.

5.2. Ilmastikunähtuste senine mõju

Kimalaste seire tulemuste tõlgendamisel viidatakse ilmastiku mõjule: suured üleujutused ning pikk jahe kevad mõjutavad kimalasi negatiivselt, põud vähendab toiduressursiks oleva nektari kogust taimedes. Negatiivsete teguritena tuuakse veel välja haritava maa suur osakaal ja maastiku homogeensus. Kõrge kimalaste arvukuse tegurina tuuakse ühe põhjusena välja liblikõieliste kultuuride kasvatamist loendustransektide läheduses ning mosaiikset maastikku. Lisaks on leitud, et kimalaseliike ja isendeid leidub (pool)looduslikes elupaikades rohkem kui kultuurmaastikes (Põllumajandusuuringute keskus, 2014).

- **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**

Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad, pigem käsitlevad meetmed keskkonnamürkide kasutamise reguleerimist.

5.2.4. Niiduökosüsteemid ja nende teenused

Käesolevas peatükis käsitletakse niitudena poollooduslikke kooslusi ja põllumajanduslikke püsirohumaad, mida niidetakse või karjatatakse (ehk hooldatakse). Poollooduslikud kooslused (PLK) on puisniidud, looniidud, rannaniidud ja lamminiidud. PLK-dena eristatakse ka veel aru- ja soostunud niite ning puiskarjamaid (Talvi, 2001).

Tabel 70. Niiduökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Kariloomade saadused ja karjatamine
2. Mullateke	2. Bioenergia allikad (pilliroog, energiapaju)
3. Fotosüntees	3. Loomasööt (hein)
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Looduslikud ravimid (ravimtaimed)
5. Seemnete levitamine	5. Looduslikud toidulisandid
6. Troofiliste tasemete toimimine	6. Kosmeetika toorained
7. Geneetiline mitmekesisus	
8. Liigiline mitmekesisus	
9. Koosluste mitmekesisus	
10. Elutsükli säilitamine	
11. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine (eriti talvine taimkate)	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2. Harrastusjahipidamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine (luhaniit, rannaniit)	3. Muud loodusharrastused
4. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	4. Arhitektuur ja disain
5. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine (märgalad)	5. Kunst
6. Vee bioloogiline filtratsioon (märgalad)	6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad (hiied ja kultusekivid)
	7. Traditsiooniline käsitöö
	8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
	9. Hariduse ja teaduse edendamine (nt PLKde liigiline mitmekesisus)

• Varustusteenused

1. Kariloomade saadused ja karjatamine

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Poollooduslike koosluste hooldamiseks kasutatakse kariloomi (veised, lambad, kitsed) ja hobuseid. Veised, lambad ja kitsed pakuvad liha- ja/või piimasaadusi, mis võivad olla ka mahedad. PRIA registrisse (<http://www.pria.ee/et/Registrid>) kantud loomade üldarvud Eestis on teada, kuid teadmata on poollooduslikel niitudel ja püsirohumaadel peetavate loomade arv. Samuti on teadmata liha- ja piimasaaduste maht ning mahedate toodete osakaal, mida nendelt aladelt saadakse. Perioodil 2007–2013 hooldati MAKi toetustega poollooduslikke kooslusi (PLK) kaitstavatel aladel kokku 25 000 hektaril, kuigi eesmärgiks oli 35 000 ha. Perioodil 2014–

2020 on eesmärgiks saavutada hooldatud koosluste pindalaks kaitstavatel aladel 40 000 ha, mille eeldus on karjatavate loomade arvu suurenemine (MAK, 2020).

PLKd vajavad karjatamist, eriti rannaniidud, puisniidud ja looniidud, kuid nad on tundlikud tallamise, loomade ülemäärase arvu ja sellest tuleneva sõnnikukoguse ehk väetamise suhtes. Loomade karjatamisel on olulised õiged karjatamiskoormused. Karjatamiseks looniitudel on kõige sobivamad lambad ja kitsed, rannaniitudel veised ja hobused. Põllumajandusuuringute Keskuse andmetel karjatati loomi (sagedamini piimakarja ja lihaveiseid) umbes poolel kogu PLKde pindalast (Põllumajandusuuringute keskus, 2015).

1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Kliimateguritest mõjutavad loomade karjatamist ja vabalt peetavate loomade käekäiku äärmuslikud ilmaolud (üleujutus, torm, äike, kuumalained), kuid täpsemad andmed selle kohta puuduvad. Rannaniitude pindala võib ajutiselt tormide tagajärjel muutuda. Samuti muutub lamminiitude pindala kevadiste ja sügiseste üleujutuse ajal. Vihmased suved takistavad kariloomade karjatamist luhtadel nagu ka luhtade niitmist.

2. Bioenergia allikad

2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

- a) **Pilliroogu** saab kasutada katusmaterjalina aga ka otse põletamiseks tahke biokütusena, vääristada pelletiteks või brikettideks ja muundada vedelaks biokütuseks (Miljan ja Kask, 2013). Vastavate uuringutega tegeletakse, kuid realselt veel ei kasutata, sest pole suudetud lahendada liigse tuhasuse probleemi.
- b) **Energiapaju** kasvatatakse Eestis umbes 100 hektaril, kuid madalaväärtusliku muu võsa olemasolu tõttu ei ole spetsiaalselt rajatud energiavõsad veel majanduslikult ennast ära tasunud (Valdaru, 2014).

2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Külmad talved soodustavad roostiku lõikamist jää pealt. Roostike pindala võib väheneda ebasoodsate jääolude, tugevate tuulte, karjatamise intensiivsuse ja pilliroo lõikamise mahu suurenemise ning ökoloogiliste häirete, nagu põud või pakane, tõttu. Rooalade laienemist soodustab loomade karjatamise intensiivsuse ja roo lõikamise mahu vähenemine, kliima soojenemine ja vee eutrofeerumine.

Energiapaju kasvatamist mõjutavad pigem majanduslikud kui kliimategurid.

3. Loomasööt

3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Poollooduslikest kooslustest ja põllumajanduslikelt püsirohumaadelt niidetud heina saab kasutada loomasöödana. Poollooduslikes kooslustes on see seotud piiranguga, et looduskaitsetel põhjustel (lindude pesitsusaja lõppemine) on seal lubatud heina niita alates juuli keskpaigast, mil heina kui loomasööda kvaliteet on madal (Sarjas, 2010). Loomakasvatajad saavad söödaheina kätte peamiselt kultuurheinamaadelt ja PLK-heina osakaal on väike. PRIA maksab toetust PLK-de hooldamise eest.

3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖST-i mõjutanud

Teave puudub. Kevadise üleujutusperioodi pikenedes ja sademeterohketel suvedel on heina niitmine raskendatud.

4. Looduslikud ravimid

4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niitudel kasvavad taimed, mida kasutatakse ravimtaimedena ja tarbitakse peamiselt ravimteena. Täpsemad kasutusmahud on teadmata.

4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

5. Looduslikud toidulisandid

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rannikule ujutud **põisadrust** (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada ka toidulisandeid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis neid ei toodeta, kuid läbi on viidud sellealaseid uuringuid. Nurmenuku lehti kasutatakse kevadel toidulisandina. Täpsemad kasutusmahud on teadmata.

5.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Selline teave puudub, kuid võib eeldada, et tormidega ujutakse põisadrut rohkem randa.

6. Kosmeetika toorained

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rannikule ujutud põisadru (*Fucus vesiculosus*) on võimalik valmistada kosmeetika- ja meditsiinitooteid (Sakkeus ja Lassur, 2014). Eestis neid ei toodeta.

6.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Selline teave puudub, kuid võib eeldada, et tormidega ujutakse põisadrut rohkem randa.

• Reguleerivad teenused

1. Süsiniku hoidmine ja sidumine

3.3. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niitud toimivad süsiniku hoidjatena. Sellest on tingitud ka nõue püsirohumaade säilitamiseks ja talvise taimkatte hoidmiseks haritaval maal. Eesti niitude süsiniku sidumise maht pole teada.

3.4. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Äärmuslikud ilmaolud nagu suvised üleujutused või põuased perioodid mõjutavad niitude võimet süsinikku hoida ja siduda. Näiteks põuastel suvedel võivad looniidud kuivada sel määral, et ka taimestik hävineb. Samas on põual ka positiivne mõju, kuivõrd kadakate hävimine hoiab ära looniidu kinnikasvamise (Pärtel, 2004 viitega Rosenile, 1984).

4. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine

4.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Lamminiitudel on teatud kohaliku ilmastiku reguleerimise funktsioon, mille mõju sõltub eelkõige kevadise üleujutuse kestusest. Samuti mõjutavad looniidud lähiümbruskonna ilmastikku. Näiteks kevadel võib olenevalt paekihi paksusest sademevesi püsida niidul pikka aega, mis mõjutab lähiümbruskonna niiskusolusid. Samamoodi võib suviste põudade ajal kuumeneda paepealne maapind sedavõrd, et mõjutab ka lähiümbruskonna temperatuuri. Ekstreemsed ilmaolud mõjutavad loo- ja lamminiite ja seeläbi ka nende lähiümbruse temperatuuri ja õhuniiskust. Selle ÖSTi mahtusid pole teadaolevalt Eestis uuritud.

4.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teenuse pakkumist mõjutavad ennekõike tavapärasest veevaesemad, kuivemad ja kõrgema temperatuuriga perioodid. Täpsem teave puudub.

5. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

5.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niiduökosüsteemi võime üleujutusi ennetada ja leevendada tähendab ennekõike seda, kuidas toimivad omavahel ranna/kaldaprotsessid, geoloogiline ehitus ja ranniku/kaldakoosluste taimestik (Garpe, 2008). Märjalad jm loodusliku taimkattega alad ning kõrgete kallaste või

kõvade põhjadega alad (kivid) aitavad rannikul tormiaegsest merevee tõusust tingitud üleujutuste ulatust vähendada ja purustusjõudu leevendada. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine on esmatähtis rannikuäärsetes asulates, kus majanduslik kahju võib olla suur. Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest 11 asuvad rannikul, ülejäänud sisemaal, jõgede kallastel (Keskkonnaministeerium, 2011).

5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

ÖSTi pakkumist võib mõjutada rannikul kõrge mereveetase ja soodsast suunast puhuv tuul (nt jaanuaritorm 2005) või sisemaal temperatuuri tõusust tingitud lume kiire sulamine kevadel (nt Tartu Emajõgi 2013).

6. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Kariloomad võivad kokku puutuda vees olevate patogeenidega, kui nad joovad saastunud jõevett või merevett.

6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub. Loomataudide kohta kogub teavet veterinaaramet, kuid statistikas ei ole esile toodud, kas loom puutus kokku haiguse tekitajaga karjamaal. Ilmaolud võivad loomataudide levikut mõjutada seeläbi, et põuasel ajal leidub seisvat vett niidul/rohumaal, mis võib saastuda patogeenidega ja kust loomad joovad.

7. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niidud pakuvad vastavat ökosüsteemiteenust, kuid täpsemad mahud on teadmata. Samas on selle ÖSTi toimimist hakatud ära kasutama energiapaju kasvatamiseks ja samuti biopuhastina kasutamiseks (nt Rootsis jm Euroopas). Suviti pumbatakse sellistele võsadele vähesaastunud reovett. Taimed omastavad hästi selles leiduvad toitained ning toimivad omalaadse filtrina, aidates ära hoida keskkonna bakterioloogilist saastumist (Valdaru, 2014).

7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

6.Vee bioloogiline filtratsioon

6.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niitudest funktsioneerivad vee bioloogilise filtrina nii lamminiidud kui märjad rannaniidud. ÖSTi mõjutavad nii sademed kui ka üleujutusperioodi pikkus, et tagada piisav aeg vee filtratsiooniks.

6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

• Kultuurilised teenused

1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused

1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Niidud, rohumaad ja poollooduslikud kooslused on populaarsed paigad matkamiseks ja puhkamiseks. Ranna- ja lamminiidud on sobivad supluspaigad. Kevadise üleujutuse piirkonnad (Pärnu jõe, Kasari jõe, Emajõe luht) on populaarsed kanuumatkade korraldamiseks, kus saab lausa niidul paadiga liikuda. Viimasel kümnendil on saavutanud populaarsuse ka talgute korraldamine niitude taastamiseks, eelkõige võsa lõikamine, ja hooldamine (niitmine). Talgutel osalemist müüakse ka turismipaketina (nt Eestimaa Looduse Fond) nii Eesti kui välismaistele

turistidele. ÖSTi mõjutab ennekõike vihmane ilm ja pikemad vihmarohked perioodid. Päikesepaistelise ja kuiva ilmaga on küllastajate arv suurem. Kevadise üleujutusosalade kasutamist ja küllastamist mõjutab lumerohke talv ja sademed.

1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

2. Harrastusjahipidamine

2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Veelinnujaht rannikul. 2013. aastal oli jahipiirkondade kasutajate andmetel arvel 13 415 jahimeest, kuid täpsemad andmed rannikul või rohumaaadel toimuva jahi kohta puuduvad (stat.ee).

2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

3. Muud loodusharrastused

3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnuvaatlus avamaastikul, rannikul ja luhtadel on ilmselt üks populaarseimad. Suur osa linnuvaatlustest Eestis tehakse rannikulähedastel aladel, kus rändeajal kaks korda aastas lendab üle miljoneid linde. Populaarsemad linnuvaatluspaigad asuvad Lääne-Eestis. Eestis on linnuhuvilisi hinnanguliselt üle 1000, lisanduvad välisriikidest pärit linnuvaatlejad.

3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Ilmastik ei mõjuta olulisel määral.

4. Arhitektuur ja disain (mood, sisekujundus jm)

4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Rannakülade ja jõeluhtade äärne arhitektuur. Rannakülade puhul on eripäraks võrgu- ja paadikuurid, lautrid. Suurte jõgede üleujutusosalade eripäraks on heinaküünid ja elamud, mis taluvad üleujutusi. Lamminiitude üleujutuse näiteks on viiendaks aastajaks nimetatud Soomaa rahvuspargi jõgede kevadine üleujutus, mille ajal saab kanuuga sõita isegi läbi heinaküünide.

4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

5. Kunst (kirjandus, maalimine, fotograafia jm)

5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Puisniidud jm avamaastiku kooslused on olnud inspiratsiooniallikaks kirjandusteostele, maalidele, loodusfotograafias.

5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Ülevaade puudub, aga äärmuslikud ilmaolud (üleujutused, tormid rannal) on inspireerinud paljusid maali- ja fotokunstnikke.

6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Poollooduslike kooslustega on seotud ohvrikiivid, hiied, terviseallikad, põlispuud, jt ehk need on kohad, millega liituvad üleloomulikud tähendused (Hiimäe, 2004). Olulisel kohal on PLKde puhul olnud teadmised majandamisviisidest nagu aeg, millal võsa raiuda, et see aeglasemalt kasvaks, kuidas teha heinakuhja, kuidas laduda kiviaeda, millisest puust võtta aialatte jne (Roosaluste, 2004). Need teadmised on aga kadumas. Karja – ja heinamaadel on olnud oluline roll rahvalauludes ja muistendites.

6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud
Teave puudub.

7. Traditsiooniline käsitöö

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Traditsiooniline käsitöö on kasutanud mitmeid niitudel ja rohumaadel kasvavaid taimi, nagu pilliroog, paju jpt. Käsitöö mahtude kohta andmed puuduvad.

7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud
Teave puudub.

8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Seotud harrastuste ja virgestustegevustega.

8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud
Teave puudub.

9. Hariduse ja teaduse edendamine

9.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Loodusõpperajad, infotahvlid, looduskeskkonna püsiseirealad. Ülevaade nendest aladest ja kasutamisest on lünklik.

9.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud
Teave puudub.

- **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele**

Kliimamuutustega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad, kuid väljatöötamisel on üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad.

1.1.1. Linnaökosüsteemid ja nende teenused

Tabel 71. Linnaökosüsteemid ja nende teenused.

Tugiteenused:	Varustusteenused:
1. Aineringete toimimine	1. Puu- ja köögiviljad
2. Mullateke	2. Marjad
3. Fotosüntees	3. Seened
4. Ökosüsteemide stabiilsuse ja vastupanuvõime hoidmine	4. Looduslikud ravimid
5. Seemnete levitamine	5. Looduslikud toidulisandid
6. Troofiliste tasemete toimimine	6. Looduslikud ilutaimed
7. Geneetiline mitmekesisus	7. Joogi- ja kastmisvesi
8. Liigiline mitmekesisus	
9. Koosluste mitmekesisus	
10. Elutsikli säilitamine	
11. Kasvukohtade, paljunemisalade ja geenivaramu säilitamine	
Reguleerivad teenused:	Kultuuriteenused:
1. Süsiniku hoidmine ja sidumine	1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine
2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	2. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine
3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	3. Harrastuskalapäük
4. Müra leevendamine	4. Muud loodusharrastused
5. Õhukvaliteedi reguleerimine	5. Kunst
6. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad
7. Mullaviljakuse tagamine	7. Hariduse ja teaduse edendamine
8. Tolmeldamine	

• **Varustusteenused**

1. Puu- ja köögiviljad

1.1. Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

2011. aasta rahva ja eluruumide loenduse ning sotsiaalstatistika andmed näitavad, et Eestis on ligikaudu 175 000 põllumajanduslikku kodumajapidamist, mis tähendab, et peaaegu iga kolmas Eesti leibkond kasvatab oma tarbeks põllu- või aiasaadusi (Valdvee ja Klaus, 2013. Linnalistes asulates tegeleb aiapidamisega umbes iga viies seal elav leibkond. Kuigi kodumajapidamiste kasutuses olev põllumajandusmaa moodustab Eesti kogu põllumajandusmaast vaid 0,9% (2001. aastal 2,1%), siis mõnede kultuuride kasvatamisel on kodumajapidamiste osatähtsus väga suur. Näiteks on kodumajapidamistes kasvatatavate aiakultuuride ja kartuli all olevate pindade osatähtsus Eesti vastavates kogupindades märkimisväärne. Pinna järgi arvestatuna on nendes majapidamistes isegi üle 80% katmikköögiviljast, peaaegu 50% puuviljadest ja marjadest, 36% avamaaköögiviljast ja maasikatest ning 23% kartulist.

1.2. Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Öökülmad, tavapärasest jahedamad, soojemad või vihmased ilmad vegetatsiooniperioodil mõjutavad kasvatavate taimede saagikust, lumetud pakaselised talved aga võivad kaasa tuua viljapuude hukkumise. Pikaajalised ekstreemsed ilmastikuolud vegetatsiooniperioodil võivad mõjutada ka mitmeaastaste taimede talvekindlust. Detailsed andmed puuduvad.

2. Marjad

2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Avalikus ruumis korjatakse kõige aktiivsemalt linnametsades kasvavaid vaarikaid ning rannikul kasvavaid kurdlehise kibuvitsa vilju. Vähemal määral muid metsamarju, sh mustikad, pohlad ja metsmaasikad. Täpsem ülevaade korjemahtudest puudub.

2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

3. Seened

3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Seeni korjatakse ennekõike linnametsadest, vähesel määral ka parkidest. Sagedamini korjatavatest seentest ja korjemahtudest ülevaade puudub.

3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

4. Looduslikud ravimid

4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Levinuim on tõenäoliselt avalikust ruumist (parkidest) pärnaõite kogumine ravimtee valmistamiseks. Valdav osa ravimteede toorainet saadakse kas oma aiast või väljastpoolt linnalisi alasid. Samuti toodetakse linnalistel aladel mesindussaadusi (vt ptk „Tolmeldamisteenus“). Täpsem ülevaade korje- ja tootmismahutudest puudub.

4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave osaliselt olemas mesindussaaduste kohta (vt ptk „Tolmeldamisteenus“).

5. Looduslikud toidulisandid

5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Olulisemaks artiklik on linnametsades kohati kasvav karulauk. Näiteks Tallinna linnametsades asuvad karulaugupaigad on kevadperioodil väga tugeva korjesurve all.

5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

6. Looduslikud ilutaimed

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnas metsades, jäätmaadel ja märgaladel kasvavad mitmed looduslikud ilutaimed, mida kasutatakse lõikelillena (ülased, sinililled, pajud, jpm kevadel õitsevad taimed). Samuti kasutatakse taimekompositsioonides mustika- ja pohlavarsi.

6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

7. Joogi- ja kastmisvesi

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Aedades kogutakse katustele sadanud vihmavett, mida kasutatakse kastmisveena tarbe- ja iluaias. Samuti kasutatakse kastmisveena ka joogivett, sealjuures on täiendava veemõõtja olemasolul võimalik ühisveevärgist pärineva joogivee kasutamisel kastmisveena pääseda kanalisatsioonitasust. Vihmavee ja joogivee mahud, mida kasutatakse kastmisveena, on teadmata. Eesti linnades on elanikele joogiveena tagatud ühisveevärgi vesi, milleks on peamiselt pinnavesi (ainult Tallinnas ja Narvas) ja põhjavesi.

7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Joogivee kättesaadavust linnalistel aladel, kus enamik leibkondi on liitunud ühisveevärgiga, ei ole ilmastikunähtused teadaolevalt mõjutanud. Kuivõrd Tallinn ja Narva tarbivad pinnavett, siis võivad põuased suved ja lumevaesed talved vähendada veehoidlate veemahtu. Veevaestel aastatel suureneb ka veeõitsengutega kaasnevate toksiinide oht.

- **Reguleerivad teenused**

1. Süsiniku hoidmine ja sidumine

- 1.1. **Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

Linnalistel aladel peetakse olulisemateks süsiniku sidujateks ja talletajateks linnapuud ja mulda. Linnapuud hoiustavad süsihappegaasist fotosünteesi käigus seotud süsiniku puitse biomassina. Linnapuude süsinikubilanssi saab kasutada linna süsinikubilansi arvutustes seoses linnade süsinikuneutraalsusega.

Puu süsinikusidumise võime sõltub tema asukohast linnaruumis, hooldusest, puu liigist ja vanusest. Ameerika Ühendriikide linnades on linnapuude süsinikusidumise mahuks arvatud keskmiselt 7,69 kg süsinikku ühe m² võra pindala kohta ning Leipzgis Saksamaal on vastav näitaja 6,82 kg/m² (Nowak *et al.*, 2013). Keskmiseks süsiniku sidumise mahuks aastas on Nowak jt (2013) järgi 0,28 kg/m². Linnamuldade süsinikusidumise võime võib olla kuni kolm korda suurem, kuid uuringuid on selle kohta tehtud vähe. Eestis vastavasisuliselt uuringuid linnalistes ökosüsteemides teadaolevalt tehtud pole.

- 1.2. **Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

Linnapuud ohustab ennekõike põud, mis koosmõjus soolareostuse, haiguste ja rikutud mullaökosüsteemiga võivad viia süsiniku sidumise häireteni ja ka puude hukkumiseni. Ennekõike on ohustatud tänavapuud, mõnevõrra vähem pargipuud ja linnametsad. Täpsem teave puudub.

2. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine

- 2.1. **Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

Eesti linnad ümbritsevate alade mikrokliimat tõenäoliselt ei mõjuta, kuid linnades sees võib esineda iseloomulik soojem ja kuivem mikrokliima, millel on nii positiivseid kui ka negatiivseid mõjusid inimestele ja elusloodusele. Linna mikrokliima sõltub tehispindadega kaetud alade pindalast võrreldes vett läbilaskva pinnaga alade, rohealade ja veekogude pindalaga. Pikaajsetel kuumaperioodidel on linnades õhutemperatuur kõrgem ning see võib põhjustada inimestel mitmeid terviseprobleeme.

Probleemi tekitab kuumaperioodil, kui soojussaare efekt kuumutab linna üles ja see omakorda soodustab riskirühmadel tervisehäirete sagenemist ja enneaegseid surmasid. Linna rohevõrgustik ja veekogud aitavad temperatuuri ühtlustada ja soojassaare efekti vähendada. Veekogud absorbeerivad soojust suvisel ajal ja emiteerivad teistel aastaajadel (v.a jääkatte all). Taimestik absorbeerib õhusoojust läbi evapotranspiratsiooni (hingamise ja aurumise) (Gomez-Baggethun ja Barton, 2013). Eriti tähtsad on puud, kes alandavad temperatuuri ja tasandavad temperatuurikõikumisi, emiteerides niiskust ja pakkudes varju (sh varjates kõrge soojusmahtuvusega pindasid) ning vähendades kuumalainete negatiivseid mõjusid. Tehispindade soojusmahtuvusest ning tööstusest, liiklusest ja hoonetest pärinev reostus ohustavad linnahaljastuse vastupanuvõimet ebasoodsatele keskkonnatingimustele ja haigustele.

- 2.2. **Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud**

Teave puudub.

3. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine

- 3.1. **Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs**

Vettpidavate pindade osakaal linnades võib olla suur, mistõttu on pärsitud loomulik sademevee imbumine pinnasesse ning levinud on sademevee juhtimine kanalisatsiooni või sattumine valgveena veekogudesse. Üleujutuste ennetamise ja leevendamise võime on linnades pärsitud, ennekõike aladel, kus kõvakattega pindade osakaal on kõrge ning sademete hulk ületab kanalisatsiooni võime sajuvett ära juhtida.

Lisaks vett läbilaskvale pinnasele aitavad üleujutusi vältida ja leevendada suurte võradega puud, mis suudavad kuni kolmandiku sademetest kinni pidada enne maapinnale jõudmist või aeglustada seda (Gomez-Baggethun ja Barton, 2013).

Mereveetõusust tingitud üleujutused tulevad esile rannikulinnades (Tallinn, Haapsalu, Pärnu), kus märgalad jm loodusliku taimkattega alad ning kõrgete kallastega või kõvade põhjadega alad (kivid) aitavad tormiaegsest merevee tõusust tingitud üleujutuste ulatust vähendada ja purustusjõudu leevendada. Eestis on üleujutusohuriskiga piirkondi 20, millest 9 asuvad sisemaal (Keskkonnaministeerium, 2011). Peamiselt on tegemist sujuvalt kujunevate üleujutustega, mis on põhjustatud pikaajaliste rohkete sademete või lumesulamise tõttu üleajavate väiksemate jõgede, ojade ja järvede poolt, vähem on tiheasustusaladel toimuvaid sademeveeüleujutusi.

3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

4. Müra leevendamine

4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Liiklus, ehitustööd ja muu inimtegevus põhjustab mürareostust, mis ohustab inimeste tervist ja heaolu. Katmata maapind ja taimestik (eriti puud ja põõsad) aitavad müra vähendada, soodustades müra neeldumist, peegeldamist, kõrvale juhtimist ja helilainete murdmist (Gomez-Baggethun ja Barton, 2013). Eestis on linnasid hõlmavaid mürakaarte tehtud vaid Tallinnas ja Tartus. Taimestiku ja pinnase rolli mürareostuse leevendamisel pole teadaolevalt uuritud.

Tartus on autoliikluse müra ($L_{den} \geq 55$ dB) mõjutatud inimeste hinnanguline osakaal elanikkonnast 42 % ehk ca 41 200 inimest (Hendrikson & Ko, 2012). Tallinnas mõjutab autoliiklus (L_{den}) 67% elanikest ehk 270 900 inimest (Akukon, 2012).

4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

5. Õhukvaliteedi reguleerimine

5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnakeskkonnas tekib inimtegevuse käigus olulisel määral õhureostust, mis pärineb transpordist, tööstusest, hoonete kütmisest ja jäätmete põletamisest (Gomez-Baggethun ja Barton, 2013). Inimestele võib see põhjustada hingamisteede ja kardiovaskulaarseid haigusi. Õhukvaliteeti linnalistel aladel aitab reguleerida taimestik, ennekõike puud ja põõsad. Linnataimestik eraldab õhust saasteaineid, sh osooni, väävli ja lämmastiku oksiide, vingugaasi ja peentolmu (PM_{10} ja väiksemat). Saasteainete ärastamine toimub taimelehtede kaudu, mis muutub ööpäevases ja aastaajalises rütmis.

5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

6. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnaökosüsteemis, kus tekib palju jäätmeid, jääk- ja saasteaineid, toimub ka osade nende ainete kõrvaldamine ringlusest ja ohutustamine. Taimestik linnas aitab vähendada saasteainete hulka

õhus ja ning lagundada või ära kasutada saasteaineid pinnases. Mullas toimub samuti sealse fauna kaasabil saasteainete lagundamine ja akumulatsioon. Veekogud aitavad puhastada sinna saabunud reo- ja valgvett. Samas pole selge, millises mahus need protsessid toimuvad.

6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

7. Mullaviljakuse hoidmine

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linna mullad on enamasti rikutud seisundis, mis mõjutab nii mullaökosüsteemi toimimist kui ka mullaviljakuse hoidmist (Forman, 2013). Linna mullad on kaetud vettpeetava materjaliga (hooned, tänavad), sisaldavad võõraid aineid (prügi, tuhk, kultuurikiht jms) ning on kokku pressitud. Juurde on toodud suures koguses uut kasvupinnast, esialgne on aga eemaldatud või ümber tõstetud. Linna mullad on kuivad ja hüdrofoobsed ning reostunud kemikaalidega. Mullaviljakuse hoidmise ja tõstmisega tegeletakse peamiselt tarbeaegades. Vt ka ptk „Mullaökosüsteem ja selle teenused“.

7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

8. Tolmeldamine

8.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnalisi alasid iseloomustab elupaikade mosaiiksus ja heterogeensus, mistõttu võivad mitmed linnalised kooslused (pargid, aiad, jäätmaad, märgalad) toetada tolmeldajate mitmekesisust ja arvukust. Haljastuse hooldusvõtted ning kasvatatavad taimed võivad pakkuda tolmeldajatele taimekaitsevahenditest vaba ning kogu vegetatsiooniperioodi hõlmava toidubaasi ning sobivad elupaigad. Tolmeldajate rohkus toetab aegades puu- ja köögiviljade kasvatamist. Tolmeldamisteenuse mahud linnalistel aladel on teadmata. Vt ka ptk „Tolmeldamisteenus“.

8.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Üleliigsed vesisademed võivad uputada pinnases talvitavaid ja/või pesitsevaid tolmeldajaid. Soojasaare efekti tõttu intensiivistuvad kuumaperioodid mõjutab ennekõike jahedamlembesi kimalasi. Täpsem teave puudub.

• Kultuurilised teenused

1. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

1.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnad pakuvad virgestus- ja turismivõimalusi ennekõike rohealadel aga ka hoonestatud aladel. Metsadesse ja teistele rohealadele on mõnedes linnades rajatud sportimisvõimalusi ja jooksuradasid, samuti võivad nad olla (ennekõike kaitsealad) loodusturismi sihtmärgiks. Virgestus- ja turismivõimaluste mahtude kohta linnalistel aladel andmed puuduvad.

1.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

2. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine

2.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Erinevat tüüpi linnaliste alade ning inimese füüsilise ja vaimse tervise seisundi vahel on leitud arvukalt seoseid (Tzoulas ja Greening, 2011). Rohealade lähedus elukohale parandab kõikide vanuserühmade tervist ja omakorda vähendab mitmete haiguste, sh kardiovaskulaarsete haiguste

riski. Rohealad ja taimestik kaitsevad tervist passiivselt, puhastades õhku saasteainetest ja summutades müra, aga ka selle läbi, et rohealade läheduses elavad inimesed kasutavad rohealaid mitmesugusteks virgestustegevusteks ja stressi maandamiseks. Rohealadel ja rohelistel on inimesele stressi maandav ja vaimsetest probleemidest taastav mõju, samas kui liiklusele ja mürale reageerib inimorganism stressihormoonide juurdetootmisega.

2.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

3. Harrastuskalapüük ja kalaturism

3.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linna veekogudel tegeletakse harrastuskalapüügiga, kuid täpsem teave kalastajate arvu ja püügikoguste kohta puudub.

3.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

4. Muud loodusharrastused

4.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Viiendikul linnaliste alade leibkondadest on aiamaa ning huvi aianduse vastu on kasvamas (Valdvee ja Klaus, 2013). Aiamaadel kasvatatakse puu- ja köögivilju ning ilutaimi, vähesel määral peetakse ka põllumajandusloomi (kodulinnud, mesilased jm). Aedades toodetakse üle 80% katmikköögiviljast, peaaegu 50% puuviljadest ja marjadest, 36% avamaaköögiviljast ja maasikatest ning 23% kartulist (linnaliste aedade osakaal on teadmata).

4.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Ilmastikunähtused ei mõjuta niivõrd aiandushuviliste hulka kui nende kulusid (põuad ja pakased teevad aiakultuuridele kahju).

5. Kunst (kirjandus, maalimine, fotograafia jm)

5.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Linnamaastikud on olnud inspiratsiooniallikaks selle teemalistele kirjandusteostele ja maalidele, muusikas ja fotograafias.

5.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

6. Rahvuslikud ja piirkondlikud väärtused ja identiteet, looduslikud sümbolid ja pühapaigad

6.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Mitmete linnade ja linnaasumitega on seotud oma paikkonna identiteet (nt Nõmme, Pirita).

6.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

7. Hariduse ja teaduse edendamine

7.1.Probleemide, võimaluste ja ohtude analüüs

Haridust aitavad pakkuda loodusõpperajad ja infotahvlid, samuti pakuvad rohealad linnaruumis muid õuesõppe võimalusi.

7.2.Kirjeldus, kuidas ilmastikunähtused on minevikus antud ÖSTi mõjutanud

Teave puudub.

- **Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele.**
Kliimamuutusega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad.

5.3. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

1.1.1. Alavaldkond: mereökosüsteemi teenused

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised mereökosüsteemi teenused:

Varustusteenused:

1. Looduslike merekalade ja mereandide saak
2. Setted tööstusele ja meditsiinile – ravimuda

Reguleerivad teenused:

3. Süsiniku hoidmine ja sidumine
4. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine
5. Vee bioloogiline filtratsioon
6. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine

Kultuurilised teenused:

7. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused
8. Harrastuskalapüük ja kalaturism merel

Riskid ja haavatavus

Mereökosüsteemiteenuseid mõjutavad paljud ilmastikunähtused, tuues kaasa nii otseseid kui ka kaudseid riske: äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine, aastakeskmise õhu-, siseveekogude ja mereveetemperatuuri tõus, sademete hulga kasv ja kevadise suurvee vähenemine, lumikattega päevade arvu vähenemine, merejää ulatuse ja kestuse vähenemine, tuulekiiruse kasv ning mereveetaseme tõus.

Suurimat kahju kannataks kliimamuutuste tõttu kalavarude seisund ja kalasaak. Kalavarusid mõjutavad otseselt ja kaudselt läbi toiduahelate negatiivselt mitmed ilmastikunähtused, nagu sademete hulga tõus, aastakeskmise õhu-, merevee ja siseveekogude temperatuuri tõus, talvise jääkatte ulatuse vähenemine ja tuulekiiruse suurenemine, millega kaasnevad veeõitsengute sagenemine ja ulatuse suurenemine, samuti soodustavad kliimamuutused võõrliikide sissetungi, püsijäämist ja levikut.

Rohkem kui järkjärgulised muutused võib suurimaid negatiivseid mõjusid kaasa tuua äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemine, mis võib lühikese ajaga muuta mereökosüsteemi poolt teenuste pakkumist olulisel määral.

Prognooside kohaselt hakkab jõgede kaudu Läänemerre saabuma üha suurem kogus süsinikku, millele aitab kaasa sademete hulga ja valingvihmade sageduse kasv, aastakeskmise temperatuuri tõus, jääkatteperioodi ajaline lühenemine ja ulatuse vähenemine meres. Lisaks süsinikule suureneb samade ilmastikunähtuste toel teiste toiteainete, aga ka reostunud vee jõudmine merre, millele aitab kaasa mereveetaseme tõus. Tuulekiiruse kasv mõjutab läbi muutuste põhjaelustikus kalasaake, bioloogilise filtratsiooni võimet ja vee isepuhastusvõimet.

Harrastuskalapüügis toimub märkimisväärne muutus püügiviisides. Jääalune kalapüük järkjärgult kaob, kuivõrd sajandi jooksul väheneb talvine merejää pindala ja jää paksus. Samuti toimub muutus virgestus- ja merespordivaldkonnas – jääspordialadega tegelemine väheneb ning asendub tõenäoliselt veespordialadega.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi negatiivseid ega positiivseid muutusi. Peamiseks mõjutajaks võivad olla äärmuslikud ilmastikunähtused.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnenemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

c) 2021–2050

Antud perioodi jooksul hakkavad kliimarisikide negatiivsed mõjud ilmnema ja tõenäoliselt hakkavad toimuma tähelepanndavad muutused mereökosüsteemi toimimises. Suurimat negatiivset mõju avaldavad endiselt sagenevad äärmuslikud ilmastikunähtused.

d) 2051–2100

Muutused mereökosüsteemis intensiivistuvad. Merevee temperatuuri tõusu ja teiste kliimarisikide toel toimuvad märkimisväärsed muutused enamiku mere ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus.

1.1.2. Alavaldkond: mageveeökosüsteemi teenused

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised mageveeökosüsteemide teenused:

Varustusteenused:

1. Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak
2. Joogivesi

Reguleerivad teenused:

3. Süsiniku hoidmine ja sidumine
4. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine
5. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus
6. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine
7. Vee bioloogiline filtratsioon

Kultuurilised teenused:

8. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

9. Harrastuskalapüük, kalaturism ja vähipüük

Riskid ja haavatavus

Mageveeökosüsteeme ja nende teenuseid mõjutavad enamik kliimariskidest, kokku 11 riski 15-st. Olulisel kohal on magevett kui joogivee kättesaadavust ja kvaliteeti, magevete kalasaaki ning virgestusvõimalusi mõjutavad kliimariskid. Joogi- ja kastmisvee kättesaadavust ja kvaliteeti mõjutavad eelkõige õhutemperatuuri tõus ja siseveekogude aastakeskmine temperatuuritõus, mis mõlemad soodustavad fütoplanktoni produktsiooni (veeõitsenguid). Pinnaveest pärineva joogivee kvaliteeti mõjutab ka humiinainete kõrgem sisaldus veekogudes. Joogivee kvaliteeti mõjutavad ka üle 30 mm/ööpäevas sademete hulga esinemine, mis suurendab kaevude ja pinnaveehaarde reostumise ohtu, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi. Intensiivsem teede soolatamine libeduse tõrjeks võib kohati mõjutada joogivee kvaliteeti, kui joogivee allikaks on salvkaevud. Meretaseme tõus võib mitmes Ida-Virumaa ja Harjumaa piirkonnas tuua kaasa Kambriumi-Vendi põhjavee segunemise mereveega ja muuta selle joogikõlbmatuks. Tavatult pikad põuaperioodid võivad kahandada joogivee kättesaadavust seal, kus elanike joogivee allikaks on pinnavesi või madalad kaevud.

Kalavarude suurust ja liigilist koosseisu, millest sõltuvad kalapüügi võimalused, mõjutavad enim õhutemperatuuri ja siseveekogude temperatuuri tõus, mille tagajärjel vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund halveneb, veeõitsengute ja võõrliikide sissetungioht suureneb. Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused avaldavad mõju ka vee bioloogilisele filtratsioonile.

Äärmuslike ilmanähtuste tagajärjel võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt paisude purunemine).

Muutuvad kliimaolud mõjutavad ka virgestus- ja turismiteenuste potentsiaali siseveekogudel. Näiteks jääkatte perioodi lühenemine ja jää paksuse vähenemine mõjutavad jääaluse kalapüügi harrastamise võimalusi talvel ja vastavate ürituste korraldamist – lüheneb hooaeg ja väheneb kalasaagi suurus. Äärmuslikud kliimasündmused (nt kuumalained, madal või kõrge veeseis, tekkivad veeõitsengud) võivad vähendada turistide arvu siseveekogudel. Sisevete jääkattepäevade arvu vähenemine mõjutab ka talispordivõimalusi (uisutamine, jääpurjetamine jms).

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 olulisi muutusi ette näha.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga sarnased muutused, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „2021-2030“, kuid mõõdukalt määral intensiivsemad ja ulatuslikumad. Äärmuslikud ilmastikunähtused sagenevad.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on äärmuslikumad kui eelmisel perioodil.

Sagenevad veeõitsengud, eriti tänu varasemale vegetatsiooniperioodi algusele ja kõrgemale veetemperatuurile. Suureneb toiteainete kontsentratsioon ja humiinainete sisaldus mageveekeskkonnas, mis põhjustab väiksema vee läbipaistvuse ja produktsiooni ruumala vähenemise. Suurenevad mehhaanilised häiringud põhjakooslustele, sealhulgas filtreerivatele karpidele, mistõttu vee läbipaistvus jõgedes ja järvedes väheneb veelgi. Vee segunemise sügavus ja aeg muutuvad siseveekogude vee soojenemise tõttu, mis tekitab hapnikuvaese ja toiteainete rikka põhjakihi ning ulatuslikumad vetikaõitsengute alad.

Äärmuslikud ilmastikunähtused ja tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel suurendavad suurjärvedes settinud toiteainete ringlusse naasmist ehk veekogu sisekoormust.

1.1.3. Alavaldkond: metsaökosüsteemi teenused

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised metsaökosüsteemide teenused:

Varustusteenused:

1. Ulukid
2. Marjad
3. Seened
4. Puit toorainena, sh keemiatööstusele
5. Puit kütteks

Reguleerivad teenused:

6. Süsiniku hoidmine ja sidumine
7. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine
8. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus
9. Kaitse erosiooni vastu
10. Õhukvaliteedi reguleerimine

Kultuurilised teenused:

11. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine

Riskid ja haavatavus

Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab metsaökosüsteeme ja nende teenuseid õhutemperatuuri tõus, sademete hulga kasv, äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine, sh üle 30 mm/ööpäevas sademete esinemine, lumikattega päevade arvu vähenemine, merepinna tõus ning tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel.

Pikaajalised ja korduvad temperatuurinähtused võivad ohustada ulukite asurkondade seisundit. Lumerohked, kuid kõikuva temperatuuriga talved võivad vähendada metskitsede arvukust. Lumikatte paksusest ja püsivusest sõltub toidu kättesaadavus ja toidu otsimiseks kulutatav energia. Samas on lumevaesed talved ebasoodsad valgeks värvuvatele liikidele, ennekõike valgejänesele.

Äärmuslikud ilmastikunähtused (kevadine öökülm, lumevaene talv) võivad vähendada marjasaaki. Samasugune negatiivne mõju on põuastel suvedel, kuumalainete sagenemisel ja pikenenemisel, mis mõjutab lisaks ka seenesaaki.

Sademetes hulga suurenemine ja lumikattega päevade vähenemine mõjutab metsaraie, st metsatöid tuleb teha külumata maal. Metsamasinad ohustavad sellistel perioodidel enam metsapinnast ja alumist rinnet. Sademetes hulga suurenemine võib tõsta metsaparasitide ja -haiguste esinemissagedust. Sademetes hulga suurenemisel on häiritud ka metsa ökosüsteemiteenus erosiooni tõkestajana.

Merepinna tõusuga võib väheneda rannalähedaste majandavate metsade pindala.

Metsaökosüsteemiteenuseid mõjutavad oluliselt tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel, kui tuule tõttu murdub puid, või äärmusliku ilmastikunähtuse (näiteks trombi) tõttu hävib majandusmetsa.

Õhutemperatuuri tõus soodustab samuti teatud metsaparasitide ja haiguste levikut. Samas on metsal oluline roll kuumalainete ajal kõrgendatud temperatuuri leevendamisel ja loodusliku veerežiimi säilitamisel.

Metsaökosüsteemil on väga oluline roll virgestus- ja turismivõimaluste pakkumisel. Võib eeldada, et kliimamudelite prognooside valguses need teenused jätkuvad, kuid näiteks põuaperioodide pikenemine võib kaasa tuua metsamineku keelu kehtestamise sagenemise. Nii nagu põuased perioodid võivad pärssida välitegevusi, võib turismivõimalusi kahandada vihmaste suvede sagenemine. Talispordile (suusatamine), jahindusele ja jahiturismile avaldavad negatiivset mõju lumekattega päevade arvu vähenemine.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi negatiivseid ega positiivseid muutusi.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga sarnased muutused, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile „kuni aastani 2030“, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad. Sademetes hulga suurenemine ja lumikattega päevade vähenemine mõjutab metsaraie tingimusi ja tehnoloogiat, ulukite asurkondade levilat ja suurust, aga ka hoogustab metsaparasitide ja -haiguste levikut. Lumekattega päevade arvu vähenemine toob samuti kaasa suusaspordi harrastajate vähenemise. Sademetes hulga suurenemine võib aga omakorda vähendada välitegevuste harrastajate arvu.

Põuaste perioodide sagenemine toob kaasa suurema metsade tuleohtu, mis tingib selle, et metsaminekut tuleb hakata sagedamini piirama. Äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemise tõttu võib tekkida senisest enam metsakahjusid (nt tuulemurrud) ja sagedana metsahaiguste puhangud.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on äärmuslikumad kui eelmisel perioodil ning toimuvad olulised muutused ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus.

1.1.4. Alavaldkond: sooökosüsteemi teenused

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised sooökosüsteemide teenused:

Varustusteenused:

1. Marjad
2. Muud bioenergia allikad (kütteturvas)
3. Väetised (kasvuturvas)

Reguleerivad teenused:

4. Süsiniku hoidmine ja sidumine
5. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine
6. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine
7. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus
8. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine

Kultuurilised teenused:

9. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused

Riskid ja haavatavus

Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab sooökosüsteeme ja nende teenuseid kõige enam sademete hulga kasv ja õhutemperatuuri tõus. Samuti on oluline mõju äärmuslikel ilmastikunähtustel. Kliimamudelite kohaselt sajab tulevikus talvel rohkem sademeid pigem vihmana ja suvised sademed tulevad sagedamini paduvihmana. Suvel sagenevad pikemad kuumalaine perioodid. Kõik need prognoosid mõjutavad soode kasutamist turba kaevandamiseks. Kuumalaineperioodide pikenemine suvel võib mõjutada marjade (jõhvikas, murakas, mustikas) saaki sügisel. Samuti on kuumalainete kestusel mõju soo vähenenud võimele suurel hulgal imada vett äkilise paduvihma korral, mistõttu turvas ja muu orgaanika uhutakse veega kraavidesse ja sealt edasi jõgedesse. See omakorda suurendab toiteainete hulka voolu- ja seisuveekogudes ja suurendab eutrofeerumist. Seevastu aga pikema vihmarohke perioodi ajal imab soo (turvas) tublisti vett ja selles olevaid jäätmeid ja toksilisi aineid ning seetõttu toimib soo nende lahjendajana, lagundajana ja akumuleerijana. Õhutemperatuuri tõus soodustab süsiniku emissiooni kuivendatud ja muudest inimtegevusega rikutud soodest, samas kui looduslikud sood jäävad siiski süsiniku akumuleerijateks.

Sademete ja temperatuuri kasv ning lühem lumekattega periood muudab sood veerohkuse tõttu halvemini läbitavateks, seda ka marjuliste jaoks. Seega rabade külastatavus võib väheneda.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad. Oluliseks mõjutajaks on äärmuslikud ilmastikunähtused, eelkõige sademed, mille tagajärjel võib sagedamini hävineda marjasaak, sood võivad muutuda raskemini läbitavaks nii marjulistele kui turistidele ning väheneb külastatavus. Äärmuslike ilmastikunähtuste mõjul nagu pikaajaline kuumalaine võib suurened maastikupõlengute, sh turbakaevandusalade põlengute oht.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on äärmuslikumad kui eelmisel perioodil ning toimuvad olulised muutused ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Näiteks vegetatsiooniperioodi pikenemine ja soodsamad niiskustingimused (rohkem vihma) võivad suurendada marjasaaki. Samas võib marjade kättesaadavus halveneda juurdepääsetavuse halvenemise tõttu. Kõrgemad õhutemperatuurid ja lühem lumikatteperiood pikendavad turba kaevandamise perioodi.

1.1.5. Alavaldkond: mullaökosüsteemi teenused

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised mullaökosüsteemi teenused:

Varustusteenused:

1. Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)

Reguleerivad teenused:

2. Süsiniku hoidmine ja sidumine

3. Mullaviljakus, mullakvaliteet

4. Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus

5. Kaitse erosiooni vastu

6. Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine

7. Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon puhastusfiltrina

Riskid ja haavatavus

Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutavad mullaökosüsteemi ja selle teenuseid õhutemperatuuri tõus, aasta keskmise sademete hulga kasv, lumikattega päevade arv, tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel, äärmuslikud ilmastikunähtused, sh üle 30 mm/ööpäevas sademeid ja ülemise põhjaveekihi taseme tõus.

Sademetega seotud riskid suurendavad mulla erosiooni vee kaudu, tuulekiiruse suurenemine aga mulla ärakannet tuule tõttu (deflatsiooni). Ka põuastel kevadatel suureneb mulla deflatsioon mullatöodel. Mulla huumusvaru on süsinikubilansi näitaja, mida mõjutab omakorda niiskusbilans. Põuastel suvedel vee aurumine suureneb ja võib ületada sademete hulka. Sademeterikkal suvel ja sügisel võivad saagid ikalduda, ja tekkida olukord, kui saake ei saa põllult kätte. Samuti suureneb sademete hulgaga süsiniku ja toiteainete leostumine veekogudesse. Mullaökosüsteemi haavatavust kliimarisikidele suurendavad valed maaharimisvõtted ning mullaelustiku vaesumine agrokemikaalide kasutamise tõttu, mis omakorda võivad aidata kaasa mullapatogeenide suuremale levikule. Liigivaeses mullas on häiritud ka veepuhastamis- ja ainete lagundamisteenuste pakkumine.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnenemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju, eriti erosioonioht.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad. Erosiooniohule lisandub mõnel pool ülemise põhjaveekihi taseme tõusust tingitud liigniiskuse probleem, teisalt lammialadel üleujutusohu vähenemine.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning toimuvad olulised muutused ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Suurimaid negatiivseid mõjusid toob kaasa äärmuslike ilmastikunähtuste esinemine.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata turvasmuldadele, mis sademete hulga kasvuga võivad veelgi vaesuda toiteainete väljaleostumise tõttu ja hävineda. Seepärast ei tohiks rajada maaparandussüsteeme turvasmuldadega aladele ja olemasolevate süsteemide uuendamine peaks toimuma ainult seal, kus kraav on eesvooluks.

Seoses lumikattega päevade arvu vähenemisega tuleb muuta kultuuride valikut ja tagada senisest enam talikultuuride ja kattekultuuride vajalik pind, et hoida ära mulla toiteainete kadu talviste sademetega ja seeläbi veekogude ja mere eutrofeerumine.

1.1.6. Alavaldkond: niiduökosüsteemi teenused

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised niiduökosüsteemide teenused:

Varustusteenused:

1. Kariloomade saadused (liha, nahk, piim) ja karjatamine (veised, lambad, kitsed, hobused)
2. Bioenergia allikad (hein, energiapaju)
3. Loomasööt (hein)

Reguleerivad teenused:

4. Süsiniku hoidmine ja sidumine (eriti talvine taimkate)
5. Üleujutuste ennetamine ja leevendamine (luhaniit, rannaniit)
6. Vee bioloogiline filtratsioon (märgalad)

Riskid ja haavatavus

Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab poollooduslike niitude ja kultuurrohumaade toimimist kõige enam vegetatsiooniperiood, sademed ja õhutemperatuur. Kliimamudelitele tuginedes võib eeldada, et vegetatsiooniperiood pikeneb, mis omakorda võimaldab alustada karjatamist kevadel varem ja lõpetada sügisel hiljem. Kui äärmuslike ilmastikunähtuste sagedus suureneb, siis tekib vajadus rajada kariloomadele varjualuseid ja arvestada investeringuvajadusega loomade heaolusse. Pikemate põuaperioodide ajal tekib vajadus tagada kariloomadele piisav joogivesi. Sademerikaste perioodide sagenemine toob

kaasa madalamal asuvate karjamaade, sh rannaniitude üleujutuse ja seeläbi võib väheneda karjatamisala pindala. Ka mereveetõus, mida kliimamudelite järgi prognoositakse sajandi lõpuks enam kui pool meetrit (64 cm), võib kahandada rannaniitude pindala ja seeläbi karjatamiseks sobivat ala. Rannikumärgalade funktsioon mereveetõusu ning sademete ja sademevee puhverdajatena (üleujutuste ennetamise ja leevendamise teenus) suureneb oluliselt, mistõttu tuleb vältida üleujutusohuga aladele elamute ja rajatiste ehitamist. Samas võivad liigsed sademed ja madalad temperatuurid pärssida märgala filtratsioonivõimet.

Vihmased suved on takistuseks heina varumisel kariloomadele, samuti halveneb heina kvaliteet. Samuti halvenevad võimalused niiske heina kasutamiseks bioenergia tootmiseks. Selleks, et niisket heina saaks kasutada biojaamas, tuleks seda eelnevalt kuivatada. Kuivatamine eeldab suuremaid kulusid tooraine varumisele.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnenemise tõenäosus.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad. Pikenenud on vegetatsiooniperiood, mis võimaldab alustada karjatamist kevadel varem ja lõpetada sügisel hiljem. Äärmuslike ilmastikunähtuste leevendamiseks tuleb tagada kariloomade piisav joogivesi ja varje.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning toimuvad olulised muutused ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Olulisteks mõjuteguriteks on sademed, pikemad põuaperioodid ja äärmuslikud ilmastikunähtused. Vaja on tagada kariloomadele head karjatamise tingimused (piisav joogivesi, varjealused). Vihmased suved takistavad heina varumist ja alandavad heina kvaliteeti. Niisket heina ei saa otse ilma kuivatamata kasutada biojaamades kütteallikana. Mereveetasemetõus vähendab karjatamiseks sobivate maade olemasolu.

1.1.7. Alavaldkond: tolmeldamine

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised tolmeldamisega seotud teenused:

Varustusteenused:

1. Looduslike putuktolmlejate taimede saak

2. Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak

3. Mesilasmee saak

4. Muude mesindussaaduste saak

Reguleerivad teenused:

5. Tolmeldamine

Kultuurilised teenused:

6. Harrastusmesindus

Riskid ja haavatavus

Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab tolmeldamisega seotud ökosüsteemiteenuseid aasta keskmise temperatuuri ja sademete hulga kasv, lumepäevade arvu vähenemine, valingvihmade ja äärmuslike ilmastikuolude sagenemine. Kuna tolmeldamisteenus pakuvad Eestis lisaks meemesilasele mitusada liiki putukaid, siis neid mõjutavad ilmastikunähtused erineval viisil ja erineval määral, mistõttu üldistades on paljude liikide puhul erandeid. Tolmeldajate haavatavust kliimariskidele suurendavad intensiivne põllumajandus, erinevad patogeenid ja pesaparasiidid ning arvatavasti ka lähirstumine. Kliimariskidest mõjutab suuremat hulka tolmeldajaid ja tolmeldamisteenus pakkumist sademete hulga kasv ja suurte sajuhulkadega päevade sagenemine. Sademed võivad uputada maapinnas pesitsevaid ja talvituvaid kimalasi ja erakmesilaste liike. Talvine ja kevadine sademete hulga kasv mõjutab meemesilast mõnevõrra vähem kui teisi liike. Taimede õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate korjelende, nektari hulka õites, taimede küljust ja tolmeldamisefektiivsust, mistõttu võib väheneda saak ja saagi kvaliteet. Samuti mõjutab see omakorda mesilasmee saaki.

Aastakeskmise temperatuuri tõusu mõjud tolmeldamisteenusel on hetkel veel ebaselged, kuna sel võib olla nii positiivseid kui ka negatiivseid külgi. Meemesilaste puhul võivad pehmemad talved ühest küljest kaasa tuua väiksema talvise söödakulu ja edukama talvitamise, kuid samas talvitavad edukalt ka mesilasparasiidid ja haigused. Kõrgema õhutemperatuuri tõttu algab mesilasperede aktiivne kevadine areng varem, mil looduslik korje on ebapiisav ning ilmad ebasoodsad.

Meemesilast ja enamikku teisi tolmeldajaid mõjutavad enim temperatuuri ja sademete ekstreemsused. Äärmuslikud ilmastikunähtused võivad kaasa tuua madalama tolmeldamisefektiivsuse, mis omakorda võib kaasa tuua putuktolmlejate taimede väiksema saagikuse ja kehvema saagi kvaliteedi. Samuti avaldavad sagenevad äärmuslikud olud mõju mee- ja meesaaduste saagile ning mesindusharrastusele.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi mõjusid.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste ilmnemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju, vähendades tolmeldamise kaudu putuktolmlejate taimede saagikust ja mesilasmee saaki.

c) 2021–2050

Antud perioodi mõjud on analoogsed perioodile 2021–2030, kuid mõõdukal määral intensiivsemad ja ulatuslikumad. Mõnel aastal võivad putuktolmlejate taimede saagid ikalduda ning esineda väike meesaak.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning toimuvad olulised muutused ökosüsteemiteenuste pakkumises ja mahus. Suurimaid negatiivseid mõjusid toob kaasa äärmuslike ilmastikunähtuste esinemine.

1.1.8. Alavaldkond: linnaökosüsteemi teenused

Ekspertide hinnangul on sotsiaalmajanduslikult tähtsad ja kliimamuutuste suhtes haavatavad järgmised linnaökosüsteemide teenused:

Varustusteenused:

1. Puu- ja köögiviljad (aiast)
2. Joogi- ja kastmisvesi

Reguleerivad teenused:

3. Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)
4. Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine
5. Müra leevendamine (puud, põõsad)
6. Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)

Kultuurilised teenused:

7. Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine (rohealad)
8. Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)

Riskid ja haavatavus

Kliimastenaariumite projektsioonidele tuginedes mõjutab linnaökosüsteeme kõige enam aastakeskmise sademete hulga kasv ja valingvihmade sagenemine, õhu-, merevee ja siseveekogude temperatuuri tõus, samuti mereveetaseme tõus ja äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemine. Võrreldes teiste ökosüsteemidega võib üks ja seesama kliimarisik omada sagedamini üheaegselt nii negatiivseid kui ka positiivseid mõjusid.

Sademete hulga ja valingvihmade sageduse kasv parandab kastmisvee kättesaadavust ning mõjub soodsalt õhu- ja pinnasekuivuse tõttu stressis oleva linnataimestiku seisundile, mis omakorda parandab paljude ökosüsteemiteenuste pakkumist (õhu- ja veepuhastus, müra tõkestamine, mikrokliima reguleerimine, süsiniku sidumine jne). Pikeneva vegetatsiooniperioodi tõttu soosib aastakeskmise temperatuuri kasv taimestiku pakutavaid ökosüsteemiteenuseid, sh mikrokliima reguleerimine. Tuntavam on see mereäärsetes linnades, kus taimede vegetatsiooniperioodi pikendab ka kõrgema temperatuuriga ja üha enam jääkatteta meri. Mereveetaseme tõus võib hakata ohustama mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade põhjavett (joogivett), kuivõrd Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta selle joogikõlbmatuks.

Mõjud virgestustegevusele ja rohealade külastatavusele on võrdlemisi ebaselged. Kuigi ühest küljest parandavad uued ilmastikuolud rohealade seisundit ning rohe- ja rannikualade külastatavust, võivad sajurohked ilmad külastatavust vähendada. Samas võivad kõrgemad veetemperatuurid ja tugevamad tuuled soodustada veeõitsengut ja peletada inimesi mere ja siseveekogude äärest. Äärmuslike ilmastikuolude (ennekõike temperatuuriäärmuste ja põudade) sagenemine on linnaökosüsteemile suurima negatiivse mõjuga, kuna võivad taimestiku kaudu pärssida paljude ökosüsteemiteenuste toimimist.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Hetkeseisuga pole kuni aastani 2020 ette näha olulisi negatiivseid ega positiivseid muutusi. Peamiseks mõjutajaks võivad olla äärmuslikud ilmastikunähtused, mis võivad halvendada linnataimestiku (eriti puude) tervislikku seisundit ja selleläbi ökosüsteemiteenuste pakkumist.

b) 2021–2030

Eelmise perioodiga võrreldes sarnased mõjud, kuid suureneb äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise tõenäosus ja nende negatiivne mõju.

c) 2021–2050

Äärmuslikud ilmastikunähtused sagenevad ning perioodi lõpuks on tuntavad temperatuuri tõusust ja sademete kasvust tingitud mõjud taimestikule ja muldadele.

d) 2051–2100

Aastateks 2051–2100 on tõenäoline, et kliimamuutustega seotud protsessid ja muutused on äärmuslikumad, intensiivsemad ja ulatuslikumad ning avalduvad nii positiivsed kui ka negatiivsed kliimariskid. Pikenev vegetatsiooniperiood ja suurenev sajuhulk mõjuvad linnataimedele ja nende pakutavatele teenustele positiivselt, kuid positiivseid mõjusid võib oluliselt pärssida temperatuuriäärmuste sagenemine ja nende kestvuse pikenedamine.

1.1.9. Mõjude kokkuvõte

Mõjude hindamise tulemusena selgus, et kliimariskide suhtes on 64st ekspertide hinnangul sotsiaalmajanduslikult olulisest ökosüsteemiteenusest haavatavad (mõju väike, keskmine või suur) 39 ökosüsteemiteenust. ÖST-dele avaldavad mõju 14 kliimariski, vaid päikesekiirguse vähenemine (peamiselt talvekuudel) ÖST-dele eeldatavalt mõju ei avalda. Avalduvad mõjud grupeeriti 20 erinevasse rühma (vt tabelites nummerdatud 5.01 – 5.20.).

Hindamise koondtulemusena saab välja tuua, et erinevate perioodide, stsenaariumite ja ÖST-de lõikes avalduvad väikesed majanduslikud mõjud 63% juhtudel, keskmise suurusega majanduslikud mõjud 26% ja suured mõjud 5% juhtudest. 6% juhtudest on mõju teadmata. Sotsiaalsete mõjude puhul on vastavad neli näitajat 62%, 27%, 5% ja 6%.

Esimesel kahel perioodil avaldavad ökosüsteemiteenuste pakkumisele suurimat mõju äärmuslikud ilmastikunähtused. Kuigi erinevad kliimariskid avalduvad mõlema stsenaariumi puhul märgatavalt 2050. ja 2100. aastateks, tuues kaasa muutusi nii varustus-, reguleerivate kui ka kultuuriliste teenuste pakkumises, on tõenäoliselt just äärmuslike ilmastikunähtuste

sagenemine see, mis annab põhitõuke muutuste tekkele. Kliimariskide mõju võib erinevatele ökosüsteemiteenustele avalduda erinevalt, samaaegselt nii positiivse kui ka negatiivsena. Suurimad negatiivsed mõjud avalduvad eeldatavasti mere- ja mageveekoosluste poolt pakutavatele ökosüsteemiteenustele ning mõnevõrra väiksemas ulatuses maismaaökosüsteemide teenustele, samas kui linnaökosüsteemis avaldub enim positiivseid mõjusid.

Ökosüsteemiteenustele avalduvad positiivsed ja negatiivsed mõjud on kokkuvõtvalt toodud tabelitena käesoleva aruande lisades 1...8.

5.3.1. Piiriülesed aspektid

Käesoleva projekti raames ei hinnata ökosüsteemiteenuste piiriüleseid mõjusid. Samas võib neid mõjusid eeldada seoses Läänemerega ja teenuste piiriülese kaubandusega (puit, kala, turvas, jms).

Ökosüsteemiteenuseid käsitleb Euroopa Liidu Bioloogilise Mitmekesisuse Strateegia aastani 2020, mille kohaselt on eesmärgiks peatada 2020. aastaks ELis bioloogilise mitmekesisuse vähenemine ja ökosüsteemi teenuste kahjustumine ning need võimaluste piires taastada, suurendades ELi panust maailma bioloogilise mitmekesisuse vähenemise ärahoidmisesse (EU Biodiversity, 2012). Vastavalt strateegia 5. meetmele tuleb liikmesriikidel kaardistada ja hinnata ökosüsteemide ja nende teenuste seisundit oma riigi territooriumil, hinnata kõnealuste teenuste majanduslikku väärtust ning toetada selle väärtuse lisamist 2020. aastaks ELi ja liikmesriikide arvepidamis- ja aruandlussüsteemidesse. Eraldi on välja toodud põllumajanduse ja metsanduse suur roll ökosüsteemiteenuste tagamisel. Kliimamuutustega kohanemise valges raamatus on lisaks põllumajanduse ja metsanduse vastupidavusele kliimamuutustele rõhutatud ka süsiniku sidumise, üleujutuste kaitse ja erosioonikaitse teenuste püsimise olulisust (European Commission, 2009). Samasisuliselt käsitletakse ökosüsteemiteenuseid ka Euroopa Liidu 7. keskkonnaprogrammis (The 7th Environment, 2013) ning Bioloogilise Mitmekesisuse konventsiooni (2011) Aichi eesmärkides. Kalavarude varude kasutamist reguleerib Rahvusvaheline Mereuurimisnõukogu (ICES) ning Peipsi, Pihkva ja Lämmijärve kalapüügi korraldus on reglementeeritud Eesti Vabariigi ja Vene Föderatsiooni valitsuse vahelise koostöökokkuleppes.

5.4. Edasised uuringusuunad

Kuivõrd ökosüsteemiteenuste teema on Eesti jaoks uus, siis puudub alusteave (statistika) enamike ökosüsteemiteenuste kohta. Paremini on kaetud teatud teenused metsa-, magevee- ja mereökosüsteemide puhul ja eelkõige need varustusteenused, mis on juba täna turul kaubeldavad ja mille üle peetakse ametlikku statistikat (metsaraie, ulukid, joogivesi, kalasaak, turvas, jpt). Reguleerivate teenuste (nt süsiniku sidumine ja säilitamine, looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus, kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine, vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon, kaitse erosiooni vastu jne) kohta on uuringud puudulikud ja ametlik statistika lünklik. Samuti on vähe andmeid kultuuriliste teenuste tarbimise kohta. Kuivõrd looduses viibimise, sportimise või muu tegevuse mahtude ja motivatsiooni kohta puuduvad andmed, siis on võimatu anda hinnangut, kuidas neid mõjutaksid kliimariskid.

Kokkuvõtlikult: uuringud tuleks läbi viia selgitamiseks välja erinevate Eesti ökosüsteemide poolt pakutavate:

- varustusteenuste mahud Eestis ning alustada sellekohase statistika kogumist;
- reguleerivate teenuste mahud Eestis ning neid mõjutavad tegurid;
- kultuuriliste teenuste tarbimis- ja kasutusmahud Eestis.

5.6. Kohanemismeetmed

5.6.1. Ökosüsteemiteenuste kliimakoanemise strateegiline alaeesmärk

Valdkonna strateegiline alaeesmärk on tagada kliimariske arvestades sotsiaal-majanduslikult oluliste ökosüsteemiteenuste pakkumine piisavas mahus ja kvaliteediga

Ökosüsteemiteenuste puhul on oluline, et nii varustus-, reguleerivate kui kultuuriteenuste puhul arvestatakse kliimarisikidega, mis võivad teenuste mahtu ja kvaliteeti mõjutada. Mõju võib olla nii positiivne kui negatiivne. Oluline tähtsus on koanemismeetmete hulgas regulatsioonidel, uuringutel ja teavitusel.

5.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud

Selleks, et tagada kliimariske arvestav ökosüsteemiteenuste pakkumine piisavas mahus ja kvaliteediga on perioodiks 2017–2030 kavandatud 27 meetet ja 45 tegevust kogumaksumusega 13,9 mln €¹⁴.

Peaegu pooled meetmed (14) on suunatud veega seotud ökosüsteemiteenuste (nt veerežiimi säilitamine, veepuhastamine, kalad, mereannid, joogi- ja niisutusvesi, kalapüük, veeturismivõimalused, jt) mahtude ja kvaliteedi säilitamisele. See on ka mõistetav, kuivõrd nii magevee-, mere-, metsa-, soo-, niidu- kui mullaökosüsteemidel on oluline roll niiskuse ja sademete hulga puhverdamisel, kui heite ja heitmete neutraliseerimisel.

Meetmete puhul domineerivad regulatiivsed tegevused. 45-st tegevusest eeldavad õiguslikku reguleerimist 14. Need on enamasti õigusakti muudatused, millega tuleks kehtivas valdkondlikus seaduses või määruses arvestada kliimariske. Enamasti puudutavad muudatused ressursside hoolikamat planeerimist ja kliimamuutustele vastavat kasutamist (nt püügikvoodid, raiemahud, ulukite küttemismahud, jt) või kaitse tagamist (nt kudealade kaitse alla võtmine). Arvuliselt teise (12 tegevust) olulise meetmetüübi moodustavad informatiivsed meetmed ja vähem investeeringud (5 tegevust). Kuivõrd ökosüsteemiteenuste temaatika on Eestis suhteliselt uudne, siis on meetmete hulgas avalikkuse teadlikkust suurendavaid tegevusi (juhised, kampaaniad, ametliku teabe avalikult kättesaadavaks tegemine, jmt). Samas on koanemismeetmete hulgas ette nähtud ka investeeringut teavitussüsteemi loomisse, mille bail üldsusts, aga spetsiifilisemaid sihtrühmi kliimarisikidest teavitada, et nende ohutus paremini tagada. Kolmandal kohal on meetmete hulgas uuringud (11 tegevust). Esile tuleks tõsta ökosüsteemiteenuste klassifikatsiooni välja töötamise, mahtude ja kvaliteedi ning rahalise väärtuse leidmise vajadust. Koostamisel on Eesti tingimusi arvestav magevee- ja

¹⁴ Vastavalt kliimaprojektide juhtkomisjoni 16.12.15 otsusele on käesolevas dokumendis käsitletud kolm ökosüsteemiteenuste valdkonna meetet (5.11, 5.15 ja 5.17) koanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekust välja arvatud.

mereökosüsteemi klassifikatsioon, kuid sarnast klassifikatsiooni on vaja ka teiste ökosüsteemide jaoks (mets, soo, niidud, muld, linn). Samuti on suur vajadus uuringu järele, millega selgitatakse välja ökosüsteemide süsinikubilanss, mille suhtes kliimarisikide mõju ökosüsteemiteenustele hinnata. Rohealade, niitude ja rohumaade ning muldade kliimatundlikkuse näitajad peaksid kajastuma ka maakonna- ja üldplaneeringutes. Seepärast on meetmete hulgas maakonna- ja üldplaneeringute läbivaatamine kliimarisikide seisukohast.

Järgnevalt on ülevaade ökosüsteemiteenustele avalduvatest kliimarisikidest ja nendega kohandamise meetmetest (**Tabel 72**). Tabelist nähtub, et valdavalt mõjutavad kliimategurid varustusteenuseid (ressursse), aga ka regulatiivseid teenuseid (nt veerežiimi säilitamise ja veepuhastusteenuseid jt), ja kultuuriteenuseid (nt turismi ja muu vabaaja välitegevusi).

Tabel 72. Ökosüsteemiteenuste meetmete ja kliimarisikide ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
5.1.	Kliimariske arvestav merekala ja -andide jätkusuutlik majandamine Läänemeres	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu, veetemperatuuri tõusu ja soolsuse vähenemise ning äärmuslike ilmastikuolude sagenemise tõttu
5.2.	Kliimariske arvestav vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine rannikumeres	Puhastamata reovee juhtimise suublasse takistamine
5.3.	Kliimariske arvestavate virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine merel ja siseveekogudel	Ebasoodsam ilm välitegevusteks, kohati kõrge või madal veeseis, veeõitseng võivad takistada virgestustegevusi. Kõrgveega ja jääga seotud virgestustegevused taanduvad, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks
5.4.	Kliimariske arvestavate harrastuskalapüügi ja kalaturismi võimaluste pakkumine veekogudel	Jääpüügi perioodi pikkus kahaneb Tormipäevade arvu suurenemine piirab merelemineku võimalusi Võib mõjutada peamiste püügikalade arvukust, saake ja tegevuse atraktiivsust Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)
5.5.	Kliimariske arvestav mageveekala ja -vähkide jätkusuutlik majandamine (sh harrastuskalapüügi, kalaturismi ja vähipüügi võimalused)	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb Võib vähendada kudemisalade pindala Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad
5.6.	Kliimariske arvestava joogivee ja niisutusvee piisavuse ja kõrge kvaliteedi tagamine ning jätkusuutlik majandamine	Kliimarisikid võivad raskendada joogi- ja niisutusvee kättesaadavust
5.7.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine siseveekogudel	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu
5.8.	Kliimariske arvestava vee puhastamise ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamise, lagundamise ja akumulereimise ning vee bioloogilise filtratsiooni tagamine siseveekogudel	Vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg Ainete settimine ja lagundamine võib kiirenedada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
		võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad vee bioloogilist filtratsiooni
5.9.	Kliimariske arvestava ulukiasurkondade soodse seisundi tagamine	Asurkondade seisundit võivad ohustada ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused. Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema
5.10.	Kliimariske arvestav marjade ja seente jätkusuutlik majandamine metsades ja soodes	Äärmuslikud ilmastikuolud vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi lokaalse ikaldumise
5.11.*	Kliimariske arvestav tulundusmetsade jätkusuutlik majandamine	Märg ning külmumata pinnas võivad takistada puidu raiumist ja väljavedu, samas liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala võib väheneda. Tuule- ja vee-erosioon võivad intensiivistuda
5.12.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine metsaökosüsteemis	Sügis ja talv on veerohkemad, metsaraie raskendatud. Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub. tuule- ja vee-erosioon võivad intensiivistuda
5.13.	Kliimariske arvestava metsaökosüsteemi võime kaitsta erosiooni vastu tagamine	Intensiivistub tuule- ja vee-erosioon
5.14.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise tagamine era- ja riigimetsas ning soodes	Talispordi võimaluste vähenemine Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise
5.15.*	Kliimariske arvestav turba jätkusuutlik majandamine	Pikeneb turba kaevandamise periood Võib takistada turba kaevandamist
5.16.	Kliimariske arvestav niitude ja rohumaade jätkusuutlik majandamine	Karjatamise periood pikeneb, kuid osad rohumaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks Tekib vajadus täiendavate ja ootamatute investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine, karjamaade ümberpaigutamine)
5.17.*	Kliimariske arvestav bioenergia allikate (pilliroog, hein, päideroog, energiapaju) jätkusuutlik majandamine	Vegetatsiooniperiood pikeneb, taimede kasv kiireneb
5.18.	Kliimariske arvestava luha- ja rannaniitude võime tagamine ennetada ja leevendada üleujutusi ning teostada biofiltratsiooni	Võib pärssida üleujutuste leevendamist ja filtratsiooni pakkumist ning põhjustada varalisi kahjusid
5.19.	Kliimariske arvestav koduaedade jätkusuutlik majandamine	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda Pikeneb vegetatsiooniperiood
5.20	Kliimariske arvestav kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine, müra leevendamine ja hea õhukvaliteet tagamine haljastuse abil	Pikeneb vegetatsiooniperiood Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele Kliima reguleerimise periood pikeneb Halvendab haljastuse ja mulla seisundit
5.21.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise linnalistel rohealadel ning rohealade võime vähendada stressi, seotud probleeme ja haigusi tagamine	Väheneb küllastatavus Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust
5.22.	Kliimariske arvestava tolmeldamisteenuse mahu ja kvaliteedi tagamine	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlikud. Äärmuslikud kliimasündmused ja öitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate küllastust ja tolmeldamisefektiivsust, väheneb saak ja saagi kvaliteet. Pinnases elavad tolmeldajad võivad uppuda, taimede tolmeldamine võib olla pärsitud

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
5.23.	Kliimariske arvestava mesilasmee ja teiste mesindussaaduste tootmise tagamine kutselises ja harrastusmesinduses	Vähem korjepäevi ja suurem nektarikadu, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki. Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki.
5.24.	Kliimariske arvestava toidu tootmiseks vajaliku põllumaa piisavuse tagamine	Vee- ja tuuleerosiooni suurenemine, toitainete väljaleostumise suurenemine, samas on ebapiisavad teadmised, kuidas ja millisel määral võivad kliimarisikid muldasid mõjutada
5.25.	Kliimariske arvestav mullaökosüsteemiteenuste tagamine (viljakuse ja kvaliteedi tagamine, samuti loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsus, erosiooni ärahoidmine, mulla võime ohjeldada haigusi ja patogeene ning puhastada vett ning lahjendada, lagundada ja akumulierida jäätmeid ja toksilisi aineid)	Erosioonitundlikkuse suurenemine, samas on ebapiisavad teadmised, kuidas ja millisel määral võivad kliimarisikid muldasid mõjutada
5.26.	Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineringe tasakaalu tagamine	Ebapiisavad teadmised, kuidas ja millisel määral võivad erinevad kliimarisikid soodustada toitainete talletumist või naasmist aineringesse ja seeläbi võivad ökosüsteemid kaotada oma funktsioone ja kvaliteeti
5.27.	Eesti ökosüsteemide poolt pakutavate teenuste ja nende seisundi kirjeldamine ja mahtude hindamine	Ebapiisavad teadmised, milliseid ÖSTe ja millises mahus Eesti ökosüsteemid pakuvad ja seeläbi võivad saada kahjustada ökosüsteemi

* Meetmed nr 5.11, 5.15, 5.17 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

Tabel 73. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5 – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Kesk-kond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€, 2017–2030)	kokku
5.1.	4	2	3	4	3	4	3	3	1	3	1	3	2	250 000	33
5.2	4	4	4	3	3	4	2	3	1	5	3	5	2	250 100	40
5.3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	5	5	5	4	50 000	45
5.4	4	4	3	4	4	4	4	4	1	3	5	5	4	50 000	45
5.5	3	3	4	3	4	4	4	3	5	3	5	3	1	620 000	42
5.6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	5	3	100 000	47
5.7	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	5	5	4	50 000	44
5.8	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	5	3	3	100 000	41
5.9	4	3	3	3	3	4	2	4	3	5	3	3	5	0	41
5.10.	4	3	3	4	3	3	4	4	3	5	5	5	4	50 000	46
5.11.*	3	2	4	3	3	4	2	4	3	5	5	5	5	0	44
5.12.	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	5	5	4	50 000	45
5.13.	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	5	3	3	100 000	43
5.14.	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	5	5	4	50 000	44
5.15.*	3	2	4	3	2	4	2	4	3	5	3	5	1	10 000 000	37

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): „5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Kesk kond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€, 2017–2030)	kokku
5.16.	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	5	3	3	150 000	43
5.17.*	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	5	5	4	50 000	46
5.18.	4	4	4	3	4	4	2	4	3	3	5	3	5	0	44
5.19.	4	3	3	4	4	3	4	4	1	3	5	5	4	50 000	43
5.20.	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	5	4	50 000	48
5.21.	4	3	2	4	3	4	2	3	3	3	5	5	5	0	43
5.22.	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	3	3	100 000	45
5.23.	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	5	5	4	50 000	46
5.24.	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	3	3	100 000	44
5.25.	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	5	3	4	50 000	44
5.26.	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	5	3	2	800 000	39
5.27.	3	3	5	3	3	5	3	4	5	3	5	3	3	200 000	44

5.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Ökosüsteemiteenuste valdkonnas on kliimarisikudega kohanemise meetmeid, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte, 14 (**Tabel 74**). Regulaatioone on ette näha meetmete 5.1., 5.5., 5.9., 5.11., 5.15., 5.20 ja 5.21. rakendamiseks.

Tabel 74. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
5.1.	Kliimariske arvestav merekala ja -andide jätkusuutlik majandamine Läänemeres	Kalapüügiseadus; Looduskaitseadus; Veeseadus, KeHJS, Planeerimisseadus; Päästeseadus; Kalandusstrateegia, Vesiviljeluse strateegia
5.5.	Kliimariske arvestav mageveekala ja -vähkide jätkusuutlik majandamine (sh harrastuskalapüügi, kalaturismi ja vähipüügi võimalused)	Kalapüügiseadus, Vesiviljeluse arengustrateegia
5.9.	Kliimariske arvestava ulukiasurkondade soodse seisundi tagamine	Jahiseadus
5.11.*	Kliimariske arvestav tulundusmetsade jätkusuutlik majandamine	Metsaseadus, Metsanduse arengukava
5.15.*	Kliimariske arvestav turba jätkusuutlik majandamine	Keskonnatasude seadus, Looduskaitseadus, Maapõueseadus
5.20.	Kliimariske arvestav kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine, müra leevendamine ja hea õhukvaliteet tagamine haljastuse abil	Planeerimisseadus; üldplaneeringud
5.21.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise linnalistel rohealadel ning rohealade võime vähendada stressi, seotud probleeme ja haigusi tagamine	Planeerimisseadus, Veeseadus; Maapõueseadus; Looduskaitseadus, Metsaseadus; ENMAK 2030+, MAK 2014-2020

5.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Kõik 25 meetet on suuremal või vähemal määral seotud teiste valdkondade meetmetega (**Tabel 75**), kuiõrd kliimariske arvestavate võkosüsteemiteenuste mahu ja kvaliteedi tagamiseks on vajalikud paljude meetmete samaaegne rakendamine. Olulisel kohal on liikide ja koosluste seisundi kindlaks tegemine, selle soodsa seisundi tagamine, mis omakorda võimaldab ökosüsteemiteenuseid säästlikult kasutada (kalapüük, metsaraie, turba kaevandamine, marjade ja seente korjamine, heina ja põllukultuuride kasvatamine, tolmeldamisteenus, virgestus- ja loodusturism, jmt).

Tabel 75. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmete seosed teiste valdkondade meetmetega..

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
5.1.	Kliimariske arvestav merekala ja -andide jätkusuutlik majandamine Läänemeres	1.1.Meede: Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes; 1.2 Meede: Invasiivsete võõrliikide loodusesse sattumise ennetamine ning nende tõrjumine ja ohjamine muutuvates kliimaoludes;

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>1.3 Meede: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine;</p> <p>4.3 Meede: Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;</p> <p>4.4 Meede: Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust;</p> <p>4.5 Meede: Looduskaitseolulistel mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine;</p> <p>4.6 Meede: Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele;</p> <p>4.7 Meede: Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine;</p> <p>4.8 Meede: Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises;</p> <p>4.9 Meede: Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumisega mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine;</p> <p>8.1 Meede: Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töönduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalastiku geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile;</p> <p>8.2 Meede: Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine;</p> <p>8.3 Meede: Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töönduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine;</p> <p>8.4 Meede: Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärimine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada;</p> <p>8.5 Meede: Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades;</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>8.7 Meede: Lisaks töönduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest;</p> <p>8.8 Meede: Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.</p>
5.2.	Kliimariske arvestav vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine rannikumeres	<p>3.3 Meede: Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine;</p> <p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine;</p> <p>4.3 Meede: Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;</p> <p>4.4 Meede: Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust;</p> <p>4.5 Meede: Looduskaitsele oluliste mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine;</p> <p>4.6 Meede: Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele;</p> <p>4.7 Meede: Võõrliikide kasutamise võimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine;</p> <p>4.8 Meede: Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises;</p> <p>4.9 Meede: Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumisega mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine;</p> <p>8.2 Meede: Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine.</p>
5.3.	Kliimariske arvestavate virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine merel ja siseveekogudel	<p>3.3 Meede: Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine;</p> <p>3.5 Meede: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides;</p> <p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine;</p> <p>4.3 Meede: Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>4.4 Meede: Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust;</p> <p>4.5 Meede: Looduskaitseolulistel mereliste elupaikade soodsa seisundi tagamine;</p> <p>4.6 Meede: Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele;</p> <p>4.7 Meede: Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine;</p> <p>4.8 Meede: Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises;</p> <p>4.9 Meede: Merevee hapestumise tõttu toimuda võivate muutuste vältimine merekeskkonnas ja hapestumisega mereelustikule kaasnevate negatiivsete mõjude vältimine;</p> <p>8.1 Meede: Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalastiku geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile;</p> <p>8.2 Meede: Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine;</p> <p>8.3 Meede: Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töõnduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine;</p> <p>8.5 Meede: Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades;</p> <p>8.7 Meede: Lisaks töõnduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest;</p> <p>8.8 Meede: Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega;</p> <p>10.1 Meede: Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligiõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine;</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>10.2 Meede: Küllastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turstide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes;</p> <p>10.3 Meede: Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral;</p> <p>10.4 Meede: Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine;</p> <p>10.5 Meede: Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakohtlemisest ja võime ning teadlikkuse arendamine;</p> <p>10.6 Meede: Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil (turismi tõttu)</p>
5.4.	Kliimariske arvestavate harrastuskalapüügi ja kalaturismi võimaluste pakkumine merel ja siseveekogudel	<p>3.3 Meede: Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine;</p> <p>3.5 Meede: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides;</p> <p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine;</p> <p>4.3 Meede: Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;</p> <p>4.4 Meede: Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust;</p> <p>4.5 Meede: Looduskaitsealsetel olulistel merelistel elupaikadel soodsa seisundi tagamine;</p> <p>4.6 Meede: Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele;</p> <p>4.7 Meede: Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine;</p> <p>4.8 Meede: Hüdrograafilise režiimi püsivate muutuste mõju tõttu toimuda võivate märkimisväärsete negatiivsete muutuste vältimine elupaikade levikus ja toimimises;</p> <p>8.1 Meede: Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töönduspüük) vahekorraldamine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalastiku geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile;</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>8.3 Meede: Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töenduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine;</p> <p>8.4 Meede: Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada;</p> <p>8.5 Meede: Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades;</p> <p>8.7 Meede: Lisaks töõnduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest;</p> <p>8.8 Meede: Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega;</p> <p>10.1 Meede: Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine;</p> <p>10.2 Meede: Küllastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turstide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes;</p> <p>10.3 Meede: Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral;</p> <p>10.4 Meede: Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine;</p> <p>10.5 Meede: Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoormusest ja võime ning teadlikkuse arendamine;</p> <p>10.6 Meede: Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil (turismi tõttu)</p>
5.5.	Kliimariske arvestav mageveekala ja -vähkide jätkusuutlik majandamine (sh harrastuskalapüügi, kalaturismi ja vähipüügi võimalused)	3.3 Meede: Veeõitsengute esinemissageduse tõusu ja nende negatiivsete sotsiaal-majanduslike mõjude vähendamine;

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>3.5 Meede: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides;</p> <p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine;</p> <p>4.3 Meede: Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;</p> <p>4.4 Meede: Mitmekesisust toetavate elupaikade leviku ja ulatuse vähenemise vältimine määrani, mis ohustaks elupaiga jätkusuutlikkust;</p> <p>4.6 Meede: Võõrliikidest tingitud ohtude minimeerimine kohalikele liikidele ja ökosüsteemi pikaajalisele säilimisele;</p> <p>8.1 Meede: Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalastiku geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile;</p> <p>8.3 Meede: Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töõnduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine;</p> <p>8.4 Meede: Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärimine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada;</p> <p>8.5 Meede: Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades;</p> <p>8.6 Meede: Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine;</p> <p>8.7 Meede: Lisaks töõnduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest;</p> <p>8.8 Meede: Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega;</p> <p>10.1 Meede: Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligiõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine;</p> <p>10.2 Meede: Küllastajate rahulolu tõstmise läbi teeninduskvaliteedi ja turstide turvalisuse</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes;</p> <p>10.3 Meede: Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral;</p> <p>10.4 Meede: Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine;</p> <p>10.5 Meede: Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoormusest ja võime ning teadlikkuse arendamine.</p>
5.6.	Kliimariske arvestava joogivee ja niisutusvee piisavuse ja kõrge kvaliteedi tagamine ning jätkusuutlik majandamine	<p>2.5 Meede: Märjalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine;</p> <p>3.2 Meede: Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine;</p> <p>3.4 Meede: Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine;</p> <p>3.5 Meede: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides;</p> <p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine;</p> <p>4.7 Meede: Võõrliikide kasutamisevõimaluste abil merekeskkonna HKS taseme parandamine.</p>
5.7.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine siseveekogudel	<p>3.1 Meede: Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites;</p> <p>3.2 Meede: Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine;</p> <p>3.5 Meede: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides;</p> <p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine.</p>
5.8.	Kliimariske arvestava vee puhastamise ning jäätmete ja toksiliste ainete lahendamise, lagundamise ja akumulatsioonide ning vee bioloogilise filtratsiooni tagamine siseveekogudel	<p>3.1 Meede: Temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi muutustest tingitud ainete välis- ja sisekoormuse suurenemise minimeerimine pinnaveekogumites;</p> <p>3.2 Meede: Veekogude seisundis ja elustiku koosluste struktuuris toimuvate ebasoovitavate muutuste jälgimine ning minimeerimine;</p> <p>3.4 Meede: Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine;</p> <p>3.5 Meede: Võõr- ja invasiivsete liikide arvu ja levila suurenemise vältimine mageveeökosüsteemides;</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>4.1 Meede: Kliimategurite muutustest tingitud intensiivistunud eutrofeerumise minimeerimine;</p> <p>4.2 Meede: Läbi primaarse invasiooni tulevate uute võõrliikide lisandumise vältimine;</p> <p>4.3 Meede: Bioloogilise mitmekesisuse säilitamine;</p> <p>6.8 Meede: Taimekaitsesüsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi;</p> <p>10.6 Meede: Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil (turismi tõttu).</p>
5.9.	Kliimariske arvestava ulukiasurkondade soodse seisundi tagamine	<p>7.1 Meede: Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering;</p> <p>7.2 Meede: Efektivsem ja nutikam metsakultiveerimine;</p> <p>7.4 Meede: Efektivsem metsakahjustajate tõrjestrategia;</p> <p>9.1 Meede: Ulukiliikide arv püsib stabiilsena;</p> <p>9.2 Meede: Ulukiseire tõhustamine;</p> <p>9.3 Meede: Ulukikahjustuste ennetamine ja vähendamine;</p> <p>9.4 Meede: Jahinduse sotsiaalse aktsepteerituse tagamine.</p>
5.10.	Kliimariske arvestav marjade ja seente jätkusuutlik majandamine metsades ja soodes	<p>2.1 Meede: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes;</p> <p>2.6 Meede: Märjalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine;</p> <p>7.1 Meede: Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering;</p> <p>7.2 Meede: Efektivsem ja nutikam metsakultiveerimine;</p> <p>7.3 Meede: Metsade ökoloogiline väärtus ei vähene;</p> <p>7.4 Meede: Efektivsem metsakahjustajate tõrjestrategia.</p>
5.11.*	Kliimariske arvestav tulundusmetsade jätkusuutlik majandamine	<p>2.1 Meede: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes;</p> <p>2.2 Meede: Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel;</p> <p>6.4 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks;</p> <p>6.7 Meede: Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest;</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>7.1 Meede: Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering;</p> <p>7.3 Meede: Metsade ökoloogiline väärtus ei vähene;</p> <p>7.4 Meede: Efektivsem metsakahjustajate tõrjestrategia;</p> <p>7.5 Meede: Efektivsem ja jätkusuutlikum metsaraie.</p>
5.12.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine metsaökosüsteemis	<p>2.1 Meede: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes;</p> <p>2.2 Meede: Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel;</p> <p>6.7 Meede: Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest;</p> <p>7.2 Meede: Efektivsem ja nutikam metsakultiveerimine;</p> <p>7.3 Meede: Metsade ökoloogiline väärtus ei vähene;</p> <p>7.4 Meede: Efektivsem metsakahjustajate tõrjestrategia;</p> <p>7.5 Meede: Efektivsem ja jätkusuutlikum metsaraie.</p>
5.13.	Kliimariske arvestava metsaökosüsteemi võime kaitsta erosiooni vastu tagamine	<p>1.1 Meede: Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>2.1 Meede: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes;</p> <p>2.2 Meede: Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel;</p> <p>6.7 Meede: Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest;</p> <p>7.1 Meede: Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering;</p> <p>7.2 Meede: Efektivsem ja nutikam metsakultiveerimine;</p> <p>7.3 Meede: Metsade ökoloogiline väärtus ei vähene;</p> <p>7.4 Meede: Efektivsem metsakahjustajate tõrjestrategia;</p> <p>7.5 Meede: Efektivsem ja jätkusuutlikum metsaraie.</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
5.14.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise tagamine era- ja riigimetsas ning soodes	<p>2.1 Meede: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes;</p> <p>6.4 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks;</p> <p>7.1 Meede: Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering;</p> <p>7.3 Meede: Metsade ökoloogiline väärtus ei vähene;</p> <p>7.4 Meede: Efektivsem metsakahjustajate tõrjestrategia;</p> <p>7.5 Meede: Efektivsem ja jätkusuutlikum metsaraie;</p> <p>10.1 Meede: Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligiõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine;</p> <p>10.2 Meede: Küllastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turstide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes;</p> <p>10.3 Meede: Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral;</p> <p>10.4 Meede: Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine;</p> <p>10.5 Meede: Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakohtumisest ja võime ning teadlikkuse arendamine;</p> <p>10.6 Meede: Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil (turismi tõttu).</p>
5.15.*	Kliimariske arvestav turba jätkusuutlik majandamine	<p>2.1 Meede: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes;</p> <p>2.2 Meede: Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel.</p> <p>2.5 Meede: Märjalade aineriinge, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine</p> <p>2.6 Meede: Märjalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>6.4 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks;</p> <p>11.1 Meede: Sõltuvuse vähendamine ilmastikutingimustest (eelkõige sademete tõus ja ekstreemselt märgade päevade esinemine), turba kao ja CO2 emissiooni vähendamine turbakaevandusalade kogupindala vähendamise kaudu, sh kaevandatav kogus jääb sarnaseks viimase kümnendi keskmisega;</p> <p>11.2 Meede: Keskkonaamuutuste leevendamine - tuleohutusnõuete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest;</p> <p>11.3 Meede: Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine;</p> <p>11.4 Meede: Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt turba keskkonnatasude reguleerimine.</p>
5.16.	Kliimariske arvestav niitude ja rohumaade jätkusuutlik majandamine	<p>1.1.Meede: Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>1.3 Meede: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>2.5 Meede: Märgalade aineriinge, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine;</p> <p>2.7 Meede: Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside emissiooni kontrollimine ja vähendamine;</p> <p>2.9 Meede: Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuva kliima tingimustes;</p> <p>6.2 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressurside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil.</p>
5.17.*	Kliimariske arvestav bioenergia allikate (pilliroog, hein, päideroog, energiapaju) jätkusuutlik majandamine	<p>2.1 Meede: Metsaökosüsteemi stabiilsuse, liikide ja metsaelupaikade soodsa seisundi ja mitmekesisuse tagamine muutuvates kliimatingimustes;</p> <p>2.5 Meede: Märgalade aineriinge, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine;</p> <p>2.7 Meede: Rohumaadelt ja põllumaadelt lähtuva kasvuhoonegaaside emissiooni kontrollimine ja vähendamine;</p> <p>6.1 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine ettevõtete jätkusuutlikkuse ning energia- ja ressursiefektiivsuse parandamiseks, arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi;</p> <p>6.2 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressurside juhtimise</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil.
5.18.	Kliimariske arvestava luha- ja rannaniitude võime tagamine ennetada ja leevendada üleujutusi ning teostada biofiltratsiooni	<p>1.1 Meede: Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>1.3 Meede: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>2.5 Meede: Märgalade aineringe, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine</p> <p>2.6 Meede: Märgalade loodusliku mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine;</p> <p>2.9 Meede: Poollooduslike rohumaade bioloogilise mitmekesisuse ja liikide soodsa seisundi tagamine muutuva kliima tingimustes;</p> <p>6.4 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks.</p>
5.19.	Kliimariske arvestav koduaedade jätkusuutlik majandamine	6.14 Meede: Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse suurendamise võimalusest;
5.20	Kliimariske arvestav kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine, müra leevendamine ja hea õhukvaliteedi tagamine haljastuse abil	<p>1.1 Meede: Liikide soodsa seisundi tagamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>1.3 Meede: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes.</p>
5.21.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise linnalistel rohealadel ning rohealade võime vähendada stressi, seotud probleeme ja haigusi tagamine	<p>10.1 Meede: Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine;</p> <p>10.2 Meede: Küllastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turstide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes;</p> <p>10.3 Meede: Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral;</p> <p>10.4 Meede: Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine;</p> <p>10.5 Meede: Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoohanemisest ja võimekuse ning teadlikkuse arendamine;</p> <p>10.6 Meede: Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil (turismi tõttu)</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
5.22.	Kliimariske arvestava tolmeldamisteenuse mahu ja kvaliteedi tagamine	<p>1.3 Meede: Koosluste soodsa seisundi ja maastike mitmekesisuse tagamine ning looduskaitse korraldamine muutuvates kliimaoludes;</p> <p>6.2 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil;</p> <p>6.14 Meede: Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse tõstmise võimalusest.</p>
5.23.	Kliimariske arvestava mesilasmee ja teiste mesindussaaduste tootmise tagamine kutselises ja harrastusmesinduses	<p>6.2 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil;</p> <p>6.3 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks;</p> <p>6.15 Meede: Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.</p>
5.24.	Kliimariske arvestava toidu tootmiseks vajaliku põllumaa piisavuse tagamine	<p>2.8 Meede: Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine;</p> <p>2.10 Meede: Mullaerosiooni ja toitainete leostumise piiramine põllumuldadest;</p> <p>6.2 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil.</p>
5.25.	Kliimariske arvestav mullaökosüsteemiteenuste tagamine (viljakuse ja kvaliteedi tagamine, samuti loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsus, erosiooni ärahoidmine, mulla võime ohjeldada haigusi ja patogeene ning puhastada vett ning lahjendada, lagundada ja akumulierida jäätmeid ja toksilisi aineid)	<p>2.8 Meede: Rohumaa- ja põllumuldade loomuliku viljakuse säilitamine;</p> <p>2.10 Meede: Mullaerosiooni ja toitainete leostumise piiramine põllumuldadest;</p> <p>6.3 Meede: Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks;</p> <p>6.7 Meede: Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest;</p> <p>6.8 Meede: Taimekaitse süsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi;</p> <p>6.15 Meede: Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja</p>

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
		<p>ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks;</p> <p>6.16 Meede: Agroklimaatiliste näitajate (sh ilmastik, efektiivsete temperatuuride summa) mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning taimehaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega.</p>
5.26.	Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineriinge (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine	<p>2.2 Meede: Metsade majandamine viisil, mis tagab metsa jäämise süsinikku siduvaks süsteemiks ka kliimamuutuste mõjude avaldumisel;</p> <p>2.5 Meede: Märjalade aineriinge, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine;</p> <p>2.10 Meede: Mullaerosiooni ja toitainete leostumise piiramine põllumuldadest</p> <p>3.4 Meede: Pinnaveekogumite kasvuhoonegaaside emissiooni suurenemise vältimine;</p> <p>6.7 Meede: Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest;</p> <p>6.16 Meede: Agroklimaatiliste näitajate (sh ilmastik, efektiivsete temperatuuride summa) mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning taimehaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega;</p> <p>11.4 Meede: Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt turba keskkonnatasude reguleerimine.</p>
5.27.	Eesti ökosüsteemide poolt pakutavate teenuste ja nende seisundi kirjeldamine ja mahtude hindamine	<p>6.12 Meede: Kliimarisikide sotsiaalse ja majandusliku mõju uurimine;</p> <p>10.1 Meede: Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligiõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine.</p>

* Meetmed nr 5.11, 5.15, 5.17 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

5.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Enamik ökosüsteemiteenuste valdkonna kliimakoohanemismeetmetest ei ole kiireloomulised. Kiireloomulised on õigusaktide täiendamine, mis loob aluse loodusvarade kasutamiseks kliimariske arvestavalt. Ökosüsteemiteenuste valdkonna eripäraks on suhteliselt paljude uuringumeetmete osakaal meetmete hulgas. Kuivõrd uuringud võtavad rohkem aega kui regulatsioonide korrigeerimine, siis on ka mitmete uuringumeetmete rakendamine jagatud mitme aasta peale.

Tabel 76. Ökosüsteemiteenuste valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
Rakendada perioodil 2017–2020	1	1	25 000	680 000
	2	26	655 000	
	3	0	0	
Rakendada 2021–2030	1	9	525 000	13 225 100
	2	18	12 700 100	
	3	0	0	
Rakendada 2031–2050	1	0	0	0
	2	0	0	
	3	0	0	
Rakendada 2051–2100	1	0	0	0
	2	0	0	
	3	0	0	
Kokku			I prioriteet 550 000 II prioriteet 13 355 100	13 905 100

Kavandatud meetmeid tuleb rakendada läbi mõlema perioodi, kuivõrd need meetmed on nii-öelda püsimeetmed ehk igal ajahetkel asjakohased. Rakendamise edukust saab mõõta tegevuste elluviimise kaudu (**Tabel 79**).

Meetmete rakendamise eest peamise vastutava asutusena on määratletud ainult Keskkonnaministeerium. Kaasvastutus on Maaeluministeeriumil, Siseministeeriumil, Riigimetsa Majandamise Keskusel ja kohalikel omavalitsustel (**Tabel 77**).

Tabel 77. Ökosüsteemiteenuste valdkoona meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	27	0	13 225 100

Meetmete rakendamise haldustase on valdvalt riiklik, kuivõrd riik loob eeldused, nii regulatiivsed kui majanduslikud eeldused meetmete rakendamiseks. Samuti on näiteks ettevõtlusele (turismi, mesindus) eelduste loomine kliimarisikidega kohanemiseks kohaliku omavalitsuse võimalus ja kohustus, näiteks planeeringute menetlemisel.

Tabel 78. Ökosüsteemiteenuste valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
5.1.	Kliimariske arvestav merekala ja -andide jätkusuutlik majandamine Läänemeres	Riiklik ja riigipiireületav
5.2.	Kliimariske arvestav vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon rannikumeres	Riiklik
5.3.	Kliimariske arvestavate virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine merel ja siseveekogudel	Riiklik, KOV
5.4.	Kliimariske arvestavate harrastuskalapüügi ja kalaturismi võimaluste pakkumine veekogudel	Riiklik, KOV
5.5.	Kliimariske arvestav mageveekala ja -vähkide jätkusuutlik majandamine (sh harrastuskalapüügi, kalaturismi ja vähipüügi võimalused)	Riiklik
5.6.	Kliimariske arvestava joogivee ja niisutusvee piisavuse ja kõrge kvaliteedi tagamine ning jätkusuutlik majandamine	Riiklik
5.7.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine siseveekogudel	Riiklik
5.8.	Kliimariske arvestava vee puhastamise ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamise, lagundamise ja akumulatsiooni ning vee bioloogilise filtratsiooni tagamine siseveekogudel	Riiklik
5.9.	Kliimariske arvestava ulukiasurkondade soodse seisundi tagamine	Riiklik
5.10.	Kliimariske arvestav marjade ja seente jätkusuutlik majandamine metsades ja soodes	Riiklik
5.11.*	Kliimariske arvestav tulundusmetsade jätkusuutlik majandamine	Riiklik
5.12.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine metsaökosüsteemis	Riiklik
5.13.	Kliimariske arvestava metsaökosüsteemi võime kaitsta erosiooni vastu tagamine	Riiklik
5.14.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise tagamine era- ja riigimetsas ning soodes	Riiklik, KOV
5.15.*	Kliimariske arvestav turba jätkusuutlik majandamine	Riiklik
5.16.	Kliimariske arvestav niitude ja rohumaade jätkusuutlik majandamine	Riiklik
5.17.*	Kliimariske arvestav bioenergia allikate (pilliroog, hein, päideroog, energiapaju) jätkusuutlik majandamine	Riiklik
5.18.	Kliimariske arvestava luha- ja rannaniitude võime tagamine ennetada ja leevendada üleujutusi ning teostada biofiltratsiooni	Riiklik
5.19.	Kliimariske arvestav koduaedade jätkusuutlik majandamine	KOV
5.20.	Kliimariske arvestav kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine, müra leevendamine ja hea õhukvaliteet tagamine haljastuse abil	Riiklik
5.21.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise linnalistel rohealadel ning rohealade võime vähendada stressi, seotud probleeme ja haigusi tagamine	Riiklik

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
5.22.	Kliimariske arvestava tolmeldamisteenuse mahu ja kvaliteedi tagamine	Riiklik
5.23.	Kliimariske arvestava mesilasmee ja teiste mesindussaaduste tootmise tagamine kutselises ja harrastusmesinduses	Riiklik, KOV
5.24.	Kliimariske arvestava toidu tootmiseks vajaliku põllumaa piisavuse tagamine	Riiklik
5.25.	Kliimariske arvestav mullaökosüsteemiteenuste tagamine (viljakuse ja kvaliteedi tagamine, samuti loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsus, erosiooni ärahoidmine, mulla võime ohjeldada haigusi ja patogeene ning puhastada vett ning lahjendada, lagundada ja akumuleerida jäätmeid ja toksilisi aineid)	Riiklik
5.26.	Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineriinge (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine	Riiklik
5.27.	Eesti ökosüsteemide poolt pakutavate teenuste ja nende seisundi kirjeldamine ja mahtude hindamine	Riiklik

* Meetmed nr 5.11, 5.15, 5.17 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

5.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Meetmete rakendamise edukust näitab kõigi kavandatud tegevuste läbiviimine ja vastavate tulemuste rakendamine. Meetmete rakendamise tulemuslikkusest annab ülevaate **Tabel 79**.

Tabel 79. Ökusteemiteenuste valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
5.1.	Kliimariske arvestav merekala ja -andide jätkusuutlik majandamine Läänemeres	Õigusakti olemasolu	Püügikvoodid ei võta arvesse saabuvaid kliimariske	Püügikvoodid võtavad arvesse kliimariske
		Õigusakti olemasolu	Merevesiviljeluse regulatsioon ei arvesta kliimariske	Merevesiviljeluse regulatsioon arvestab kliimariske
		Uuringu olemasolu	Kudealade uuring on läbiviimata	Kudealade uuring teostatud
		Õigusakti olemasolu	Õigusakt kehtestamata	Õigusakt kehtestatud
		Investeeringu olemasolu	Investeering tegemata	Investeering tehtud
5.2.	Kliimariske arvestav vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine	Investeeringu olemasolu	Investeering tegemata	Investeering tehtud
		Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav

Jrk nr	Meede	Möödik	Algtase	Sihttase
	ja akumulatsioonirannikumeres	Õigusakti olemasolu	1 asula	25 asulat
		Investeeringu olemasolu	Investeering tegemata	Investeering tehtud
		Õigusakti olemasolu	Õigusakt kehtestamata	Õigusakt kehtestatud
5.3.	Kliimariske arvestavate virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine merel ja siseveekogudel	Investeeringu olemasolu	Investeering tegemata	Investeering tehtud
5.4.	Kliimariske arvestavate harrastuskalapüügi ja kalaturismi võimaluste pakkumine veekogudel	Teabe olemasolu	Avalik teave puudub	Avalik teave olemas
5.5.	Kliimariske arvestav mageveekala ja -vähkide jätkusuutlik majandamine (sh harrastuskalapüügi, kalaturismi ja vähipüügi võimalused)	Õigusakti olemasolu	Õigusakt kehtestamata	Õigusakt kehtestatud
		Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
		Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.6.	Kliimariske arvestava joogivee ja niisutusvee piisavuse ja kõrge kvaliteedi tagamine ning jätkusuutlik majandamine	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
		Käsitlemine maakonna- ja üldplaneeringutes	Käsitletud üksikutes planeeringutes	Käsitletud kõikides planeeringutes
5.7.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine siseveekogudel	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
5.8.	Kliimariske arvestava vee puhastamise ning jäätmete ja toksiliste ainete lahendamise, lagundamise ja akumulatsioonirannikumeres ning vee bioloogilise filtratsiooni tagamine siseveekogudel	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
5.9.	Kliimariske arvestava ulukiasurkondade soodse seisundi tagamine	Õigusakti olemasolu	Õigusakti sätted muutmata	Õigusakti sätted muudetud

Jrk nr	Meede	Möödik	Algtase	Sihttase
5.10.	Kliimariske arvestav marjade ja seente jätkusuutlik majandamine metsades ja soodes	Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.11.*	Kliimariske arvestav tulundusmetsade jätkusuutlik majandamine	Õigusakti olemasolu	Õigusakti sätted muutmata	Õigusakti sätted muudetud
5.12.	Kliimariske arvestava loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsuse tagamine metsaökosüsteemis	Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.13.	Kliimariske arvestava metsaökosüsteemi võime kaitsta erosiooni vastu tagamine	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
5.14.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise tagamine era- ja riigimetsas ning soodes	Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.15.*	Kliimariske arvestav turba jätkusuutlik majandamine	Õigusakti olemasolu	Õigusakti sätted muutmata	Õigusakti sätted muudetud
		Taastatud soode pindala osakaal rikutud soodest	Marginaalne	Vähemalt 50%
5.16.	Kliimariske arvestav niitude ja rohumaade jätkusuutlik majandamine	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
		Käsitlemine maakonna- ja üldplaneeringutes	Käsitletud üksikutes planeeringutes	Käsitletud kõikides planeeringutes
		Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.17.*	Kliimariske arvestav bioenergia allikate (pilliroog, hein, päideroog, energiapaju) jätkusuutlik majandamine	Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.18.	Kliimariske arvestava luha- ja rannaniitude võime tagamine ennetada ja leevendada üleujutusi ning teostada biofiltratsiooni	Käsitlemine maakonna- ja üldplaneeringutes	Käsitletud üksikutes planeeringutes	Käsitletud kõikides planeeringutes
5.19.	Kliimariske arvestav koduaedade jätkusuutlik majandamine	Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.20.	Kliimariske arvestav kohaliku ja piirkondliku	Õigusakti olemasolu	Õigusakti sätted muutmata	Õigusakt kehtestatud

Jrk nr	Meede	Möödik	Algtase	Sihttase
	kliima reguleerimine, müra leevendamine ja hea õhukvaliteet tagamine haljastuse abil	Õigusakti olemasolu	Õigusakti sätted muutmata	Õigusakt kehtestatud
		Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.21.	Kliimariske arvestava virgestus- ja turismivõimaluste pakkumise linnalistel rohealadel ning rohealade võime vähendada stressi, seotud probleeme ja haigusi tagamine	Käsitlemine maakonna- ja üldplaneeringutes	Käsitletud üksikutes planeeringutes	Käsitletud kõikides planeeringutes
5.22.	Kliimariske arvestava tolmeldamisteenuse mahu ja kvaliteedi tagamine	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
5.23.	Kliimariske arvestava mesilasmee ja teiste mesindussaaduste tootmise tagamine kutselises ja harrastusmesinduses	Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.24.	Kliimariske arvestava toidu tootmiseks vajaliku põllumaa piisavuse tagamine	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
		Õigusakti olemasolu	Õigusakti sätted muutmata	Õigusakt kehtestatud
5.25.	Kliimariske arvestav mullaökosüsteemiteenuste tagamine (viljakuse ja kvaliteedi tagamine, samuti loodusliku veerežiimi ja veevoolu stabiilsus, erosiooni ärahoidmine, mulla võime ohjeldada haigusi ja patogeene ning puhastada vett ning lahjendada, lagundada ja akumuleerida jäätmeid ja toksilisi aineid)	Teabe olemasolu	Teave lünklik	Teave kättesaadav
5.26.	Eesti ökosüsteemide, sh muldade aineringe (sh süsinikubilansi) tasakaalu tagamine	Uuringute olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud
		Õigusakti olemasolu	Õigusakt kehtestamata	Õigusakt kehtestatud
5.27.	Eesti ökosüsteemide poolt pakutavate teenuste ja nende seisundi kirjeldamine ja mahtude hindamine	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Uuring teostatud

* Meetmed nr 5.11, 5.15, 5.17 on strateegia ja rakenduskava ettepanekutest eemaldatud vastavalt juhtkomisjoni 16.12.2015 otsusele.

II Biomajandus



6. Põllumajandus

Kaasik, Allan; Kauer, Karin; Kruus, Eha; Lauringson, Enn; Leming, Ragnar; Mänd, Marika

Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut

6.1. Sissejuhatus

Võrreldes 1990. aastaga ennustavad kliimamuutuste analüüsid aastaks 2100 keskmise õhutemperatuuri tõusu maapinnal 1 kuni 3,5 °C võrra (Cannon, 1998; Porter *et al.*, 1991), mis ühtib ka kliimastenaariumitega RCP4.5 kuni RCP8.5 (Luhamaa *et al.*, 2015). Sellest tingitult on oodata teatavate kultuuride levikut põhja poole ja determinantsete kultuuride (nt teraviljade, st kultuuride, mille vegetatiivne kasv lõppeb õitsemise alguses, kuna võrsete tipumeristeemist moodustuvad generatiivorganid) osakaalu vähenemist, kuid indeterinantsete kultuuride (nt juurviljade või mitmete kaunviljade, st kultuuride, mille vegetatiivset kasvu õitsemine ei peata) tähtsuse suurenemist (Olesen ja Bindi, 2002). Aastaste sademete hulka ennustatakse suurenevat Põhja Euroopas kuni 40%, millega kaasneb kõrgem üleujutuste risk. Talved on niiskemad. Põllumajanduses oodatakse kliimamuutuste otseseks tagajärgeks saagikuse kasvu (10–30%) ja kultuuride kasvupinna suurenemist (European Commission, 2007).

Üldiselt hinnatakse globaalsete kliimamuutuste mõju põllumajandustootmisele väikeseks kuni mõõdukaks, välja arvatud madalama sissetulekuga põllumajandustootjate puhul (Aydinalp ja Cresser, 2008). Väiketootjad ei suuda võrdsetel tingimustel konkureerida kohalikul, piirkondlikul ega ka ülemaailmsel tasandil; paljud neist ei suuda tootmist vastavusse viia kõrgemate nõudmistega standarditele, kuna neil puudub juurdepääs varadele ja kapitalile ning nende jaoks on tehingukulud kõrgemad, mistõttu neil on raskem muudatustega kohaneda ja neile kiiresti reageerida.

Lähtudes eelnevast on põllumajanduse valdkond jagatud järgnevateks alavaldkondadeks:

- **taimekasvatus;**
- **loomakasvatus, sh mesindus ja vesiviljelus;**
- **taimekaitse ja veterinaaria.**

6.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Paljude riikide kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegiates on põllumajanduse valdkond olulise tähtsusega. Alavaldkondade liigendamisel on aluseks võetud erinevates strateegilistes dokumentides (MAK 2014–2020) ja tegevuskavades seatud eesmärgid. Põllumajanduse valdkondadeks valiku tegemisel lähtuti:

Keskkonnaagentuuri tellitud aruandest „Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100“, millele tuginedes tulevikus keskmised õhutemperatuurid tõusevad, sademete kogused ja tuulekiirused suurenevad, lumikatte kestus väheneb ning suureneb ekstreemsete ilmastikutingimuste esinemisvõimalus.

Maaeluministeeriumi väljatöötatud raamdokumendist „Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020“, kus oli esitatud olulisemad tegevusvaldkonnad kliimamuutuste leevendamisel ja kliimamuutustega kohanemisel.

Alavaldkondlikes analüüsides lähtutakse kaasaegsest teaduskirjandusest. Kliima muutumine mõjutab põllumajandustegevust vahetult ilmastikutingimuste kaudu peamiselt taime kasvu ja arengut pärssivate või soodustavate mõjude kaudu. Kaudne mõju agroökosüsteemidele puudutab nii loomadele kui taimedele vajalike toitainete olemasolu, liikidevahelise ja liigisisese konkurentsi suhteid, muude kasulike ja kahjulike organismide (herbivoorid/karnivoorid, parasiidid, haigustekitajad) esinemist kompleksis ning muutusi elupaiga seisundis, sh loomakasvatushoonete konstruktsioon, tuulekaitse istandike või rajatiste olemasolu, mulla viljakus jms.

Mõjude analüüs

Lisaks töö aluseks olevaile kliimastenaariumidele (Luhamaa *et al.*, 2015) hinnati mõjusid põllumajandusele lähtuvalt Maaeluministeeriumi valitsemisala arengukavas määratletud eesmärkidest:

- tagatud on Eestis toodetava ja tarbitava toidu ohutus ning tarbijate informeeritus;
- tagatud on loomade heaolu ja hea tervislik seisund ning taimetervise hea seisund;
- tagatud on põllumajanduslike tootmissisendite kvaliteet ja ohutus;
- tagatud on elujõuline toidutootmine;
- säilitatud on traditsioonilised põllumajandusmaastikud, puhas keskkond ning liigiline mitmekesisus;
- tagatud on põllumajandusega seotud piirkondade tasakaalustatud areng ning elukeskkond maal paraneb.

Tagajärgede iseloomu järgi jagati mõjud kategooriatesse, millele omistati ühtne tunnuskoode (tüübi nr, viitatud allpool tekstis (mõju 6.XX) ja tabelites **Tabel 82**, **Tabel 83** ja **Tabel 84**):

6.01 – Muutused kultuuride / sortide või liikide/tõugude valikus;

6.02 – Muutused saagi / toodangu koguses/kvantiteedis;

6.03 – Muutused saagi / toodangu kvaliteedis;

6.04 – Muutused toitainete (sh huumuse) / toidu varus;

6.05 – Muutused toitainete / toidu kättesaadavuses;

6.06 – Kasvuperioodi pikenemisest vm hajuvusest tingitud muutused, mis mõjutavad töö organisatoorset korraldust / logistikat;

6.07 – Muutused loomade (inimese) elu, heaolu ja tervist / taimede tervist mõjutavas seisundis;

6.08 – Täiendavaid majanduslikke (energeetilisi / rahalisi) sisendeid nõudvad muutused

6.09 – Muutused keskkonnaseisundis.

Mõjude analüüsi tekstis (allpool, ptk 6.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 82**, **Tabel 83** ja **Tabel 84**) esitatud mõjude kategooriatele ülaltoodud koodide kaudu (mõju 6.XX).

Majandusliku ja sotsiaalse mõju ning esinemise tõenäosuse hinnangute baasil leiti kvalitatiivse analüüsi käigus riskiaste, millest lähtuvalt määratleti kliimafaktorite olulisus põllumajanduses etteantud perioodidel. Põllumajanduse töörühma analüüs esitati huvigrupile tutvumiseks ja kritiseerimiseks kahel seminaril: 27. aprillil Tallinnas ja 05. mail Tartus. Põllumajandusettevõtjate arvamuse väljaselgitamiseks viidi läbi ankeetküsitlus taime- ja loomakasvatuse mõjude kohta, milles uuriti sihtrühma hinnangut oluliste ressurssidega varustatuse haavatavusele, ilmastiku mõjule oma põhitegevusele ja individuaalsete kohanemismeetmete sobilikkusele.

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuses“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

6.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

6.3.1. Taimekasvatus

Probleemid, võimalused ja ohud

Kasvuperioodi pikkus on peamine näitaja, mis mõjutab kasvatatavate kultuuride valikut ja kasvufaaside pikenemine suurendab erinevate kultuuride saagipotentsiaali (Carter, 1998). Viimastel aastatel on Eestis taimede kasvuperioodid pikenenud: kevadised kliimaatilised aastaajad on hakanud saabuma varem (külvata saab varem) ja sügisesed hiljem (saagikoristus võib toimuda hiljem, kuigi hilisem saagikoristus võib olla raskendatud liigniiskuse tõttu). Eesti Statistikaameti andmetel erinevate kultuuride keskmised saagid Eestis on samuti oluliselt suurenenud alates 2004. a võrreldes 1980. aastatega.

2014. a moodustas Eestis kõige suurema osa põllukultuuridest teraviljakasvatus (332 900 ha ehk 55% kogu põllumaast), sellest suviteravilja kasvatati 230 000 hektaril (69% teravilja all olevast maast) ja taliteravilja 103 000 hektaril (31%). Taliteraviljana kasvatati kõige rohkem talinisu (81 000 ha) ja talirukist (15 400 ha), suviteraviljana suviotra (126 000 ha), suvinisu (73 400 ha) ja kaera (27 300 ha). Rapsi hakati kasvatama laialdaselt tootmispõldudel alates sajandivahetusest ning 2014. a kasvatati suvirapsi 45 000 ja talirapsi 35 000 hektaril.

Pikenenud kasvuperioodid on soodustanud viljavahelduseks külvikorda herne või põldoa kaasamist. Kaunviljade kasvatamine 1980. aastatel ei olnud väga levinud. Nt 1980. a kasvatati kaunvilja vaid 400 ha, kuid kaunviljade kasvatamine muutus olulisemaks 1996. a, kui kaunviljade kasvupind laienes 5 800 hektarini. Hetkel on kaunviljade kasvupind suurenenud ka nende tootjate arvel, kes on loobunud suvirapsi kasvatamisest ja külvikorda kaasanud kaunvilja, kui väiksema riskiga kultuuri, mille kasvatamisega kaasneb ka mullaviljakuse tõus.

Heitlik talveperiood mõjutab taliviljade talvitumist. Jäätumine ja sulamine vaheldumisi on talvituvatele taimedele kõige kahjulikum. Põllule võib tekkida jääkoorik, sest külmunud pind ei lase vett läbi ja moodustunud jääkihi all taimed lämbuvad. Pika sügise korral on

taliteravilja taimedel oht üle kasvada, mis suurendab lumiseene (talvituvaid kõrrelisi kahjustav taimede seenhaigus, mida tekitavad *Fusarium*'i ja *Gibberella* perekonna liigid) ohtu. Sellest tingituna on hakatud kasutama taliviljade hilisemat külvamist. Sagedamini on hakanud esinema selline olukord, kus sulale maale tuleb paks lume kiht ning see suurendab samuti lumiseene tekkeohtu.

Viimasel ajal suurenenud sademete hulk sügisel võib raskendada suviviljade saagikoristust, kuid seda riski saab vähendada suviviljade varasema külviajaga kevadel, mida soodustab ka öökülmariski vähenemine. Kuid samas on kevadel suurenenud oht, et esineb põud, mis raskendab suviteraviljaseemnete idanemist ja kasvu, mis mõjutab lõppsaaki.

Muutunud ilmastikutingimused on loonud tingimused, et tootjad on hakanud taas kasvatama rohkem maisi, mida kasvatatakse Eestis peamiselt siloks (Kärt, 2013). Eesti Statistikaameti andmetel hakati maisi Eestis laialdaselt tootmispõldudel kasvatama alates 2004. a ja 2014. a oli maisi kasvupind 7 400 ha. Mais on soojanõudlik kultuur ja vajab arenguks palju päevasooja. Sõltuvalt sordist ja kohalikust kliimast, on maisi kasvuperiood 70–210 päeva (Rüdelsheim ja Smets, 2012), Eestis 100–150 päeva (Tuubel, 2013). Suhteliselt pika kasvuperioodi tõttu on väga oluline maisi külvata kevadel võimalikult vara (mai esimesel poolel). Varajane külv soodustab ka tugevama ja võimsama juurestiku arenemist, mis aitab taimedel põuaperioodid üle elada. Seega maisi kasvatamine on üks võimalusi ilmastikuolude mõju minimeerida, sest üldiselt on mais põuakindel kultuur, mistõttu ka põuasel suvel võib saada korraliku saagi. Seeme talub ka lühiajalisi külmakraade. Mais väga oluline söödakultuur tingimustes, kus pikad põuaperioodid või kevadised öökülmad võivad osa rohumaade niidetest olematuks muuta.

Ehkki Eestis on viimastel aastatel olnud päris head teraviljaaastad, siis vaatamata sellele on Eurostat'i andmetel Eesti endiselt Euroopa Liidu üks madalama teraviljasaagikusega maa, mida iseloomustab lisaks ka teraviljasaakide suur varieeruvus erinevatel aastatel (saagikuse kõikumine on aastati ligi 30%). Saagi varieeruvuse erinevatel aastatel põhjustab tugev ilmastiku mõju, mida ei suudeta elimineerida Eesti tootjate madala investeeeringuvõime tõttu. Negatiivne huumusbilanss ja lisaks kuni 1990. aastateni kasutatud ebaõiged mullaharimisvõtted halvendasid mulla hüdrofüüsikalist olukorda (muld tihenes, vähenes struktuursus) ja sellega vähenes mulla puhverdusvõime vastu panna ebasoodsatele ilmastikutingimustele. Madala keskmise saagitaseme põhjuseks on ka Eesti põldude ja muldade väga erinev ja kõikuv viljakus, mille peamine näitaja on mulla huumussisaldus. Huumust on Eestimaa põllumuldade huumushorisondis tavaliselt vaid 2–4% (Penu, 2006), 40–60% haritavast maast sisaldab huumust alla 2% (Järvan *et al.*, 1996). Mulla huumusvaru on oluline mulla kvaliteedi näitaja, mängides olulist rolli taimetoitainete ringluses ja parandades mulla füüsikalisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi ning ka põhjavee kvaliteeti toimides filtrina, et vähem või rohkem kahjulikud ühendid ei sattuks põhjavette (Manna *et al.*, 2007). Seega, et tagada suuremat ja erinevatel aastatel stabiilsemat saaki, on oluline suurendada mulla huumusvaru (Lal, 2004). Mulla huumus koostises on 58% süsinikku (Mann, 1986). Mulda mineva süsinikuallikaks on mulda minev orgaaniline aine nt. taimejäätmel jms., mille humifitseerunud laguproduktid moodustavad aja jooksul huumuse. Kui muldamineva orgaaniline aine kogus on väiksem, kui mineraliseerunud orgaanilise aine kogus, siis mulla huumusvaru väheneb. Orgaanilise aine lagunemise üheks lõpp-produktiks on CO₂, seega võivad mullad olla nii CO₂ allikaks või ka sidujaks (Lal, 2004; Wilson ja Al-Kaisi, 2008). Et suurendada huumusvaru mullas, tuleb seda suurendada mulda mineva orgaanilise aine kogust ja vähendada orgaanilise aine lagunemiskiirust mullas (Lal, 2004). Orgaanilised väetised suurendavad mulla huumusvaru (Blair *et al.*, 2000). Mineraalsete väetiste mõju mulla huumusvarule võib olla erinev. On leitud, et mineraalväetiste lisamine suurendab mulla huumusvaru (Gong *et al.*, 2009), sest need

suurendavad põllumajanduslikku saaki, millest tulenevalt suureneb ka mulda mineva orgaanilise aine kogus taimejäänuste ja koristusjäätike näol (Liang *et al.*, 2012). Kuid on leitud ka, et mineraalväetised ei avalda mingit mõju (Halvorson *et al.*, 2002) ja pigem isegi vähendavad mulla huumusvaru, soodustades mulla orgaanilise aine mineralisatsiooni (Sinsabugh *et al.*, 2002). Hinnanguliselt kasutatakse Eestis praegu keskmiselt 60 kg N ha⁻¹ aastas. Mullaviljakuse säilimise tagamiseks peaks sõnniku norm olema umbes 10 t ha⁻¹, kuid Eestis on viimasel kümnendil kasutus umbes 3 t ha⁻¹. On teada, et intensiivse mullaharimise käigus mulla huumusvaru väheneb (Blair *et al.*, 2000), kuid rakendades sobivaid agrotehnilisi võtteid (külvikord, väetised sh mineraalsed ja orgaanilised väetised), on võimalik mulla huumusvaru vähenemist vältida ja isegi suurendada (Paustian *et al.*, 2007). Viimastel aastatel kasutusele võetud mullaharimisvõtted on üha enam mullasõbralikumad. Harimisvõtetest kõige rohkem huumusvaru vähenemist soodustav on künnipõhine harimine, mida Eesti Statistikaameti 2010. a andmetel rakendati 73% põldudel. Huumusvaru mitte vähenemist soodustavad pindmine ehk minimeeritud harimine ja mitteharimine ehk otsekülv (külvatav seeme asetatakse ilma eelneva kultiveerimiseta otse eelmise aasta saagi kõrde), mida Eesti põldudes rakendati vastavalt 18 ja 9%. Minimeeritud harimine ja otsekülv parandavad ka taliteraviljade talvitumistingimusi ja ärakülmumise oht väheneb, sest põldukattev tüü hoiab lund paremini kinni, kuid nende võtete kasutamine suurendab umbrohtumist ja sellest tingitud saagikuse vähenemist (Hole *et al.*, 2005).

Seoses pehmemate talvedega esineb olukordi, kus maapind ei ole külmunud ning suurenenud sademete kogused suurendavad võimalust, et nii mullas sisalduvate kui ka väetistega sinna viidud ja taimede poolt omastamata jäänud toitained leostuvad mullaprofiilis sügavale ja võivad sattuda põhjavette. Leostumist soodustab ka see, et Eestis on valdavalt tegu läbiuhtumise tüüpi veerežiimiga (sademete kogus ületab aurumise), kus sademetevee mullast läbinõrgumine ehk filtratsioon põhjustab leostumist. Üldiselt toitainete leostumine vegetatsiooniperioodil ei ole probleemiks, kuid lämmastiku leostumine väljaspool vegetatsiooniperioodi suureneb koos väetisega antud lämmastikunormiga (Raave jt, 2011). On leitud ka, et vedelsõnniku või tahesõnniku kasutamine sügisel suurendab lämmastiku leostumise riski talveperioodi jooksul (Smith *et al.*, 2002). Toitainete leostumise riski vältimiseks on hakatud kasvatama külvikorras taliteravilju ja vahekultuure, mis lisaks leostumise vältimiseks suurendavad ka mulla huumusvaru.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju taimekasvatusele

Keskkonnaagentuuri 2014. a tellitud uuringus analüüsiti Põllumajandusuuringute Keskuse poolt kogutud seire andmeid. Selgus, et Eesti põllumuldade huumusvaru on vähenemise tendentsiga ning kuna ka Eesti keskmine temperatuur on viimastel aastakümnetel tõusnud, siis võib kliimamuutusi pidada üheks huumusvaru vähenemise põhjusteks ning see seletab ka saagikuse suurt varieerumist erinevatel aastatel ja üleüldist madalat saagikust.

2014. a kartulisaak oli suhteliselt madal võrreldes eelnevate aastatega (Eesti Statistikaamet). Sel aastal oli ilm muutlik, mistõttu ka kartulikasvuks kohati ebasoodne. Maikuu algas sajuiselt ja jahedalt, muld soojenes väga aeglaselt. Kuu teine pool oli südasuviselt soe, kuid sademeid jagus üle Eesti väga ebahühtlaselt. Suvesoojaga alanud juunikuu alguses ei jätkunud taimedele enam mullaniiskust. Juuni teine pool ja eriti lõpp olid jahedad ja vihmased. Oluliselt kiirendas kartuli valmimist juulikuu kolmanda dekaadi pöud. Kiiremast valmimisest tingituna jäi kartuli saak madalaks.

Põllumajandussektori 2013. a I poolaasta ülevaatest selgus, et lisaks 2012. a vihmasele sügisesele külvi perioodile oli ka 2012/2013 talv Eestis taliviljadele ebasoodne. Talv oli

ebaharilikult pikk ning maapind polnud korralikult külmunud, mis tähendab, et taimed said hingata ning kurnasid end selle pika perioodi jooksul ära. Lumi püsis maas aprilli keskpaigani ning taliviljad ei pidanud vastu ja hukkusid.

2009. a taliviljade saagikust mõjutasid sügisene külmalaine, talvine paks lumikate ja selle sulamisest tekkinud liigniiskus, mis kõik kokku hävitasid osa taliteraviljadest. 2010. a kuuma suve tõttu jäi nii tali, kui suviviljadel liiga kiire valmimise tõttu tera peeneks ja saagikus väikseks (Eesti teraviljaturg saagiaastal 2009/2010).

6.3.2. Loomakasvatus, sh vesiviljelus ja mesindus

Probleemid, võimalused ja ohud

Lähtuvalt projektis „Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100“ prognoositule (Luhamaa *et al.*, 2015) muudavad keskmise temperatuuri tõus, lühemas perspektiivis sademete hulga suurenemine ning lumikatte vähenemine tingimused traditsiooniliste loomakasvatusharudega (veisekasvatus, eriti piima tootmine, seakasvatus) tegelemiseks soodsamaks. Juhul, kui pikemas perspektiivis sademete (niiskuse) hulk väheneb, võib see tingimusi loomakasvatussaaduste tootmiseks halvendada, kuna odava, (rohu)sööda tootmine võib osutada raskendatuks.

Negatiivset mõju võib oodata olemasolevate kahjurite, haiguste ja umbrohtude leviku ja intensiivsuse tõenäolisest kasvust, mille põhjuseks on kõrgem temperatuur ja suurem niiskus. Keskmise temperatuuri tõus loob eeldused loomakasvatusega seotud saasteainete emissiooni suurenemiseks (ammoniaak, metaan, väävelvesinik, lämmastikoksiidid) kõikidel sõnnikukäitluse etappidel (loomapidamishoone, sõnnikuhoidla, sõnniku laotamine).

Keskmise temperatuuri tõus ja püsiva lumikatte kahanemine pikendab vegetatsiooniperioodi. Oodatavad kliimamuutused mõjutavad saagi suurust ja muutlikkust ning pikas plaanis võib mitmesuguste põllukultuuride kasvatamine nihkuda põhjapoolsematele laiuskraadidele. Pikemast vegetatsiooniperioodist tulenevalt pikeneb väetiste sh orgaaniliste (loomasõnnik) kasutamise aeg. Prognoositav on sõnnikuhoidlate mahu vähenemine, kuna lüheneb periood, millal väetiste kasutamine on kliimaatilistest tingimustest tulenevalt keelatud (Veeseadus). Kalakasvatust võib kliimamuutuste tagajärjel mõjutada veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine (European Commission, 2007).

Elektrikatkestuse korral peatuvad kalakasvatustes pumbad ja hapniku-aeraatorid, mille tulemusel hakkab hapnik vees kiiresti vähenema. Pikema katkestuse korral hakkavad kalad hukkuma. Soojad suved võivad tekitada kalafarmides veevarustuse häireid, tootmisseisakuid, kalade väärarenguid ja kvaliteedi langust. Forellid hakkavad surema kui vee temperatuur tõuseb üle 24 °C.

Hiljutised uuringud on näidanud, et õhutemperatuuri tõusuga lüheneb meemesilaste haudme areng, mis omakorda mõjutab positiivselt pere arengut ja talvitumise edukust (Hatjina *et al.*, 2014). Samas kaasneb kliima soojenemisega vastuoluline mõju nii taime õite arvule, nektari ja õietolmu produktsioonile. Taimeliigid, mis vajavad õitsemiseks kõrgemat temperatuuri, hakkavad tootma rohkem õisi, nektarit ja õietolmu, vastupidiselt liikidele, mis kannatavad kuuma stressi all. Temperatuuri tõusust tingitud taimede nektariproduktsiooni langus või tõus toob kaasa muutused meemesilaste toiduresursis ja ka meetoodangus (Scaven ja Rafferty, 2013).

Sisetingimustes peetavad loomad (sead, linnud, piimaveised) mõjutavad tormi põhjustatud elektrikatkestused. Kliimamuutuste tagajärjel tekib rohkem tormidest põhjustatud elektrikatkestusi. Probleemide ärahoidmiseks on vajalik lokaalse elektrigeneraatori olemasolu. Loomakasvatajad ei pruugi leia piisavalt vahendeid generaatori soetamiseks. Tormitundlikes piirkondades on vajalik õhuliini asemele rajada maakaabel.

Temperatuuri tõus, eriti talvel ja kevadel, soodustab soojustamata farmihoonete ehitust.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju alavaldkonnale

Tormide põhjustatud elektrikatkestused on peatanud (ventilatsiooni-, lüpsi-, söötmis- jt) seadmete töö, mille tagajärjel on loomad kannatanud või hukkunud (Jampo sigalad tormist tingitud volukatkestuse ja ventilatsioonisüsteemi seiskumise tõttu lämbus ca 400 nuumsiga).

Saartel, laidudel ja rannikualadel peetavad loomad on kannatanud üleujutuste tõttu (2005. aasta jaanuaritormiga kaasnenud üleujutuses uppusid lambad). Soojad suved võivad tekitada kalafarmides tootmisseisakuid, kalade väärarenguid ja kvaliteedi langust. Forellid hakkavad surema kui vee temperatuur tõuseb üle 24 °C. Karilatsi ja Härjanurme forellikasvandustes hukkusid kalad 2010. a kuumal suvel, samuti hukkus palju vähke.

Eestis on kokku umbes 40 000 mesilasperet, kellest igal aastal hukkub 25–30%. Hukkumise põhjuseid on mitmeid sh kliimamuutused, mis toovad kaasa pikenenud põuaperioodid ja neile järgnevad tugevad vihmaperioodid. Eestis selleteemalised uuringud puuduvad, Euroopas on andmeid kogutud projekti „Food and Agriculture COST FA0803 Prevention of honeybee Colony Losses (COLOSS)” raames 2008 – 2011 a (COST, 2011).

6.3.3. Taimekaitse ja veterinaaria

Probleemid, võimalused ja ohud

Kuna looduslikud ökosüsteemid reageerivad temperatuuri ja sademete hulga muutustele, võib eeldada paljude putukaliikide levikuala muutumist või laienemist ja avalduda võivad uued patogeene ja kahjurite kompleksid. Mahedamad talved soodustavad mitmete külmaõrnade putukaliikide ellujäämist (Bale *et al.*, 2002). Liikide kohastumus atmosfääri kõrge CO₂ sisaldusele on erinev: kui taimede vegetatiivse kasvu vohamine toob kaasa lämmastikusisalduse vähenemise, siis herbivooride toidutarbimine üldiselt kasvab, kuigi see ei pruugi täielikult kompenseerida toidu halvemat kvaliteeti (Cannon, 1998). Kliimamuutused võivad suurendada nematoodide põhjustatud majanduslikku kahju: kõrgemad mullatemperatuurid kiirendavad taimeparasiitsete nematoodide arengut, mille tagajärjel tõuseb nende arvukus ja suurenevad peremeestaimede kahjustused.

Parasvõetmes võib kliima soojenemine oluliselt mõjutada putukkahjurite talvist ellujäämist. Põhjamaades võivad eriliselt tähtsaks osutada muutused kahjurite kasvu- ja paljunemise fenoloogias (Fuhrer, 2003). Arvatakse, et soojematelt aladelt sisserändavad kahjurid kohastuvad kliima soojenemisega taimedest kiiremini, mistõttu võivad hõivata uusi elupaiku ja koloniseerida uusi kultuure (Cannon, 1998). Levila suurenemine ja servaeefekti kadumine võib kaasa tuua uusi liike, kes siin asuksid oma levila põhjapiiril. Uute taimekahjustajate kohastumispotentsiaali suurendab nende peremeestaimede (vajadusel ka siirutajate ja obligatoorse vaheperemehe) ohtrus ellujäämiseks, paljunemiseks ja levikuks sobivate keskkonnatingimuste olemasolu ning nende arvukust mahasuruvate abiootiliste

(nt. ebasobiv mullastik, saaste, topograafia vms) või biotiliste tegurite (konkurents, looduslikud vaenlased) puudumine (OEPP/EPPO, 1997).

Taimede lopsakam lehestik võib pakkuda taimetoidulistele putukatele täiendavat kaitset ning muudatused taimede fenofaasides võivad põhjustada ka herbivooride elutsükli muutumist, mis võib vähendada nende kättesaadavust röövtoidulistele ja parasiitputukatele (Thomson *et al.*, 2010). Soojenemine loob C₃-tüüpi kultuurtaimede ees eelised C₄ funktsionaalset tüüpi umbrohtudele (Fuhrer, 2003). Taimahaiguste leviku võtmeküsimus on patogeeni dispersioon. Äärmuslikud ilmastikunähtused, nagu tugevad tormituuled, võivad soodustada taimahaiguste puhangute tekkimist, nt. roosteseente kauglevi (Rosenzweig *et al.*, 2001; Schneider *et al.*, 2005).

Kliima soojenemise valguses eeldatakse, et levivad järjest enam ka põllumajandusloomi ning selle kaudu ka otseselt või kaudselt inimesi ohustavad esilekerkivad patogeenid ning potentsiaalsed nakkushaiguste lüljaljagetest siirutajate liigid. Üha sagedamini tuvastataksegi seni soojema kliimaga seostatud infektsioone ning siirutajaliike piirkondadest, kus neid varem polnud.

Viimastel aastakümnetel on täheldatud nt muutusi puukide geograafilistes elupaikades ning esinemissageduses. Samuti on näidatud, et puukborrelioosi haigestumise esinemissagedus muutub kevadisel ajal järjest varasemaks ja sügisel hilisemaks. Põhjustavaid tegureid on lisaks kliimamuutustele veel, nt muutused maastikukattes ning maakasutamises ja inimese tegevuse tulemusena põhjustatud keskkonnamuudatused (WHO, 2014). Puugid on võimalikuks vahendajad ka Eestis väheuuritud Q-palaviku nakkusele (bakteri *Coxiella burnetii* poolt põhjustatav nakkus), mis on nii mäletsejaliste kui ka inimeste patogeen.

Praegu puudub paraku Eestis ajakohane teave mõnede potentsiaalsete putuksiirutajate kooslustest (nt pistesääsklased) ning nendega levivate haigustekitajate esinemisest (nt dirofilariad). Eesti pistesääsklaste põhjalikuma uurimisega tegeles viimati Prof. H. Remm 1950. aastatel, seega puuduvad andmed liigilistest muutustest viimase poole sajandi jooksul.

Sääskedega levivatest nakkushaigustest on praegu Eestis tõendatud tulareemia. Selle nakkushaiguse teadaolevad looduskolded asuvad Põhja-Eestis, sealhulgas Pakri ja Prangli saartel. Varem on malaaria olnud Eestis kohalik haigus, kuid selle haiguse järjepidev epideemiaprotsess lõppes 1949. a (Jõgiste jt, 2005). Uute infektsioonidena, mis puudutavad just põllumajandusmäletsejalisi on sisse toodud Schmallerbergi viirus ja sinikeeltõve viirus, mille vektoriteks on ka Eestis levinud habesääsed.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju taimekaitse ja veterinaaria alavaldkondadele

Kliimamuutused võivad mõjutada paljude haiguste ja terviseprobleemide epidemioloogiat. Seoses kliimamuutustega ja viiruse kohastumisega on Kesk- ja Põhja-Euroopasse jõudnud seni Vahemere regioonis levinud lammaste katarraalne palavik (*bluetongue*). Eelmise aasta alguses leidis kinnitust ka teise mäletsejaliste haigusetekitaja, Schmallerbergi viiruse, esinemine Eestis, lambakarjas Hiiumaal ja Võrumaal. Eestis seda haigust veel diagnoositud ei ole. Tegemine on viiruslike taudidega, mida kannavad edasi habesääsed *Culicoides* perekonnast (algusest ainult *Culicoides imicola*), seega on haiguse levik seotud ökoloogiliste tingimustega (tugevad vihmajärgsed temperatuur, niiskus ja pinnase iseärasused). Eelmise kümnendi lõpul algas loomataudi kiire levik lisaks Vahemere äärsatele riikidele ka Prantsusmaal ja Saksamaal ja seda levitasid nüüd ka muud sääseliigid. Kõige lähemal Eestile on seda leitud Rootsis. Seoses aktiivsete tõrjemeetmetega, sh

vaktsineerimisprogrammidega, oli aastaks 2011 suurem osa neist riikidest sellest taudist vabanemas, kuid taudioht on endiselt olemas.

Mitmed uuringud on tõestanud peamiselt lehetäide ja liblikaliikide näitel, et kõrgematel temperatuuridel suudavad putukad varem saavutada minimaalset lendamiseks vajalikku temperatuuri, mis soodustab nende dispersiooni (Woiwod ja Harrington, 1994; Fleming ja Tatchell, 1995; Zhou *et al.*, 1995). Samuti on leidnud kinnitust, et putukate areaali laienemine põhjapoole korreleerub temperatuuri tõusuga (Logan ja Powell, 2001; Parmesan, 2006). Eestis on ilmikas kohanemise näide kartulimardikast (*Leptinotarsa decemlineata*), kes oli varasemalt karantiinne kahjur. Eestis leiti ta esmakordselt 1965. a Pärnumaal. Alates 1970. a oli kartulimardika levik Eestis massiline. Esimeste sisserändajate külmataluvuse katsete tulemused lubasid oletada, et liik Eestis ei kohastu, kuid juba 2002. a olid tekkinud talvituvad populatsioonid (Hiiesaar jt, 2006).

On katseliselt tõestatud, et varem lumikatte alt vabanenud taimed kannatavad ootuspäraselt üldiselt tugevama kahjustuse all, mida põhjustas suurem arv kahjustajaid. Siiski esines üksikuid patogeeni- ja herbivooriliike, mis vohasid pigem jahedamas või hiljem lume alt välja sulanud katselappidel. (Roy *et al.*, 2004).

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kaasa kliimamuutustega kohanemisele põllumajanduses

Kliimamuutuste mõjuga (sh teisenenud veerežiimi, uute kultuuride ja mulla viljakuse vähenemisega) kohanemisele aitavad kaasa käibel olevate viljelustehnoloogiate muutumine, sh haljasväetiste kasutamine, taimejäänuste sissekündmine jne. Rakendatud on keskkonnameetmeid, mis hõlmavad nii regulatiivseid meetmeid kui ka toetusmeetmeid. Põllumajandussektoris on välja töötatud kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020.

MAK 2007–2013 teises teljes sisalduvatest toetusmeetmetest seostuvad kliimamuutustega järgmised meetmed:

- Meede 2.2 – Natura 2000 toetus põllumajandusmaale
- Alameede 2.3.1 – Keskkonnasõbralik majandamine
- Alameede 2.3.2 – Mahepõllumajandusliku tootmise toetus
- Meede 2.7 – Natura 2000 toetus erametsamaale

Alates 2015. aastast on ühtset pindalatoetust taotlede kohustuslik täita kliimat ja keskkonda säästvaid põllumajandustavasid. Rohestamise nõudeid, mida taotlejad peavad järgima, on kolm: mitme kultuuri kasvatamine, püsirohumaat säilitamine ja ökoloogilise kasutuseesmärgiga alade loomine.

MAK 2014–2020 raames on kliimamuutuste leevendamise ja nendega kohanemise vajadust silmas peetud erinevate meetmete väljatöötamisel. Otseselt või kaudselt panustavad sellesse enamik keskkonna- ja investeringutoetusi, samuti erinevad keskkonnavalase teadlikkuse suurendamise tegevused.

MAK 2014–2020 meetmete loetelus seostuvad kliimamuutustega vahetumalt järgmised meetmed:

- M10 – Põllumajanduse keskkonna- ja kliimameede,
- M11 – Mahepõllumajandus,

- M12 – Natura 2000 ja veepoliitika raamdirektiivi kohased toetused.

Põllumajanduse keskkonna- ja kliimameetme alla kuuluvad Põllumajanduslik keskkonnatoetuse (PKT) põhitoetus ehk Keskkonnasõbraliku majandamise toetus (KSM), PKT lisatoetused, mida on võimalik taotleda üksnes koos KSM toetusega: 1) piirkondlik mullakaitse toetus; 2) keskkonnasõbraliku aianduse avamaa köögivilja, ravim- ja maitsetaimede kasvatamise toetus ning maasikakasvatuse toetus; 3) piirkondlik veekaitse toetus ja PKT eritoetused: 1) keskkonnasõbraliku aianduse puuvilja- ja marjakasvatuse toetus; 2) poolloodusliku koosluse hooldamise toetus; 3) ohustatud tõugu looma pidamise toetus; 4) kohalikku sorti taimede kasvatamise toetus.

Maaelu ja põllumajandusturu korraldamise seaduse alusel ja korras võib riik Maaeluministeeriumi või PRIA kaudu anda riigiabina järgmisi toetusi: turuarendustoetus, teavitustoetus, põllumajandusloomade aretustoetus, looduskahjutoetus, põllumajanduskindlustustoetus, põllumajandustootja asendamise toetus, ohtliku taimekahjustaja tõrjeabinõude rakendamise toetus, hukkunud põllumajandusloomade korjaste kõrvaldamise ja nende jäätmekäitlusettevõttes hävitamise toetus ja ühise majandustegevuse toetus.

Põllumajanduskindlustustoetuse eesmärgiks on võimaldada põllumajandustootjal maandada looduslikest teguritest ja looma- ja taimehaigustest ning kahjurite levikust tulenevaid riske. 2004. a looduskahju toetust said taotleda põllumajandustootjad kelle marja-, puuvilja-, kartuli-, või köögiviljakasvatases tekkis 2004. aastal ebasoodsatest ilmastikutingimustest tingitud otsene looduskahju ning põllumajanduskultuuri hävimise või kahjustamise tõttu vähenes saagikus enam kui 30% võrra võrreldes kolme eelneva aasta keskmise toodanguga. Toetust maksti 112 taotlejale. Enamik kahjust oli põhjustatud liigsademete tõttu tekkinud üleujutustest (69,8%), suuremat kahju põhjustasid veel ähvedalasuivate veekogude tulvavete põhjustatud üleujutused (17,8%) (PRIA, 2006).

Pestitsiidide majandamise sihtvaldkonna puhul on Maaeluministeeriumi strateegiadokumentides välja toodud jätkuv vajadus põllumajanduslike veekaitsemeetmete järele: sõnnikuhoidlate kordategemine, hajureostuse ohjamine ja mahepõllumajandusliku tootmise toetamise jätkamine. Mulla majandamise parandamise sihtvaldkonnas programmeeritakse põllumajandusliku keskkonnatoetuse alameede „Piirkondlik mullakaitse toetus“.

Toitainete leostumise riski vältimiseks näeb Veeseadus (1994) ette, et nt lämmastikväetiste puhul üle 100 kilogrammi hektarile peab väetist andma jaotatult. See võte vähendab lämmastiku väljaleostumise- ning teraviljade lamandumisohtu ja suurendab terade valgusisaldust. Eestis on sõnnikuga lubatud anda ühe hektari haritava maa kohta 170 kg lämmastikku. Vedelsõnniku laotamine on keelatud ajavahemikus 1. detsember kuni 31. märts ning muul ajal, kui maapind on kaetud lumega, külmunud või perioodiliselt üleujutatud (Veeseadus, 1994). Leostumise riski oli arvestatud ka Maaelu arengukava 2014-2020 sihtvaldkonnas 4C – Mullaerosiooni tõkestamine ja mulla majandamise parandamine. Et olla toetuskõlblik, näeb KSM toetus ette, et vähemalt 30 % kogu ettevõtte KSM toetuse toetusõiguslikust maast peab olema iga kohustuseaasta 1. novembrist kuni 31. märtsini toitainete leostumise vältimiseks põllumajanduskultuurist koosneva talvise taimkatte all. Antud alameetme eesmärk on säilitada mulla viljakust (toitainete ja elurikkuse) ja soodustada keskkonnasõbralike majandamisviiside kasutuselevõttu ja jätkuvat kasutamist põllumajanduses, et kaitsta ja suurendada bioloogilist ja maastikulist mitmekesisust ning kaitsta mulla- ja veeseisundit; laiendada keskkonnasõbralikku planeerimist põllumajanduses ja tõsta põllumajandustootjate keskkonnateadlikkust. Taotleja peab järgima viljavahelduse nõuet, mille kohaselt ei tohi kogu ettevõtte KSM toetusõiguslikul

maal kasvatada samal põllul teravilja kauem kui kolmel järjestikusel aastal ning sama liiki põllu-, rühvel- või köögiviljakultuuri kauem kui kahel järjestikusel aastal. Mullaviljakuse muutuse jälgimiseks KSM nõuded näevad ette, et kõik tootjad peavad üks kord 5-aastase kohustuseperioodi jooksul võtma mulla- ja sõnnikuproove. Teine oluline meede, mis toetab mullaviljakuse ja veekvaliteedi säilitamist ja parandamist on mahepõllumajandusliku tootmise (MAHE) toetus (Mahepõllumajandusliku tootmise toetuse saamise nõuded..., 2010), mille eesmärgiks on bioloogilise ja maastikulise mitmekesisuse ning mullaviljakuse ja veekvaliteedi säilitamine ja parandamine ning mahepõllumajanduse arengu toetamine. Toetus peab aitama kaasa mahetoodangu mahu ja mahepõllumajanduse konkurentsivõime suurendamisele. 2014.aasta alguse seisuga oli mahepõllumajandusliku maa pindala 131 610 ha ning ajavahemikul 2007–2013 moodustasid MAHE alusest pinnast peaaegu poole (45–51%) püsirohumaad. Eestis on püsirohumaad kogupindala oli 197 600 ha. Rohumaade tõttu on mullaharimine aga enamikul toetusealusest pinnast suhteliselt ekstensiivne. See annab võimaluse mulla struktuuri paranemiseks ja orgaanilise aine sisalduse säilimiseks või suurenemiseks. Põllumajandusuuringute Keskus uuringute tulemused kinnitavad, et meede soodustab mahepõllumajanduse terviklikku arengut ning keskkonna üldine seisund peaks säilima või paranema mitmete näitajate osas. Rohkem tähelepanu tuleb pöörata mullaviljakuse säilitamisele, kuna taimetoiteelementide bilanss maheettevõtete põllumuldades on tihti negatiivne, sest paljud mahetootjad ei väeta oma põlde orgaaniliste või looduslikku päritolu mineraalseid P ja K sisaldavate väetiste vähesuse või puudumise tõttu. Liblikõieliste või kõrreliste heintaimede suur osakaal toetusalusel maal võimaldab säilitada ja parandada mulla orgaanilise aine sisaldust, mulla struktuuri ja elurikkust ning oluliselt takistada erosiooni.

Loomakaitseadusest tulenevalt peab sundventilatsiooniga loomalautades õhuvahetuse tagamiseks olema tagavara- ja alarmsüsteem.

Loomatauditõrje seadus sätestab loomatauditõrje meetmed ja reguleerib nende rakendamist, samuti loomataudist põhjustatud kahjude hüvitamist. Meetmete eesmärgiks on ära hoida ja likvideerida loomade nakkushaigusi ning kaitsta inimest loomadega ühiste ja loomade kaudu levivate haiguste eest. Erinevate loomataudide seiret korraldab Veterinaar- ja Toiduamet. Eestis rakendatakse muu hulgas nt lammaste katarraalse palaviku tõrjeks seiremeetmeid, mille käigus kogutakse püünistega putukaproove, et neid uurida nii entomoloogiliselt kui virooloogiliselt ja jätkatakse veise-, lamba- ja kitsekarjade seiret.

Taimekaitseadus kehtestab ohtlike taimekahjustajate sisseveo ja leviku vältimiseks kooskõlas Euroopa Ühenduse taimetervise direktiiviga (Dir 2000/29/EÜ) rida nõudeid, millele sisseveetavad ja turustatavad taimed, taimsed saadused ja muud taimsed materjalid peavad vastama. Taimetervise kontrolli teostab Põllumajandusamet.

Kliimamuutustega kaasnevate kahjustajate negatiivseid mõjusid vähendab kliimaatiliste tegurite mõju uurimine patogeenidele ja kahjuritele, kahjustajapopulatsioonide seisundi seire, taimekaitseüsteemide väljatöötamisel võimalike kliimastenaariumitega arvestamine ja võimalike levikuteede tuvastamine.

6.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Üldisemalt on põllumajanduses olulisimad kliimafaktorid:

- temperatuur

- sademed
- ekstreemsed ilmastikunähtused
- veerežiim
- tuul
- atmosfäärisaaste
- kiirgusrežiim

Analüüsi käigus ilmnes, et kliimafaktoritest kõige enam mõjutab Eesti põllumajandust temperatuuri muutumine (**Tabel 80**). Suur negatiivne risk kaasnes nelja kliimafaktoriga: temperatuuri, atmosfäärisaaste, ekstreemsete ilmastikunähtuste ja sademete režiimi muutustega. Positiivsetest mõjudest on samuti enamik sõltuvuses temperatuuri tõusust, kuigi lisaks sademete hulgale võivad ka atmosfäärisaaste (täpsemalt CO₂ kontsentratsiooni tõus, mis mõjutab taimefüsioloogiat), ekstreemsed ilmastikunähtused (põuane kevadperiood, mis on ebasoodne verdimevate putukate paljunemiseks ja arenguks) ning kiirgusrežiimi muutused (UV-kiirguse vähenemine, mis tõstab mikroobsete pestitsiidide tõhusust) luua põllumajandustootmise jaoks mõningaid soodsaid aspekte.

Tabel 80. Prognoositavate kliimamuutuste mõju kvalitatiivse analüüsi kokkuvõte Eesti põllumajanduses kuni aastani 2100: mõjude jaotus riskide ja võimaluste tasemetel lõikes.

Kliimafaktor	Negatiivse suunaga mõjud				Positiivse suunaga mõjud				Teadmata/ebamäärase suunaga mõjud			
	Suur risk	Keskmine risk	Väike risk	Kokku	Suur võimalus	Keskmine võimalus	Väike võimalus	Kokku	Suur risk	Keskmine risk	Väike risk	Kokku
Temperatuur	9	17	8	34	4	6	3	13		3	5	8
Sademed	1	4	3	8		1	1	2				
Ekstreemsed ilmastikunähtused	4	9	3	16			1	1				
Veerežiim			1	1						1		1
Tuul		2		2								
Atmosfäärisaaste	5	1	6	12		1	4	5		1	4	5
Kiirgusrežiim			1	1		1		1				
Muu			1	1						2		2

Alavaldkondadest ohustab kõige enam kliimafaktoritest tulenevaid mõjusid taimekasvatust (**Tabel 81**), kuigi need mõjud on enamasti keskmise või väikese riskiastmega. Kõige tõsisemad kliimamuutuste tagajärjed avalduvad loomakasvatuse alavaldkonnas, kus temperatuuri tõus võib kaasa tuua suure riskiastme kuue negatiivse suunaga tagajärje puhul. Taimekaitse- ja veterinaaria alavaldkonnas tuvastati selliselt kolm mõju.

Tabel 81. Prognoositavate **kliimamuutuste mõju** kvalitatiivse analüüsi kokkuvõte Eesti **põllumajanduses** kuni aastani 2100: **mõjude jaotus alavaldkondade lõikes.**

Kliimafaktor	Negatiivse suunaga mõjud				Positiivse suunaga mõjud				Teadmata/ebamäärase suunaga mõjud			
	Taimekasvatus	Loomakasvatus	Taimekaitse/ veterinaaria	Kokku	Taimekasvatus	Loomakasvatus	Taimekaitse/ veterinaaria	Kokku	Taimekasvatus	Loomakasvatus	Taimekaitse/ veterinaaria	Kokku
Temperatuur	14	9	11	34	5	7	1	13	7	1		8
Sademed	6	1	1	8	1	1		2				
Ekstreemsed ilmastikunähtused	9	6	1	16		1		1				
Veerežiim	2			2						1		1
Tuul			2	2								
Atmosfäärisaaste	5	4	3	12	3		2	5	4		1	5
Kiirgusrežiim			1	1			1	1				
Muu		1		1					1		1	2

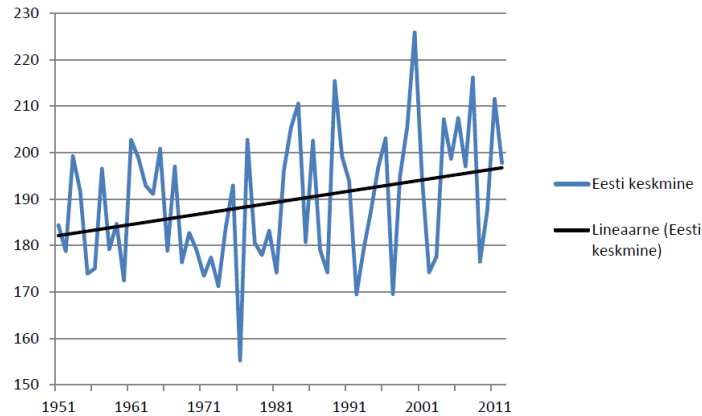
6.4.1. Alavaldkond: taimekasvatus

6.4.1.1. Riskid ja haavatavus

Kliimamuutustel võib olla taimekasvatusele positiivsed, negatiivsed ja teadmata, ebamäärase või vastuolulise suunaga neutraalseid mõjusid. Taimekasvatuse alavaldkonnas osutusid olulisimateks kliimarisikidemuutusteks aasta keskmise temperatuuri tõus, sademete koguse suurenemine, lumikattega päevade arvu vähenemine, päevaste ja öiste ekstreemtemperatuuride muutus, üle 30 mm ööpäevas sademete esinemise kasv ja äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine. Äärmuslikud kliimasündmused võivad põhjustada kogu saagi ikaldumise keskmiselt ühel korral kümne aasta jooksul nagu näiteks on juhtunud Soomes alates 1960. a (Peltonen-Sainio ja Niemi, 2012).

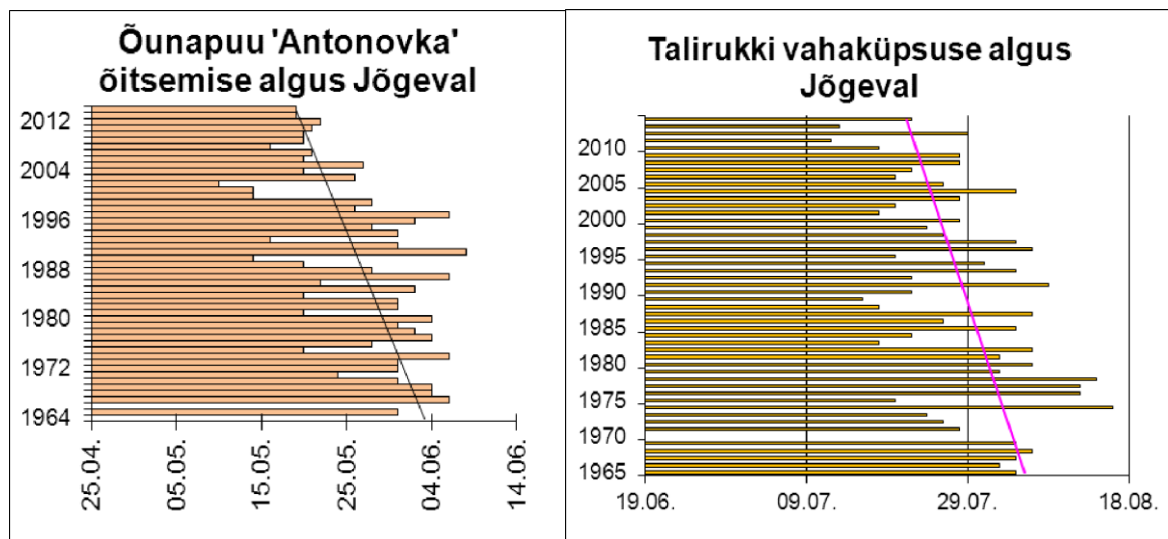
Aasta keskmise temperatuuri tõus ja öökülmade esinemise vähenemine on pikendanud vegetatsiooniperioodi (**Joonis 6**), mille tulemusena aastane potentsiaalne netoproduktioon (**Tabel 82** mõju 6.02) suureneb (Peltonen-Sainio *et al.*, 2009).

Öökülmade ohu vähenemine soodustab kevadel taimede külviaegade ettepoole toomist (Carter, 1998), mis hajutab kevadtöid pikemale ajaperioodile (mõju 6.06), kuid kasvuperioodi pikenemine sügisel ei ole nii efektiivne saagikusele, sest päevade pikkus sügisel lüheneb ja valgusintensiivsus on väiksem (Peltonen-Sainio *et al.*, 2009).



Joonis 6. Kasvuperioodi keskmine kestus perioodil 1951-2012 Eesti keskmisena. (Viru, 2014).

Kõrgem temperatuur kiirendab taimede kasvu (**Joonis 7**), millest tulenevalt suureneb ka taimede saagikus (**Tabel 82** mõju 6.02), kuid arvestama peab, et temperatuuri mõju on kultuurispetsiifiline. Kõrgem temperatuur kiirendab teraviljadel ja rapsil terade/seemnetel kasvamist ja küpsemist, kuid on oht, et terad jäävad väikeseks ning sellest tulenevalt on lõppsaak oodatust väiksem (mõju 6.02) (Reidsma ja Ewert, 2008). Söödakultuuridel avaldab kõrgem temperatuur tootmisle positiivset mõju (mõju 6.02) (Hakala ja Mela, 1996). Ka suhkrupeedile ja kartuli kasvatamisele avaldab kõrgem temperatuur positiivset mõju (mõju 6.02). Heintaimede suuremat saaki soodustab ka kasvuperioodide pikenemine, sest öökülmade esinemine väheneb (mõju 6.02). Saagi varasem valmimine võimaldab varasemat saagikoristust (mõju 6.06). Varasem saagikoristus on oluline, sest tulevikus suurenevad ka sügiseste sademete kogused, mis võivad raskendada saagikoristust ja mis toob endaga kaasa lisaks ka saagikvaliteedi (mõju 6.03) languse (Jylhäö *et al.*, 2004).



Joonis 7. Pikaajalised trendid vegetatsiooniperioodi alguses perioodil 1964–2014 Eestis, läbi muutuste taimefenoloogias. (Keppart, 2015).

Muutuvad kliimatingimused, eriti just aastane keskmine temperatuuri tõus ja kasvuperioodi pikenemine tulevikus mõjutab kasvatavate kultuuride valikut (**Tabel 82** mõju 6.01). Kuid

lisaks kliimale, on oluline ka sordiaretus (mõju 6.01). Pikema kasvuperioodi ja sordiaretuse koosmõju tulemusena on kasvatama hakatud pikema kasvuajaga kultuure nt. mais, mis on saamas hetkel oluliseks söödakultuuriks silode tootmisel (mõju 6.01). Pikem kasvuperiood võimaldab proteiiniallikana kasvatada hernest ja põlduba, tulevikus võidakse hakata laialdasemalt kasvatama ka teisi pika kasvuperioodiga kultuure, nt tatar, päevalill, õlikanep, lina, sojauba (mõju 6.01) (Peltonen-Sainio *et al.*, 2009).

Toitainete kättesaadavus ja omastamine sõltub niiskuse sisaldusest mullas. Kõrgema temperatuuri positiivne mõju avaldub saagikusele ainult siis, kui taimedel on piisavat vett kasvamiseks (mõju 6.05). Kui mullas on vähe vett vee kättesaadavus taimede poolt on raskendatud vee vähesuse tõttu mullas, siis taimede poolt toitainete kättesaadavus on limiteeritud ja tulemusena taimede saagikus väheneb (mõju 6.02). Ehkki tulevikus keskmiste sademete kogused pigem suurenevad, ei ole ette teada, kas need kogused antud kliimasoojenemise tingimustes on taimede kasvuks piisavad. Suviviljade saagikus sõltub ka oluliselt veesisaldusest mullas seemnete külvamine ajal (mõju 6.02), mistõttu on väga oluline, et külvid teostataks õigeaegselt kasutades ära mullas olevat niiskust (mõju 6.05). Kuna tulevikus lumikatte kestvus ja sademed lumena vähenevad, siis on oluline arvestada kevadise põua esinemisvõimalust. Kevadist põuaperioodi ei kompenseeri ka hilisem suurem sademete kogus kasvuperioodil, ehkki see suurendab terade täitumist ja tera massi (Rajala *et al.*, 2011). Kevadise põuaperioodi mõju taliviljadele on väiksem, sest oma suurema juurestikuga kasutavad nad mullas olevat vett efektiivsemalt. On leitud, et põuaperiood terade formeerumise ajal vähendab lõppsaaki (mõju 6.02). Sademete rohkus terade täitumise ajal vähendab terade kvaliteeti (mõju 6.03) (Ylhäisi *et al.*, 2010). Sademed avaldavad kevadel positiivset ja sügisel negatiivset mõju.

Muutuvad ilmastikutingimused avaldavad kõige rohkem ja kõige tõenäolisemalt mõju taliviljade saagikusele (**Tabel 82** mõju 6.02). Kasvuperioodi pikenemine sügisel tekitab ohu, et enne talvitumist toimub taliviljade orase ülekasvamine, mis raskendab talviljade talvitumist ja talve üleelamist (mõju 6.02). Suurt probleemi taliviljade talvitumisele tekitab see, kui püsiv lumikatte tuleb külmumata maale, sest taliviljad lämbuvad lumikatte all ja saak võib ikalduda (mõju 6.02). Tulevikuprognosis näevad ette, et lumikatte kestvuspäevade arv väheneb, kuid seoses sellega suureneb oht, et talvituv talvili saab kahjustatud siis, kui lumikatte puudub ja temperatuur langeb oluliselt alla 0 °C (mõju 6.02). Külmumus-sulamistsükli sagenemine vähendab talviljade talvitumiskindlust ning põhjustab talvitumishaigusi, kuna tekkiv lumekoorik loob tingimused nt lumiseene tekkeks (Hofgaard *et al.*, 2003). Soojad talved soodustavad ka toitainete leostumist põhjavele, suurendades toitainete kadusid mullast ja suurendades vajadust väetiste järgi (mõjud 6.04, 6.05, 6.08 ja 6.09). Toitainete leostumist saab vältida, hoides mullad aastaringselt taimiku all, rakendades sobivaid külvikordi (mõju 6.05).

Teine oluline faktor, mis saagikust mõjutab, on mulla orgaanilise aine sisaldus, mis on peamine mullaviljakuse näitaja. Kliimamuutuste seisukohast on oluline jälgida ka muutusi mulla orgaanilise aine varus. Kõrgem temperatuur ja sademete hulga suurenemine samaaegselt põhjustab mullaviljakuse langust, sest soodustab mulla orgaanilise aine, lagunemist (mõju 6.04) (Donnelly *et al.*, 1990; Paul ja Clark, 1996; Pietikäinen *et al.*, 2005), mis toob endaga kaasa produktsiooni languse (mõju 6.02) (Lal, 2005). Lugato jt (2014) leidsid, et mulla orgaanilise aine varu hakkab oluliselt vähenema aastast 2050, sest orgaanilise aine sisend mulda väheneb (mõju 6.04), ehkki aastane netoproduktsioon suureneb (mõju 6.02). Mulla orgaanilise aine lagunemist soodustab ka külmumus-sulamistsükli vaheldus (mõju 6.04). Lumikattega päevade arvu vähenemine ja tuulekiiruse kasv kevadperioodil soodustab tuule-erosiooni mõjul mulla viljaka pinna ärakannet (mõju 6.05) juhul, kui põld on taimestikuta.

Arvatakse, et abiootilised faktorid, nagu kuum, külm, kuiv, soolsus ja toitainete vaegus vähendavad enamiku kultuurtaimede keskmisi saake maailmas rohkem kui 50% maksimaalsest saagipotentsiaalst (mõju 6.02) (Wang *et al.*, 2003). Sellegipoolest on Eesti põllumajandusettevõtjate arvates peamine põllumajanduse haavatavust mõjutav faktor turuolukord: kui aastati võib teraviljade saagikus kõikuda 30–40%, siis vähemalt sama suur on turuhinna kõikumine. Kui ilmastiku varieerumisest tulenevate paljude riskide maandamiseks on võimalik rakendada kompleksseid agrotehnilisi meetmeid ettevõtte tasandil, siis kokkuostuhinna langemine alla omahinna viib ka suured ettevõtted raskustesse. Pikemas perspektiivis pole põllumajandustoetuste süsteem jätkusuutlik ja ideaalis peaks ettevõtete toimetulekut ja edenemist soodustatama läbi riikliku maksusüsteemi. Siiski on praegu olukord, kui Eesti põllumajandustoetused jäävad oluliselt alla Euroopa Liidu keskmiste, mistõttu Eesti põllumajandustootjad seisavad silmitsi ebaõiglase konkurentsiga ühisturul. See survestab niigi pingelist majanduslikku seisuturuolukorda ja tõstab ettevõtjate eksponeeritust mitmesugustele kõrvalistele riskidele, sh kliima muutusest tulenevatele mõjudele.

Nii nagu paljud Põhja-Euroopa looduslike loomade ja taimede populatsioonid on geneetiliselt hävinud või mujalt pärit asurkondadega ühte sulanud, on ka põllumajanduses on 20. sajandi jooksul aset leidnud mitmete kariloomatõugude ja kultuurtaimede sortide kadumine. Taimse genofondi suurendamise, geneetiliste ressursside kogumise ja säilitamise ning kohalikesse oludesse sobivate sortide aretuse eesmärgil koostatud Eesti sordiaretusprogramm nendib, et on olemas rida probleeme, mis seavad ohtu kvaliteetse algmaterjali (mõju 6.01) tagamise. Eelkõige ei soodusta lühiajalised finantseerimisskeemid sordiaretuse, kui pikaajalise investeringumahuka protsessi jätkusuutlikku arendamist, sh kliimamuutustest tingitud ohtude vähendamist (Sordiaretusprogramm 2009–2019).

Kui mitmetes Euroopa Liidu riikides kehtivad põhimõtted kriisiabiks ka põllukultuuride hävimisega kaasnevate loodusõnnetuste korral, siis Eesti õigussüsteemis mehhanismid looduskahjude hüvitamiseks puuduvad (Roben, 2013). Hädaolukorra seaduse § 43 lg 2 p 1 järgi ei hüvitata loodusõnnetuse, katastroofi või nakkushaiguste leviku toimest tulenevaid kahjusid.

6.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) Kuni aastani 2020

Oletatavasti jäävad sel perioodil mõjud ilmastiku tavapärase varieeruvuse raamesse.

b) Kuni aastani 2030

Pessimistlik prognoos RCP8.5 annab põhjust eeldada madalamatel maadel sügisese saagikoristuse probleemide sagenemist (**Tabel 82** mõju 6.02, aga ka 6.06) ekstreemselt vihmaste perioodide tõttu.

c) 2021–2050

Teatavaid majanduslikke tagasilööke võib anda kevadine põuariski tõus, millega kaasnevad seemnete idanemise- ja kasvuprobleemid (mõju 6.02, aga ka 6.08). Samal ajal võib saagikust alandada taimede omavaheline konkurents vee pärast. Põuaperioodil avaludva kuumastressiga võivad kaasneda ka terade formeerumise häired (mõju 6.02). Sügiseseid heitlikud ilmad võivad raskendada põllutööde planeerimist (mõju 6.06) ja pika sügise korral võib talivilja oras üle kasvada. Selle vältimiseks hakatakse kasutama rohkem kasvuregulaatoreid, mis on ettevõtjale täiendav otsene rahaline väljaminek (mõju 6.08) ning

võib kaasa tuua keskkonnaseisundi halvenemise (mõju 6.09) suureneva saastekoormuse tõttu. Talvised temperatuurid näitavad samuti tõusutrendi, mistõttu suureneb tõenäosus, et talvel vahelduvad sulamis-külmumistsüklid ja taliviljad võivad seetõttu jääkooriku all lämbuda või kannatada talvitushaiguste käes (mõju 6.02).

Ikaldust (mõju 6.02) võib ennustada äärmuslike kliimasündmuste (trombid, äikesetormid, rahe) aga regiooniti teataval määral ka üleujutuste esinemise sagenemise tõttu. Kuna tegemist on erakordselt lokaalse nähtusega, ei sisalda Eesti kliimastenaarium andmeid tahkete sademete muutumise trendide kohta. Mõned rahe prognoosi mudelid maailmas on suutelised ennustama rahet või rahe puudumist 12 h perspektiivis (Brimelow *et al.*, 2005). Rahe võib põllumajanduses põhjustada väga tõsiseid tagajärgi ja võib potentsiaalselt viia sajupiirkonda jäänud ettevõtte majandusraskustesse. Hollandi varasemate rahekahjustuse andmete ja ilmastikunäitajate ekstrapoleerimisel leidsid Botzen jt (2010), et kliimamuutused võivad kaasa tuua olulist rahekahjustuste tugevnemist. Näiteks aastaks 2050 võib iga-aastane rahekahjude tase avamaakultuuridel suureneeda Hollandis tänasega võrreldes 25–50%, samas kui katmikaianduses võib see näitaja suureneeda üle 200%. Eestis esineb keskmiselt 0–4 rahepäeva aastas teatud piirkonna kohta. Rahet sajab suhteliselt rohkem mäestike piirkondades, Eestis kõrgustikel. Kevadel, aga ka sügisel on rahe tõenäosus madalama temperatuuri ja kevadel ka suuremate õhumassikontrastide tõttu suurem (Kamenik, 2013).

Sessoonse sademetehulga kasv, kui see avaldub pikema sajuperioodina, võib takistada putuktolmlevate kultuuride viljumist (mõju 6.02) ja kahandada meetoodangut.

Pessimistliku kliimastenaariumi prognoositud temperatuuride tõusu tagajärjel aktiveeruvad mulla orgaanilist ainet lagundavad saproobid, mille tagajärjel eraldub rohkem CO₂ (mõju 6.09), ja muldade huumusvaru hakkab vähenema tõusvas tempos (mõju 6.04). Kõrgemad temperatuurid tingivad loomakasvatusega seotud saasteainete emissioonide kasvu, mille tagajärjel kasvab muldade hapestumise võimalus (mõju 6.04).

Positiivsetest muutustest võib sel perioodil oodata teatavate kultuuride kasutuselevõttu (mõju 6.01). Temperatuurimuutused võivad nihutada Kesk-Euroopas kasvatatavate, seni meil kliimaatiliste tingimuste tõttu kättesaamatute või majanduslikult mittetasuvate kultuuride piiri. Ennustatakse, et Põhja-Euroopas on temperatuuritõus avamaaköögiviljade ja põllukultuuride arenguks üldiselt soodne. Reeglina võib eeldada, et paraneb kultuurtaimede veega varustatavus (mõju 6.05), saakide kvaliteet (mõju 6.03), nagu ka saagikus (mõju 6.02). Siiski on prognoositav indeterminantsete kultuuride eelis determinantsete ees (mõju 6.01), nagu on ka modelleeritud, nt kartuli varaste sortide saagikuse olulist langust kogu Eestis juba aastaks 2050 (Saue, 2011). Kuna tegemist on mitmete kliimaatiliste ja agrotehniliste faktorite keerulise koosmõju tagajärjega, vajab see teema kindlasti täiendavat uurimist.

Keskliste temperatuuride tõus võib anda märgatavat majanduslikku kokkuhoidu (mõju 6.08) küttega kasvuhoonete energiavajaduse arvel. Seetõttu võib katmikviljelus muutuda konkurentsivõimelisemaks ja põllumajandusettevõtetele atraktiivsemaks tegevusalaks.

Vastuoluliste mõjude hulgas tuleb välja tuua põuaperioodil avalduva C-4 tüüpi taimede eelise C-3 tüüpi taimede ees, mis jätkuvalt soosib maisi taaskasutusele võttu (mõju 6.01), kuid võib tähendada ka kulutuste suurenemist umbrohtude tõrjele (mõju 6.08). Kultuuride kasvupinna suurenemine ja külvipinna struktuurimuutused (mõju 6.01) võivad tuua nii positiivseid kui negatiivseid tagajärgi. Tekib vastuolu: majandusliku kasu ja toidutootmise eesmärgil soovitakse maksimaalset pinnakasutust, mullakaitse eesmärgil on vaja võimalikult suurt pinda hoida püsirohumaa või kattedekultuuride all ja looduskaitse eesmärgil on kultuurmaastikku vaja rajada looduslike biotoope ühendavaid ökoloogilisi koridore.

Samal ajavahemikul võib kliima soojenemine tingida muutusi aretatavatele sortidele esitatavates nõuetes (mõju 6.01). Kultuurtaimede kohalike sortide ja nende metsikute sugulasliikide mitmekesisus kahaneb pidevalt turunõudluse, kasvatustehnoloogiate ning keskkonnatingimuste muutumise ja mitmete muude mõjurite tagajärjel. Arvestades kasvavat kliimatilist ja sotsiaalmajanduslikku ebastabiilsust maailma kõikides piirkondades tõusetub senisest teravamalt omakindlustatuse tarve. Omavarustatuse tagamisel suureneb põllumajanduse osatähtsus. Kohalike sortide sordiaretus paneb aluse taimekasvatuse konkurentsivõimele ja majanduslikule sõltumatusele. Olemasolevad kohalikud sordid, nagu ka nende metsikud eellased, on olulised lähtematerjaliks aretuskollektsioonides ja geneetilise varieeruvuse loomiseks uute sortide aretuses. Seega on põllumajanduskultuuride mitmekesisuse kaitse omaette väljund, aga ka kriitiline tulevikuressurs.

Ettearvamatu, kuigi kliimamuutusest vahetult mõjutatud, on rändlindude käitumine, mille tagajärjel võib põllumajandusettevõtte kannatada looduskahju külvide hävimise läbi (mõju 6.02).

c) 2051–2100

Uute negatiivsete mõjudena võib sel perioodil avalduda taimede kasvuhäired (**Tabel 82** mõju 6.02) fotosünteesi pärssimise tõttu osooni kontsentratsiooni kasvu tagajärjel. Osooni kontsentratsioon troposfääris on viimase saja aasta jooksul vähemalt kahekordistunud ja mõned prognoosid ennustavad selle kiirenevat kasvu. Osoon on tugev fotokeemiline oksüdant, mille mõjul väheneb lehtede fotosünteesiv pind (nekroosi tagajärjel), fotosünteesiline aktiivsus ja vee kasutamise efektiivsus. Osooni saaste arvatakse olevat põhjustanud olulisi saagikadusid mitmel pool maailmas, eelkõige arenenud tööstusega riikides. Siiski võib atmosfääri kõrgem CO_{2CO_2} kontsentratsioon osooni negatiivset mõju osaliselt või täielikult kompenseerida (Finnan *et al.*, 2002).

Kohati võib pessimistlikuma stsenaariumi alusel mõningast mõju taimekasvatusele (mõju 6.02) avaldada ülemise põhjaveekihi taseme tõus ja selle tagajärjel taimede maa-aluste osade lämbumine liigvees. Hooajaliselt kasvav intensiivsema sajuga päevade arv võib samuti tuua kaasa pinnase läbivettimise ja katkestusi põllutöömasinate töös (mõju 6.06), kuna veega küllastunud muld võib tallamise tagajärjel kaotada struktuuri, vesi ei imbu mulda ja muld degradeerub oluliselt.

Põuatundlikematel muldadel võib ette näha niisutussüsteemide rajamise vajadust (mõju 6.08).

Ka mõõdukama kliimastenaariumi järgi võib sel perioodil osutada oluliseks muutuseks talviste temperatuuride tõus ja sellest tingitud toitainete väljaleostumine (mõju 6.04). Sõnniku sügisene sisseküündmine kaotab mõtte ja võib põhjavee saastumise (mõju 6.09) aspektist muutuda keskkonnaohtlikuks.

Peamiselt Lõuna-Eestis võib ette näha erosiooni suurenemist (mõju 6.05) tugevate vihmavalingute tagajärjel.

Positiivset mõju võib sel perioodil hakata avaldama päevaste ja öiste ekstreemtemperatuuride tõus, mille mõjul väheneb öökülmaoht, mis võib kaasa tuua saagikuse kasvu (mõju 6.02) ja saagi kvaliteedi paranemist (mõju 6.03). CO_2 kontsentratsiooni tõus, tingib biomassi suurenemist (mõju 6.02), aga ka õhulõhede juhtivuse vähenemist, millega väheneb saasteainete negatiivne mõju (mõju 6.07). Ebaselge on, kas CO_2 kontsentratsiooni tõusu mõjul toimuvad muutused taimede morfoloogias ja füsioloogias (mõju 6.03) on positiivsed või negatiivsed.

6.4.2. Alavaldkond: loomakasvatus

6.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Eesti kliimaatilised tingimused on olnud loomakasvatuseks, eriti piimatootmiseks väga sobivad. Käesoleval ajal toodetakse Eestis näiteks piima ca 30% ning sealiha 20% omavajadusest rohkem.

Paljud taimekasvatuse alavaldkonnas kirjeldatud riskid mõjutavad läbi söodatootmise ka loomakasvatuse valdkonda. Peamised kliimamuutused, mis otseselt mõjutavad loomakasvatust (selle efektiivsust) on aasta keskmise temperatuuri tõus, sademete hulga muutus (suurenemine või vähenemine), ekstreemsete ilmastikuolude sagenemine (põud, paduvihmad) jms. Otseselt ilmastikuga seotud kliimamuutused mõjutavad eelkõige aastaringiselt väljaspeetavaid loomi (paljud lihavedelised ja lambad) ja vegetatsiooniperioodil karjatatavaid loomi. Sisetingimustes peetavate loomade tervis ja heaolu sõltuvad suurel määral tehniliste seadmete tööst. Kliimamuutustega kaasnevad äärmuslikud ilmastikunähtused (sagenevad ja tugevnevad äikesetormid) võivad põhjustada rohkem katkestusi energiavarustuses ning halvata seeläbi elektri- ja elektroonikaseadmete tööd.

6.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) Kuni aastani 2020

Kliimamuutuse mõjude avaldumine on suhteliselt tagasihoidlik, kuid mõned ekstreemsemad perioodid (aastad) võivad eristuda. Välistada ei saa kuumalainetest, üleujutustest jt äärmuslikest kliimatingimustest põhjustatud looduskatastroofide mõju loomade (ja inimese) elule, tervisele ja heaolule ning ettevõtete majanduslikule toimetulekule.

b) Kuni aastani 2030

Lisaks mõnele juhuslikult ekstreemsemale perioodile (aastale) võib kliimamõjusid avalduda pessimistliku kliimastenaariumi RCP8.5 järgi prognoositava aastakeskmise temperatuuritõusu tõttu. Positiivsetest muutustest võib ette näha teatud meetaimede produktiivsuse tõusu (**Tabel 83** mõju 6.05), mis võib soodsa korjebaasi olemasolul kaasa tuua suurema meesaagi (mõju 6.02). Eesti kliimatingimustes on talvitumine (kestab keskmiselt 6 kuud) mesilaspere jaoks aastaringi kõige kriitilisem periood. Soojema ja lühema talve tõttu väheneb mesilate talvine söödakulu (mõju 6.08), suureneb mesilastepere elujõulisus (mõju 6.07) ja paraneb kevadine areng (mõju 6.05). Negatiivsetest muutustest võib kasvav temperatuur sel perioodil esile tuua loomakasvatusega (sõnnikumajandusega) seonduvate kasvuhoonegaaside (CO₂, CH₄ ja N₂O), ammoniaagi (NH₃) ning lõhnaainete emissiooni kasvu (mõju 6.09) (Rong, *et al.*, 2014; Ngwabie, *et al.*, 2011; Kaasik ja Maasikmets, 2013).

c) 2021–2050

Eeldatavasti avalduvad ülaltoodud muutused juba ka mõõdukama kliimastenaariumi RCP4.5 realiseerumisel. Pessimistlikuma stsenaariumi prognooside järgi on alust eeldada, et päevaste ja öiste ekstreemtemperatuuride kasvuga pikeneb taimede vegetatsiooniperiood, mille tulemusena suureneb põllumajandusloomade söödabaas (rohu- ja karjamaadelt on

võimalik saada rohkem niiteid) (**Tabel 83** mõju 6.05). Seda soodustab ka keskmine sademetehulga kasv. Tagajärjeks on võimalik loomakasvatustoogangu kasv (mõju 6.02).

Kuna vegetatsiooniperiood pikeneb, siis pikeneb ka väetiste s.h. orgaaniliste väetiste kasutamise aeg. Lüheneb periood, kus väetiste kasutamine (laotamine) on keelatud, mistõttu töökorralduslikult on võimalik koormust hajutada ja ressursse paremini ära kasutada (mõju 6.06). Kuna orgaanilisi jms. väetiseid on lubatud kasutada pikema perioodi vältel, siis väheneb sõnnikuhoidlate minimaalse mahutavuse nõue. Praegu peavad sõnnikuhoidlad mahutama vähemalt 8 kuu sõnniku koguse (mõju 6.08). Keskmise temperatuuri tõus soodustab veelgi ehituslikult odavamate soojustamata või osaliselt soojustatud loomapidamishoonete rajamist (mõju 6.08).

Ehkki kliimastenaariumid RCP 4,5 ja 8,5 põuaperioodide sagedust otseselt ei modelleeri, on see nimetatud mitmete kliimafaktorite olulise koosmõjuna. Loomakasvatuses seostub põuaperioodidega eelkõige negatiivne mõju rohusööda kättesaadavusele ning varule (mõju 6.04) ja sellega seoses ka tootmise efektiivsusele (mõju 6.02). Prognoositavad kevadised põuaperioodid võivad pärssida rohhtaime arengut. Selle tulemusena võib esimese niite saak jääda kesiseks. See omakorda mõjutab järgnevate niidete saaki nii ajaliselt kui ka kvaliteedi osas (mõju 6.02) Põuaperioodide sagenemisel võib produktiivloomadel esineda sagedamini kuumastressi, mille tulemusena toodangu (piim, juurdekasv) produktsioon oluliselt langeb (mõju 6.02). Pikemate põuaperioodide tagajärjel muutub oluliselt veevarude kättesaadavus (mõju 6.04, 6.05) ja kvaliteet, mis mõjutab paljusid sektoreid, sh loodusliku vooluvee toitega vesiviljelust. Põuaperioodidega kaasnev veetemperatuuri ekstreemne tõus suurendab kalade hukkumise riski ja sagedust (mõjud 6.02 ja 6.07) ning toodangu kvaliteeti (mõju 6.03).

d) 2051–2100

Kliimamuutuste prognooside suurema realiseerumise korral (eriti RCP8.5), on ka ülaltoodud mõjude avaldumine oluliselt tõenäolisem. Ka pessimistlikuma kliimastenaariumi RCP8.5 realiseerumine võib avaldada mõningast positiivset mõju veise- ja seakasvatuse efektiivsusele ja produktiivsusele (**Tabel 83** mõju 6.02), kui koosmõjus temperatuuriga soodustab piisav sademete hulk vegetatsiooniperioodi kestel söödataimede arengut. Soojavereliste loomade (ja inimeste) heaolu võib kasvada seoses sellega, kui kevadisel põuaperioodil (või maaparandustööde ja/või efektiivse tõrjetehnoloogia väljatöötamisel ning rakendamisel) väheneb sääskede jt verdimevate putukate või nende sigimispaikade arv (mõju 6.07).

Eesti sisevete tavapärase temperatuurirežiimi puhul kestab forelli kasvuperiood kasvandustes umbes pool aastat (aprillist oktoobrini). Vikerforelli juurdekasv sõltub temperatuurist ja on alla 6 °C juures juba tähtsusetu (Paaver *et al.*, 2006). Kui jääkatte periood lüheneb (kevad saabub varem ja sügis hiljem), siis forelli kasvuperiood pikeneb ja võib eeldada, et see mõjutab positiivselt kalade juurdekasvu (mõju 6.02). Samas, sagedased keskkonnatingimuste ekstreemsed muutused (veetemperatuuri järsk muutumine, orgaanilise aine sisalduse suurenemine ja/või hapnikusisalduse vähenemine) põhjustavad kaladel stressi, nõrgestavad organismi immuunsüsteemi ja sellest tulenevalt võib esineda rohkem nakkushaigusi (mõju 6.07) (Päkk, 2013). Temperatuuri keskmine tõus loob soodsad tingimused uute loomataudide ning zoonooside levikuks (mõju 6.07) (vt. alavaldkond Taimekaitse ja veterinaaria).

Üleujutuste puudumine lumikatte vähenemise, vooluvete taseme ühtlustumise jm faktorite koosmõjul võib viia tõsisemate tagajärgedega kulupõlengute sagenemisele, mis ohustab põllumajandusehitisi (mõju 6.08). Kevadise suurvee vähenemine võiks lubada jõeluhate

kasutuselevõttu söödatootmiseks, kuid looduskaitsete piirangute tõttu võib seal niitmist alustada alles ajal, mil taimik on juba ülekasvanud ja kaotanud oma toiteväärtuse.

Teadmata suunaga mõjude hulka võib lugeda küsimust, kas ja kuidas mõjutab temperatuuritõus kohalike loomatõugude kohasust. Seetõttu võib tekkida vajadus aretusprogrammide täiendamiseks, mis aitaks produktiivloomadel kohaneda soojama kliimaga (mõju 6.01).

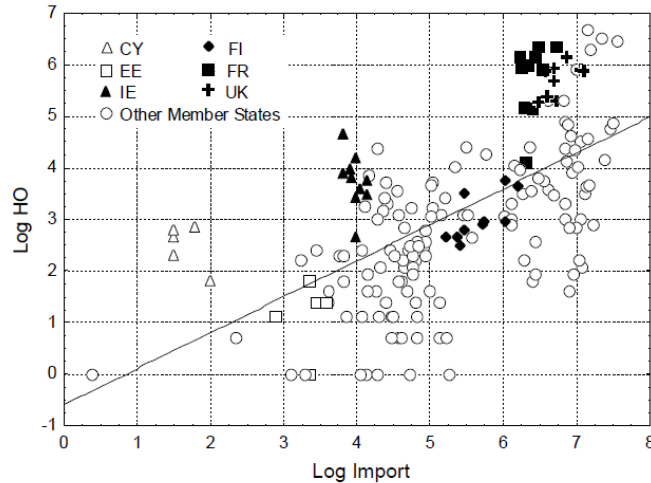
6.4.3. Alavaldkond: taimekaitse ja veterinaaria

6.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Liigirikkus kahaneb üldjuhul põhja suunas, kuigi seoses kliimamuutusega on sellest trendist on palju kõrvalekaldeid teatud putukaliikide seas. Näiteks tõestavad mõningad uuringud, et kliimamuutuste mõjul on vähenenud rohkem just lõunapoolsemate suurliblikate arvukus teatavatel parasvöötme aladel (Conrad *et al.*, 2004; Fox *et al.*, 2013), samas kui põhjapoolsemate alade liigirikkuse vähenemist on tasakaalustanud sisseränne lõunast. On tõendeid, et kõikjal suureneb generalistidest liikide (st. toidu ja kasvukoha suhtes vähenõudlike liikide) osakaal, samal ajal aga kitsalt spetsialiseerunud liikide osakaal sagenevate häiringute mõjul langeb (Warren *et al.*, 2001). Mõjude mitmekesisuse ja vastuolulisuse tõttu on kahjustajate (ja nendega seotud kasurite) populatsioonidünaamika prognoosimine erinevatel kultuuridel võimalik ainult konkreetse paiga seireandmetest lähtuvalt.

Põllumajandusettevõtja haavatavus kohalike taimekahjustajate arvukuse ja kahjustuste varieeruvuse suhtes on reeglina kontrolli all, sest kuulub tavapäraste riskide hulka, millega saab ja peab arvestama juba ettevõtluse alustamisel. Kliima soojenemine võib individuaalseid riske muuta, seoses:

- uute kultuuride/sortide sissetoomisega (**Tabel 84** mõju 6.01) levivate tavakahjustajate (s.t seadusandlikult mittereguleeritud taimekahjustajate) levikuala laienemisega;
- muude uute levikuteedega (s.t uutest päritoluriikidest sissetoodavate kaubaartiklitega või vanadest päritoluriikidest sissetulevate uute kaubaartiklitega, millega kahjustaja võib levida);
- liikide (sh herbivooride) areaali laienemisega loodusliku leviku teel;
- muutustega troofiliste suhete kaskaadis, milles kõrgema troofilise taseme organismid, nt taimekahjustajate arvukust reguleerivad parasitoidid, on muudatustele tundlikumad;
- ohtlike ja paljundusmaterjalil ohtlike taimekahjustajate sissetoomise ja kohastumisega.
- Rahvusvahelises kaubanduses on ohtlike taimekahjustajate arv positiivses korrelatsioonis taimede ja taimsete saaduste impordimahtudega (**Joonis 8**).



Joonis 8. Korrelatsioon Euroopa Liidus taimsete materjalide sisseveol avastatud ohtlike **taimekahjustajate** (HO) ja põllumajandustoodete impordi kogumahtude vahel aastatel 1999-2008 (Švilponis *et al.* 2010). Punktid tähistavad iga-aastasteid logaritmitud andmeid riigiti.

Põllumajandusettevõtja haavatavust ohtliku taimekahjustaja sissetoomisel peaks aitama lahendada riik, et seeläbi hoida ära ohtlike taimekahjustajate kohastumine ja levik Eestis. Siiski on Eesti õigusruumis reguleeritud ohtlike taimekahjustajate tõrjeabinõude hüvitamine puudulikult: taimekaitseaduse § 15 sätestab ohtliku taimekahjustaja tõrjeabinõude rakendamisel tehtud kulude hüvitamise isikule, keda järelevalveasutus on ettekirjutusega kohustanud tõrjeabinõusid rakendama, kuid jätab õigustatud isikute ringist välja turustajad ja töötledjad, käsitledes taimekahjustaja ebasoodsat mõju ettevõtte majandustegevusele tavalise äririskina. Veelgi enam: tõrjeabinõude rakendamise kulude hüvitamisi riigiabina läbi PRIA on võimalik Põllumajandusministri määruse nr 45 (vastu võetud 26.05.2011) alusel taotleda ainult kahe ohtliku taimekahjustajate nimekirja kuuluva taimekahjustaja esinemise korral: nendeks on kartuli ringmädanik (tekitajaks *Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus*) ja viljapuu-bakterpõletik (tekitajaks *Erwinia amylovora*).

6.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) Kuni aastani 2020

Võib eeldada, et jätkuvalt võib ilmastik põllumajandust mõjutada läbi taimekahjustajate arvukust soosivate või mittesoosivate keskkonnategurite (**Tabel 84** mõju 6.07).

b) Kuni aastani 2030

RCP8.5 kliimastenaariumi realiseerumisel võib keskmiste temperatuuride tõusu tagajärjel oodata kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemist (**Tabel 84** mõju 6.02). Mõningast kasvutendentsi võivad näidata ka külmaõrnade kahjustajate ellujäämine ja sellest tulenev suurem kevadine nakkuskoormus talviste temperatuuride tõusu tõttu ja ka suurenenud põuastressi tagajärjel langev taimede haiguskindlus ja sellest tingitud teatavate patogeenide puhangute sagenemine (mõju 6.07).

c) 2021–2050

Perioodil suureneb tõenäosus, et temperatuuride tõus soosib taimekahjustajate arengut, mis toob kaasa saagikadude kasvu (**Tabel 84** mõju 6.02) ja tingib vajaduse investeerida

taimekaitsesse senisest enam (mõju 6.08). Seda mõju suurendab sesoonse sademetehulga kasv pessimistliku stsenaariumi korral.

Pessimistliku kliimastenaariumi puhul võib negatiivset mõju hakata avaldama ka kahjustajate areaali laienemine, sh uute loomataudide ja zoonooside levik, kahjustajate varasem dispersioon keskmiste temperatuuride tõusu mõjul ja taimetoiduliste organismide elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine looduslikele vaenlastele (mõju 6.07). Talvine lumikatte vähenemine ja talvine ja kevadine tuulekiiruse kasv võivad muuta mullaerosiooni senisest suuremaks probleemiks, millega võib kaasneda mullapatogeenide levik. Vähenev päikesekiirgus (sh UV-kiirgus) võib soosida lehepatogeenide (sh. seenhaiguste) ellujäämist. Teatavate lehekahjustajate (mitmesugused roostesened, jahukasted, laiktõved, lehepõletikud) puhanguid soosib ka kõrge CO₂ tase. Tugevad tuuled ja äikesetormid võivad teataval määral soosida patogeenide ja lennuvõimeliste putukate kauglevi senisest enam (mõju 6.07).

Madalam päikesekiirguse tase ja vähenenud eksponeeritus sellele soodustab ka paljude mikroobsete putukatõrjevahendite ellujäämist, mis võiks positiivselt mõjuda biotõrje efektiivsusele. Varieeruva mõjuga kliimafaktoriteks sel perioodil võivad osutada troofiliste suhete muutumine kahjustajate kompleksides, muutunud patogeeni virulentsus ja muutused kasvatatavate kultuuride valikus (mõju 6.01), mis toob põllumajandusse uued kahjustajad ja nendega seotud organismid. Väikese tõenäosusega võib senisest enam avalduda rändlindudega seonduvaid haigusi. Keskmise temperatuuri tõusu tulemusena võivad muutuda rändlindude rändekoridorid ning sellest tulenevalt ka lindudega seotud haiguste levik. Kuna ornitoloogide seas ei ole ühtset seisukohta, kas keskmise temperatuuri tõus suurendab Eestis rändlindude arvukust, arvukus jääb samale tasemel või hoopis väheneb (kuna on soojem, ei talvitu linnud enam praegustel talvitusaladel), siis ka seose prognoosimine pole võimalik (mõju 6.07).

d) 2051–2100

Eeldatavasti suureneb sel perioodil kõigi eelpool nimetatud negatiivsete mõjude tõenäosus nii mõõduka kui ka pessimistliku kliimastenaariumi puhul. Otsest negatiivset mõju võib hakata osutama ka kohalike sortide kohasuse (*fitness*’i) muutus. Kuigi tavaliselt pööratakse sordiaretuses suurt rõhku ka haigus- ja kahjurikindlusele, on kliimamuutustega kaasnev saagikadu enamasti sõltunud abiootilistest teguritest, nt. veepuudus, mis võib põuatundlikel muldadel saaki vähendada enam kui 50% võrra (Lane ja Jarvis, 2007). Siiski ennustatakse, et põllumajandus on tõenäoliselt suuteline kohanema globaalselt tõusvate temperatuuridega, kasutades vaid sordiaretuse, selektsiooni ja agrotehnilisi meetmeid, eeldusel, et aastakeskmised temperatuurid ei tõuse enam kui 4°C järgmise sajandi jooksul. Paraku on sordiaretus pikaajaline protsess, milles uue sordi aretuseks kulub vähemalt 10–12 aastat, ning veel 7–8 aastat kulub sordi omaksvõtmiseni tootjate poolt. Seetõttu on ilmselt ka tulevikus aretuse põhiohk mitte resistentsusaretusel, vaid sortidel, mis oleksid kohased kasvatamiseks vähese sisendiga põllumajandustootmises, ilma et nad vajaksid piiratud (nt. vesi põuaperioodil) või kulukate ja keskkonnavahendite (nt. kemikaalid) ressursside lisamist (**Tabel 84** mõju 6.01).

Lisaks herbivooride ja nende looduslike vaenlaste (ja toidutaimede) võimalike fenoloogiliste tsüklite lahkumisele, võib kahjustajate kättesaadavust mõjutada atmosfääri CO₂ kontsentratsiooni tõusu mõjul suurenev lehemass, mis pakub neile kaitset ka kontaktsete pestitsiidide eest (mõju 6.01, aga ka 6.08).

Positiivseks mõjuks võib osutada mullas talvituvate kahjustajate (eelkõige putukkahjurite) elumuse langus soojenevate talvedega kaasneva mulla liigniiskuse ja hapnikupuuduse tagajärjel, ehkki samas võib hukkuda ka kasureid (jooksiklased, lühitiiblasted jmt.).

Lignifitseerumisprotsessi aktiveerumine kõrge CO₂ kontsentratsiooni juures võib tõsta juurviljade vastupidavust teatud mullapatogeenidele. Haiguskindlus võib tõusta hiliskülmade vähenemise tõttu, kui võrd mitmed patogeenid kasutavad taimekudedesse sisenemiseks külmaahjustusega kaasnevat vigastust. Lehepatogeenide (nt. jahukasted) nakatusvõime võib samuti väheneda, kui kõrge CO₂ taseme juures on lehtedel vähem õhulõhesid (mõju 6.07).

Tabel 82. Kliimamuutuste mõju taimekasvatusele.

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik			Olulisi muutusi pole ette näha						
Kuni 2030	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
2021-2050	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Kultuuride kasvupinna suurenemine; külvipinna struktuurimuutused kultuuride lõikes	+/0/-	väike-keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine	+/0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Muutused kliimaatiliste aastaegade alguses ja kestuses ning taimede fenofaasides	+/0/-	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.02	Saagi langus	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.02	Saagi langus	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Seemnete idanemise ja kasvuprobleemid	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Taimede omavaheline konkurents vee pärast	-	väike-keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
RCP 8,5	Sügisel heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.02	Talivilja orase ülekasvamine; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	väike	väike	otsene	Üleriigiline	

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külumissulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus - jääkooriku tõttu lämbunud taimed; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Talviljade ikaldus lumikatte all väljakurnamise tõttu (füsioloogiline).	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külumissulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Talviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Kuumastressi sagenemine põuaerialal	6.02	Terade formeerumise häired;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Tolmeldamist võib takistada õitsemisaegne pidev sadu;(saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Piirkonniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.04	CO2 eraldumine intensiivsema org. aine lagunemise taseme juures; Muldade huumusvaru vähenemine (toitainete varu)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline, kuid rohkem Põhja-Eestis, kus on õhema mullad
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külumissulamistsüklid talvitumisel	6.04	Toitainete talvine väljaleostumine mullast ja sattumine põhjavette	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sügisel heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.08	Kasvuregulaatorite kasutamine suureneb	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.09	muldade hapestumine	-	suur	suur	väike	kaudne	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Indeterminantsete kultuuride eelis determinantsete ees	+/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle	+	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Muutused kultuuride saagikuses	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Taimede veega varustatus (saagikuse muutus)	+	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.08	Energiasääst katmikviljeluses - efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.08	C4-tüüpi taimede (umbrohud, mais) eelis C3-tüüpi kultuuride ees (teravili); kulutused umbrohutõrjele suuremad	+/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Muutused aretatavate sortide nõuetes;	+0/-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	6.02	Külvide hävimine	+0/-	keskmine	keskmine	väike	suund ettearvamat	Regionaalne
2051-2100	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Kultuuride kasvupinna suurenemine; külvipinna struktuurimuutused kultuuride lõikes	+0/-	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Kultuuride kasvupinna suurenemine; külvipinna struktuurimuutused kultuuride lõikes	+0/-	väike- keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.03	Lämmastiksisalduse vähenemine; muutused toitainete- ja vee tasakaalus;	+0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine;	+0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Muutused kliimatiliste aastaegade alguses ja kestuses ning taimede fenofaasides;	+0/-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Muutused kliimatiliste aastaegade alguses ja kestuses ning taimede fenofaasides;	+0/-	väike- keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine;	+0/-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.08	C4-tüüpi taimede (umbrohud, mais) eelis C3-tüüpi kultuuride ees (teravili); kulutused umbrohutõrjele suuremad	+0/-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.02	Fotosünteesi pärssimine; kasvu aeglustumine vähenenud C-assimilatsiooni tõttu; Saagikuse langemine;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Ikaldus (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.02	Ikaldus (saagikuse muutus)	-	suur	keskmine	väga väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.02	Ikaldus, saagi hävimine; (saagikuse muutus)	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	6.02	Liigvesi kasvuperioodil	-	keskmine	väike	väike	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Muutused taimede veetarbimises; (mõjutavad saagikust)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Pinnase läbivettimine (mülkad); (saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Piirkonni, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagikuse muutus)	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.02	Saagi langus; (saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.02	Saagi langus; (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Seemnete idanemise ja kasvuprobleemid;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Sesoonsed muutused mullaveerežiimis (mõjutavad saagikust)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.02	Taimede omavaheline konkurents vee pärast;	-	väike - keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sügiselised heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.02	Talivilja orase ülekasvamise;	-	keskmine-suur	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sügiselised heitlikud ilmad (pikenenud sügisel)	6.02	Talivilja orase ülekasvamise;	-	keskmine-suur	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus - jääkooriku tõttu lämbunud taimed; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus - jääkooriku tõttu lämbunud taimed; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Talviljade ikaldus lumikatte all väljakurnamise tõttu (füsioloogiline). (saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.02	Talviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmine-suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	6.02	Talviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu; (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Terade formeerumise häired;	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Terade formeerumise häired; (saagikuse muutus)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Tolmeldamist võib takistada õitsemisaegne pidev sadu;(saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Tolmeldamist võib takistada õitsemisaegne pidev sadu;(saagikuse muutus)	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.02	Tormi põhjustatud üleujutused ja tormikahjustused;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Piirkoniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Piirkoniti, sõltuvalt mullaliigist
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.03	Raskendatud saagikoristus sügisel (saagi kvaliteedi langus)	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.04	CO2 eraldumine intensiivsema org. aine lagunemise taseme juures; Muldade huumusvaru vähenemine	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline, kuid rohkem põhja-Eestis, kus on õhema mullad

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.04	CO2 eraldumine intensiivsema org. aine lagunemise taseme juures; Muldade huumusvaru vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline, kuid rohkem põhja-Eestis, kus on õhema mullad
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.04	Huumusvaru vähenemine mikroorganismide aktiveerumise tõttu.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.04	muldade hapestumisest tulenev mullaviljakuse langus	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.04	Muldade muutunud süsiniku- ja lämmastikvarud; Kõrge C:N suhe, aeglane lagunemine;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.04	Toitainete talvine väljaleostumine mullast ja sattumine põhjavette;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.04	Toitainete talvine väljaleostumine mullast ja sattumine põhjavette	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv aastaajal keskmiselt	6.05	Erosioon	-	väike	väike	väike	otsene	Lõuna-Eesti
	RCP 8,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	6.05	Tuule-erosioon	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.07	Ülitundlikkuse reaktsioon taimedel - kloroos (2-10 ppm)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sügiseseid heitlikud ilmad (pikenenud sügised)	6.08	Kasvuregulaatorite kasutamine suureneb	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sügiseseid heitlikud ilmad (pikenenud sügised)	6.08	Kasvuregulaatorite kasutamine suureneb	-	keskmine-suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.08	Suurenenud vajadus kastmissüsteemide rajamise järele	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline, kuid ettevõtte tasandil
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.04	Lämmastikutsükli muutused	(?)	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	6.04	Muldade muutunud C- ja N-varud	(?)	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Indeterminantsete kultuuride eelis determinantsete ees;	+/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Indeterminantsete kultuuride eelis determinantsete ees;	+/-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle;	+	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle	+	väike-keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Muutused kultuuride saagikuses	+	keskmine	väike- keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Muutused kultuuride saagikuses	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.02	Suurenenud biomassi produktsioon;	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sesoonne sademete hulga kasv	6.02	Taimede veega varustus (saagikuse muutus)	+	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademete hulga kasv	6.02	Taimede veega varustus (saagikuse muutus)	+	väike- keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.02	Öökülmade vähenemisest tingitud saagikuse suurenemine (?)	+	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis	+	keskmine	väike- keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis	+	keskmine	väike- keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.07	Õhulõhede juhtivuse vähenemine vähendab saasteainete kahjulikku mõju	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.08	Energiasääst katmikviljeluses - efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02; 6.08	Energiasääst katmikviljeluses - efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Kohalike sortide kohasus (fitness) muutub; Vajadus uute kohalikesse oludesse sobilike sortide aretamiseks ja sordirikkuse säilitamise aluseks	+/-	väike- keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.03	Muutused saagi kvaliteedis;	+/-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.01; 6.08	Füsioloogilise vee kasutamise tõhusus (C4 tüüpi taimede eelis C3 tüüpi taimede ees); kulutused umbrohutõrjete suuremad	+/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Muutused aretatavate sortide nõuetes;	+0/-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.01	Muutused aretatavate sortide nõuetes;	+0/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	6.02	Külvide hävimine	+0/-	keskmine	keskmine	keskmine	suund ettearvamat	Regionaalne
		CO2 kontsentratsiooni tõus	6.03	Muutused taime morfoloogias ja füsioloogias	+0/-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline

Tabel 83. Kliimamuutuste mõju loomakasvatusele.

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik			Olulisi muutusi pole ette näha, eristuda võivad mõned ekstreemsed aastad.						
Kuni 2030	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H ₂ S, NH ₃) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.05; 6.02	Teatud meetaimede produktsiooni tõus	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini	+	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
2021-2050	RCP 8,5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	6.05	Luhaheinamaadel looduskaitespiirangud al. 01. juulit ei tohi niita (lindude pesitsusaja kaitse). Taimik ülekasvanud, söödaväärtus madal	0	väike	keskmine	väike	otsene	Regionaalne
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Mesilaste nektari- ja õietolmu korjet mõjutavad pikemad sademete perioodid; (saagikuse muutus)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Produktiivloomade toodangutaseme langus	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.02	Teat. meetaimede (jahedalembesed) produktsiooni langus (kättesaadavus)	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.03	Tootmisveisakud, kalade väärarengud ja kvaliteedi langus kalakasvandustes	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.04	Rohusööda tootmise komplitseerumine	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.07	Hapnikuvaeguses ja liiga soojas vees võivad külmalembesed (lõhilased) kalad hukkuda	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.07	Hapnikuvaeguses kalad võivad hukkuda; samuti sead, linnud ja veised sundventilatsiooniga loomapidamishoonetes;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Regionaalne
		Üleujutuste suurem sagedus	6.07	Oht saartel, laidudel ja rannikualadel (luhtadel?) karjatavatele loomadele.	-	väike	väike	väike	otsene	Regionaalne
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine ohustab kalakasvatust;	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.08	Elektrikatkestused ja automaatikaseadmete töö häired (loomad sisetingimustes)	-	suur	suur	väike	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.08	Intensiivsem ventilatsioon - suurem energiakulu	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	6.08	Muutused veetarbimises põhjustavad veevarustuse häireid kalakasvandustes;	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.08	Suureneb vajadus lokaalsete elektrigeneraatorite ja/või maakaablite järele;	-	suur	suur	väike	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.09	eutrofeerumine;	-	suur	suur	väike	kaudne	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.09	Happevihmad,	-	suur	suur	väike	kaudne	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO2, CH4, N2O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO2, CH4, N2O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O, CO2, CH4) emissiooni suurenemine	6.09	Kasvuhoonegaaside otsene emissioon	-	suur	suur	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H2S, NH3) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H2S, NH3) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede produktsiooni tõus;	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede produktsiooni tõus;	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine;	+	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Niidete (saagikoristuste) arvu suurenemine;	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini; (tervis)	+	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini; (tervis)	+	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmmumis-sulamistsükli talvitumisel	6.08	Enam põhjust ehitada soojustamata või osaliselt soojustatud farmihooneid;	+	suur	keskmine	väike	otsene	Ettevõte
RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.08	Sõnnikuhoidlate mahu vähenemine;	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline	
2051-2100	RCP 4,5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	6.05	Luhaheinamaadel looduskaitespiirangud, enne 01. juulit ei tohi niita (lindude pesitsusaja kaitse). Taimik ülekasvanud, söödaväärtus madal	0	väike	keskmine	väike	otsene	Regionaalne
	RCP 8,5	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	6.05	Luhaheinamaadel looduskaitespiirangud, enne 01. juulit ei tohi niita (lindude pesitsusaja kaitse). Taimik ülekasvanud, söödaväärtus madal	0	väike	keskmine	keskmine	otsene	Regionaalne
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	6.02	Mesilaste nektari- ja dietolmu korjet mõjutavad pikemad sademete perioodid.	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Sesoonne sademete hulga kasv	6.02	Mesilaste nektari- ja õietolmu korjet mõjutavad pikemad sademete perioodid.	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.02	Produktiivloomade toodangutaseme langus;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.02	Teat. meetaimede (jahedalembesed) produktsiooni langus (kättesaadavus).	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.03	Tootmisveisakud, kalade väärarendud ja kvaliteedi langus kalakasvandustes;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.04	Rohusööda tootmise komplitseerumine;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.07	Hapnikuvaeguses ja liiga soojas vees võivad külmalembesed (lõhilased) kalad hukkuda;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.07	Hapnikuvaeguses kalad võivad hukkuda; samuti sead, linnud ja veised sundventilatsiooniga loomapidamishoonetes;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Regionaalne
		Põuariski tõus kevadel	6.07	Mesilasperede hukkumise põhjuste kompleks.	-	väike	väike	väike	kaudne	Üleriigiline
		Üleujutuste suurem sagedus	6.07	Oht saartel, laidudel ja rannikualadel (luhtadel?) karjatavatele loomadele.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Regionaalne
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine ohustab kalakasvatust;	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Veekogude eutrofeerumine ja ohtlike vetikate vohamine ohustab kalakasvatust;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	6.08	Elektrikatkestused ja automaatikaseadmete töö häired (loomad sisetingimustes);	-	suur	suur	keskmine	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH3, N2O) emissiooni suurenemine	6.08	Intensiivsem ventilatsioon - suurem energiakulu;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kulupõlengud, tulekahjud	6.08	Kui luhtadel üleujutus pole, suureneb kulupõlengute oht, risk põllumajandusehitistele.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põua perioodil	6.08	Muutused veetarbimises põhjustavad veevarustuse häireid kalakasvandustes;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagedasus (nt. tugev tuul, äikesetormid, trombi, rahe)	6.08	Suureneb vajadus lokaalsete elektrigeneraatorite ja/või maakaablite järele;	-	suur	suur	keskmine	otsene	Regionaalne
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH ₃ , N ₂ O) emissiooni suurenemine	6.09	eutrofeerumine;	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH ₃ , N ₂ O) emissiooni suurenemine	6.09	Happevihmad,	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Kasvuhoonegaaside (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) emissiooni suurenemine loomakasvatuses;	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
		Loomakasvatusega seotud saasteainete (NH ₃ , N ₂ O, CO ₂ , CH ₄) emissiooni suurenemine	6.09	Kasvuhoonegaaside otsene emissioon	-	suur	suur	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H ₂ S, NH ₃) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Loomakasvatusega seotud saasteainete (H ₂ S, NH ₃) emissiooni suurenemine sõnnikukäitluses;	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.09	Lõhnaainete emissiooni suurenemine loomakasvatuses (sotsiaalne).	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede tootmise toetus;	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.02	Teat. meetaimede tootmise toetus;	+	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Sesoonne sademete hulga kasv	6.02	Veise- ja seakasvatuse efektiivsuse ja produktiivsuse tõus;	+	väike	väike	väike	otsene	Eeldatavasti regionaalne, sõltub sellest, millisel aastajal sademete hulk suureneb. Suurenemine kevadel ja suvel (vegetatsiooni perioodil) mõjutab positiivselt, suurenemine sügisel ja talvel mõju ei oma või on mõju negatiivne
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Niidete (saagikoristuste) arvu suurenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.05	Niidete (saagikoristuste) arvu suurenemine	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine	+	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.06	Pikemast veg. perioodist tulenev väetiste (sh. sõnniku) kasutamise aja pikenemine	+	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini	+	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.07	Kiireneb haudme areng mesilastel, mistõttu pered tugevamad ja talvituvad paremini	+	suur	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
		Põuariski tõus kevadel	6.07	Sääski võib olla vähem, mistõttu suureneb soojavereliste loomade (ja inimeste) heaolu	+	väike	väike	väike	kaudne	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külumumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.08	Enam põhjust ehitada soojustamata või osaliselt soojustatud farmihooneid	+	suur	keskmine	väike	otsene	Ettevõtte
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külumumis-sulamistsüklid talvitumisel	6.08	Enam põhjust ehitada soojustamata või osaliselt soojustatud farmihooneid	+	suur	keskmine	keskmine	otsene	Ettevõtte
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.08	Sõnnikuhoidlate mahu vähenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	6.08	Sõnnikuhoidlate mahu vähenemine	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.08	Veise- ja seakasvatuse efektiivsuse ja produktiivsuse tõus	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	6.01	Kohalike tõugude kohasus (fitness muutub); Võib tekkida vajadus aretusprogrammide täiendamiseks, mis aitaks produktiivloomadel soojema kliimaga kohaneda	+/-	väike	väike	väike	otsene	Loomakasvatuse mõju üleriigiline (soojema kliimaga kohastunud kohalikud tõud)

Tabel 84. Kliimamuutuste mõju põllumajandusele: **taimekaitse- ja veterinaaria.**

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik		Taimekaitse ja veterinaaria		Olulisi muutusi pole ette näha						
Kuni 2030	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	Taimekaitse	6.07	Teat. kahjustajate puhangud; (taimetervis)	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
2021-2050	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine loodusl. vaenlastele.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride toidutarbimise tõus;	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Lehekahjustajate puhangud (mikrokliima - roosted, jahukasted, laiktõved, põletikud);	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Lennuvõimeliste putukate dispersiooni varasemaks muutumine;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Seenpatogeenide ellujäämise suurenemine	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	Taimekaitse	6.07	Taimehaiguste põhjustatud kahjude tõus;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Taimekahjustajate areaali muutumine;	-	keskmine- suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Taimekaitsevahendite triiv (Roundup)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Taimetoidulistele putukatele ligipääsetavuse vähenemine (lood. vaenl. või pritsimisel);	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Püsiv lumikate külmumata maale	Taimekaitse	6.07	Taliviljade ikaldus talvitushaiguste tõttu;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	Taimekaitse	6.07	Teat. kahjustajate puhangud;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline (regionaalne)
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Troofiliste suhete muutumine kahjustajate kompleksides;	-/0/+	suur-väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Mikroobsete taimekaitsevahendite ellujäämuse suurenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Suurenenud C-sisaldusega juurviljad on vastupidavamad mullapatogeenidele;	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle;	+/0/-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Muutunud patogeeni virulentsus/peremeestaime vastuvõtlikkus.	+/0/-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	Taimekaitse, veterinaaria	6.07	Patogeenide (aga ka teat. lennuvõimeliste putukate) dispersioon (kauglevi).	-	Keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Veterinaaria	6.07	Uute loomataudide (sh. mesilaste ja kalade haigustekitajate) ja zoonooside ja nende siirutajate levik;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	Veterinaaria	6.07	Lindudega seotud haigused	+/0/-	keskmine	keskmine	väike	suund ettearvamat	Regionaalne

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2051-2100	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Kohalike sortide kohasus (fitness) muutub; Vajadus uute kohalikesse oludesse sobilike ja haiguskindlate sortide aretamiseks;	-	väike-keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline, regionaalne
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.02	Kahjustajate põhjustatud saagikadude suurenemine;	-	suur	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine loodusl. vaenlastele.	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Päevaste ja öiste ekstreemtemp.de muutus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride elutsükli muutumine ja kättesaadavuse vähenemine loodusl. vaenlastele.	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Herbivooride toidutarbimise tõus;	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsükli talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsükli talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Külmaõrnade kahjustajate ellujäämine, tugevam esmasnakkus (inokulatsioon);	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Lehekahjustajate puhangud (mikrokliima - roosted, jahukasted, laiktõved, põletikud);	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Lennuvõimeliste putukate dispersiooni varasemaks muutumine;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Lennuvõimeliste putukate dispersiooni varasemaks muutumine;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Seenpatogeenide ellujäämise suurenemine	-	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Seenpatogeenide ellujäämise suurenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Sesoonne sademetehulga kasv	Taimekaitse	6.07	Taimehaiguste põhjustatud kahjude tõus;	-	keskmine	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Sesoonne sademetehulga kasv	Taimekaitse	6.07	Taimehaiguste põhjustatud kahjude tõus;	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Taimekahjustajate areaali muutumine;	-	keskmine-suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline	

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Taimekahjustajate areaali muutumine;	-	keskmine- suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Taimekaitsevahendite triiv (Roundup)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Taimekaitsevahendite triiv (Roundup)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Taimetoidulistele putukatele ligipääsetavuse vähenemine (lood. vaenl. või pritsimisel);	-	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Kuumastressi sagenemine põuaperioodil	Taimekaitse	6.07	Teat. kahjustajate puhangud;	-	keskmine	väike	suur	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline (regionaalne)
	RCP 4,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Lumikattega päevade arv [väheneb]	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline (regionaalne)
	RCP 8,5	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel	Taimekaitse	6.07	Tuule-erosioon; Mullapatogeenide edasikandumine (anemohooria).	-	väike- keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Osooni kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Soodustab teat. Patogeenide lööbimist taimes, pärsib teisi.	-/+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Troofiliste suhete muutumine kahjustajate kompleksides;	-/0/+	suur-väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.07	Troofiliste suhete muutumine kahjustajate kompleksides;	-/0/+	suur-väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Mikroobsete taimekaitsevahendite ellujäämuse suurenemine	+	keskmine	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskm. päikesekiirguse vähenemine sj lühilainelise kiirguse vähenemine (UV-B)	Taimekaitse	6.07	Mikroobsete taimekaitsevahendite ellujäämuse suurenemine	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Talviste temperatuuride tõus, Külmumis-sulamistsüklid talvitumisel	Taimekaitse	6.07	Mullas talvituvate kahjustajate elumuse langus liigniiskuse ja hapnikuvaeguse tõttu;	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Suurenenud C-sisaldusega juurviljad on vastupidavamad mullapatogeenidele;	+	väike	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline

Periood	Stsenaarium (RCP 4,5; RCP 8,5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Alavaldkond (eelnevalt defineeritud)	Mõju tüübi nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+/0/-)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Õhulõhede tiheduse vähenemine pärsib sisenevaid patogeene (nt. jahukaste);	+	väike	väike	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle;	+/0/-	väike	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Taimekaitse	6.01	Muutused kasvatatavate kultuuride valikus, sh teat. kultuuride levik põhjapoolle;	+/0/-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		CO2 kontsentratsiooni tõus	Taimekaitse	6.07	Muutunud patogeeni virulentsus/peremeestaimede vastuvõtlikkus.	+/0/-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Äärmuslike kliimasündmuste esinemise sagenemine (nt. tugev tuul, äikesetormid, tromb, rahe)	Taimekaitse, veterinaaria	6.07	Patogeenide (aga ka teat. lennuvõimeliste putukate) dispersioon (kauglevi).	-	Keskmine	väike	keskmine	otsene	Üleriigiline
	RCP 4,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Veterinaaria	6.07	Uute loomataudide (sh. mesilaste ja kalade haigustekitajate) ja zoonooside ja nende siirutajate levik;	-	suur	keskmine	väike	otsene	Üleriigiline
	RCP 8,5	Aastakeskmine temperatuuritõus	Veterinaaria	6.07	Uute loomataudide (sh. mesilaste ja kalade haigustekitajate) ja zoonooside ja nende siirutajate levik;	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Üleriigiline
		Rändlindude rändekoridoride muutumine (+/0/-)	Veterinaaria	6.07	Lindudega seotud haigused	+/0/-	keskmine	keskmine	keskmine	suund ettearvamatu	Regionaalne

6.4.4. Mõjude kokkuvõte

Töö aluseks olnud kliimastenaariumite alusel võib üldjärelalusena välja tuua vajaduse käsitleda ekstreemsetest ilmastikunähtustest ja ohtlike taimekahjustajate areaali laienemisest ning loomataudide ja zoonooside levikust tingitud hädaolukordi eraldi ilmastiku normaalse varieeruvuse piiresse jäävatest kliimasündmustest. Põllumajandus on oma olemuselt ilmastikust sõltuv majandusharu, mistõttu paljud riskid on erinevate tehnoloogiatega või majanduslike meetmetega maandatavad, eeldusel, et erinevate kliimafaktorite mõjud on ette ennustatavad. Kliimafaktoritest tingitud riskide (ja võimaluste) hinnanguline tase suurenes periooditi kliimastenaariumitega ettenähtud muutujate väärtuste, aga ka muutuse avaldumise tõenäosuse kasvades. Teatavaid mõjusid aitab tasakaalustada loomulik, pidev õppimis- ja kohanemisprotsess. Positiivsete muutuste sotsiaalse ja majandusliku mõju määr võib jääda individuaalselt varieeruvaks huvigruppide esindajate erineva kohanemisvõime ja investeringusuutlikkuse pärast.

6.4.5. Piiriülesed aspektid

Tervisliku toidu kättesaadavuse tagamine on piiriülene teema, sest suur osa meie toidust, põllumajanduslikust toorainest ja sisenditest tuleb teistest riikidest. ELi ja Eesti toidualased õigusnormid hõlmavad kõiki toiduahela osi alates sööda ja toidu tootmisest kuni selle töötlemise, ladustamise, transpordi, impordi ja ekspordi ning jaemüügini. Palju taime- ja loomaterviseiga seotud piiriüleseid meetmeid ja süsteeme on juba loodud, kuid neid tuleb kohandada uute olukordade ja nõuetega. Teatavad meetmed võivad olla tõhusad praegustes kliimaoludes, kuid võivad vajada tugevdamist või läbivaatamist radikaalsema või kiiremate kliimamuutuste korral.

6.5. Edasised uuringusuunad

Seoses kliimakohanemisega määratleti olulisemateks uurimisvajadusteks järgmised teemad:

- Agroklimatoloogiliste näitajate modelleerimine;
- Eriolukordade modelleerimine, nt üleujutused, põuad põllumajandusmaal;
- Muldade süsinikuvaru seire ja negatiivse huumusbilansi põhjuste väljaselgitamine;
- Alternatiivne kasutus kolmanda ja neljanda niite rohusöödale? (Analoogne probleem on luhaheinamaade rohusööda kasutus pärast maakasutuse piirangu lõppu?);
- Tõhusate biotõrjemeetodite leidmine verdimevate putukate sh parmude vastu (algatatud klastriprojekt);
- Niisutussüsteemide efektiivsuse ja keskkonnasäästlikkuse uuring;

- Mesinduse korjebaasi tagava taimekasvatuse külvipinna struktuuri optimeerimine;
- Mesilaste haiguste ja parasiitide seire;
- Kalade parasiitide seire;
- Loodusõnnetustest tingitud hädaolukordade ja põllumajanduse kriisireguleerimise formaaljuriidilised alused ja võimalused.

Suure määramatuse tõttu tuleks prioriteetsemate uurimisvaldkondade hulka arvata ka mitme faktori koosmõjude sh biotiliste ja abiootilliste stressorite, troofiliste suhete komplekside ja peremeesorganismi resistentsuse / patogeeni virulentsuse, kultuuride ja loomade innovaatiliste kasvatustehnoloogiate, külvipinna struktuuri ning saasteainete emissiooni optimeerimise uurimine.

6.6. Kohanemismeetmed

6.6.1. Põllumajanduse valdkonna strateegiline eesmärk

Kliimakohanemise meetmete rakendamise üldeesmärk põllumajanduses on tagada Eesti elanikkonna toiduga varustatus kestvalt, lähemas ja pikemas perspektiivis põllumajanduse konkurentsivõime suurendamise, taastuvate loodusvarade jätkusuutliku majandamise ning maapiirkondade tasakaalustatud ja territoriaalse arengu kaudu.

Põllumajanduses oleks vaja rakendada eelkõige kliimakohanemise meetmeid, mis aitaks maapiirkonnas kindlustada nii loodusõnnetustest kui ka normaalsest ilmastiku varieeruvusest tingitud häiringutele vastupidavamad elatusallikad. Toidu ja energiavarustuse kindlustamine on otseselt strateegilise julgeoleku küsimus.

Kliimamuutuste negatiivsete mõjude tagajärjel ei tohi langeda toiduga isevarustatuse tase allapoole 2015 taset. Kohaliku puu- ja köögivilja ning marjakasvatuse isevarustatuse tase ning põllumajandustoodangu lisandväärtus ja ettevõtjatulu võrreldes praeguse tasemega peab kliimakohanemise meetmete toel suurenema. Paranema peab omavarustatus bioenergia ja kohaliku töötleva tööstuse toormega.¹⁵ Käesoleval ajal tundub bioenergeetika teema olevat poliitilisel tasandil külmutatud, kuigi energiatalude turulepääsu soodustamine võiks olla üks lahendusi, mis oleks asjakohane nii kliimamuutuste leevendamise kui kohanemise võtmes. Bioenergeetika entusiast ja nõustaja Cristoph Hamkens on öelnud: „Bioenergia tootmine peaks/võiks olla põllumajanduse kolmas haru taime- ja loomakasvatuse kõrval. Näiteks praeguse madala piimahinna juures aitaks bioenergia tootmine raske perioodi üle elada“. Loodusvarade kasutamise efektiivsust ja jätkusuutlikkust võib kaudselt hinnata, kui mõõta tasakaalus ja tervete muldade osakaalu maafondis. Mineraalide tasakaalu kõrval peab seejuures enam tähelepanu pöörama mulla füüsikalistele ja bioloogilistele aspektidele.

¹⁵ Vastavalt BioClim'i nõustanud kliimaprojektide juhtkomisjoni MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäi omavarustatus bioenergiaga indikaatorina strateegiadokumendist ja rakenduskavast välja.

Kaasaegsetele tehnoloogiatele tuginev, saagikust ja toodangu kvaliteeti ning keskkonda säästvat jätkusuutlikku majandamist arendav ettevõtte panustab ka toiduohutusele ja kliimakohtumise meetmete rakendamisele. Põllumajandusettevõtjate suutlikkus kliimakohtumiseks on seda suurem, mida enam on neil ressursse ning mida paindlikum ja selgemini reglementeeritud on majanduskeskkond.¹⁶ Kliimakohtumise vajaduste rahuldamise tarbeks täiendavaid riiklike vahendeid poliitilise vastasseisu tõttu tõenäoliselt ei eraldata, kuna sellekohane tegevus MAK-i meetmete seas väidetavalt vajaduse katab. Tegelikult on MAK-i investeeringutoetusteks määratud suurusjärgus umbes 4% PM aastakäibest. Ainuüksi teraviljakasvatuse investeeringutoetustest jäi PRIA andmetel 2015.a. eelarvevahendite puudulikkuse tõttu rahuldamata 287 taotlust, mis on umbes 75% taotluste koguarvust valdkonnas (vt. <http://www.pria.ee/docs/resources/8816.xls?>). Seega on toetuste kättesaadavus tõsine probleem.

Põllumajandustoodangu produktsiooni tõus võib Eesti laiuskraadidel olla kliimamuutuse otsene tagajärg seoses muutuste positiivsete mõjudega või sihteadliku taime- ja loomakasvatustehnoloogiate (sh biotehnoloogia) arendamise tulemuseks, mis aitab ületada kliimamuutusest tingitud negatiivseid mõjusid. Väärindamis- ja investeeringutoetuste puudulik kättesaadavus võib haavatavamad ettevõtted jätta ilma võimalusest oma tegevust mitmekesistada või võtta kasutusele keskkonnasäästlikumad kasvatustehnoloogiad. Eksporditoetuste ja poliitilise tahte puudumise tõttu võib jääda kasutamata nt. kasvuperioodi pikenedes tulenev võimalus turustada hilist marjasaaki lõunapoolsematesse naaberriikidesse, kus koristustükkel juba lõppenud. Vaja on aretada kultuure/sorte ja liike/tõuge, mis oleksid piisavalt kohased kasvatamiseks varieeruvates keskkonnatingimustes, pigem kui keskenduda kitsa ökoamplituudiga monokultuuridele. Positiivsete kliimamõjude ärakasutamise hõlbustamiseks tuleb erilist tähelepanu pöörata mullakaitsemeetmetele põllumajanduses. Odava kohaliku põhisööda energeetiline väärtus võib kliimakohtumise meetmete sihteadliku rakendamise käigus kasvada. Selleks, et põllumajanduses saaks kasu lõigata parematest sortidest ja kasvatustehnoloogiatest on oluline tagada kasvatatavate kultuuride ratsionaalne struktuur, mis võimaldaks teiste agrotehniliste abinõude optimaalse rakendamise korral täita valitud tootmissuunaga püstitatud ülesandeid ettevõtte, aga ka regionaalses ja riigi mastaabis.

6.6.2. Kohanemismeetmete koondülevaade, kirjeldused ja hinnangud

Eri tüüpi kohanemismeetmed

Enamik põllumajanduse valdkonnas kliimamuutustega seonduvaid kohanemismeetmeid on rakendatavad põllumajandusettevõtte tasandil. Siia kuuluvad agrotehnilised ja kasvatustehnoloogilised ning ärilised ja ettevõtetmajanduslikud meetmed, mis on suunatud erinevate riskide hajutamisele. Riigi tasandil määratleti kokku 16 meetet. Neist 2 (6.1. ja 6.6., viidatud vastavalt - *) pälvisid kliimaprojektide juhtkomisjonilt hävitavat kriitikat, mistõttu jäeti osaliselt või täielikult strateegiadokumendist ja rakenduskavast välja. Allpool (Tabel 85) toodud meetmete

¹⁶ Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäid kaasaegsete keskkonnasäästlike ja kliimakohtumisele kaasaaitavate tehnoloogiate rakendamise toetamine ning põllumajandustoodangu maksimaalse mitmekesistamise ja väärindamise soodustamise tegevused kliimamuutustega kohanemise rakenduskavast välja.

prognoositavad maksumused on hinnangulised, kuna suure määramatuse tõttu pole olnud võimalik läbi viia piisavalt detailseid ekonomeetrilisi analüüse.

Mitmed majanduslikud meetmed on juba praegu osaliselt olemas, kuid neid on vaja kohandada muutuvate kliimaolude tingimustesse, paindlikemateks ja ressursisäästvamateks. Uutest majanduslikest meetmetest on vaja süsteemset lahendust looduskahjude hüvitamise mehhanismile (6.3) ning kriisifondi haavatavate ettevõtete toimetuleku ja järelevalveasutuste haldussuutlikkuse tagamiseks nii et see oleks sõltumatu jooksva aasta riigieelarvesse prognoositud kuludest ja laekumistest. Seni puuduvad püsikindlad mehhanismid kahjude ja saamatajäänud tulude hüvitamiseks hädaolukorra ja/või looduskahjude tõttu (v.a uluksõraliste poolt tekitatud kahju jahiseaduse alusel, KKM määrus 01.04.14 nr 9), mis oluliselt halvendab põllumajandusettevõtete konkurentsivõimet ja võib sundida väiksemaid ettevõtteid tegevust lõpetama. Asjakohaseid meetmeid välja töötades on oluline ära hoida nende väärkasutust, nagu näiteks liigniiskusele tundlike põllukultuuride külvamine kuivendamata gleimuldadele, eesmärgiga koguda hüvitisi. Positiivsete kliimamõjude ära kasutamiseks on vaja abistavaid meetmeid, et omatarbimisest ülejääv toodang maksimaalselt väärindataks ja eksporditaks (6.2.).

Regulatiivse baasi muutmisel tuleb silmas pidada eelkõige paindliku kohanemise vajadust, et võimaldada ettevõtetel jätkusuutlikult toimida muutuvate ilmaolude ja suurenevate äärmuste tingimustes (6.5.). Keskkonna kahjustumise vältimiseks nii tootmise intensiivistumise kui ekstensiivistumise käigus on vaja ette näha piirangud, nt väetiste ja kasvuregulaatorite, monokultuuri piirangud, nõuded muldade toitainetesisalduse taastamiseks ja mesinduse korjebaasi tagamiseks. Kõige tõenäolisemalt muutuvad soojeneva kliima tagajärjel sõnnikumajandus ja maaharimistehnoloogiad. Eriti tähtis on muldade kaitse, sest ainult viljakas mullas on võimalik kliimamuutuse prognoositavate positiivsete mõjude realiseerumine.

Kliimamuutuste asukohaspetsiifilisuse ja suure määramatuse tõttu on heaks kohanemismeetmeks asjakohaste arengukavade ja programmide väljatöötamine (6.7., 6.8. ja 6.9). Planeeringumeetmete eesmärk on asjakohase info koondamine ning kohalikke olusid arvestavate regulatoorse, institutsionaalse ja juhtimisalase raamistiku väljatöötamine kohanemismeetmete rakendamiseks ja nende käsitlemine maakonna- ja üldplaneeringutes. Kuigi erinevad põllumajandusteaduse distsipliinid on ajaloo jooksul loonud suure teadmisharu, pole enamikul juhtudel faktorite koosmõjude ekstrapoleerimist ühe või teise prognoositava kliimastenaariumi tingimustes seni toimunud. Kliimakohanemise temaatika teaduslik käsitlemine eeldab kümnete alus- ja rakendusuuringute uurimisülesannete muutmist või uute hüpoteeside püstitamist (6.11.). Täiendavalt on vajalik olukorra- ja kuluanalüüs kohanemismeetmete rakendamiseks (6.10) ning teadustugi informatsioonilistele meetmetele (6.13., 6.14.).

Vajadus riskijuhtimist toetava kaasaegse, teadmuspõhise ja kohalikke olusid tundva nõuandesüsteemi järele on ilmne, kuid huvigruppide poolt on korduvalt toonitatud, et olemasolev nõuandeteenistus neid kriteeriume ei täida. Seega võib põllumajanduse kliimakohanemise kõige suuremaks väljakutseks osutuda just süsteemse seose loomine toetuste ja hüvitiste ning kasutusel olevate praktikate, hariduse, teabelevi ja Haridus- ja teadusministeeriumi planeeringute vahel. Sealjuures pole teisejärgulised ka avaliku sektori kompetentsi küsimused. Seetõttu oleks äärmiselt oluline informatsiooniliste meetmete täienduseks luua kompaktne institutsionaalne sihtrühmade varase teavitamise süsteem, mis koondaks, filtreeriks ja aitaks edastada informatsiooni

põllumajanduskeskkonda ähvardavatest otsestest ja kaudsetest ilmastikumõjudest (6.15.).

Ilmastiku normaalse varieeruvuse ja agrokliimaatiliste, mulla näitajate ning taimekahjustajate seirete võrgustiku ja tsentraalse prognoosi süsteemi (6.16) loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks looks eeldused muuseas ka uute taime- ja loomakasvatustehnoloogiate praktikasse viimiseks ja äriliste otsuste tegemiseks. Seega toodetak otsest kasu põllumajandustootjatele ja kogu põllumajanduse ning toidusektorile. Ostujõulise lõpptarbijaskonna väiksuse tõttu puudub erainvestoritel ärihuv sedalaadi süsteemi ülesehitamiseks riiklike subsidiumiteta. Autonoomse riikliku süsteemi loomine eeldab väga suuri lisainvesteeringuid (mis on aluseks võetud järgnevas kalkulatsioonis). Täna ei kujuta veel keegi päris täpselt ette, mida tegelikult vaja on, sest vajadus selgub alles töö käigus. Suurte investeeringute tegemine selles olukorras võib kaasa tuua suurejooneliste projektide elluviimist, mille praktiline väärtus võib jääda kaheldavaks, mistõttu realselt neid ei kasutata. Mõistlikum alternatiiv oleks asuda läbirääkimistesse erasektoriga, et anda rajatava idufirma (iga-aastase investeeringu suurusjärg 300 000 €) käsutusse riiklikult ja vabatahtlike või nt. põllumajanduskonsulentide võrgustiku abil kogutavad kvaliteetsed seireandmed ning teadlaste poolt korrigeeritavad mudelid ja siduda kogu majandamisotsuste tegemiseks vajalik teave e-põlluraamatuga, tagades teenuse parema kättesaadavuse litsentsitasude taskukohasemaks muutmise teel.

Tabel 85. Põllumajanduse valdkonna kohanemismeetmete iseloomustus..

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud
6.1.*	Toetusmeetmete väljatöötamine ettevõtete jätkusuutlikkuse ning energia- ja ressursiefektiivsuse parandamiseks, arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi	Ekstreemsed ja, vääramatu jõuga ilmastikutingimused sj. talviste temperatuuride tõus, külmumis-sulamistsüklid talvitumisel, põud, rahe, märg lumi jt.
6.2.	Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil	Temperatuuride tõus, sesoonne sademetehulga kasv, CO2 kontsentratsiooni suurenemine võivad kaasa tuua põllumajanduse produktsiooni ja kvaliteedi tõusu
6.3.	Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	Aastakeskmise temperatuuri tõus võib viia loomataudide ja taimekahjustajate areaali laienemisele, traditsioonilistele põllumajanduskultuuridele ebasoodsate tingimuste tekkele ja stiihiliste loodusjõudude vallandumisele
6.4.	Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks	Põuariski tõus, lumeta talved, kevadise suurvee ärajäämine võib suurendada maastikupõlengute riski.
6.5.	Ilmastikust tulenevate riskide paindliku juhtimise tagamine taime- ja loomakasvatustehnoloogiate rakendamise käigus	Kõikvõimalikud põllumajanduse kliimarisikid, toovad kaasa muutusi saagi ja toodangu kvantiteedis ja kvaliteedis, toitainete varus ja omastatavuses,

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud
		majanduslikke lisaväljaminekuid ja mõjusid keskkonnale
6.6.*	Energia- ja ressursiefektiivsuse parandamine arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi.	<p>Pikem vegetatsiooniperiood tingib taimede pikema väetamisperioodi. Sõnnikuhoidlate mahu norm on hetkel arvestatud pikema talve peale, mil taimed lämmastikuühendeid ei omasta.</p> <p>Temperatuuride tõus, CO2 kontsentratsiooni tõus jt. mõjurid soodustavad suuremate saakide saamist, mis tuleks realiseerida võimalikult samas piirkonnas, piiriäärsete tootjate toodang ka naaberriigis.</p> <p>Mesindus kasutab PM-s olevat ressursi (õisi) ja loob uut toodangut, kuid selle efektiivsuse tõstmiseks tuleb monokultuuride kasvatamise piiranguga põllumajanduse intensiivistumisest tulenevaid mõjusid neutraliseerida</p>
6.7.	Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest	Aastakeskmise temperatuuritõus, lumikattega päevade arvu vähenemine, põuariski tõus kevadel ja muud muutused veerežiimis toovad esile vajaduse teha täiendavaid väljaminekuid melioratsiooniks, mis ideaalis on maavalduste ülene süsteemne lahendus
6.8	Taimekaitsesüsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi	Aastakeskmise temperatuuritõus, äärmuslike ilmastikusündmuste esinemise sagenemine, taimekahjustajate ja loomataudide levik jt kliimamõjud võivad kaasa tuua täiendavaid ohte või vastupidi, võimalusi neile, kes jäävad ohtudest puutumata.
6.9.	Regionaalsete energiastrateegiate arendamine bioenergeetika ressursside kasutamise efektiivsuse parandamiseks, varustatuse ja energiaturvalisuse tõstmiseks	Aastakeskmise temperatuuritõus, äärmuslike ilmastikusündmuste esinemise sagenemine, vegetatsiooniperioodi pikenemine ja niidete arvu suurenemine jt kliimamõjud võivad kaasa tuua täiendavaid ohte või vastupidi, võimalusi neile, kes jäävad ohtudest puutumata.
6.10.	Looduskahjude katmise vajaduse olukorraanalüüs ja kahjukindlustuse majandusliku tasuvuse uurimine	Ebapiisavad teadmised, millised on vajadused ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste kahjude hüvitamiseks ning võimalused süsteemi optimeerimiseks.
6.11.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate testimine ja vajadusel väljatöötamine ning tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmusloome ja -siirde programmide	Ebapiisavad teadmised, kus ja kuidas võivad erinevad kliimarisikid põllumajandust otseselt või kaudselt mõjutada ning millised on kohalikesse oludesse sobivad tehnoloogilised võimalused riskijuhtimiseks ja ressursside kaitsmiseks
6.12	Kliimarisikide sotsiaalse ja majandusliku mõju uurimine	Ebapiisavad teadmised kliimarisikide juhtimise võimalustest maaelanikkonna seas.
6.13.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate	Ebapiisavad teadmised kliimarisikide juhtimise võimalustest sihtrühma tasandil

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud
	tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmus-siirde programmide	
6.14.	Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse tõstmise võimalusest	Ebapiisavad teadmised kliimarisikide juhtimise võimalustest sihtrühma tasandil
6.15.	Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	Loomataudide ja taimekahjustajate areaali laienemine, traditsioonilistele põllumajanduskultuuridele ebasoodsate tingimuste teke ja stiihiliste loodusjõudude vallandumine võib põhjustada ohtu inimeste, loomade ja taimede elule, tervisele ja varale.
6.16.	Agrokliimaatiliste näitajate (sh ilmastik, efektiivsete temperatuuride summa) mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning taimehaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega.	Mitmekesise killustatud baasinfo koondamiseks, analüüsimiseks ja vahendamise, mis soodustaks asjakohaste juhtimisotsuste vastuvõtmist.

* Vastavalt BioClim juhtkomisjoni nõustanud MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäid meetmed 6.1 ja 6.6 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Meetmete kirjeldused ja hinnangute selgitused

Meetmete hinnanguline keerukus administratiivsel tasandil varieerub skaalal keskmisest lihtsani. Enamik meetmeid on avalikkusele hästi vastuvõetavad, sest mõjuvad positiivselt rahva eneseteadvusele ja turvatundele (**Tabel 86**).

Tabel 86. Meetmete kirjeldus ja hindamine põllumajanduse valdkonnas.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguri test; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
6.1.*	4	5	4	4	5	5	4	4	3	4	3	5	3	140 000	49
6.2.	4	5	4	5	5	4	3	5	5	5	1	5	3	140 000	49
6.3.	4	5	4	4	4	3	3	4	5	5	1	5	5	0	48
6.4.	5	5	3	4	5	4	5	4	5	5	1	5	5	0	52
6.5.	3	5	3	4	4	4	5	4	5	4	3	5	5	0	50
6.6.*	3	5	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	100 000	47
6.7.	3	5	4	3	5	5	3	5	3	5	3	5	1	1 500 000	45
6.8.	4	5	4	4	5	5	3	5	5	5	3	5	2	700 000	50
6.9.	4	5	4	4	5	5	3	5	3	5	3	5	5	0	51
6.10.	3	5	4	4	4	3	3	4	5	5	5	5	4	50 000	50
6.11.	4	5	4	3	5	4	3	4	5	3	5	5	1	2 250 000	47
6.12.	5	4	4	5	4	3	5	3	3	3	1	5	3	60 000	45
6.13.	4	5	4	4	5	5	5	3	5	3	3	3	2	250 000	48
6.14.	5	4	4	5	4	3	5	3	3	3	1	5	3	90 000	45
6.15.	4	5	4	4	5	3	3	5	5	5	5	5	2	750 000	50
6.16.	3	5	5	3	5	5	1	5	3	5	5	5	1	6 400 000	46

6.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Põllumajanduse kohanemismeetmetega ette nähtud regulatiivsed meetmed on määratletud eelkõige haldussuutlikkuse tagamiseks ning kliimarisikide neutraliseerimise ja keskkonnakaitsega seotud piirangute sätestamiseks (**Tabel 87**). Formaaljuriidilist analüüsi ja vajadusel regulatsioonide kohandamist on vaja ka mõningate muude meetmete rakendamiseks.

Tabel 87. Põllumajanduse valdkonna õigusraamistiku ülevaate tabel.

Meetme jrk nr	Meetmed	Meetmega seonduvad õigusaktid
6.1.*	Toetusmeetmete väljatöötamine ettevõtete jätkusuutlikkuse ning energia- ja ressursiefektiivsuse parandamiseks, arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi	MAK, Maaelu- ja põllumajandusturu korraldamise seadus, Mahepõllumajanduse seadus, Veeseadus, Maaparandus-seadus, Regionaalsed maaparanduskavad, Taastuenergia toetuskeem, Võrgueeskiri, Elektrituru seadus, Kaugkütteseadus, Elektriaktsiisi seadus,
6.2.	Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil	Maaelu- ja põllumajandusturu korraldamise seadus, Mahepõllumajanduse seadus, Euroopa Komisjoni erinevate tootegruppide korralduskomiteede rakendusaktid (eksporditoetuse määrad), WTO lepinguga võetavad kohustused (eksporditoetusteks makstavad summad)
6.3.	Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	Maaelu- ja põllumajandusturu korraldamise seadus, Hädaolukorra seadus, Tauditõrje seadus, Taimekaitse seadus, Toiduseadus, Looduskahjude kriisifondi põhimäärus
6.4	Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks	Päästeseadus, Päästeteenistuse seadus
6.5.	Ilmastikust tulenevate riskide paindliku juhtimise tagamine taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate rakendamise käigus	Maaelu- ja põllumajandusturu korraldamise seadus, Veekaitse seadus, Maaparandusseadus, Taimekaitse seadus, Välisõhu kaitse seadus, Tööstusheite seadus, Loomakaitse seadus, Tauditõrjeseadus
6.6.*	Energia- ja ressursiefektiivsuse parandamine arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi.	Veeseadus, Väetiseseadus, Rahvusvahelised bilateraalsed ja multilateraalsed lepingud, Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika rakendamise seadus
6.7.	Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest	Veeseadus, Maaparandus-seadus, Regionaalsed maaparanduskavad
6.8.	Taimekaitsesüsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi	Taimekaitseseadus, Tauditõrjeseadus, Regionaalsed taimekaitsestrategieid, Kahjustajavabade alade ja tootmiskohtade määrad.
6.9.	Regionaalsete energiastrateegiade arendamine bioenergeetika ressursside kasutamise efektiivsuse parandamiseks, varustatuse ja energiaturvalisuse tõstmiseks	Regionaalsed energiastrateegiad, Taastuenergia toetuskeem, Võrgueeskiri, Elektrituru seadus, Kaugkütteseadus, Elektriaktsiisi seadus

6.15	Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	Taimekaitseseadus, Tauditõrje seadus, Toiduseadus, Varase teavitamise süsteemi põhimäärus, Looduskahjude kriisifondi põhimäärus
------	---	---

* Vastavalt BioClim juhtkomisjoni nõustanud MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäid meetmed 6.1 ja 6.6 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

6.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Põllumajanduse kliimakohtanemismeetmete rakendamine ja efektiivsus sõltub olulisel määral teistest sektoritest, sh energeetika, infrastruktuuri ja sotsiaalmajanduslikest mõjuritest, nt. turuolukord. Põllumajanduse meetmed avaldavad otsest mõju looduskeskkonnale, puudutades eelkõige elurikkuse, maismaaökosüsteemide ja ökosüsteemiteenuste valdkondi. Põllumajandust mõjutavad planeeritavate rohekoridoride ja kaitstavate alade moodustamine (1.1.6, 1.3.1., 1.3.7), ohustatud liikide levimisvõimaluste kompensatsioonimehhanismide loomine (1.1.7 ja 1.3.3.), geenifondid (1.1.9 ja 1.1.10), invasiivsete võõrliikide seire (1.2.2, 1.2.3. ja 1.2.4), hajukoormuse vähendamise nõue (4.1.3), sademeveetaristu (5.2.3-5.2.5), joogi- ja niisutusvee nappusega piirkondade vajaduste arvestamine maakondade- ja üldplaneeringutes (5.6.2), rohumaade jm põllumajandusmaade kliimariskitundlikkusega arvestamine maakonna- ja üldplaneeringutes (5.16.1-5.16.3), bioenergiaallikate jätkusuutlik majandamine (5.17.1), üleujutuste puhveraladega arvestamine maakondade- ja üldplaneeringutes (5.18.1), kliimariskitundlike muldade kaitsevajadusega arvestamine kõikides maakonna- ja üldplaneeringutes ning kaitseribade kehtestamine (5.24.1 ja 5.24.2), mullaökosüsteemidele mõjuvatest kliimariskidest teavitamine (5.25.1).

Ökosüsteemi teenuste meede 5.26.1 „Uuringud Eesti ökosüsteemide, sh muldade süsinikubilansi ning seda mõjutavate tegurite ja kliimariskide väljaselgitamiseks“ kattub olulisel määral põllumajanduse meetmetega 6.11.1 „Teadusuuringud aineriingest muld-taim süsteemis ja mõjust mulla toitainetele, toitainete bilansile, taimede ja loomade produktsioonile kliimamuutuste kontekstis“ ja 6.11.3. „Keskkonnasäästlike taimekasvatustehnoloogiate väljatöötamine“. Ökosüsteemi teenuste meede 5.26.2 „Tegevuskava koostamine ja kehtestamine Eesti ökosüsteemide aineriinge, sh süsinikubilansi tasakaalus hoidmiseks“ katab oluliselt põllumajanduse meedet 6.5.3. „Paindlikkust võimaldavate regulatiivsete meetmete väljatöötamine muldade kaitseks“.

Kaudselt võib leida kattumisi tolmeldamisteenuse kliimamõju uuringu (5.22.1) ja põllumajanduse 6.11.2 „Teadusuuringud kliimafaktorite kaudsetest mõjudest taimedele ja loomadele ning põllumajanduskeskkonnale, sh muutuste mõjust tolmeldajate jt loomade heaolule ja tervisele ning taimetervisele, mesilaste parasiitide seisundi hindamine ja epidemioloogia; looduskahjude prognoosimine jms.“ ning mesindusvõtete kohandamise teavituse (5.23.1) ja põllumajanduse 6.5.1 „Regulatiivsete meetmete väljatöötamine keskkonna kahjustumise vältimiseks ilmastikust tulenevate riskide juhtimise käigus põllumajandustootmises“ meetmete vahel. Koduaedade majandamine (5.19.1) meede mahub põllumajanduse informatiivse meetme „Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse tõstmise võimalusest“ (6.14.) alla.

Vastastikkuseid seoseid on põllumajanduse meetmetel ka teiste biomajanduse valdkondadega, nt läbi maaressursi kättesaadavuse ja kasutuse. Metsanduse meede 7.3.2.

„Imporditava sh teadmata päritolu bioloogilise materjali seire ja kontrollimine“ puudutab läbi ohtlike taimekahjustajate seire ka põllumajanduse meetet 6.11.2. „Teadusuuringud kliimafaktorite kaudsetest mõjudest taimedele ja loomadele ning põllumajanduskeskkonnale“. Meetme 7.4.3. „Haigustekitajate leviku ja kahjustuse modelleerimine“ tegevuste analoogid on hõlmatud põllumajanduse meetmetesse 6.15. „Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine“ ja 6.16. „Agrokliimaatiliste näitajate, mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning taimehaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega“, samal ajal kui 7.5.1. „Innovaatilise tehnoloogia kasutamine metsamulla kahjustuste vähendamiseks“ kordab põllumajanduse meetme 6.5.3. „Paindlikkust võimaldavate regulatiivsete meetmete väljatöötamine muldade kaitseks“ ja 7.5.2. „Metsateede ja kuivendussüsteemide korrastamine“ põllumajanduse meetmete 6.1.3. „Maaparandussüsteemide kaasajastamise toetamine kohalike loodusressursside optimaalse kasutamise eesmärgil“ ja 6.7. „Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest“ eesmärgi. Sarnaselt kalanduse meetmega 8.4.1. „Kala väärindamise soodustamine“ on konkurentsivõime ja toodangu tulukus ka meetmete 6.2.1 ja 6.2.2. eesmärkideks.

Meetmete seosed põllumajanduse meetmekava siseselt on esitatud järgnevalt (**Tabel 88**).

Tabel 88. Põllumajanduse valdkonna meetmete omavahelised seosed.

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
6.1.*	Toetusmeetmete väljatöötamine ettevõtete jätkusuutlikkuse ning energia- ja ressursiefektiivsuse parandamiseks, arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi	6.2., 6.3., 6.5., 6.6., 6.7., 6.8, 6.9, 6.10., 6.11., 6.12., 6.13., 6.15., 6.16. Biogaasijaamade rajamine (6.1.2) sõltub taastuvenergia tasudest, hajaasustuste põllumajandusettevõtete varustuskindluse tagamine (6.1.3.) sõltub muuseas ka elektrivõrguga liitumise tasudest
6.2.	Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil	6.1., 6.2., 6.5., 6.6., 6.8., 6.9., 6.11., 6.12., 6.13., 6.14., 6.15., 6.16
6.3.	Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	6.3., 6.4., 6.10., 6.15, 6.16.
6.4.	Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks	6.1., 6.3., 6.7., 6.8., 6.9., 6.13., 6.15.
6.5.	Ilmastikust tulenevate riskide paindliku juhtimise tagamine taime- ja loomakasvatustehnoloogiate rakendamise käigus	6.1., 6.2., 6.5., 6.6., 6.7., 6.8., 6.9., 6.10. 6.11., 6.13., 6.15., 6.16.
6.6.*	Energia- ja ressursiefektiivsuse parandamine arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi.	6.1, 6.2., 6.3.,6.5., 6.7, 6.8., 6.9, 6.11, 6.15., 6.16.
6.7.	Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest	6.1., 6.2., 6.3., 6.4., 6.5., 6.11., 6.13., 6.15., 6.16.

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
6.8.	Taimekaitse-süsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi	6.1., 6.2, 6.3., 6.4., 6.5., 6.6., 6.15., 6.16., 6.8., 6.9., 6.11., 6.12., 6.13.
6.9.	Regionaalsete energiastrateegiate arendamine bioenergeetika ressursside kasutamise efektiivsuse parandamiseks, varustatuse ja energiaturvalisuse tõstmiseks	6.1., 6.6., 6.8., 6.3., 6.4., 6.5., 6.11., 6.12., 6.13., 6.14., 6.15., 6.16.
6.10.	Looduskahjude katmise vajaduse olukorranalüüs ja kahjukindlustuse majandusliku tasuvuse uurimine	6.3., 6.14. 6.15. 6.16, 6.1., 6.5., 6.13.,
6.11.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate testimine ja vajadusel väljatöötamine ning tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmusloome ja -siirde programmide	Ei sõltu
6.12.	Kliimariske sotsiaalse ja majandusliku mõju uurimine	6.10., 6.11
6.13.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmus-siirde programmide	6.11., 6.16., 6.1., 6.2., 6.3., 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.12, 6.15
6.14.	Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse tõstmise võimalusest	6.12., 6.11., 6.15.
6.15.	Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks	6.11., 6.1., 6.3., 6.4., 6.5, 6.8., 6.9, 6.14.
6.16.	Agrokliimaatiliste näitajate (sh ilmastik, efektiivsete temperatuuride summa) mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning taimehaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega.	6.11., 6.6, 6.1., 6.2, 6.3, 6.5, 6.7., 6.8., 6.9.,6.13, 6.15.

* Vastavalt BioClim juhtkomisjoni nõustanud MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäid meetmed 6.1 ja 6.6 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

6.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Eelpool nimetatud alaeasmärki aluseks võttes on kõigi põllumajanduse kohanemismeetmete hinnanguline prioriteetsus keskmisest kõrgem (43–52) ja enamikku neist tuleks rakendada esimesel võimalusel. Hiljemalt teisel perioodil (2021–2030) on vaja rakendada meetmed 6.7., 6.9., 6.12., 6.14 ja 6.16. Kuigi määratletud on mõningaid tegevusi, mis võivad jääda kolmandasse perioodi, näiteks süsteemide arendused ja uurimismeetmete jätkuprojektid, tuleks nendega alustada varem. Põllumajandusturg Euroopa Liidus ja kogu maailmas on erinevate jõudude poolt tugevasti moonutatud ning Eesti ettevõtete konkurentsivõime

vähesust näitab ilmekalt põllumajanduslike majapidamiste vähenemise trend: 2010 a põllumajandusloenduse andmetel oli 2/3 ettevõtteid 10 aasta jooksul tegevuse lõpetanud. Üle poole põllumajandusmaast ja üle 80% loomakasvatusest oli 2010.a. suurmajapidamiste käes, kes moodustasid majapidamiste koguarvust 5% ja tootsid ¾ kogu riigi põllumajandustoodangust. Kui väikemajapidamiste arv kiiresti langeb, siis suurmajapidamisi on aastatega juurde tulnud. Kui suurte ettevõtete käsutuses on nii sisemisi kui ka väliseid riskijuhtimise ressursse (enamik investeringutoetustest läheb suurettevõtetele), siis väike- ja mikrotootjate keskkonnamõjud on väiksemad. Tulevikus prognoositakse põllumajanduses hõivatute koguarvu vähenemist, mis kuigi 2011.a seisuga oli maakondades keskmiselt 7%, on oluliselt mõjustatud tugevasti linnastunud maakondade vastavatest keskmistest näitajatest. Seega peab väiksem arv inimesi tagama toiduga varustatuse suuremale osale elanikkonnale, seejuures järgides keskkonnakaitselisi ja muid strateegilisi vajadusi. Kohanemismeetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus on välja toodud allpool (**Tabel 89**). Meetmete rakendamine ei too tingimata riigieelarvesse lisakulusid, kuivõrd osaliselt on tegemist olemasolevate vahendite ümberjagamisega, teisest küljest võib teatavad lahendused ette näha ettevõtelt juba laekuvate tasude või maksude kasutamise täpsema määratlemise teel, et mitte suurendada põllumajandusettevõtete maksukoormust ja halvendada konkurentsi.

Tabel 89. Põllumajanduse valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, € (aastani 2030)
Rakendada perioodil 2017–2020	1	10	4 240 000	4 240 000
	2	0		
	3	0		
Rakendada 2021–2030	1	6	8 190 000	8 190 000
	2	0		
	3	0		
Kokku		16		12 430 000

Allpool (**Tabel 90** ja **Tabel 91**) on esitatud meetmed, mis tuleb rakendada esimesel ja teisel perioodil (vastavalt 2017–2020 ja 2021–2030). Kõik meetmed kuuluvad esimesse prioriteetsusklassi. Majanduslike ja regulatiivsete meetmetega parandatakse õigus- ja majandusruumi, ning pärast rakendamisperioodi lõppu 2020. a. jäävad toimima nende väljundid. Samuti on meetmetel 6.8 (planeering) ja 6.15 (investeering) ette nähtud lühike rakendusperiood, mille järel pärast 2020.a. teisevad meetme eesmärgid, misjärel tuleks püstitada uued meetmed. Ühekordse investeeringuna on esimese prioriteedi meetmete hulgas 6.10, samas kui 6.11 ja 6.13 (vastavalt kliimamõjude alus- ja rakendusuuringud ning nende tulemuste kohased teadmussirde programmid), ei saavuta aastaks 2020 veel oma täit potentsiaali, mistõttu tuleb tagada nende tegevuste jätkusuutlikkus vähemalt aastani 2030. Ka planeeringumeetmed hinnati selliste hulka, mille rakendamist tuleks alustada kiiresti. Nii meetmete 6.7, 6.8 kui 6.9, kuid samuti 6.16 väljundid on kestva mõjuga ning kuuluvad regulaarsele uuendamisele, analoogselt mitmetele muudele strateegiadokumentidele.

Seetõttu on eelkõige tähtis varakult alustada mitte niivõrd investeringutega vaid ettevalmistavate tegevustega, et koguda oskusteavet ja hinnata vahendeid, vajadusi ja võimalusi, nii et tulemused saaksid maksimaalselt süsteemsed ja täiuslikud.

Tabel 90. Põllumajanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
6.1.*	Toetusmeetmete väljatöötamine ettevõtete jätkusuutlikkuse ning energia- ja ressursiefektiivsuse parandamiseks, arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi.
6.2.	Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil.
6.3.	Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimakahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.
6.4.	Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks.
6.5.	Ilmastikust tulenevate riskide paindliku juhtimise tagamine taime- ja loomakasvatustehnoloogiate rakendamise käigus.
6.6.*	Energia- ja ressursiefektiivsuse parandamine arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi.
6.8.	Taimekaitseüsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi.
6.10.	Looduskahjude katmise vajaduse olukorranalüüs ja kahjukindlustuse majandusliku tasuvuse uurimine.
6.11.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatustehnoloogiate testimine ja vajadusel väljatöötamine ning tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmusloome ja -siirde programmide.
6.13.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatustehnoloogiate tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmus-siirde programmide .
6.15.	Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimakahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.
6.7.	Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest.
6.9.	Regionaalsete energiastrateegiate arendamine bioenergeetika ressursside kasutamise efektiivsuse parandamiseks, varustatuse ja energiaturvalisuse tõstmiseks.
6.16.	Agrokliimaatiliste näitajate (sh ilmastik, efektiivsete temperatuuride summa) mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning taimahaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega.

* Vastavalt BioClim juhtkomisjoni nõustanud MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäid meetmed 6.1 ja 6.6 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Põllumajandustootmisega vahetult mitteseotud meetmed (6.12 ja 6.14) on hinnatud mitte pakilisteks, sest ajavahemikus 2020 ja 2030 ei ole drastilisi kliimafaktorite muutusi tõenäoliselt veel ette näha.

Tabel 91. Põllumajanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
6.12.	Kliimarisikide sotsiaalse ja majandusliku mõju uurimine.

6.14.	Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse tõstmise võimalusest.
-------	--

Järgnevalt esitatakse ülevaate põllumajanduse kohanemismeetmete rakendamise eest vastutavatest täitjatest (**Tabel 92**) ning rakendamise haldustaseme iseloomustus (**Tabel 93**). Enamik käesolevas aruandes käsitletud põllumajanduse kliimakohanemise meetmetest kuulub Maaeluministeeriumi jurisdiktsiooni. Peamiselt kaasvastutajatena esinevad ka keskkonnaministeerium, majandus- ja kommunikatsiooniministeerium, välisministeerium, sotsiaalministeerium, haridusministeerium aga ka Maaeluministeeriumi jt. ministeeriumite allasutused ja kohalikud omavalitsused.

Tabel 92. Põllumajanduse valdkonnas meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Maaeluministeerium (MeM)	11	3	2 930 000
Keskkonnaministeerium (KeM)	1	7	8 350 000
Kohalikud omavalitsused (KOV)	1	4	
Sotsiaalministeerium (SoM)	2	-	150 000
Päästeamet (PäA)	1		
Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium (MKM)	-	3	25000
Välisministeerium (VäM)	-	2	
Haridus- ja teadusministeerium (HTM)	-	1	
Veterinaar- ja toiduamet (VTA)		1	
Põllumajandusamet (PMA)		1	

Tabel 93. Põllumajanduse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme järk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
6.1.*	Toetusmeetmete väljatöötamine ettevõtete jätkusuutlikkuse ning energia- ja ressursiefektiivsuse parandamiseks, arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi	6.1.2 ja 6.1.3 Riigipiiride ülene; 6.1.1. Siseriiklik; 6.1.4. Kohaliku omavalitsuse tasand.
6.2.	Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil	6.2.1. Siseriiklik; 6.2.2. Riigipiiride ülene.
6.3.	Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	6.3.1. – 6.3.3. Siseriiklikud meetmed; piirkondlikud erinevused.
6.4.	Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks	6.4.1. Siseriiklik

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
6.5.	Ilmastikust tulenevate riskide paindliku juhtimise tagamine taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate rakendamise käigus	6.5.1 – 6.5.3 Siseriiklikud meetmed
6.6.*	Energia- ja ressursiefektiivsuse parandamine arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi.	6.6.1 ja 6.6.3 Siseriiklikud meetmed, 6.6.2 Riigipiiride ülene.
6.7.	Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest	Riigipiiride ülene.
6.8.	Taimekaitse-süsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi	Riigipiiride ülene.
6.9.	Regionaalsete energiastrateegiate arendamine bioenergeetika ressursside kasutamise efektiivsuse parandamiseks, varustatuse ja energiaturvalisuse tõstmiseks	Riigipiiride ülene.
6.10.	Looduskahjude katmise vajaduse olukorraanalüüs ja kahjukindlustuse majandusliku tasuvuse uurimine	Siseriiklik meede, piirkondlikud erinevused
6.11.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate testimine ja vajadusel väljatöötamine ning tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmusloome ja -siirde programmide	Siseriiklik meede; uuringud on aluseks mh Veeseaduse alusel määratletud nitraaditundlike alade normatiividele.
6.12.	Kliimariske sotsiaalse ja majandusliku mõju uurimine	Regionaalne meede, piirkondlikud erinevused.
6.13.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatuse tehnoloogiate tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmus-siirde programmide	Regionaalne.
6.14.	Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse tõstmise võimalusest	Regionaalne.
6.15.	Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	Riigipiiride ülene: toidujulgeoleku ja -ohutuse info EL tasandil, taudid ja taimekahjustajad ning ekstreemsed ilmasündmused lähiregioonis.
6.16.	Agrokliimaatiliste näitajate (sh ilmastik, efektiivsete temperatuuride summa) mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning taimehaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega.	Riigipiiride ülene: kaugseire meetodite ja rahvusvahelise koostöö tõttu võimalik piiriülene rakendus

* Vastavalt BioClim juhtkomisjoni nõustanud MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäid meetmed 6.1 ja 6.6 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

6.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Allpool on antud ülevaate põllumajanduse kohanemismeetmete kvalitatiivsetest ja võimalusel ka kvantitatiivsete hindamiskriteeriumitest (**Tabel 94**).

Tabel 94. Põllumajanduse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
6.1.*	Toetusmeetmete väljatöötamine ettevõtete jätkusuutlikkuse ning energia- ja ressursiefektiivsuse parandamiseks, arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi	6.1.1. Investeeringutoetuste: 1) olemasolu 2) kättesaadavus	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.1.2. Toimivate põllumajanduslike biogaasijaamade arv	5 (2015.a.)	biogaasi-jaamade arv proportsionaalne Läti jt. lähiriikidega
		6.1.3. Maaparandus-süsteemide kaasajastamise vajadus kaetud	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.1.4. 1) Maakaabli osakaal elektrivõrgus, 2) Taastuenergia osakaal (%)	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
6.2.	Toetusmeetmete väljatöötamine põllumajanduse ressursside juhtimise soodustamiseks positiivsete kliimamõjude ärakasutamise eesmärgil	6.2.1. Tootearenduse toetusmeetmete 1) olemasolu ja 2) kättesaadavus	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.2.2. 1) Toetusmeetme olemasolu ja 2) kättesaadavus ning 3) PM saaduste väliskaubandusbilanss	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
6.3.	Toetusmeetmete väljatöötamine ekstreemsete ja vääramatu jõuga	6.3.1. Kahjuhüvituse meetmete: 1) olemasolu ja 2) kättesaadavus	Osaliselt olemas	Täielikult olemas

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
	ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.			
		6.3.2. Regulasioon paindlikum ja võimaldab kahju kompenseerimist läbi looduskahjude kriisifondi	Puudub	Täielikult olemas
		6.3.3. Kriisifond: 1) olemasolu ja 2) funktsioneerimine	Puudub	Täielikult olemas
6.4.	Toetusmeetmete väljatöötamine kohaliku, regionaalse ja riikliku päästevõimekuse tõstmiseks	6.4. Kohalike, regionaalsete ja riiklike päästemeeskondade: 1) arv ja 2) valmisolek	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
6.5.	Ilmastikust tulenevate riskide paindliku juhtimise tagamine taime- ja loomakasvatustehnoloogiate rakendamise käigus	6.5.1. Keskkonnakaitseliste vajaduste arvestamine õigusaktis	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.5.2. Loomakaitseliste vajaduste arvestamine õigusaktis	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.5.3. Mullakaitseliste vajaduste arvestamine õigusaktis	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
6.6.*	Energia- ja ressursiefektiivsuse parandamine arvestades ilmastikust tulenevaid riske ning regionaalseid ja kohalikke vajadusi.	6.6.1. Väetiste kasutamise lubatud aeg pikem ja sõnnikuhooldlate nõuetekohane maht väiksem	2015 seis	Täielikult olemas
		6.6.2. 1) Riikidevaheliste koostöölepingute arv ja 2) Eksportivate põllumajandusettevõtete arv	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.6.3. 1) Mesinduse vajadustega arvestamine maakonna- ja üldplaneeringutes; 2) mesindus-	Puudub	Täielikult olemas

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
		programmide olemasolu		
6.7.	Maaparandussüsteemide arendamine lähtuvalt maafondist, mullastikust ja muudest kohalikest tingimustest	6.7. 1) Regionaalsete maaparanduskavade olemasolu; 2) Korrastatud eesvoolude pikkus (km)	Osaliselt olemas	1) Täielikult olemas, 2) > 2015 a tase
6.8.	Taimekaitsesüsteemide ja bioohutusmeetmete arendamine, arvestades regionaalseid ja kohalikke vajadusi	6.8. 1) Regionaalsete taimekaitsestrategiate olemasolu, 2) Regionaalsete bioohutuskavade olemasolu, 3) Kahjustajavabaks tunnistatud tootmiskohtade arv	Puudub	Täielikult olemas,
6.9.	Regionaalsete energiastrateegiate arendamine bioenergeetika ressursside kasutamise efektiivsuse parandamiseks, varustatuse ja energiaturvalisuse tõstmiseks	6.9. 1) Regionaalsete energiastrateegiate olemasolu. 2) EE võrguga liitumise tasu määr tootjatele majanduslikult mõttekas	Osaliselt olemas	Täielikult olemas,
6.10.	Looduskahjude katmise vajaduse olukorranalüüs ja kahjukindlustuse majandusliku tasuvuse uurimine	6.10. Alusinformatsiooni olemasolu osapooli rahuldava kompensatsiooni-mehhanismi väljatöötamiseks	Osaliselt olemas	Täielikult olemas,
6.11.	Kliimariske arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatustehnoloogiate testimine ja vajadusel väljatöötamine ning tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmusloome ja -siirde programmide	6.11.1. Programmide olemasolu: Uute kultuuride agrotehnoloogia ja integreeritud taimekaitse, mesinduse korjebaasi tagava taimekasvatuse külvipinna struktuuri optimeerimine, agroklimatoloogiliste näitajate ja eriolukordade, muldade C-varu seire jms.	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.11.2. Programmide olemasolu, seirete läbiviimine	Osaliselt olemas	Täielikult olemas

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
		6.11.3. Programmide olemasolu , sj. taimekaitse, väetamise, mullaharimise meetodite, sõnnikumajanduse mõjude analüüs veekogudele jne.	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
		6.11.4. Programmide olemasolu, sj. kriisikavade väljatöötamine loodusõnnetuste puhuks, uute kohalikesse tingimustesse sobilike liikide valik, sortide/tõugude aretus jne.	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
6.12.	Kliimarisikide sotsiaalse ja majandusliku mõju uurimine	6.12. Programmide olemasolu	Osaliselt olemas	Täielikult olemas
6.13.	Kliimarisike arvestavate uute ja ajakohaste taime- ja loomakasvatustehnoloogiate tutvustamine põllumajandustootjatele läbi teadmus-siirde programmide	6.13. Programmide olemasolu	Puudub	Täielikult olemas
6.14.	Maaelanike teavitamine kliimamuutustega kohanemise ja majandusliku võimekuse tõstmise võimalusest	6.14. Programmide olemasolu	Puudub	Täielikult olemas
6.15.	Sihtrühmade varase teavitamise institutsionaalse süsteemi loomine ekstreemsete ilmastikutingimuste, uute loomataudide ja ohtlike taimekahjustajate leviku riskide ohjamiseks ning toiduga kindlustatuse ja toiduohutuse tagamiseks.	6.15. 1) Süsteemi olemasolu 2) kasutajate arv	Puudub	1) Täielikult olemas, 2) > 2015 a tase
6.16.	Agrokliimaatiliste näitajate (sh ilmastik, efektiivsete temperatuuride summa) mulla hüdrofüüsikaliste näitajate ja huumusbilansi ning	6.16. 1) Süsteemi olemasolu 2) kasutajate arv	1) Osaliselt olemas, 2) 2015 a tase	1) Täielikult olemas, 2) > 2015 a tase

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
	taimehaiguste ja kahjurite seire ja prognoosimise tsentraalselt koordineeritud süsteemi loomine agrotehniliste ja keskkonnamõtjude modelleerimiseks põllumassiivi täpsusega.			

* Vastavalt BioClim juhtkomisjoni nõustanud MeM ja EKUK-i esindajate nõudmisele jäid meetmed 6.1 ja 6.6 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

7. Metsandus

Tullus, Hardi; Drenkhan, Rein; Lutter, Reimo; Hanso, Märt
Eesti Maaülikool, metsandus- ja maaehitusinstituut

7.1. Sissejuhatus

Metsanduse valdkonna analüüs on järgnevalt esitatud kolme alavaldkonnana. Käesolevas uurimuses metsandust käsitlevates peatükkides lähtutakse metsanduses üldtunnustatud mõistetest, mis on fikseeritud Metsaseaduses (2006) ja Eino Laasi toimetatud koguteoses „Metsamajanduse alused“ (2011) ning Eesti metsanduse arengukavas („Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010).

Metsamajanduse ja metsatööstuse peatükis käsitletakse kliimamuutuste mõju metsasektorile laiemalt, nii looduses toimuvate muutuste kui ka puidutööstuses tekkida võivate tehnoloogiliste probleemide analüüsina. Järgnevalt keskendutakse teises alavaldkonnas metsa kui ökosüsteemi majandamisele ja teadliku inimtegevusena metsade kujundamisele, st **metsakasvatusele**. Kolmandas alavaldkonnas keskendutakse kliima muutumisega kaasnevale kõige suuremale metsakasvatustlikule riskile ja ohutegurile: **metsahaigustele**.

Kliimamuutused põhjustavad eeldatavalt olulisi pikaajalisi muutusi Eesti metsade koosseisus, produktioonis ja metsade ökoloogilises seisundis. Võivad muutuda metsanduslike tegevuste proportsioonid ja eesmärgid. Metsatööstus peab arvestama kohaliku puidu sortimentatsiooni muutustega. Temperatuuri tõusuga võivad kaasned tehnoloogilised probleemid nagu nt sulamaaga metsaraied ja raskendatud väljavedu metsast. Sademete suurenemisel saab oluliseks metsateede ja metsakuivenduskraavide korrashoid.

Metsade kasvu ja arengut suunatakse metsakultuuride rajamise ja hooldusraietega. Iga puistu koosseisu lisandub osa puuliiki ja põõsaliike looduslikul teel. Eestis puudub arvestatavas mahus plantatsiooniline, lühikese raieringiga, intensiivmeetodil puidu biomassi kasvatamisele suunatud metsandus. Metsaökosüsteemid arenevad valdavalt looduslikul teel ja on prognoositavalt võimelised reageerima aeglastele kliimamuutustele jätkusuutlikult. Olulist ja vältimatut kahju võivad tekitada ekstreemsed ilmastikuolud. Samas on vaja metsakasvatajate ja metsaomanike nõustamist loodislähedaste kliimamuutusi pehmendavate metsakasvatustviiside osas. Uudset lähenemist on vaja metsataimekasvatuses, metsaselektsioonis, puistute hooldamises, metsakaitses ja metsapatoloogias.

Kliimamuutustega seotud riskide osas on üheks olulisemaks metsahaigused, eriti invasiivse iseloomuga haiguspuhangud ja samuti võimalikud kahjurputukate masspaljunemised. Metsahaigusi soodustavad eriti tõusev temperatuur eelkõige jahedamal aastaajal ja vaatamata suurenevatele sademetele prognoositavad suvised põuad.

7.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Metsanduse peatükis esitatud hetkeolukorra analüüs on peamiselt kirjanduse analüüs. Kliima muutumise mõju metsadele käsitlevat teaduskirjandust on viimasel paaril aastakümnel ilmunud trükis väga suures mahus. Üldised arusaamad võimalikest riskidest ja prognoositavatest muutustest boreaalsetes ja hemiboreaalsetes metsades on üldtunnustatud. Eestile looduslikult lähedastes riikides, nt Soomes ja Rootsis, on kujundatud ka vastavad riiklikud strateegiad, mis olid aluseks ka käesoleva analüüsi koostamisel ja tulemuste esitamisel.

Mõjude analüüs

Mõjude analüüs tugineb peamiselt ekspertarvamustele ja kliimamuutuste mõju metsadele ja metsandusele üldistavale kirjandusele. Kliima muutumisest tingitud ja tulevikus realiseeruda võivate riskide, haavatavuse ja mõjude hindamisel metsanduses lähtuti Keskkonnaagentuuri (Luhamaa *et al.*, 2015) kuni aastani 2100 koostatud prognoosidest. Lähtuti peamiselt kliimastenaariumitest RCP4.5 ja 8.5. Neist viimast kasutati harva esinevate, ekstreemsete, kuid metsandust enim mõjutavate sündmuste mõju prognoosimisel. Kliima muutumise detailset mõju metsadele käsitlevat teaduskirjandust on viimasel paaril aastakümnel ilmunud trükis väga suures mahus (nt ülevaateartiklid: Saxe *et al.*, 2001; Hyvönen *et al.*, 2007; Kellomäki *et al.*, 2008; Lindner *et al.*, 2014). Üldised arusaamad võimalikest riskidest, mõjudest ja prognoositavatest muutustest boreaalsetes ja hemiboreaalsetes metsades on üldtunnustatud. Eestile looduslikult lähedastes riikides, nagu Soomes ja Rootsis on kujundatud ka vastavad riiklikud strateegiad, kus esitatavad mõjude prognoosid olid aluseks ka käesoleva analüüsi teostamisel ja tulemuste esitamisel.

Kliima muutustega seotud teoreetilisemat laadi, eelkõige puude elutegevuses toimuvaid muutusi on Eestis põhjalikult uuritud Tartu Ülikooli FAHM (*Free Air Humidity Manipulation*) ehk Metsaökosüsteemi Õhuniiskusega Manipuleerimise Ekspirimendis (Kupper *et al.*, 2011). FAHM on TÜ ökofüsioloogia ja rakendusökoloogia töörühma poolt rajatud unikaalne eksperiment, kus osalevad ka Eesti Maaülikooli metsateadlased, mis uurib puude ja metsaökosüsteemi kohanemist ning talitlust suurenenud õhuniiskusel. FAHM katsetes saadud tulemused (Kupper *et al.*, 2011; Tullus *et al.*, 2012; Sellin *et al.*, 2013; Godbold *et al.*, 2014; Niglas *et al.*, 2014; Rosenvald *et al.*, 2014; Tullus *et al.*, 2014) ja nende teoreetiline interpretatsioon olid aluseks käesolevas, kliimamuutuste mõju puude elutegevusele analüüsis üldistuses.

Detailsemat meetodikat on kasutatud metsahaiguste prognoosimisel. Juba alanud massiivses uute haigusetkitajate invasioonis on patogeenide määramiseks kasutatud välitöödel kogutud haigusproovide mikroskopeerimist, puhaskultuuride meetodikat ning molekulaardiagnostikat (vt Drenkhan ja Hanso, 2009; Drenkhan *et al.*, 2014a). Haigusetkitajate epidemioloogilis-etioloogiliste analüüside abimaterjaliks on olnud ilmajaamade andmestik, s.h. eriti kuude keskmised õhutemperatuurid ja sademete summad. Teiseks abimaterjaliks on olnud männiokaste eluea nn okkajälje meetodil saadud retrospektiivne uurimismaterjal kontrollperioodist 1887 kuni 2006 (vt Drenkhan ja Hanso, 2006; Hanso ja Drenkhan, 2012). Okaste eluea retrospektiivsete andmete hankimiseks ja analüüsiks kasutatud okkajälje meetodika on välja töötatud Soomes (vt Aalto ja Jalkanen 1998, 2004; Drenkhan, 2011). Kliimamuutuste visualiseerimiseks ja metsapatoloogiliste seoste mõistmiseks on kasutatud kalendrikuude keskmiste õhutemperatuuride standardhälbe statistilisi võrdlusi pikaajalise perioodi 1866–2011 kohta (Hanso ja Drenkhan, 2013). Invasiivsete haigusetkitajate leviku hindamiseks Eestis on tehtud projektipõhiseid monitooringulisi uuringuid.

Mõjude analüüsi tekstis (ptk 7.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 95**, **Tabel 96** ja **Tabel 97**) esitatud konkreetsetele mõjudele (mõju 7.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuseks“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

7.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

7.3.1. Metsamajandus ja metsatööstus

Probleemid, võimalused ja ohud

Üle poole Eesti maismaast on kaetud metsaga. Metsamajandus moodustab 2% SKT-st, koos puidu väärindamisega 5–6% (Aastaraamat: Mets 2013, 2014). Kliimamuutused võivad oluliselt mõjutada sektori võimekust ning osakaalu majanduses ja tööhõives. Puidu kvaliteet võib langeda ja kulutused metsanduses suureneda.

Temperatuuri tõusuga võivad kaasneda majanduslikud ja tehnoloogilised probleemid. Talvise külmunud pinnasega metsaraie perioodi lühenemine või ära jäämine muudab turu puiduga varustamise ebastabiilseks. Saeveskid peavad tegema lisakulutusi puidutagavara ladustamiseks. Puidu väljavedu raiekohast teeäärde muutub kallimaks, rohkem mulda ning taimkatet lõhkuvaks. Puidu väljaveoga kaasnevad puude juurevigastused suurendavad puidumädanike leviku riski. Lüheneb ümarpuidu riskivaba säilitamise aeg vahelaos, sest suureneb puidu kahjustuse oht puitu asustavate seente poolt, nt puidusinetus jms.

Sademetes suurenemisel muutub oluliseks metsateede ja kuivendusvõrkude korrashoid, suurenevad vastavad kulutused.

Puidu kvaliteeti võib vähendada puude lopsakast kasvust tulenev suurenev okslikkus ja paksemad (hõredama puiduga) aastarõngad.

Suurenedu võib metsatulekahjude risk, mis samas jääb Eestis üldises kliimas suhteliselt madalaks ja tulekahjud tihedast teede võrgust tulenevalt kiiresti likvideeritavaks.

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Suurem mõju on olnud tormidel. Mõjunud on nii Eestis toimunud tormid kui ka naaberriikides nt Soomes ja Rootsis toimunud, seda eelkõige puiduturu mahtude ja puidu hindade kaudu. Kui tööjõu maksumus jääb Eestis pikemaks ajaks oluliselt madalamaks kui Soomes-Rootsis-Norras, siis mõjutab see tööjõukättesaadavust suurte tormide järel (minnakse tööle Rootsi ja Soome tormimurdu koristama).

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Koostatud on Eesti metsanduse arengukava („Eesti metsanduse arengukava aastani 2020“, 2010), kus on kavandatud kliima muutusi pehmendavad meetmed. Arengukavas prognoositakse muutusi metsade tagavaras ja juurdekasvus ja planeeritakse tegevused eesmärgiga suurendada puidu kui taastuva loodusvara osakaale energiamajanduses.

Lähtutakse eesmärgist vähendada fossiilsete kütuste kasutamisest tulenevat CO₂ emissiooni.

Eestis toimib riiklikult korraldatud seiresüsteem (nt metsaseire programm, kompleksseire programm), mis on seotud metsade erinevate komponentide jälgimise ja analüüsiga ning mida saab tulevikus täiustada, et paremini jälgida kliimamuutuste mõju metsadele.

7.3.2. Metsakasvatus

Probleemid, võimalused ja ohud

Kliimamuutuste mõjul uute majandatavate puuliikide jõudmist Eestisse ei prognoosita. Selliste puuliikide nagu pöök ja valgepöök Eesti tingimustega kohanemist pidurdavad üksikutel aastatel esinevad ekstreemselt madalad talvised temperatuuri, mille esinemist ei välista aasta keskmise temperatuuri tõus. Kuid muutuda võib okaspuude ja lehtpuude vahekord viimaste kasuks. See muudab omakorda kohaliku saadava puidu sortimentatsiooni. Uusi võõrpuuliike Eestisse juurde tuua pole vajadust ja ei tohigi, seda kinnitavad metsapatoloogia seisukohad.

Kliimamuutuse mõju ennustamisel ei piisa kahe faktori teadmisest: keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga suurenemine. Olulisem on sesoonne dünaamika: suvise põua tõenäosus, vegetatsiooniperioodi pikkus, ekstreemsete talviste miinimumtemperatuuride esinemine, talve järsk algus sügisel jne. Temperatuuri tõusu positiivset mõju võivad oluliselt vähendada suvised põuad ja varajane talv.

Metsaselekttsioonis ja metsaseemne varumisel saab jätkata põhimõtet, et seemet võib viia lõunast põhjasuunas ja idast läänesuunas.

Kõrgem temperatuur ja rohkem sademeid tähendab boreaalsetes metsades metsavarise kiiremat lagunemist, kiiremat aineriinget ja suuremat biomassi produktsiooni. Kindlasti tuleb seda üldist seisukohta täpsustada Eesti tingimustes lähtudes mullatüübist ja metsatüübist (metsakasvukohatüübist). Kliimamuutuste tõttu kiireneb metsades aineriinget ja soodsa sademete koguse korral kiireneb puude kasv. Samas suureneb mullast toitainete väljauhte risk. Kliimamuutustega kaasnev süsihappegaasi kontsentratsiooni tõus atmosfääris omab samuti väetavat efekti puude kasvule. Puistud saavutavad varem diameetriühise küpsusvanuse.

Metsaökosüsteemi kiirem aineriinget võib tähendada toorhuumuslikel (turvasmuldadel) ja kõdusoo metsakasvukohatüübist metsamullas seotud süsiniku tagavara vähenemist, mis võib negatiivselt mõjuda Eesti metsade süsinikubilansile ja sellest tulenevale võimalikule süsinikukvootide kaubandusele.

Mitmete häiringute (tormid, põuad, invasiivsed haigused jt ekstreemsused) tõttu suureneb prognoositavalt sanitaarraiate maht. Tuleb arvestada, et sanitaarraietest saadava puidu kvaliteet on madal, vähene on saematerjali väljatulek. Tuuleheite mahtu suurendab pinnase vähene külmumine talvel.

Eesti metsad on valdavalt poollooduslikud. Metsakultuuride koosseisu lisandub looduslik uuendus, sellised kooslused on muutuvates keskkonnatingimustes tolerantsemad. Metsaökosüsteemid arenevad valdavalt looduslikul teel ja on prognoositavalt võimelised reageerima aeglastele kliimamuutustele jätkusuutlikult.

Metsakasvatases ja eriti puude raile valikul tuleb tegutseda kliimamuutuste mõjuga samas suunas, jättes kasvama ja uut metsapõlve moodustama need puuliigid ja need puud, mis on

osutunud muutuvates tingimustes vastupidavamateks. Harvendusraieid tuleb teha alameetodil, sanitarraie põhimõttel, raiudes puid, mis loodusliku iseharvenemise tingimustes on kasvus alla jäänud. Samuti peab seemnepuude valik ja turberaietel esimese etapil alles jäävatate puude valik lähtuma eelkõige nende elujõust. Puuliigi valikul võib senisest rohkem panustada lehtpuudele, eriti kase kasvatamisele ja okaspuudest männi kasvatamisele, sest mänd on kuusest enamiku keskkonnatingimuste ja kahjustajate suhtes tolerantsem.

Eesti metsade ametlikud küpsusvanused on praegu majanduslikust küpsusvanusest oluliselt kõrgemad. Võib eeldada, et kliimamuutustest tulenev mõju puude suremisele avaldub rohkem vanemates puistutes. Seega tuleb küpsusvanused muuta paindlikumaks, iga puistu seisundit arvestavaks, eriti on küpsusvanuse vähendamist vaja kuusikute kohta.

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Varasematest ilmastiku nähtustest võib välja tuua sajanditormi aastal 1967, kus kannatasid teistest rohkem puistud, mida oli hiljuti järsult harvendatud hooldusraiete või turberaiete teel.

Põuased suved viimastel kümnenditel soodustanud putukkahjurite, eriti kuuse kooreüraski levikut ja vastavalt sanitaarraie vajadust.

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Otseselt kohanemismeetodeid rakendatud ei ole. Kuid probleemi tähtsustamist näitab kliimamuutuste peatüki olemasolu Eesti metsanduse arengukavas (2010). Metsaseadus (2006) ja metsa majandamise eeskiri (2006) kliimamuutustega otseselt ei arvesta. Senisest suuremas mahus männi, kui tormikindlama puuliigi kultiveerimist ja istutusmaterjali tootmist kavandab Riigimetsa Majandamise Keskus („RMK arengukava 2015–2020“, 2014). Vastavalt vähendatakse kuuse kui tormihella, põuakartliku ja juuremädanikule ning põuaga seotud putukkahjurite tundliku puuliigi kultiveerimist.

Senisest enam tuleks Eestis rakendada ja samas meie metsanduslike teadmiste põhjal täiendada Soomes ja Rootsis väljatöötatud puistute kasvukäigu mudeleid, analüüsida tuleb erinevaid kliimamuutuste stsenaariume. Samas tuleb vältida Euroopa jaoks liialt universaalseid mudeleid, mis võivad anda valed tulemused hemiboreaalsetes tingimustes asuva Eesti metsade produktsiooni, süsiniku sidumise jt protsesside kohta.

7.3.3. Metsahaigused

Probleemid, võimalused ja ohud

Metsapatoloogilisest seisukohast, eriti just uute, invasiivsete haigusetekitajate saabumisele on inimene tahtmatult kaasa aidanud valdavalt meist lõunasse jäävatest maadest aastasadu kestnud võõrpuuliikide introduktsiooni kaudu. Kliimasoojenemise tõttu, mil ära langevad meie kliimas normaalsed talvekülmad, on lõunast saabuivate invasiivsete patogeenide jaoks sobiv võõrpuuliikide introduktsiooni tulemusena patogeenidele nende kodumaalgi sobivaimaks osutunud substraat, millele nad on evolutsiooni käigus enim kohastunud. Seetõttu on uute, invasiivsete haiguste riskid metsanduses paari viimase sajandi jooksul pidevalt kasvanud, kliimamuutuste tendents soojenemise ja ka niiskuse kasvu suunas

niisamuti. Viimane teatavasti suurendab oluliselt haigusetekitajate levimist ja aktiivsust. Kuna ennustatakse enam sademeid siis on nt võimalik, et sagenevad ka ohtliku taimlahaiguse männi-pudetõve puhangud (Drenkhan, 2011; Hanso ja Drenkhan, 2012). Suurenedavad võivad ka niiskuselembese patogeeni kompleksi (*Phytophthora* spp.) kahjustused taimlates, puukoolides ja metsakooslustes.

Ülevaateartiklis grupeerivad Sturrock jt (2011) metsade kahjustusi seondult kliimamuutustega järgnevalt: 1. kliima otsene mõju patogeenidele nt punavöötaud (tekitaja *Dothistroma septosporum*), 2. Kliima kaudne mõju patogeenidele nt külmaseen (*Armillaria* sp.) ning 3. kompleksne mõju, s.o käsitleb erinevate mõjufaktorite koosmõju nt hariliku saare suremine Euroopas.

Klopfenstein jt (2009) järgi võivad kliima muutused kitsamalt juuremädanikke mõjutada mitmel viisil: a) otsene mõju peremeestaimede ja patogeeni arengule, ellujäämisele, paljunemisele, levikule; b) füsioloogilised muutused puu kaitse mehhanismides; c) kaudne mõju seisneb peamiselt mutualistide (kahe erinevast liigist organismi kasulik ja vajalik kooselu) ja konkurentide arvukuse muutustes.

Seega, nii metsanduse kui ka kliima spetsiifikast lähtuvalt (pikaealisus *versus* kiirete muutuste võimalus) tuleb väga ettevaatlikult suhtuda metsade uuendamisse (selektiooni ja taimekasvatuse) kliimamuutustega kohanemiseks (nt teadusartiklites avaldamist leidnud kavu uuendada Hollandis metsi Lõuna-Euroopas looduslikult kasvavate puuliikide ja/või -kloonidega). Arvestama peab ilmastikus toimuvate ekstreemsustega, millele eksootliigi puud ei pruugi vastu pidada.

Metsapatoloogilise uurimistöö üks oluline eesmärk varustada rakenduslikku metsakaitset metsahaiguste tõrjeks vajaliku teadusliku teabega, eriti mis puudutab uute ohtude varajast avastamist ja tõrjespetsiifika avamist.

Teiseks rakenduslikult oluliseks ülesandeks on, kliimast sõltuvate epideemiliste haiguste korral (nt lumepudetõbi), epideemia lõpu prognoosimine, millega kaasneb selle haiguse tõrjevajaduse lõppemine. See on selgelt loodus- ja keskkonnakaitselise tähendusega: peatab nt keemilise tõrje korral looduse asjata saastamise.

Vaid kõrgekvaliteedilise metsapatoloogilise järelevalve ja monitooringu abil on võimalik aegsasti (nii teaduslikus kui ka rakenduslik-metsakaitselises mõttes) tabada kohe ära uute patogeenide esmasaabumine Eestisse. Uute haiguste saabumist on võimalik erialase kirjanduse abil aegsasti prognoosida, veel enne nende tegelikku kohalejõudmist. Profülaktiline tõrje ja mõjude pehmenamine on otsesest tõrjest efektiivsem ja vähem kulukas!

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Euroopas ja ka Eestis on teada umbes ühe dekaadi jooksul suhteliselt sooja temperatuuriga perioodi esinemisest 1931–1939 (Vedin, 1990), mis päädis Eestis erakordselt külma temperatuuriga 1940nda aasta alguses. Selle erakordne ekstreemsuse tulemusena said kahjustada eelkõige viljapuud, aga ka metsapuudest harilik saar (*Fraxinus excelsior*) ja harilik tamm (*Quercus robur*) (Mathiesen, 1940). Siin on nimetatud kahjustused otsese ilmastiku ekstreemsuse tagajärjel, kuid millised olid sellele ekstreemsetele aastatele järgnevad hilisemad kahjud on teadmata. Kuna sõja tõttu analüüse ei tehtud ega kirja pandud.

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Eelpoolnimetatud teoreetilisele situatsioonihinnangule tuleks meie arvates üles ehitada ka metsapatoloogilise kliimakoahanemise tegevuskava, mis rakenduslikus mõttes eeldab kindlasti väga tihedat kontakti ja koostööd Keskkonnaameti, Põllumajandusameti, Keskkonnaagentuuri ning Riigimetsa Majandamise Keskuse raames tegutsevate metsakaitseliste institutsioonidega, samuti teistes alluvustes tegutsevate metsanduslike, keskkonnakaitseliste ja muude lähedaste teaduslike institutsioonidega.

Hetkel uute ja invasiivsete haiguste seiret tehakse projektipõhiste üritustena ning pole seotud pikaajaliste eesmärkidega.

7.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Metsandust mõjutavad oluliselt järgmised kliimategurid:

- keskmise **õhutemperatuuri** tõus;
- keskmise **talvise õhutemperatuuri** tõus;
- keskmiste **sademete hulga** suurenemine kasvuperioodil;
- **lumikattega päevade arvu** vähenemine;
- **tormide** sagenemine;
- **põuaste suvede** sagenemine;
- kõrgemad **maksimaalsed temperatuurid**;
- **ekstreemselt madala temperatuuri** harv, kuid võimalik esinemine.

7.4.1. Alavaldkond: metsamajandus ja metsatööstus

7.4.1.1. Riskid ja haavatavus

Metsamajandus ja põllumajandus on võrdse mahuga Eesti SKT-st, olles peamiseks Eesti muldade viljakust kasutavaks majandusvaldkonnaks. Kliimamuutused võivad oluliselt mõjutada sektori võimekust ning osakaalu majanduses ja tööhõives. Raiutava puidu maht, kvaliteet, puidu sortide valik ja jaotus puuliigiti võib tulevikus muutuda. Kulude struktuur ja maht metsatööstuses võib muutuda.

Peamisteks teguriteks saavad keskmise temperatuuri tõusu ja sademete hulga suurenemisega (Kont *et al.*, 2003; IPCC, 2007; EEA, 2012; IPCC, 2013) kaasnevad majanduslikud ja tehnoloogilised probleemid.

Talvise külmunud pinnasega metsaraie perioodi lühenemine või ära jäämine muudab turu puiduga varustamise ebastabiilseks. Saeveskid peavad tegema lisakulutusi puidutagavara ladustamiseks ja säilitamiseks. Puidu väljavedu raiekohast teeäärde muutub kallimaks, rohkem mulda ning taimkatet lõhkuvaks. Puidu väljaveoga kaasnevad puude juurevigastused suurendavad juure- ja tüvemädanike leviku riski (Drenkhan *et al.*, 2014b). Lüheneb ümarpuidu riskivaba säilitamise aeg vahelaos, sest suureneb puidu kahjustuse oht puitu asustavate seente poolt, nt puidusinetus jms puidu kvaliteeti kahandavad

mikroorganismid (Schmidt, 2006). Kliima soojenemise lainel levivad meile uued seenpatogeenid (nt *Diplodia sapinea* tekitab puidusinetust männi puidul), mis ei ole alati ainult elusate puude patogeenid, vaid ka otseselt puidukvaliteedi kahandajad (vt Hanso ja Drenkhan, 2009; Käkki 2014). Kuid taoliste kahjustuste suurenemine mõjutab aga metsatööstuse siseriiklikku ja ekspordist saadavat tulu. Näiteks, *Pinus radiata* on puidusinetuse vastu äärmiselt tundlik ja vastuvõtlik, seetõttu Uus-Meremaal on hinnanguline iga-aastane saamata jäänud tulu ca 86,44 mln USA dollarit (Schmidt, 2006). Sademete sageduse suurenemisega kaasnev keskmise suhtelise õhuniiskuse suurenemine vähendab taimestiku transpireerimist (Kupper *et al.*, 2011), mistõttu mineraalmulla niiskustingimused paranevad ja positiivne mõju puude elutegevusele avaldub iseäranis põuastel suvedel (Niglas *et al.*, 2014). Lehtpuud suudavad üldiselt suureneva õhuniiskusega hästi kohaneda kuid esineb liigispetsiifilisi erinevusi, eriti hea on arukase kohanemisvõime niiskema õhuga (Sellin *et al.*, 2013, Rosenvald *et al.*, 2014, Tullus *et al.*, 2014).

Sademete suurenemisel muutub oluliseks metsateede ja kuivendusvõrkude ning peaaravoolu veekogude korrashoid, suurenevad vastavad kulutused. Tegelikult ei ole sellest tegurist lähtudes metsateede ja kuivendusvõrkude süsteemi võimekust hinnatud. Majanduslikust aspektist vaadates on nimetatud infrastruktuuri rekonstrueerimine hädavajalik (Timberg, 2006). Eeldatavalt mõjutab tormide sagenemine Läänemere regioonis negatiivselt rohkem okaspuid, kuna lehtpuudel on tormide sagedasema esinemise perioodil lehed varisenud ja nende vastupanu tuulele seega suurem (Smith *et al.*, 2008).

Olenemata kliima muutumise üldisest trendist jäävad jätkuvalt olulist mõju avaldama harva esinevad ekstreemsed olud (tormid, põuased suved ja äärmuslikult madal talvine temperatuur). Mastaapsed tormid võivad oluliselt mõjutada puidu ülestõotamise suutlikkust ning puidu hinda turul. Näiteks 2005. aasta jaanuaritormi tulemusena langesid puidu hinnad kõikjal Läänemere maades (BNS, 2005). Madalam puidu hind on positiivne saetööstustele, kuid omakorda kasvab kulu ümarpuidu ladustamisele. Tormikahjude tulemusel suureneb selgelt oht metsapatogeenide levikuks kui ei suudeta õigeaegselt puitu üles töötada ja metsast välja vedada (Voolma, 2005). Üraskite poolsele otsesele kahjule lisandub, et putukad tassivad kaasa mitmeid seenhaigusi, s.h puidusinetuse tekitajaid (Schmidt, 2006). Ekstreemsused ise on põhjuseks metsade kahjustuste tekkeks ehk stressis puud on vastuvõtlikumad haigustele (vt ptk **7.4.3 metsahaigused**). Sellest tingituna kasvavad juure- ja tüvemädanikest tingitud kahjud, suureneb mädaniketekitajate intensiivsus ehk teisisõnu vanemates puistutes suureneb mädanikuga puude osakaal (Drenkhan *et al.*, 2014b), seega puiduväärtus väheneb. Seepärast tuleb analüüsida ja hinnata raievanuse optimeerimist.

Kliimamuutuste positiivseks tulemuseks võib prognoosida metsade juurdekasvu suurenemist (Hyvönen *et al.*, 2007; Kellomäki *et al.*, 2008), mis viimase poolsajandi vaatluste põhjal on juba ka kinnitust leidnud (nt Uri *et al.*, 2012). Samas on ebaselge, kas see positiivne mõju on pikaajaline, oluliseks küsimuseks on kliimamuutuste pikaajaline mõju toitainete (eelkõige lämmastiku) ringele ja kättesaadavusele, mis ei pruugi pikas perspektiivis olla piisav, et tagada puudel teiste paraneva kättesaadavusega ressursside ja tegurite (CO₂, vesi, temperatuur) maksimaalset kasutamist.

7.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Suuri muutusi pole ette näha. Suurimaks probleemiks jääb metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel (**Tabel 95** mõju 7.01). Kulutusi tuleb teha metsateede ja -kraavide korrashoiule. Metsandus mõjutavaks peamiseks teguriks jääb olukord puiduturul.

b) kuni aastani 2030

Kliimamuutuste positiivne või ka neutraalne mõju tuleneb eeldatavast metsade biomassi produktsiooni suurenemisest (**Tabel 95** mõju 7.02). Samal ajal võib olla metsade juurdekasvule negatiivne mõju patogeenide kahjustustest (mõju 7.03). Raiemaht, eelkõige noorendike hooldus ja ka harvendusraie, saab seetõttu suureneeda (Briceño-Elizondo *et al.*, 2006, Zubizarreta-Gerendiain *et al.*, 2015). Raiemahu suurenemine noorendiku hoolduse korral tähendab eelkõige selle raieviisiga läbitavate metsade pindala suurenemist. Uuendusraiate osas võib suureneeda sanitaarlageraiete ja harvikute raie maht. Tervikuna kliimamuutused aastaks 2030 uuendusraiate mahtu ei mõjuta, peamiseks raietemahu määrajaks jääb puiduturu olukord. Metsade tuleoht jääb samaks või suureneb põuastel suvedel (mõju 7.11).

Peamiseks negatiivseks mõjukuks saavad probleemid metsast puidu väljaveol, mis raskeneb pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule (**Tabel 95** mõju 7.01). Metsade sanitaarne seisund võib halveneda ja sanitaarraiate vajadus võib suureneeda (mõju 7.03; 7.07). Tulenevalt talvistest ilmastikutingimustest raiete maht kõigub aastati, võivad tekkida probleemid tööjõu liikuvuses, stabiilse kaadri hoidmine metsatööstuses raskeneb (mõju 7.07). Vahelaos puidukvaliteedi kahanemine (7.03).

c) 2021–2050

Jätkuvad aastaks 2030 kujunenud mõjud. Harvendusraietel saadava lehtpuidu osakaal võib kasvada. Metsade üldine juurdekasv, eriti lehtmetsade (biomassi produktsioon) võib suureneeda (**Tabel 95** mõju 7.02). Patogeenidest tingitud negatiivsed mõjud puidu juurdekasvule ja puidukvaliteedile võivad kasvada (mõju 7.03).

d) 2051–2100

Sajandi teiseks pooleks prognoositavad tähtsamad mõjud on jätkuvalt raskused puidu metsast väljaveol suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule (mõju 7.01). Lehtpuupuidu, sh harvendusraiate raiemaht suureneb, puistud saavad kiiremini raieküpseks, sest lehtmetsade raiering on üldjuhul lühem kui okasmetsal. (**Tabel 95** mõju 7.02). Tekib vajadus paindlike raievanuste kehtestamiseks, sest soojenev kliima kiirendab juure- ja tüvemädanike arengut ja kahandab metsa majanduslikku väärtust, seda eriti kuusikutes (mõju 7.03). Põuakartlikel liivastel kasvukohtadel võib puude kasv isegi paraneda, savistel kasvukohtadel tekib liigniiskuskasvu pidurdumist (v7.09). Sanitaarraiate vajadus suureneb, raiete maht kõigub aastati, kasvavad probleemid tööjõu liikuvuses (mõju 7.05). Ebaselge on metsade produktiivsuse esialgse suurenemise püsimine pikemas perspektiivis.

7.4.2. Alavaldkond: metsakasvatus

7.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Kliimamuutuste mõjul uute majandatavate puuliikide jõudmist Eestisse ei prognoosita ja seda tegurit käesolevas mõjude analüüsis ei puudutata. Selliste puuliikide nagu pöök ja valgepöök Eesti tingimustega kohanemist pidurdavad üksikutel aastatel esinevad ekstreemselt madalad talvised temperatuurid, mille esinemist ei välista aasta keskmise

temperatuuri tõus ja vastavad stsenaariumid (Hanso ja Drenkhan, 2013). Kuid muutuda võib okaspuude ja lehtpuude vahekord viimaste kasuks (Smith *et al.*, 2008). Mis omakorda muudab kohaliku saadava puidu sortide valik (Kellomäki ja Kolström, 1993; Briceño-Elizondo *et al.*, 2006). Uusi võõrpuuliike Eestisse juurde tuua pole vajadust ja ei tohigi, seda kinnitavad metsapatoloogia seisukohad (vt ka ptk **7.4.3 metsahaigused**).

Kliimamuutuse mõju ennustamisel ei piisa kahe faktori teadmisesest: keskmise temperatuuri tõus ja sademete hulga suurenemine. Olulisem on sesoonne dünaamika ja ekstreemsete ilmastiku tingimuste esinemine: suvise põua tõenäosus, vegetatsiooniperioodi pikkus, ekstreemsete talviste miinimumtemperatuuride esinemine, talve järsk algus sügisel jne. Temperatuuri tõusu positiivset mõju võivad oluliselt vähendada suvised põuad ja varajane talv. Kuigi kliimastenaariumid ei prognoosi meile ekstreemsete tingimuste sageduse ja ulatuse suurt kasvu, luges metsandust analüüsinud töörühm neid tegureid (torm, põud, madal talvine temperatuur) oluliseks kui mitmeid kliima aeglast muutumist kajastavaid näitajaid. Mitmete häiringute (tormid, põuad, invasiivsed haigused jt ekstreemsused) tõttu suureneb prognoositavalt sanitaarraiate maht (Gardiner *et al.*, 2000; Jactel *et al.*, 2009). Tuleb arvestada, et sanitaarraietest saadava puidu kvaliteet on madal, vähene on saematerjali väljatulek. Tuuleheite mahtu suurendab pinnase vähene külmumine talvel (Peltola *et al.*, 2010). Varasematest ilmastiku nähtustest võib välja tuua sajanditormi aastal 1967, kus kannatasid teistest rohkem puistud, mida oli hiljuti järsult harvendatud hooldusraiate või turberaiete teel. Põuased suved viimastel kümnenditel soodustanud putukkahjurite, eriti kuuse kooreüraski levikut ja vastavalt sanitaarraie vajadust.

Kliimamuutuste tõttu kiireneb metsades aineringe ja soodsa sademete koguse korral kiireneb puude kasv. Samas suureneb mullast toitainete väljauhte risk. Kliimamuutustega kaasnev süsihappegaasi kontsentratsiooni tõus atmosfääris omab samuti väetavat efekti puude kasvule (Kellomäki *et al.*, 1997; Linder *et al.*, 2010). Puistud saavutavad varem diameetripõhise küpsusvanuse (Zubizarreta-Gerendiain *et al.*, 2015). Metsaökosüsteemi kiirem aineringe võib tähendada toorhuumuslikel (turvasmuldadel) ja kõdusoo metsakasvukohatüübis metsamullas seotud süsiniku tagavara vähenemist, mis võib negatiivselt mõjuda Eesti metsade süsinikubilansile ja sellest tulenevale võimalikule süsinikukvootide kaubandusele.

Eesti metsad on valdavalt poollooduslikud. Metsakultuuride koosseisu lisandub looduslik uuendus, sellised kooslused on muutuvates keskkonnatingimustes tolerantsemad. Metsaökosüsteemid arenevad valdavalt looduslikul teel ja on prognoositavalt võimelised reageerima aeglastele kliimamuutustele jätkusuutlikult. Metsakasvatases ja eriti puude raie valikul tuleb tegutseda kliimamuutuste mõjuga samas suunas, jättes kasvama ja uut metsapõlve moodustama need puuliigid ja need puud, mis on osutunud muutuvates tingimustes vastupidavamateks. Harvendusraieid tuleb teha alameetodil, sanitaarraie põhimõttel, raiudes puid, mis loodusliku iseharvenemise tingimustes on kasvus alla jäänud. Samuti peab seemnepuude valik ja turberaietel esimese etapis alles jäätavate puude valik lähtuma eelkõige nende elujõust. Puuliigi valikul võib senisest rohkem panustada lehtpuudele, eriti kase kasvatamisele ja okaspuudest männi kasvatamisele Mänd on kuusest enamiku keskkonnatingimuste ja kahjustajate suhtes tolerantsem.

Eesti metsade ametlikud küpsusvanused on praegu majanduslikust küpsusvanusest oluliselt kõrgemad (Korjus *et al.*, 2011). Võib eeldada, et kliimamuutustest tulenev mõju puude suremisele avaldub rohkem vanemates puistutes. Seega tuleb küpsusvanused muuta paindlikumaks, iga puistu seisundit arvestavaks, eriti on küpsusvanuse vähendamist vaja kuusikute kohta.

7.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Olulisi muutusi pole ette näha, metsade biomassi produktsioon pigem kasvab, puude kasvuperiood pikeneb.

b) kuni aastani 2030

Suuri mõjusid pole ette näha. Kuidu teatud tendentse võib eeldada. Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama (**Tabel 96** mõju 7.02). Hooldusraied võivad olla suladel talvedel raskendatud ja metsakultuuride rajamine sademete rohketel kevadatel ja hooldamine aastati ebaühtlane (mõju 7.01). Puude vaalimine sula lume poolt võib suurened (mõju 7.10). Positiivsena võib loota vihmastel suvedel tulekahjude riski vähenemist (mõju 7.11). Metsade tervislik seisund halveneb, kasvab kahjurputukate levik ja sanitaarraiate vajadus (mõju 7.07). Põuastel suvedel tulekahjude risk suureneb ja kuusikute sanitaarne seisund halveneb (mõju 7.12).

c) 2021–2050

Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama (**Tabel 96** mõju 7.02). Raskendatud on uuendusraied, ebaühtlane metsakultuuride rajamine ja hooldamine aastati (mõju 7.01). Puude vaalimine sula lume poolt suureneb (mõju 7.10). Tulekahjude risk väheneb vihmastel suvedel (mõju 7.11). Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund halveneb, kasvab kahjurputukate levik (mõju 7.07). Tulekahjude risk põuastel suvedel suureneb (mõju 7.12). Kuusikute sanitaarne seisund halveneb. Kõrged maksimaalsed temperatuurid võivad mõjuda puude kasvule pidurdavalt (mõju 7.13). Metsade liigilist koosseisu ja tervisliku seisundit võivad mõjutada ka kasvõi ainult korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid (mõju 7.14).

d) 2051–2100

Üldised mõjude prognoosid on samad, mis 2050 lõpuks, vt eelmine lõik. Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama, muutub okas- ja lehtmetsade suhtarv. Raskendatud uuendusraied, ebaühtlane metsakultuuride rajamine ja hooldamine aastati. Tulekahjude risk väheneb vihmastel suvedel. Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund halveneb, kahjurputukate masslevik. Tulekahjude risk põuastel suvedel suureneb. Kuusikute sanitaarne seisund halveneb. Kuuse kultiveerimine väheneb. Kõrged maksimaalsed temperatuurid võivad mõjuda puude kasvu pidurdavalt. Metsade liigilist koosseisu ja tervislikku seisundit võivad mõjutada isegi vaid korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid.

7.4.3. Alavaldkond: metsahaigused

7.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Metsanduse valdkonnas tervikuna võivad kliima muutustel olla nii positiivsed, negatiivsed kui ka teadmata suunaga mõjud. Metsahaiguste valdkonnas on võimalik hinnata vaid neid

kliimast tingitud mõjusid, mille kohta on olemas (avaldatud) vastavat infot, s.t. mida on kusagil varem analüüsitud.

Kõige enam mõjutavad metsahaigusi otseselt järgmised olulised ilmastikus toimuvad nähtused: keskmine õhutemperatuuri suurenemine, õhutemperatuuri sesoonne soojenemine talvel, sademete hulga kasv suvel ning lumikattega päevade arvu vähenemine. Metsahaigustele kaudselt on olulised järgmised ilmastikutunnuste muutused: põuaste suvede sagenemine ehk suviste sademete hulga vähenemine ja kõrged positiivsed ja negatiivsed temperatuurid ning nende äärmuste suhteliselt kiire vaheldumine pikaajalise keskmisega võrreldes. Neid viimaseid käsitleme pigem ekstreemsete ilmastikunähtustena, mis esmalt nõrgestavad peremeestaimi, muutes patogeeni jaoks lihtsamaks juurdepääsu „toidule“. Lisaks kõigele muule tuleb arvestada mitme teisegi olulise aspektiga, nagu globaalne kaubandus (eriti: tunduvalt kasvanud ja kasvav loodusliku materjali transport). Samas metsade majandamine toimub järjest enam positiivsetel temperatuuridel. Viimane soodustab juuremädanike levikut, mis omakorda suurendab puude stressi ja tormituulte mõju puudele. Seega on metsahaigustele tormituulte sagenemine pigem kaudse mõjuga, sarnaselt kaudse mõjuga on ka putukarüüstete ohu kasv.

Metsahaiguste intensiivistumine ja uute haiguste invasioon on oluliselt seotud keskmise õhutemperatuuri suurenemise ning talvede soojenemisega. Isegi suhteliselt väike *ca* 1°C keskmine temperatuuri muutus võib osutada metsapatoloogias kriitiliseks, kuna varasem talvine madal temperatuur oli takistuseks lõunapoolse päritoluga patogeeni saabumisele (Woods *et al.*, 2005). Viimase paarikümne aasta jooksul on meile levinud kümmekond erinevat uut invasiivset patogeeni, nende levikut saab osaliselt seostada kliima soojeneva trendiga (Hanso ja Drenkhan, 2013). Hetkel oleme enam analüüsinud invasiivse männi okkahaiguse punavöötaudi tekitajat *Dothistroma septosporum*, mis on meile levinud arvatavasti koos soojeneva ilmastikuga. Nimetatud seenpatogeeni populatsiooni geneetiline analüüs on kinnitanud äärmiselt suurt geneetilist varieeruvust, mis tähendab seenele sobivat keskkonda paljunemiseks, ilmselt ka suguliseks paljunemiseks (Drenkhan *et al.*, 2013). Lisaks soojenevale kliimale on uute haiguste invasioonis tähtis rõhutada ka sobivate peremeestaimede olemasolu neile uues keskkonnas ning taimse materjali importi (vt ka ptk **7.4.3 metsahaigused**). Näiteks invasiivse ja karantiinse pruunvöötaudi tekitaja (*Lecanosticta acicola*) värske analüüsi valguses on ilmne, et see patogeen on toodud meile inimese poolt. Patogeeni mõlema paarumistüübi tõestamine meie poolt Eestis võib viidata ka korduvale invasioonile või sugulisele paljunemisele (Adamson *et al.*, 2015), mis tähendab nimetatud lõunapoolse päritoluga seene poolt juba sobiva keskkonna kujunemist Eestis.

Kui arutleda soojenevate talvede mõju üle metsandusele, siis üheks tõsiasjaks selles on asjaolu, et juuremädanike levik metsades on suurem kui varem (vt Drenkhan *et al.*, 2014b). Seda saab küll osaliselt seletada intensiivsema metsade majandamisega, kuid ka sellega, et varasemad külmad talved olid takistuseks juuremädanike levikule. Juurepessu (*Heterobasidion* spp.) intensiivsemat levimist soosib ka see, et eosed on võimelised levima Eestis pehmel talvel (Tiia Drenkhan, avaldamata andmed).

Kuna enamik seeni on niiskuslembesed, siis männipudetõve (tekitaja *Lophodermium seditiosum*) retrospektiivse analüüsi näitel võib kinnitada haigusetekitaja epideemiate intensiivistumise seost sademete kasvuga suvel (Hanso ja Drenkhan, 2012). Kuid paljude patogeeni kohta on vastav info alles ebaselge. Lumikattega päevade arvu vähenemine on otseselt positiivne talvitumishaiguste vähenemise tõttu. Samas ei saa välistada tulevikus väga madalate temperatuuride esinemist boreaalses ja hemiboreaalses tsoonis (Hanso ja Drenkhan, 2013). Arvestades erinevaid prognoose ja hinnanguid on ekstreemsete ilmastikunähtuste esinemine ilmselt järjest tõenäolisem.

Kliimamuutuste mõjude hindamiseks tulevikus lähtuti vastavalt Keskkonnaagentuuri aruandele „Eesti tuleviku kliimastenaariumid aastani 2100“ ja kliimastenaariumitele RCP4.5 ja RCP8.5, v.a hinnang pöudade (sademete vähenemise võimalikkus) ja ekstreemselt madalate temperatuuride esinemisele (Drenkhan ja Hanso, 2006; Hanso ja Drenkhan, 2013).

7.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Jätkub senine trend ilmastikus ning võib lisanduda uusi patogeene (**Tabel 97** mõju 7.03). Hetkel väga drastilisi muutusi võrreldes olemasolevaga ei ole ette näha.

b) kuni aastani 2030

Positiivse mõjuga on lumikattega päevade arvu vähenemine, rohkem positiivseid mõjusid metsatervise seisukohast on keeruline prognoosida (**Tabel 97** mõju 7.04).

Negatiivse või isegi teadmata mõjuga metsatervisele on järgmised riskid:

- Keskmise õhutemperatuur suureneb;
- Keskmise õhutemperatuur suureneb talvel;
- Keskmiste sademete hulk suureneb suvel;
- Tormide sagenemine;
- Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid;
- Põuaste suvede sagenemine ehk sademete hulga kahanemine suvel;
- Ekstreemselt madala temperatuuri esinemise võimalikkus.

Ilmastik on pigem sarnane senisele. Riskidest tingitud majanduslike mõjusid hinnati kuni aastani 2030 pigem keskmisteks ning avaldumise tõenäosusi tagasihoidlikeks. Näiteks invasiivste seenpatogeenide negatiivsed mõjud ei pruugi avalduda kohe vaid mõninga hilinemisega. (mõju 7.03).

c) 2021–2050

Nimetatud perioodil on positiivsed ja negatiivsed ilmastikust tulenevad riskid sarnased eelnevale, kuid majanduslike ja sotsiaalsete mõjude esinemise tõenäosus juba mõnevõrra suurem. Majanduslikult olulisemaks võiks hinnata keskmisest õhutemperatuuri suurenemisest ning talvise õhutemperatuuri suurenemise riski. (**Tabel 97** mõju 7.03).

d) 2051–2100

Perioodil 2051–2100 on enamgi tõenäolisemad ilmastikust tulenevad riskid. Suuremat majanduslikku kahju võivad põhjustada järgmised negatiivse mõjuga riskid:

- Keskmise õhutemperatuur suureneb;
- Keskmise õhutemperatuur suureneb talvel;

- Keskmiste sademete hulk suureneb suvel;
- Tormide sagenemine;
- Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid;
- Ekstreemselt madala temperatuuri esinemise võimalikkus.

Ilmselt on prognoos väga ebalev, kuna lisaks ilmastiku riskidele on oluline ka inimtegevusega kaasnev aspekt, nt globaalne kaubandus ja metsamajanduses toimuvad arengud.

Tabel 95. Kliimamuutuste mõju metsamajandusele ja metsatööstusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Metsade biomassi produktsiooni suurenemine, raiemaht saab seetõttu suurenda	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.01	Probleemid metsast puidu väljaveol	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.01	Probleemid metsast puidu väljaveol ja hooldusraiate teostamisel niisketil kasvukohtadel	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.01	Metsa väljaveo tingimused võivad nii paraneda kui ka halveneda	0	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate vajadus suureneb, raiete maht kõigub aastati, probleemid tööjõu liikuvuses	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Põuaste suvede sagenemine	7.07	Metsade sanitaarne seisund halveneb, sellest tingitud täiendavad raied	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.08	Suvised metsatööd raskendatud, raiutud puidu riknemine	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Peene lehtpuupuidu raiemaht suureneb, puistud saavad kiiremini raiekuübeks, metsa tagavara suurem juurdekasv	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene
RCP4.5, RCP8.5		Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.01	Liivastel kasvukohtadel puude kasv paraneb, savistel kasvukohtadel tekib liigniiskus	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.01	Metsa väljaveo tingimused võivad nii paraneda kui ka halveneda	0	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate vajadus suureneb, raiete maht kõigub aastati, probleemid tööjõu liikuvuses	-	keskmine	keskmine	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.07	Metsade sanitaarne seisund halveneb	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.09	Suvised metsatööd raskendatud, raiatud puidu riknemine	-	väike	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Ekstreemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.09	Metsatööd raskendatud	-	väike	suur	väike	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtpuupuidu, sh harvendusraiate raiemaht suureneb, puistud saavad kiiremini raieküpseks	+	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.01	Metsast puidu väljaveo raskenemine pehmetel talvedel, suurenevad kulutused metsateede ja -kraavide korrashoiule	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.01	Liivastel kasvukohtadel puude kasv paraneb, savistel kasvukohtadel tekib liigniiskus	+	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.01	Metsa väljaveo tingimused võivad nii paraneda kui ka halveneda	0	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.05	Sanitaarraiate vajadus suureneb, raiete maht kõigub aastati, kasvavad probleemid tööjõu liikuvuses	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Metsade sanitaarne seisund halveneb	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.09	Suvised metsatööd raskendatud, raiatud puidu riknemine	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti	

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.09	Metsatööd raskendatud	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Tabel 96. Kliimamuutuste mõju metsakasvatusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	7.02	Metsade kasvu kiirenemine, puude kasvuperioodi pikenemine	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	1) hooldusraied raskendatud, 2) metakultuuride rajamine ja hooldamine aastati ebaühtlane	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.10	Puude vaalimine sula lume poolt suureneb	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.11	Tulekahjude risk väheneb	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	7.07	Metsade tervislik seisund halveneb, kasvab kahjurputukate levik ja raiete vajadus	-	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Põuaste suvede sagenemine	7.12	Tulekahjude risk suureneb. Kuusikute sanitaarne seisund halveneb.	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.13	Võivad mõjuda puude kasvule pidurdavalt	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.14	Metsade liigilist koosseisu ja tervisliku seisundit võivad mõjutada isegi vaid korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama	+	keskmine	väike	keskmine	otsene
RCP4.5, RCP8.5		Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Raskendatud uuendusraied, ebaühtlane metsakultuuride rajamine ja hooldamine aastati	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5		Keskmete sademete hulk suureneb talvel	7.10	Puude vaalimine sula lume poolt suureneb	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5		Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.11	Tulekahjude risk väheneb	+	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund halveneb, kasvab kahjurputukate levik	-	keskmine	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.12	Tulekahjude risk suureneb. Kuusikute sanitaarne seisund halveneb.	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.13	Võivad mõjuda puude kasvule pidurdavalt	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.14	Metsade liigilist koosseisu ja tervisliku seisundit võivad mõjutada ka kasvõi ainult korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid	-	väike	väike	väike	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.02	Lehtmetsad hakkavad paremini kasvama, muutub okas- ja lehtmetsade suhtarv	0	suur	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	7.01	Raskendatud uuendusraied, ebaühtlane metakultuuride rajamine ja hooldamine aastati	-	keskmine	suur	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskiste sademete hulk suureneb suvel	7.11	Tulekahjude risk väheneb	+	keskmine	suur	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.07	Sanitaarraiate maht suureneb, metsade tervislik seisund halveneb, kahjurputukate masslevik	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.12	Tulekahjude risk suureneb. Kuusikute sanitaarne seisund halveneb. Kuuse kultiveerimine väheneb	-	keskmine	suur	suur	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.13	Võivad mõjuda puude kasvu pidurdavalt	-	väike	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.14	Metsade liigilist koosseisu ja tervislikku seisundit võivad mõjutada isegi vaid korra poole sajandi jooksul esinevad väga madalad temperatuurid	-	suur	suur	väike	otsene	kogu Eesti

Tabel 97. Kliimamuutuste mõju metsahaigustele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	7.03	1) niiskuslembeste, 2) soojemast kliimast pärit invasiivsete metsahaiguste leviku suurenemine	-	väike	väike	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.03	Uute invasiivsete haigustekitajate hulk suureneb, nende mõju metsapuudele raskesti prognoositav	-	keskmine	väike	väike	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb talvel	7.03	Haigustekitajate mõju kasvab, eoste levik algab varem ja kestab kauem	-	keskmine	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskimate sademete hulk suureneb suvel	7.03	Haigustekitajate epideemiad sagenevad	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.04	Talvitumishaiguste osakaal väheneb, vähenevad ka varakevadisest päikesepõletusest tingitud kahjustused	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	7.05	Puistute tormihelluse kasv juure- ja tüvemädanike tõttu	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Puud füsioloogiliselt nõrgestatud, kasvab vastuvõtlikkus patogeenide suhtes	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.03	Uute invasiivsete haigustekitajate hulk suureneb	-	suur	keskmine	keskmine	otsene
RCP4.5, RCP8.5		Keskmine õhutemperatuur suureneb talvel	7.03	Haigustekitajate mõju kasvab	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5		Keskimate sademete hulk suureneb suvel	7.03	Haigustekitajate epideemiad sagenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.04	Talvitumishaiguste osakaal väheneb, väheneb ka varakevadisest päikesest tingitud kahjustuse esinemine	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.05	Mädaniku nakkusega puud on tormihellemad	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Puud on nõrgestatud, patogeenid kahjustavad rohkem	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	7.03	Uute haigustekitajate hulk suureneb	-	suur	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb talvel	7.03	Haigustekitajate mõju kasvab	-	suur	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Keskmete sademete hulk suureneb suvel	7.03	Haigustekitajate epideemiad sagenevad	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	7.04	Talvitumishaiguste osakaal väheneb ja väheneb ka varakevadisest päikesest tingitud kahjustuse esinemine	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	7.05	Juure- ja tüvemädaniku nakkusega puud on tormihellemad	-	suur	keskmine	keskmine	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Põuaste suvede sagenemine	7.03	Puud on nõrgestatud, patogeenide kahjustused kasvavad	-	keskmine	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	suur	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti
	RCP8.5	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	7.03	Puud on nõrgestatud ja vastuvõtlikumad haigustele	-	suur	keskmine	väike	kaudne	kogu Eesti

7.4.4. Mõjude kokkuvõte

Kokkuvõtvalt kajastuvad kliimamuutuste mõjud ülal, ülevaattetabelites **Tabel 95**, **Tabel 96** ja **Tabel 97**.

Tähtsaimad kliimategurid, mis mõjutavad metsandust, on prognoositavalt keskmise õhutemperatuuri tõus ja sademete koguse suurenemine. Tugev mõju võib olla harva esinevatel ekstreemsetel tingimustel (põud, äärmuslikult madal talvine temperatuur, torm). Metsatööstust võivad tugevalt mõjutada sula maaga talvedest tulenevad raskused puidu metsast väljaveol. Majanduslik suurim mõju võib tuleneda täiendavate kulutuste tekkest metsateede ja kraavide korrashoiule. Positiivne mõju võib tuleneda metsade puidu juurdekasvu suurenemisest, kuid see ei pruugi olla pidev trend sajandi lõpuni. Metsade sanitaarne seisund võib halveneda tulenevalt uutest invasiivsetest metsahaigustest.

7.4.5. Piiriülesed aspektid

Piiriülene koostöö on vajalik eelkõige invasiivsete metsahaiguste tuvastamisel ja vastumeetmete kujundamisel. Selleks on vajalik osaleda teemakohastel rahvusvahelistel COST nõupidamisel, kus tegelikult piiriüleseid probleeme analüüsitakse (http://www.cost.eu/about_cost).

Kasuks tuleb regiooni riikide metsapoliitika kooskõlastamine.

Trendide ja muutuste jälgimiseks metsas on oluline osaleda ja saada infot rahvusvahelisest metsaseirest (<http://icp-forests.net/>). Rahvusvaheline koostööprogramm ICP Forest (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests) õhusaaste kauglevi mõju jälgimiseks metsadele; Pan-Euroopa programm metsaökosüsteemide intensiivseks seireks (Pan-European Programme for Intensive and Continuous Monitoring of Forest Ecosystems).

7.5. Soovitused uuringuteks

- Erinevate raieviiside majanduslik-ökoloogiline analüüs lähtudes muutuvast kliimast, s.o raiete sesoonne toimumisaeg, raiete intensiivsus (nt hooldusraiate algus ja kordused), raievanused, kahjustuste oht ja preventeerivad tõrje vajadused jms.
- Metsakultiveerimine ja sellega seonduvad probleemid muutavas kliimas.
- Metsakultuuride hooldamine ja sellega seonduvad probleemid muutavas kliimas.
- Analüüsida ja hinnata olemasolevaid raievanuseid, s.h analüüsida patogeenidest tingitud kahjusid ning tõrjevõimalusi.
- Sademete intensiivsuse võimalikkusest lähtudes analüüsida metsateede ja kuivendusvõrkude süsteemi võimekust.
- Jätkata võimalike uute invasiivsete haigustekitajate monitooringut, et tabada kohe ära selliste esmasaabumine Eestisse. Sealjuures pidevalt täiendada liikide tuvastamise tehnilisi ja metodoloogilisi võimalusi. Sealhulgas analüüsida patogeenidest tingitud kahjude ulatust metsale ja puidukvaliteedile.

- Jätkata uurimistöid patogeeni epidemioloogia ja levikustrateegia valdkonnas ning vääriliselt hinnata, kuidas see on ilmastikutingimuste muutumisega seotud. Näiteks vajab lähiajal analüüsi erakordselt lühikeste sügiste ökofüsioloogilised mõjud metsapatoloogilistele tagajärgedele.
- Käesoleva aruande tarvis kohati vaid ekspertarvamuse tasemel tehtud ilmastikust tingitud riskide hinnangud vajaks enam spetsiaalseid analüüse. Näiteks haigusetekiitajate leviku modelleerimisi ja ekstreemsete ilmastikutingimuste mõjuanalüüsi patogeeni levikule. Modelleerimine tähendab erinevate kliimastenaariumite läbimängimist, et ennustada erinevate patogeeni tegevuse ilmnenemist ja intensiivsust. Seda tuleks kindlasti teha rahvusvahelises koostöös. Igasuguseid mudeleid on nii maailmas kui kitsamalt Euroopas tehtud küll palju, kuid nende kasutamine on tihti komplitseeritud ja tulemused ebaselged või lausa jaburad.
- Vajalikeks osutuvad ka ilmastiku muutuste ja patogeeni suhtes resistentsemate puukloonide otsingud.
- Majandusmetsade liigilise koosseisu reguleerimisel arvestada lehtpuude mõnevõrra parema kohanemisvõimega meie regioonis ennustatava kliimamuutusega.

7.6. Kohanemismeetmed

7.6.1. Metsanduse valdkonna strateegiline eesmärk

Strateegiline eesmärk: tagatud on muutuvates kliimatingimustes majanduslikult ja ökoloogiliselt jätkusuutlik metsandus, metsamajandus ja metsakasutus.

Eesti pikaajalise jätkusuutliku metsanduse eesmärgiks on metsa juurdekasvu stabiilsus või suurenemine, raiemaht juurdekasvu piires. Seoses suure koguse raieküpsete metsadega lähiaastatel (kuni 2020) ja ilmselt mõnevõrra kauem raiemaht 12–15 mln m³ aastas.

7.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud, sh maksumuse prognoos

Metsandus alavaldkonnas on planeeritavaid meetmeid kokku viis (**Tabel 98**). Märkimisväärne osa meetmetest on suunatud uuringutele, mis toetavad uusi regulatsioone, investeeringuid, planeeringuid ja innovaatikat.

Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeerimine (1. meede).

Ühe peamise tegevusena on meetme all plaanitud muutuvast kliimas sobivate hooldusraiate intensiivsuse ja sesoonsuse analüüs. Tegevuse käigus valitakse välja püsivad ja pikaajalised hooldusraie näidis-katsealad, mida seiratakse iga 3 aasta järel. Kalkulatsioon on esitatud kuni aastani 2030. Analüüsides hulgas on oluline arvestada ka bioloogiliste tõrjevõtetega, s.o nt ROTSTOPiga pritsitud alad peavad olema kaasatud pikaajalisse seiresse. Mõõtmisi tehakse viiel korral kuni aastani 2030 ja ühe korra kulu on hinnanguliselt 30 000 €, s.o kokku 150 000 €.

Raievanuste majanduslik ja ökoloogiline analüüs sõltuvalt kliimamuutustest vajab esimesel võimalusel teostamist ning olemasolevate teadmiste koondamist ja analüüsi. Tegevuse maksumus on hinnanguliselt 50 000 €.

Hindamaks muutuvast kliimatingimustes tehtavaid uuendusraieid (lageraie ja selle võimalikud alternatiivid), s.h. püsimeetsandus, eeldame mitmete analüüside tegemist erinevate raieviiside võrdlusena. Tuleb hinnata elurikkuse muutusi erinevate raie järele, süsiniku ja toiteelementide bilanssi, majanduslikku tasuvust, metsauuenduse edukust jne. Elurikkuse osas vääriwad eraldi analüüsi mullaelustiku muutused ja selle seosed patogeenidega erinevate raie järele. Nimetatud küsimused eeldavad vähemalt 3 teadusliku uuringu tegemist summas 200 000 €, kokku vähemalt 600 000 € kuni aastani 2030. Sealhulgas oleks ka erinevate raieviiside tutvustamine ja selgitamine metsaomanikele ja metsakasvatatajatele.

Raietega seonduvate õigusaktide täiendamine on pidev protsess, mis saab toimuda esmajoonel siis kui raievanuste majanduslik ja -ökoloogiline analüüs on tehtud ehk olemasolevad teadmised on koondatud ja üldistused uuendatud. Nimetatud meede haakub osaliselt efektiivsema metsakahjustajate tõrjestrategiaga arvestades sealjuures kliimamuutusi ja eelkõige pehmete talvede mõju.

Efektiivsem ja nutikam metsakultiveerimine (2. meede)

Järglas- ja geograafiliste katsekultuuride rajamise ja metsageneetiliste uuringute tõhustamine tähendab eelkõige ilmastiku tingimustele ja haigustele vastupidavamate puude järglaste otsinguid ning ühtlasi ka uute, rajatavate puistute kiiremat kasvu ja kvaliteetsemat puitu. Maksimuse hinnang tähendab männi, kuuse ja ka kase järglas- ja geograafiliste katsekultuuride rajamist ning sellele järgnevat mõõtmist ja teaduslikke hinnanguid kuni aastani 2030. Hetkel on Euroopas suurim metsapatoloogiline probleem saaresurm (tekitaja *Hymenoscyphus fraxineus*). Arvestades hariliku saare halba tervislikku seisundit kogu Euroopas, tehakse ka nimetatud puuliigile Eestis järglaskatsete uuringud. Ühe puuliigi järglaste- või geograafilise katsekultuuri rajamis- ja hilisemad hoolduskulud on kokku hinnanguliselt 500 000 €. Hilisemad mõõtmised ja teadusuuringud on iga puuliigi ja variandi (järglas- ja geograafilised katsed) kohta 150 000 €. Kokku ühe liigi ja katsevariandi rajamine, hooldus ja analüüs on kokku 650 000 €. Saare katsekultuuride maht on planeeritud umbes poole väiksem, seega on kulu 300 000 €. Järglaskatsed ja saarekatsed on esmane prioriteetsus ning geograafilised katsed tuleb teostada lisaks nimetatule. Seega kogukulu kuni aastani 2030 on 4,2 mln €.

Sobivama ja efektiivsema kultiveerimisviisi valimine vajab katsekultuuride uuringuid ja pidevaid mõõtmist. Kulu on hinnanguliselt 95 000 € aastani 2030.

Metsade ökoloogiline väärtus säilib (3. meede)

Metsade ökoloogilist väärtust mõjutavad enim raied, s.o inimetegvus. Kuid siin on mõju ka ekstreemsel ilmastikul ja kliima pikaajalisel muutusel, mille mõju metsakooslustele on pigem kaudne. Olulisima mõjuga on bioloogilise materjali sissevedu ning sellega kaasnevate võõrliikide levitamine, kes võivad meil kohaneda ja tekitada tõsiseid kahjustusi. Ekstreemne ilmastik võib tekitada ka looduslike kahjurite masspuhanguid enam kui tavaliselt.

Vaata lisaks ka metsaökosüsteemide peatükki ülal.

Efektiivsem metsakahjustajate tõrjestrategia (4. meede)

Haigustekitajate pideva monitooringu maksumus metsas püsivaatlusaladel on hinnanguliselt 25 000 € aastas, s.o proovide kokku kogumine, analüüs ja kokkuvõtted. Kui lisandub juurde imporditava s.h teadmata päritoluga bioloogilise materjali seire ja kontrollimine (seegi saab olla vaid valikuline ja piiratud koguses), siis tuleb olemasolevale juurde liita ca 15 000 € aastas. Seega oleks aasta kulu 40 000 € ning kulu kuni aastani 2030 on 560 000 €.

Eraldi analüüs on konkreetsete patogeenide epidemioloogia ja levikustrateegia uuring, kuna uutes keskkonnatingimustes patogeenid käituvad erinevalt. Sellise uuringu maksumus on ca 50 000 €, kuid see sõltub planeeritavatest eesmärkidest ning uutest võimalikest liikidest. Arvestades olemasolevat situatsiooni on vavalik neli taolist uuringut kuni aastani 2030, s.o kokku 200 000 €.

Mõlemal juhul on info kogumine tõrjestrategia seiskohalt väga oluline ning omab lisaks riiklikule ka rahvusvahelist tähtsust. Lisaks on meetmed seotud metsade üldise tervisliku seisundi ja puidu juurdekasvuga.

Eraldi tehakse haigustekitajate mõju modelleerimist, mis on mõeldud juuremädanike kahjustuse ulatuse hindamiseks, see seondub otseselt puidu väärtuse, kvaliteedi ja metsade juurdekasvuga.

Efektiivsem ja jätkusuutlikum metsaraie (5. meede)

Kliimamuutustele kohanemise kontekstis tähendab meede innovaatilise tehnoloogia kasutamist metsamulla kahjustuste vähendamiseks ehk eelkõige uue tehnoloogia katsetusi ja uuringuid, aga ka näiteks metsaväljaveoks teisaldatavate puitkilpteede meetodi rakendamist. Meede on mõeldud metsateede ja kuivendussüsteemide korrastamisega seonduvale tegevusele, mis tähendab sisuliselt uute põhimõtete viimist õigusaktidesse ja normatiivide muutmist (teede ja kraavide ehitamisel ja korrashoiul) arvestades muutuvat kliimat.

Tabel 98. Metsanduse meetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
7.1.	Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering	Harvendusraiate teostamine nõuab täpsemat planeerimist, sest juuremädanikud levivad suvel ja ka soojal talvel. Arvestama peab, et ilmastiku ekstreemustega kaasnevalt keskealiste ja vanade puistute tervislik seisund võib halveneda.
7.2.	Efektiivsem ja nutikam metsakultiveerimine	Puud on nõrgestatud ekstreemsetest ilmastikuoludest ja on vastuvõtlikumad haigustele. Avatud ja suletud juurekavaga taimede kasutamise erinevused metsakultiveerimisel. Metsataimi veetakse sisse riikidest, mille sobivuse kohta meie kliimaoludes info puudub.
7.3.	Metsade ökoloogiline väärtus säilib	Raied ja nendega seonduvad ekstreemse ilmastiku mõjud metsakooslustele. Bioloogilise materjali sissevedu ning sellega kaasnevate võõrliikide levimine, kes võivad meil kohaneda.
7.4.	Efektiivsem metsakahjustajate tõrjestrategia	Puud on nõrgestatud ja suremus on kõrge ning metsa juurdekasv väheneb. Metsade kahjustuse ulatuse hindamine ja kahjude ennetamine vajab sisukamat ja pidevat monitooringut.
7.5.	Efektiivsem ja jätkusuutlikum metsaraie	Pehmetel talvedel mulla ja pinnase kahjustuse oht ning tormimurru likvideerimise vajadus kasvab. Suureneb sanitaarraiate vajadus. Prognoositava sademete hulga kasvades ja pehmetel talvedel on hooldamata ja valesti planeeritud teed raskemini läbitavad ning pinnase kahjustuse oht suurem.

Metsanduse meetmetest on kõik kõrgeima prioriteetsuse astmega ning hindepallide erinevus ei ole märkimisväärne (**Tabel 99**).

Koondhinne oli tagasihoidlikum eelkõige nendele meetmetele, mis sisaldavad pikemaajalisi ning kallimaid tegevusi, kuigi nende olulisust ei saa alahinnata.

Metsanduse meetmete rakendamise keerukuse osas olulisi erinevusi ei ole.

Metsanduse valdkonnas on omapäraks puude pikk eluiga, seega ka avalikkusel on seda keeruline hoomata. Nähakse hetkelist ilmingut ning selle järgi tihti kujundatakse arvamus, nagu näiteks lageraied või mingil konkreetsel aastal ilmnevad haigusepuhangud jne. Seega avalikkuse vastuvõetavus sõltub teadlikkusest ning hetke hinnangud on subjektiivsed.

Kui konkreetselt tutvustada ühiskonnale metsakahjustajatega seonduvaid meetmeid siis inimestele läheb väga korda puude tervis, seda juba kasvõi seetõttu, et vastava teemaliste seminaride ja koolituste vastu on inimestel suur huvi. Ka metsapatoloogiliste infopäringute hulk selgelt kasvutrendis.

Tabel 99. Metsanduse valdkonna meetmete hindamine ning meetmete kulukus (kuni aastani 2030).

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamise keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälistegurite suhtes; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
7.1.	4	5	4	3	5	5	4	4	5	3	3	5	2	800 000	48
7.2.	4	5	4	3	5	4	5	5	5	1	3	5	1	4 295 000	45
7.3.	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	5	5	5	v.t. 7.4.	52
7.4.	4	5	4	3	5	5	4	5	5	5	5	5	2	850 000	52
7.5.	4	5	4	3	5	5	5	4	5	5	3	5	3	175 000	52

7.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Metsanduse valdkonna kliimarisikidega kohanemise kõik meetmed peavad olema kajastatud järgmises Metsanduse Arengukavas. Meetme 7.1. rakendamine võib nõuda muudatuste tegemist Metsaseaduses ja metsamajandamise eeskirjas ning meede 7.4. võib vajada muudatusi lisaks ka Taimekaitseaduses või isegi Looduskaitseaduses.

Tabel 100. Metsanduse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
7.1.	Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering	Metsaseadus, metsamajandamise eeskiri, ja Metsanduse Arengukava
7.2.	Efektiivsem ja nutikam metsakultiveerimine	Metsaseadus ja Metsanduse Arengukava
7.3.	Metsade ökoloogiline väärtus säilib	Metsaseadus, Looduskaitseadus, Metsanduse Arengukava
7.4.	Efektiivsem metsakahjustajate tõrjestrategia	Taimekaitseadus, Metsaseadus, Looduskaitseadus ja Metsanduse Arengukava
7.5.	Efektiivsem ja jätkusuutlikum metsaraie	Metsanduse Arengukava

7.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Metsanduse meetmed on omavahel seotud (**Tabel 101**). Kuid seosed on ka teiste valdkondadega, nt. metsaökosüsteemide ja elurikkuse valdkonna meetmetega metsakaitse osas. Metsanduse meetmed seonduvad metsakasutuse osas ka ökosüsteemi teenuste meetmetega.

Tabel 101. Metsanduse valdkonna meetmete omavahelised seosed.

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
7.1.	Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering	7.4.
7.2.	Efektiivsem ja nutikam metsakultiveerimine	7.4.
7.3.	Metsade ökoloogiline väärtus säilib	Sõltuv mitmest meetmest, 7.4
7.4.	Efektiivsem metsakahjustajate tõrjestrategia	7.1.
7.5.	Efektiivsem ja jätkusuutlikum metsaraie	7.1.

7.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Metsanduse kliimamuutustega kohanemise meetmed said kõik kõrge prioriteetsuse ja vajavad rakendamist esimesel etapil (2017-2020), kuid need on suunatud kaugemale tulevikku, kuna puude eluiga on pikk (**Tabel 102**) ja muutused metsanduslikus tegevuses ilmnevad metsade seisundis pika aja pärast. Samas vajavad need meetmed ka pikaajalist tähelepanu

ja aktualiseerimist. **Tabel 102** meetmete rahalisel hindamisel on arvestatud konkreetsete kuludega kuni aastani 2030, edasi on vajalik kulusid uuesti hinnata.

Tabel 102. Metsanduse meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus:	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
	1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p			
Rakendada perioodil 2017–2020	1	5	3 130 000	3 130 000
	2			
	3			
Rakendada 2021–2030	1	5	2 990 000	299 000
	2			
	3			
Rakendada 2031–2050	1	5		Hinnata 2030
	2			
	3			
Rakendada 2051–2100	1	5		Hinnata 2030
	2			
	3			
Kokku				6 120 000

Tabel 103. Metsanduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
7.1.	Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering
7.2.	Efektiivsem ja nutikam metsakultiveerimine
7.3.	Metsade ökoloogiline väärtus säilib
7.4.	Efektiivsem metsakahjustajate tõrjestrategia
7.5.	Efektiivsem ja jätkusuutlikum metsaraie

Perioodidel 2021–2030 ja 2031–2050 tuleb jätkata esimesel perioodil kavandatud meetmete rakendamisega. Perioodil 2051–2100 jätkuvad samad meetmed vastavalt eespool nimetatutele, kuid täiendav hindamine on vajalik 2050.

Metsanduse meetmete rakendamise eest vastutavad institutsioonid on esitatud **Tabel 104**. Kõigi meetmete osas on peavastutajaks keskkonnaministeerium. Kaasvastuatajad on Maaeluministeerium, Riigimetsa Majandamise Keskus, aga ka koostöö erametsandusega on hädavajalik.

Meetmete kulukus kokku on 6 120 000 €, kuid see pole ainult keskkonnaministeeriumi kulu, vaid ka kulu teistest allikatest. Eraldi teema on metsateede ka kuivendusvõrkude korrashoid, kas käesolevas analüüsis paigutada see kulu riigi poolt tehtavate kulude alla, sest Riigimetsa Majandamise Keskus on riigiasutus või vaadelda RMK kulusid sh ka metsaselektioonile tehtavaid kulutusi väljaspool käesolevat kohanemistrateegiat, kuna RMK on eraldi metsamajanduslik ettevõtte, kuigi riigi omandis.

Tabel 104. Metsanduse meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	5		6 120 000
Maaeluministeerium (MeM)		1	
Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK)		4	
Erametsandus		4	

Metsanduse meetmed on kõik riikliku tähtsusega ning sealhulgas veel kaks meetet on rahvusvahelise tähtsusega (**Tabel 105**). Rahvusvahelist tähtsust omavad meetmed 7.2. ja 7.4., sest ilmastiku muutuste ja haiguskindlamate puude otsingud on rahvusvahelise tähtsusega küsimus ja eeldavad koostööd naabermaadega.

Tabel 105. Metsanduse valdkonna meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
7.1.	Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering	Riiklik tasand
7.2.	Efektiivsem ja nutikam metsakultiveerimine	Riigipiire ületav ehk rahvusvaheline
7.3.	Metsade ökoloogiline väärtus säilib	Riiklik tasand
7.4.	Efektiivsem metsakahjustajate tõrjestrategia	Riigipiire ületav ehk rahvusvaheline
7.5.	Efektiivsem ja jätkusuutlikum metsaraie	Riiklik tasand

7.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Enamikule metsandusega seotud meetmetele on kvantitatiivsete mõõdikute esitamine problemaatiline, seetõttu on esitatud mõõdikud (**Tabel 106**) pigem kvalitatiivsed või näitavad algtaseme ja sihttaseme suhtelist (protsentuaalset) soovitatav muutust.

Tabel 106. Metsanduse kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
7.1.	Majanduslikult ja ökoloogiliselt täpsem raiete planeering	Metsast raiutav puidu kogus ja kvaliteet	Hinnanguliselt kolmandik puidu tulust kaotatakse	Puiduväärtus kasvab 10 - 20% ning teadmised raietest paranevad

Meetme jrk nr	Meede	Möödik	Algtase	Sihttase
			ning teadmised raiete kohta on ebapiisavad	
7.2.	Efektiivsem ja nutikam metsakultiveerimine	Metsauuenduse ellujäämus (säilivus) ning järgmise metsapõlve juurdekasv	Ellujäämus on ca 75% ja olemasolev juurdekasv on puuligiti hinnatud	Metsataimede ellujäämuse paranemine ja metsa juurdekasvu suurenemine 10 - 20%
7.3.	Metsade ökoloogiline väärtus säilib	Metsade loodusväärtus	Olemasolev kaitstavate metsade osakaal ja nende liigirikkus	Kaitsemetsade osakaal ei kahane, liigirikkus ei vähene
7.4.	Efektiivsem metsakahjustajate tõrjestrategie	Metsade tervislik seisund ja metsa kahjustuse olukord	Juhuslik projektipõhine tegevus ning kahjustajate ja kahjustuste info on ebapiisav	Pideva seire käigus avastatakse olulised patogeenid kiiremini ning metsa tervislik seisund paraneb 10-20%
7.5.	Efektiivsem ja jätkusuutlikum metsaraie	Metsateede ja -kuivendussüsteemide ning metsamulla seisukord	Pinnase ja mulla kahjustused on olemas	Pinnast ja metsamulda lõhutakse vähem ning teed ja kuivendussüsteemid on korrastatud vastavalt uutele põhimõtetele ja muutunud kliimatingimustele

8. Kalandus

Kangur, Külli¹; Vetemaa, Markus²; Kangur, Peeter¹; Saks, Lauri²

¹ **Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut**

² **Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut**

8.1. Sissejuhatus

Kliimamuutused mõjutavad väga erinevaid veekogude tüüpe ja kogu nende elustikku. Eriti silmatorkavad on need muutused kalade puhul. Globaalsed ja regionaalsed kliimamuutused (kuumalained, ebapüsiv jääkate, põud, veetaseme muutused jne) võivad oluliselt mõjutada kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide arvukust ja varude suurust nii Eesti sisevetes kui ka Läänemeres. Kliimamuutused mõjutavadki kalandust põhiliselt mõju kaudu kalavarude suurusele, millest sõltuvad otseselt tööndusliku ja harrastusliku kalapüügi võimalused.

Kalastikku peetakse veeökosüsteemide tervise koondnäitajaks, kuna toiduahelate lõppülina sõltuvad nad kogu ökosüsteemi struktuurist ja toimimisest, teisalt mõjutavad nad toiduahelate kaudu kaskaadselt muud elustikku (Sarvala *et al.*, 2000). Ektotermsete organismidena sõltub kalade kehatemperatuur ümbritsevast keskkonna temperatuurist. Isegi väga väike veetemperatuuri tõus võib põhjustada dramaatilisi muutusi kalapopulatsioonide arvukuses ja struktuuris (Jeppesen *et al.*, 2010; Perkins *et al.*, 2010).

Kliimamuutused võivad mõjutada kalapopulatsioone mitmete otseste ja kaudsete protsesside kaudu, tavaliselt komplekselt läbi mitme veekogus samaaegselt toimiva muutuse (Durant *et al.*, 2007; Jeppesen *et al.*, 2014). Nt veetemperatuuri tõus mõjutab taimestiku ja loomastiku muutuste kaudu (vt täpsemalt **mageveeökosüsteemide** ptk 3.3 ning ptk **Läänemeri ja merekeskkond** 4.3) ka kalade toitumis-, varje- ja sigimistingimusi. Veelgi enam, kliimamuutused koos teiste surveteguritega (nt eutrofeerumine, ülemäärane püük, võõrliigid, soolsuse muutused jne) võivad esile kutsuda erinevaid sünergilisi protsesse veeökosüsteemides (Clarke, 2009; Durant *et al.*, 2007; Woodward *et al.*, 2010), mille mõju kalastikule võib olla ajalise nihkega, mittelineaarne ja osaliselt ettearvamatu. Niisiis, isegi kui oleks olemas täpne prognoos tuleviku temperatuurirežiimi kohta (nt aastani 2100), ei saaks vaid selle alusel kuigi täpselt ennustada muutusi kalastikus. Üldiselt on selle mõistmine, kuidas kliimamuutused mõjutavad looduslikke populatsioone, ökoloogia ja loodusressurside majandamise suurim väljakutse praegusel ajal kogu maailmas (Seebacher *et al.*, 2015).

Lähtuvalt eelnevast jaotatakse kalanduse valdkond järgmisteks alateemadeks:

- **Läänemere kalastik ja kalandus;**
- **sisevete kalastik ja kalandus.**

8.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Ülevaade kliimamuutuste mõjust kalandusele Eestis ja hetkeolukorra analüüs põhineb Eesti teadlaste poolt avaldatud teadusartiklidel, mis käsitlevad juba täheldatud kliimamuutuste mõjude ilminguid kalapopulatsioonidele ja -kooslustele Läänemeres ja sisevetes. Lisaks on kasutatud kirjanduse ülevaadet kliimamuutuste mõju kohta veeökosüsteemidele Eestis (Nõges *et al.*, 2012) ning sama valdkonna teadusartikleid Euroopast ja mujalt maailmas. Ülevaates on põhitähelepanu pööratud kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide arvukuse ja varude suuruse muutustele mineviku ilmastikunähtuste mõjul. Alavaldkondlik jaotus (mere- ja sisevete kalandus) on tehtud traditsioonilise veeökosüsteemide jaotuse alusel (Nõges *et al.*, 2012), arvestades, et meres ja sisevetes on kliimamuutuste mõjud kalade elukeskkonnale ja kalavarudele mõnevõrra erinevad. Lisaks on läbi töötatud ja kasutatud teiste riikide poolt väljatöötatud kliimamuutustega kohanemise strateegiate (nt Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005) kalanduse osa. Samuti on tutvutud ja uuringusse kaasatud valdkonna Eestis kehtivad strateegiad ja arengukavad (Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030, Harrastuskalapüügi arengukava aastateks 2010–2013 (perspektiiviga kuni 2018), Eesti kalanduse strateegia 2014–2020 (Maaeluministerium, 2013), jt.

Mõjude analüüs

Kliimamuutuste mõjude analüüsil kalandusele põhinetakse peamiselt varasematel teadusuuringutel ja ekspertarvamustel. Lähtudes etteantud kliimastenaariumitest (RCP4.5 ja RCP8.5; Luhamaa *et al.*, 2015) ja olemasolevast teabest kliimamuutuste mõjust kaladele, püütakse ekstrapoleerida, mis juhtub kutselistele kaluritele ja harrastajatele oluliste kalavarudega tulevikus. Kliimastenaariumites toodud põhiliste hüdro meteoroloogiliste parameetrite projitseeritud muutustest kaasatakse analüüsi peamised (nt veetemperatuuri tõus, sademete hulga suurenemine, jääkate perioodi lühenemine ja ulatuse vähenemine, ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine), mis mõjutavad ekspertide hinnangul kalade elukeskkonda kõige enam ja kujutavad olulist kliimarisiki kalandusele. Erinevates kliimastenaariumites (RCP4.5 ja RCP8.5; Luhamaa *et al.*, 2015) kliimaparameetrite projitseeritud muutuste mõju kalandusele polnud enamasti võimalik eristada, kuna need erinevused (nt veetemperatuur, sademete hulgas jne) on üsna väikesed ja nende stsenaariumite avaldumise tõenäosus on teadmata.

Teaduskirjanduse põhjal analüüsitakse tõenduslikult tähtsate ja tundlikumate kalaliikide ökoloogilisi nõudlusi (nt veetemperatuuri taluvuse piire) ning selle põhjal püütakse hinnata, kui võrd nende kalade võimalikud elupaigad tuleviku kliimas ahenevad/laienevad ja kui võrd on võimalik varude pikaajaline säilimine. Erilist tähelepanu pööratakse kliimastenaariumites välja toodud ekstreemsete või mõnele kalaliigile ebasoodsate ilmastikunähtuste (kuumalained, ebapüsiv jääkate, soolase vee sissevoolud Läänemerele või nende pikaajaline puudumine) võimalikule mõjule erinevate ökoloogiliste nõudlustega kalaliikidele. Kuna ekstreemsete ilmastikunähtuste esinemissageduse ja intensiivsuse muutusi ei suudeta praeguste teadmiste juures kuigi täpselt ette näha (Luhamaa *et al.*, 2015), jääb kliimamuutuste mõjude hinnang Läänemere ja Eesti sisevete kalandusele enamasti kvalitatiivseks eksperthinnanguks.

Kliimastenaariumite üldtendentside põhjal püütakse hinnata, kas ja kui võrd võimaldaks muutuvates kliimatingimustes püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine vältida kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise struktuuri häirumist ja kaudset negatiivset mõju veeökosüsteemile ning tagada samal ajal maksimaalse majandusliku ning rekreatiivse kasu saamine ühiskonnale.

Uuringusse on kaasatud kalanduse ja keskkonna valdkonna Eestis kehtivad strateegiad ja arengukavad, nt Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030, Harrastuskalapüügi arengukava aastateks 2010–2013 (perspektiiviga kuni 2018), Eesti kalanduse strateegia 2014–2020 (Maaeluministeerium, 2013), Keskkonnaministeeriumi arengukava 2015–2018 jt. Lisaks on läbi töötatud ja kasutatud naaberriikides väljatöötatud kliimamuutustega kohanemise strateegiate (nt Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005; SMHI, 2015) kalanduse osa.

Mõjude analüüsi tekstis (all, ptk 7.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 107** ja **Tabel 108**) esitatud mõjudele (mõju 8.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatusesse“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

8.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

8.3.1. Läänemere kalastik ja kalandus

Probleemid, võimalused, ohud

Läänemere kalastikku mõjutavad paljud tegurid. Kolm peamist neist on temperatuur, soolsus ja antropogeensed mõjud (kalapüük, eutrofeerumine jne.). Päritolult jagunevad Läänemere kalad kaheks suureks rühmaks: mageveekalad (nt ahven, haug ja koha) ja merekalad (nt räim, kilu ja tursk). Mõlemad rühmad elavad oma füsioloogilise taluvuse piiiril; ühtede jaoks on meri liiga mage ja teiste jaoks liiga soolane.

Kalade elutsüklis on kõige kriitilisemaks etapiks **sigimine**. Mõned liigid suudavad Läänemeres sigida vaid vähestes piirkondades. Kuigi Läänemere tursk *Gadus morhua callarias* on adapteerunud sigima madalamal soolsusel kui liigi Atlandi ookeanis elav tursk (Nissling ja Westin, 1997), on sigimine tavaliselt edukas vaid mõnes peamiselt mere edelaosas paiknevas süvikus. Hapniku- ja soolsustingimused sellistes süvikutes aga sõltuvad mitte ainult kliima üldistest trendidest, vaid üsnagi juhuslikest suurtest soolase ookeanivee sissevooludest. Viimane selline leidis aset 2014. a lõpus. Tõenäoliselt parandab soolane ja hapnikurikas vesi oluliselt tursa sigimisvõimalusi süvikutes, mis peaks realiseeruma populatsiooni biomassi tõusuna mõne aasta pärast. Tursk – üks Läänemere kalastiku võtmeliike – mõjutab läbi kiskluse oluliselt oma peamist toiduobjekti kilu *Sprattus sprattus balticus*, kes omakorda on võimeline mõjutama zooplanktoni arvukust. Niisiis, üsnagi juhusliku loomuga soolase vee sissevoolud võivad kalastikku tugevalt mõjutada. Käesoleva projekti kontekstis tähendab kirjeldatud fenomen seda, et kliimamuutuste mõju kalavarudele on väga raske täpselt prognoosida.

Läänemere kaladel on dokumenteeritud ka otseselt veetemperatuurist tulenevaid probleeme. Nt Sandström jt (1995) uurisid ahvena sigimist kahes Rootsi tuumajaamade poolt mõjutatud piirkonnas, mis olid ümbritsevast merest palju soojemad. Selgus, et soe vesi meelitas ahvenaid küll ligi, kuid suurem osa marjast hukkus embrüoloogilise arengu ebanormaalsuste tõttu.

Läänemeres on viimase 50–60 aasta jooksul leidnud aset mõned niinimetatud „reziimihked“, kus muutused eskaleeruvad ning mingil hetkel muutuvad kalakoosluste

võtmeliigid (e.g. Tomczak *et al.*, 2013; Ojaveer ja Kalejs, 2005). Tänapäevane kalanduse olukord on tingitud soolase vee sissevoolude väiksusest ja harvast esinemisest, kõrgemast temperatuurist ja suurest kalapüügikoormusest (BACC, 2008; ICES, 2009; MacKenzie ja Köster, 2004; Möllmann *et al.*, 2009).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju Läänemere kalastikule

Kliimamuutused saavad kalastikku mõjutada kahel põhimõttelisel viisil: läbi pikaajalise ühesuunalise muutuse (nt Läänemeri muutub soojemaks ja suurenenud sademete tõttu magedamaks) või küllalt juhuslike lühiajaliste äärmuslike tingimuste esinemise sageduse muutuse tõttu. Vaatleme alljärgnevalt mõnda neist.

- 1) Külma süvavee kerke mõju soojaveelistele kaladele. Eesti rannikumere üks olulisemaid töõnduskalu on ahven *Perca fluviatilis*. Nt Soome lahes elutseb ahven peamiselt vaid madalas soojaveelises rannaribas. Niisugustes kohtades võib veetemperatuur muutuda väga kiiresti (nt alaneb 10 °C võrra paari päeva jooksul), mis kahandab oluliselt soojaveeliste kalade toitumise intensiivsust ja kasvukiirust, kevadisel kudeajal aga põlvkonna tugevust (Suursaar ja Aps, 2007; Uiboupin ja Laanemets, 2009).
- 2) Külmade ja tormiste kevadete mõju kalapõlvkondade moodustumisele. Suur osa parasvöötme kalade (nt ahven, koha, haug) põlvkondade arvukuse varieerumisest on põhjustatud varase arengu tingimuste variatsioonidest: nõrgad (vähearvukad) põlvkonnad on tingitud mõnel aastal esinevatest ebasoodsatest keskkonnatingimustest (Böhling *et al.*, 1991; Lehtonen ja Lappalainen 1995; Shepherd *et al.*, 1984), vastupidi, soodsad kevaded ja varasüved tingivad tugevaid põlvkondi (nt koha puhul (Heikinheimo *et al.*, 2014)). Paljud kevadel kudevad kalaliigid on kohastunud kudema kaldalähedastel kiiresti üles soojenevatel aladel. Selliste madalaveeliste mereosade temperatuur võib aga pärast lühikest soojaperioodi uuesti kukkuda ning põhjustada suure osa koetud marja hukkamist või avaldada negatiivset mõju vastkoorunud kalade toidubaasile.
- 3) Jääkatte perioodi kestvus ja talvised veetemperatuurid. Kui kliima soojenemine toob kaasa külmade pika jääkattega talvede arvu langust, võib sellel olla positiivne mõju soojaveeliste kalade (rannakalanduse sihtliikide) populatsioonide seisule. Esimese elusuve lõpuks on nt noored ahvenad ja kohad veel suhteliselt väikesed, mistõttu esimene talv võib põhjustada suurt suremust. Lappalainen jt (2000) näitasid, et koha eriti suure suremuse esimesel elutalvel tekitas jahedale suvele järgnenud külm talv. Mudila liikide (*Pomatoschistus microps* ja *P. minutus*), kes on väärtuslike kalatoiduliste liikide peamiseks toidubaasiks, arvukus sõltus samuti esimese elutalve temperatuuridest (Parmanne ja Lindström, 2003). Mõnede teiste majanduslikult vähemtähtsate liikide (nt sügisel, enamasti novembris kudeva merisiia, *Coregonus lavaretus*) talvine temperatuurinõudlus on erinev. Juhul kui kudemisele järgneb kiire jäätumine on mari kaitstud talviste tormide eest. Kui aga jääkatet ei teki, võib lainetuse mõjul põhjast üles kerkinud sete katta marja, halvendada arenevate embrüote gaasivahetust ja põhjustada suurt suremust (Hudd *et al.*, 1988).
- 4) Tuuliste perioodide sageduse kasv. Tormiste ilmadega kaasnev lainetus halvendab ranna-aladel vee läbipaistvust, mis mõjutab kalade toitumistingimusi. Nt kõige nooremad lestad eelistavad toituda madalas vees (Sapota ja Kaminska, 1998), aga tormide korral peavad kalad sealt ajutiselt lahkuma. Samas võib tormidel olla ka positiivne mõju: aktiivsem lainetus võib mõned tavaliselt sügavale settesse kaevunud selgrootud kaladele kergemini kättesaadavaks muuta (Florin ja Lavados, 2010).
- 5) Kliimamuutuste mõju võõrliikide levikule. Kliima muutus võib kaasa tuua uute liikide ilmumise või juba olemasolevate uusasukate arvukuse tõusu. Nt hõbekogre *Carassius*

gibelio arvukuse hüppelise tõusu taga 1990. aastatel võisid olla mõned ebatavaliselt pikad ja soojad suved (Vetemaa *et al.*, 2005). See võib olla üheks põhjuseks mõnede karplaste (koger, säinas, särg) arvukuse vähenemisele. Viimasel kümnendil on Eesti vetes plahvatuslikult kasvanud Ponto-Kaspia vesikonnast pärineva ümarmudila (*Neogobius melanostomus*) arvukus (Sapota ja Skora, 2005). Läänemere lõunaosa põhjaelustiku kooslustes kohati juba domineerib biomassilt ümarmudil ning uuringud on näidanud tema toidukonkurentsi lestaga (Karlsson *et al.*, 2007). Läänemere soojenemine muudab Eesti rannikumere ümarmudila jaoks tõenäoliselt veelgi sobivamaks, mis võib kaasa tuua olulisi muutusi kogu kalastikus.

Olemasolevad kohanemismeetmed

Kliimamuutuste mõjudega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad.

8.3.2. Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele

Probleemid, võimalused, ohud

Eesti siseveekogudest on kalanduse, aga ka muu biomajanduse ning ökosüsteemiteenuste (mageveevarud, turism) seisukohalt kahtlemata kõige olulisemad Peipsi (3550 km²) ja Võrtsjärv (270 km²). Need kaks Eesti suurjärve andsid 2014. a kokku ligi 96% kutselise siseveepüügi kalasaagist; teiste siseveekogude (sealhulgas Emajõe, Narva jõe ja veehoidla) osa oli vaid ligi 4% saagist (Maaeluministerium, 2015). Harrastuspüügi saakide kohta andmed puuduvad. Siiski on sisevete kalandus viimastel kümnenditel vähenenud nii Eestis (Kangur *et al.*, 2008; Järvalt *et al.*, 2004) kui kogu Euroopas (Cowx, 2015). Enim on sisevete kalasaagid viimase 25 aasta jooksul vähenenud just Põhja- ja Lääne-Euroopa riikides (Cowx, 2015).

Kliimamuutuste vastassuunaline mõju erinevatele kalaliikidele. Eesti siseveekogudes (jõgedes ja järvedes) elavad kõrvuti üsna erinevate ökoloogiliste nõudlustega kalaliigid, kelle populatsiooni seisundile ja varude suurusele võivad prognoositavad kliimamuutused avaldada vastassuunalist mõju. Sooja ja sogast vett armastavatele töönduskaladele nagu koha *Sander lucioperca* ja latikas *Abramis brama* võib kliima soojenemine ja veekogude toitelisuse tõus teatud piirini olla positiivse mõjuga (Kangur *et al.*, 2007b, 2008; Ginter, 2012). Seevastu puhaste hapnikurikaste ja külmade mageveekogude asukatele nagu räabis *Coregonus albula*, Peipsi tint *Osmerus eperlanus m. spirinchus*, Peipsi siig *Coregonus lavaretus maraenoides* ja luts *Lota lota* muutub elukeskkond seoses kliima jätkuva soojenemisega ebasobivaks (Kangur *et al.*, 2007a, 2013; Jeppesen *et al.*, 2012). Pikaajalise eutrofeerumise ja kliimamuutuste koostoime tulemusena toimusid Peipsi kalastikus kõige olulisemad muutused kümnendi 1980/1990 vahetuse paiku (Kangur *et al.*, 2008). Peipsi kalakoosluses on toimunud oluline nihe puhta- ja külmaveelistelt kaladelt (räabis, Peipsi siig, luts, tint) koha ja latika domineerimise suunas (Kangur *et al.*, 2007b; 2008). Ahvenavarude suurenemisele võis kaasa aidata ka talvise sikutipüügi puudumine 2007/2008. a soojal, püsiva jääkatteta talvel (Kangur *et al.*, 2010).

Soojad talved ja ebapüsiv jääkate (või selle puudumine) võib kalavarusid mõjutada vastupidistes suundades. Võrtsjärve kaladele võivad ohtlikuks saada külmad talved ja madal veetase, mil madalad järveosad võivad põhjani läbi külmuda ja hapnikuaru võib madalas järves tunduvalt varem otsa saada kui kõrge veetaseme korral (Nõges jt, 2012). Hukuvad eelkõige angerjad, kes põhjamudas talvituvad (Järvalt *et al.*, 2005). Kui kliima soojenemine

toob kaasa pehmemad talved ja lühema jääkatte kestuse, siis väheneb Võrtsjärves hapnikupuuduse ja kalade talviste suremiste oht.

Mõne soojavee kalaliigi, nt koha, kes on Eestis oma levikuala põhjapiiri lähedal, ellujäämise tõenäosus võib soojemate talvede korral isegi suureneeda (Ginter, 2012). Seevastu külmaveeliste hilissügisel/talvel kudevate kalade (räabis, siig, luts) sigimise edukus sõltub otseselt aastati varieeruvatest jääoludest (Kangur *et al.*, 2015). Kui jääkate on ebapüsiv, st nõrk ja liikuv või puudub aeg-ajalt talve jooksul üldse, ulatub lainetuse mõju põhjani, mistõttu sügisel koetud mari võib mattuda setete alla ja hävida hapnikupuuduse tõttu (Kangur ja Kangur, 2014). Hilissügisel kudevatel külmavee kalaliikidel on kliima soojenemisega ilmselt raskem kohaneda kui kevadel kudevatel kaladel, sest kevadel kudejad saavad marja koorumist paremini kevadiste varieeruvate ilmastiku- ja toitumisolude järgi ajastada (Nyberg *et al.*, 2001).

Harrastuspüük, mida kliimamuutused otseselt mõjutavad, on kogu maailmas laienev trend kalavarude kasutamisel (Granek *et al.*, 2008; Arlinghaus ja Cooke, 2009). Meie ilmastikutingimuste tõttu on just talikalastus suhteliselt oluline harrastuspüügi vorm, mis toob kahtlemata suurt majanduslikku ja sotsiaalset kasu (Orru *et al.*, 2014). Olenevalt jääkatte kestvusest on võimalik harrastada talipüüki isegi kuni 4 kuud. Talikalastuse kõige atraktiivsemad ja populaarsemad paigad Eestis on Pärnu laht ja Peipsi järv, mida heade jääolude ja ilma korral külastab tippahooajal päevas tuhandeid harrastuskalastajaid, sealhulgas ka naaberriikidest (Lätist). Suvel on harrastuskalastajad rohkem hajunud väikejärvedele ja jõgedele, mis on avaveeperioodil populaarseimad kalastuspaigad (Keskkonnaministerium, 2013). Kuid sarnaselt töenduslikule püügile võib harrastuspüük (kuigi see on hajutatud ja näiliselt vähetähtis) negatiivselt mõjutada kalavarusid (Granek *et al.*, 2008; Arlinghaus, Cooke ja Potts, 2013), kuid Eestis selle kohta täpsemad andmed puuduvad. Kliima soojenemine võib muuta traditsioonilisi kalapüügi piirkondi ja ajavahemikke (Lehtonen, 1996). Talipüügi hooaeg võib lüheneda, kuna ennustatakse jääperioodi lühenemist (Shuter, Minns ja Fung, 2013).

Kalade sigimise edukust, varude suurust ja püügivõimalusi mõjutab otseselt **veetase** (Kangur *et al.*, 2000; Järvalt *et al.*, 2005). Veetase mõjutab tugevasti angerja väljapüüki Võrtsjärvest. Kõrge veetasemega aastatel (1979–1982, 1998, 2009) saadakse vähem saaki, kuna kõrge veetase muudab mõrrapüügi angerja suhtes väheedukaks (Järvalt, Kask ja Bernotas, 2010). Luhtade üleujutuse ulatus ja kestus on oluline paljude kevadel kudevate kalade, eelkõige haugi, kudemistingimustele (Kangur *et al.*, 2000; Järvalt *et al.*, 2005).

Ekstreemsete ilmastikunähtuste nii suvel (põud, kuumalained) kui ka talvel (ebapüsiv jääkate või selle puudumine) mõju kalade elukeskkonnale, sigimise edukusele ja ellujäämisele võib olla eriti drastiline. Christidis jt (2014) andmetel on erakordselt kuumade suvede esinemise tõenäosus Euroopas alates 2003. aasta kuumalainest oluliselt suurenenud ja seoses globaalsete kliimamuutustega prognoositakse edaspidi ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemist (IPCC, 2013; 2014). Eesti tähtsamad kalajärved Peipsi ja Võrtsjärv on suhteliselt madalad ning tuule ja lainetuse mõjul kergesti segunevad ega paku kuumalainete ajal külmaveelistele kaladele jaheda veega pelgupaiku (Kangur *et al.*, 2013) nagu nt sügavad Soome järved. Samuti võivad külmalembe kalaliikide (nt jõforell *Salmo trutta trutta* morpha *fario*, lõhi *Salmo salar*) elupaigad väheneda ka jõgedes ja väikejärvedes, kuid selle kohta täpsemad andmed Eestis puuduvad. Koos veeõitsengute sagenemisega soojemas kliimas võivad sagedeneda ka kalade massilised hukkumised (Nõges

ja Nõges, 2011; Kangur *et al.*, 2013) nagu see juhtus Uljaste järves 1993. aasta augustis (Ott, 1994).

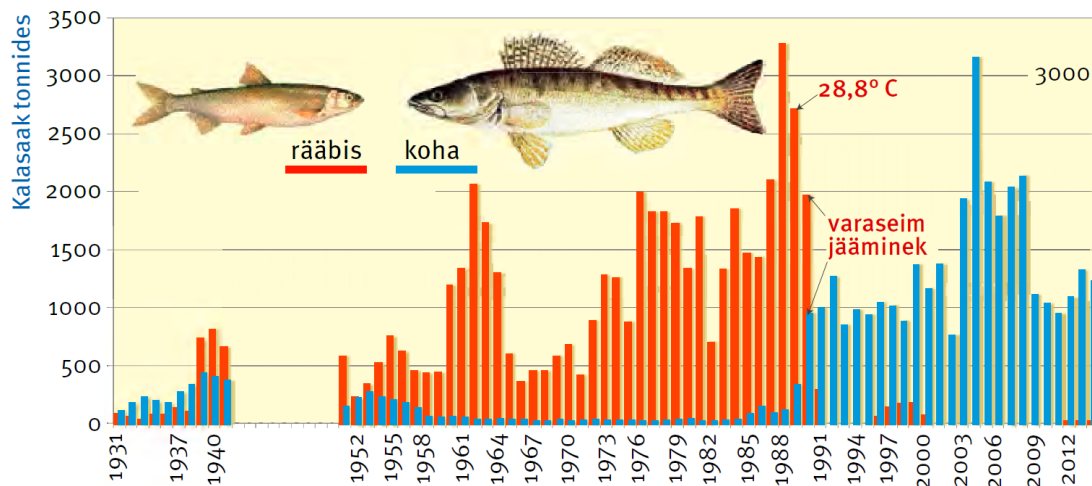
Kalanduse seisukohalt muutub **uute parasiitide ja võõrliikide probleem** seoses kliima soojenemisega meie veekogudes üha aktuaalsemaks, kuna võib oodata lõunapoolsete liikide (nt ümarmudila, *Neogobius melanostomus*) levila laienemist ja nihkumist põhja poole, kohalike liikide väljatõrjumist, liigilise tasakaalu häirumist ja ökosüsteemi ebastabiilsust. Eestis on viimasel ajal laialdaselt levinud ohtlik lõhilaste parasiit (*Tetracapsuloides bryosalmonae*), mis põhjustab kala noorjärgudel neeruhaigust ja kehvveresust ning võib kõrge veetemperatuuri juures sageli lõppeda kala surmaga (Dash ja Vasemägi, 2014).

Mineviku ilmastikunähtuste mõju sisevete kalastikule

Sisevete kalastikku mõjutavad korruga mitmed survetegurid, millest igäühe spetsiifilist mõju on raske eristada. Neist tähtsamad on: a) muutused ökosüsteemis (eutrofeerumine, vee kvaliteedi halvenemine, veeõitsengud, kalakoelmute mudastumine, nihked toiduahelates), b) kliimamuutustega seotud protsessid (veetaseme ja -temperatuuri kõikumised, ekstreemsed ilmastikunähtused, jääolud) ja c) ülemäärane püük (Kangur *et al.*, 2008; 2009). Pidev suuremate kalade selektiivne püük ja kliima soojenemine on põhjustanud kohapopulatsiooni noorenemist Peipsis ja Võrtsjärves (Ginter *et al.*, 2015).

Ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju. Kliima soojenemine suurendab tõenäoliselt toiteainete sise- ja väliskoormust järvedes soodustades otseselt eutrofeerumist (Jeppesen *et al.*, 2009) ning tugevdades eutrofeerumise ilminguid (veeõitsengud, kalade suremine) magevetes, eelkõige madalates järvedes (Jeppesen *et al.*, 2010b; Moss *et al.*, 2011). Peipsi eutrofeerumine kiirenes kuivadel veevaestel aastatel (Kangur *et al.*, 2003). Järved muutuvad enamasti eutroofsemaks soojenemisest põhjustatud veetaseme alanemise tagajärjel, mis soodustab veeõitsenguid ja mõjutab kalade kudemist litoraalis (Jeppesen *et al.*, 2015). Kliima edasisel soojenemisel võib oodata veetaseme veelgi suuremat aastatevahelist ja aastasisest varieerumist (Jeppesen *et al.*, 2015).

Veetemperatuuri aastasisese varieeruvuse muutused (nt kuumalained) koos teiste sünergistlike faktoritega (madal veetase, jätkuv eutrofeerumine) võivad madalates järvedes avaldada kalastikule potentsiaalselt tugevamat mõju kui sujuvad pikaajalised muutused keskmises veetemperatuuris või toiteainete koormuses (Kangur *et al.*, 2013). Hüppelise muutuse äärmuslik näide on rääbisepopulatsiooni hääbumine ligi veerandsaja aasta eest. 1980/1990 kümnendivahetuse paiku toimus Peipsi kalastikus märkimisväärne nihe eri toitumistüübiga kalaliikide vahelkorras: röövkala koha saagid suurenesid plahvatuslikult just enne rääbise kadumist (**Joonis 9**).

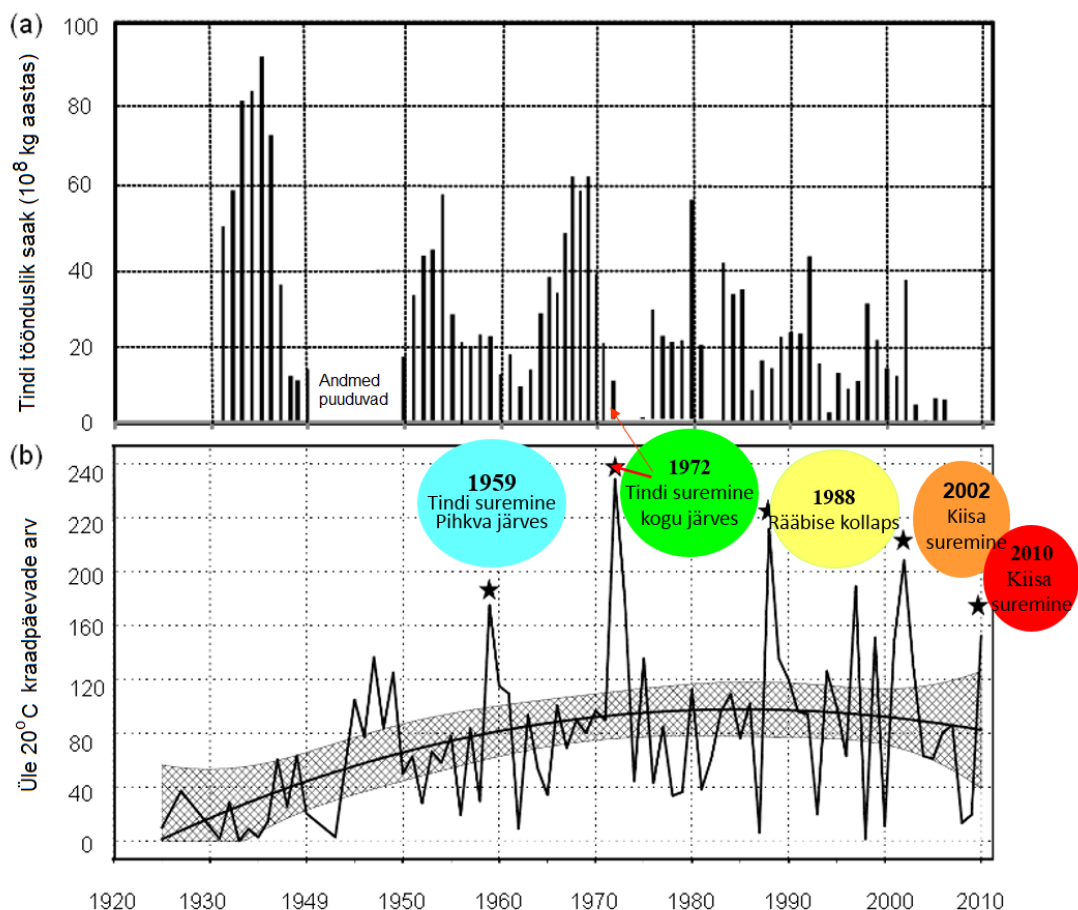


Joonis 9. Koha ja rääbise töenduslikud saagid Peipsist (Kangur ja Kangur, 2014 järgi).

1991. aasta rääbise kollapsi põhisüüdlane polnud tõenäoliselt siiski koha, vaid hoopis kolm järjestikust äärmusliku ilmastikuga aastat: erakordselt kuum 1988. aasta suvi koos tugeva veeõitsenguga ja kalade suremisega ning äärmiselt varane jääminek 1989. ja 1990. aastal. Tõenäoliselt ebaõnnestus rääbise sigimine Peipsis neil aastail täielikult (Kangur ja Kangur, 2014). Erinevalt Peipsist on Soome sügavates järvedes rääbisevarud enamasti taastunud ja jälle arvukad (Valkeajärvi *et al.*, 2010).

Peipsi ökosüsteemi üheks võtmeliigiks on tint, kes on toiduahelas vahelüli zooplanktoni ja röövkalade vahel. Tint on olnud läbi aegade Peipsis väga arvukas ja saagi suuruse järgi tähtsaim püügikala. 19. sajandi keskel oli Peipsis tinti nii palju, et tema saagid küündisid K.E. von Baeri arvestuste kohaselt 18400 tonnini (Tammiksaar, 2014), mis on neli korda enam kui praegu püütakse kõiki kalaliike kokku (2014. aastal – 4049 tonni, Maaeluministerium, 2015). Peipsi tindipopulatsioonis on toimunud perioodilisi tõuse ja langusi, kuid praeguseks on tema arvukus kahanenud ajaloolise miinimumini (**Joonis 10**). Pikaajaliste andmete regressioonanalüüs näitas maksimaalse suvise veetemperatuuri ja kõrge veetemperatuuriga (üle 20 °C) perioodi pikkuse olulist negatiivset efekti tindipopulatsiooni arvukusele üks-kaks aastat hiljem (Kangur *et al.*, 2007a). Kõrge temperatuuri mõju oli eriti tugev, kui sellega kaasnes madal veetase nagu 1972. ja 2002. aastal (Kangur *et al.*, 2005).

Viimase poolsajandi jooksul on kuumadel suvedel Peipsil korduvalt täheldatud kalade massilist suremist (**Joonis 10**). See on juhtunud aastatel kui kuumaperiood oli eriliselt pikk, veetemperatuur kõrge (kuni 26–28°C), veetase madal ning samaaegselt esines sinivetikate massiline vohamine ehk `veeõitseng`.



Joonis 10. Tindipopulatsiooni dünaamika ja üle 20 °C kraadpäevade arv Peipsis. Suuremad kalade suremised on näidatud. (Kangur *et al.*, 2011 järgi).

Kalade massilist suremist on Peipsil dokumenteeritud alates 1959. aastast; need juhud on sagenenud ning hõlmavad suurema ala (Kangur *et al.*, 2005, 2013). Kui varasemalt olid põhilisteks kannatajateks jaheda vee liigid nagu tint ja rääbis, siis viimaste kalade suremiste ajal (2002, 2010) täheldati mitmete kalaliikide, eriti suure hulga põhjaeluliste kiiskade ja noorkalade suremist (Kangur *et al.*, 2013). Kalade hukkumine oli tingitud veeõitsenguga kaasnenud mitme ebasoodsa teguri koosmõjust, millest olulisemad olid kõrge veetemperatuur, madal veetase, sinivetikate vohamisest tingitud ulatuslik ööpäevane vee hapnikusisalduse ja pH kõikumine (Kangur *et al.*, 2005, 2013). Lisaks läheb vetikate lagunemisel vabanev ammooniumioon aluselises vees (pH > 9) üle kaladele mürgiseks ammoniaagiks ja Peipsis vohavad vetikaliigid on ka ise toksilised.

Seega on tindipopulatsiooni langus kooskõlas veekeskonna soojenemisega, mis koos jätkuva eutrofeerumisega ning sinivetikaõitsengutega on oluliselt vähendanud populatsiooni edukust ja suurendanud otseselt tindi suremust.

Ilmselt pole külmalembesed kalad parasvöötme madalates järvedes võimelised nüüdiskliima ekstreemsustele vastu seisma (Kangur ja Kangur, 2014).

Olemasolevad kohanemismeetmed

Kliimamuutustega kohanemiseks eraldi meetmed puuduvad. Siiski võiks olla harrastuspüügi edendamine (tönduspüügi kõrval/asemel) kalanduse arendamisel oluline alternatiiv muutuvates kliimatingimustes, kus kalavarud vähenevad ja kõigile soovijatele kala ei jätku (Oru *et al.*, 2014). Harrastuspüük võimaldaks ökosüsteemiteenustest osa saada

suuremal hulgal inimestel kui suurfirmade töönduspüük. Harrastuspüük aitaks edendada turismimajandust laiemalt, panustades infrastruktuuri (majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) luua uusi töökohti ja tõsta inimeste heaolu nii rannakülades, kus on vähe alternatiivseid elatusallikaid, kui ka kaugemal (Orru *et al.*, 2014).

8.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

8.4.1. Riskid ja haavatavus: Läänemere ja sisevete kalastik ning kalandus

Kalanduse strateegia peaesmärk aastail 2014–2020 on Eesti kalanduse kui majandusharu jätkusuutlik arendamine ning kalatoodangu konkurentsivõime tõstmine sise- ja välisurgudel (Maaeluministeerium, 2013). Globaalsed ja regionaalsed kliimamuutused võivad oluliselt mõjutada kalamajanduslikult tähtsate ja kliimamuutustele vähem vastupidavate (tundlike) kalaliikide varude suurust, millest sõltuvad otseselt kutselise ja harrastusliku kalapüügi võimalused nii Eesti sisevetes kui ka Läänemeres.

Kalanduse seisukohalt on praeguste teadmiste juures olulisemad järgmised kliimategurid (kliimarisikid), mida käsitletakse mõjude analüüsil:

- **veetemperatuuri** tõus;
- **jääperioodi** lühenemine ja ebapüsiv jääkate;
- **jääkatte ulatuse** vähenemine Läänemeres;
- **ekstreemsete ilmastikunähtuste** (nt kuumalained, tormid) sagenemine;
- **sademete** hulga suurenemine;
- **veetaseme** aastasisese ja aastate vahelise varieeruvuse muutused.

Kalandus on senini väga **oluline majandusharu** mitmetes Läänemere ja Eesti suurjärvede rannapiirkondades, kus on suhteliselt vähe alternatiivseid tegevusalasid, ehkki tänapäeval on kalandus juba märgatavalt vähetulusam kui näiteks 1990. aastatel. Selle põhjuseks on ühelt poolt nii meres kui ka siseveekogudes mõne liigi osas vähenenud varud (Ådjers *et al.*, 2006; Järvalt *et al.*, 2004; Kangur *et al.*, 2008; Tammiksaar, 2014) kui ka märksa ebasoodsam majandusolukord. Viimane on isegi olulisem – pärast taasiseseisvumist on kala esmakokkuostuhinnad tõusnud märgatavalt vähem kui tootmiskulud (Vetemaa *et al.*, 2006). Siiski on kalandus jätkuvalt maainimeste oluline elatusallikas ja tähtis osa nende elustiilist. On selge, et kalavarude säilimisest, mis peegeldab ühtlasi veeökosüsteemide tervist ja stabiilsust, on huvitatud nii kohalikud elanikud kui kogu Eesti riik (nt Kangur *et al.*, 2011). Siiski on kalavarude seisundit ja kalanduse tulevikku muutuvates kliimatingimustes üsna keeruline prognoosida, kuna see sõltub mitmete inimtekkeliste survetegurite (ülepüük, reostus, eutrofeerumine) ja looduslike protsesside (nt veetaseme ja -temperatuuri muutused, ekstreemsed ilmastikunähtused, jääolud) koosmõjust, millest igapäevane spetsiifiline mõju on praeguste teadmiste juures raske eristada (nt Kangur *et al.*, 2011, 2013; Moss *et al.*, 2011).

Kalavarusid ei saa käsitleda omaette, st muust vee-elustikust ja veekogu keskkonnaseisundist lahus, kuna kalad sõltuvad kogu veeökosüsteemi struktuurist ja funktsioneerimisest. Kliimamuutused võivad mõjutada kalapopulatsioone ja –kooslusi **mitmete otseste ja kaudsete protsesside kaudu**, tavaliselt komplekselt läbi mitme veekogu samaaegselt toimiva muutuse. Näiteks on viimaste aastate uuringud Peipsil näidanud, et järve ökosüsteem on ebastabiilne ja selle edasist suundumust on keeruline prognoosida (nt Kangur *et al.*, 2011). Järve ökosüsteemi tasakaalu kadumine kujutab

potentsiaalset riski ühelt poolt bioloogilisele mitmekesisusele, ökosüsteemi tervisele ja funktsioneerimisele, teisalt ühiskonna jaoks olulistele kalavarudele (Kangur *et al.*, 2009). Seetõttu tuleb viimaste kasutamisse suhtuda suure ettevaatlikkusega, et mitte võimendada järves toimuda võivaid negatiivseid protsesse (Maaeluministerium, 2013). Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030 (2007) eesmärk on tagada kalapopulatsioonide hea seisund ning kalaliikide mitmekesisus ja vältida kalapüügiga kaasnevat kaudset negatiivset mõju ökosüsteemile ning kalavarude majandamisel lähtuda ökosüsteemist kui tervikust.

Etteantud kliimastenaariumitest (RCP4.5 ja RCP8.5; Luhamaa *et al.*, 2015) ja paljudest kalavarudega seotud teadusuuringutest (nt Järvalt *et al.*, 2010; Kangur *et al.* 2005; 2007a,b; 2013) lähtudes võivad kliimamuutused (riskid) koos mitmete inimtekkeliste surveteguritega mõjutada kalavarude suurust ja struktuuri (liigilist ja suuruselist koosseisu) 21. sajandi jooksul olulisel määral. Mitmete liikide varu on Eesti sisevetes ja Euroopas tervikuna vähenenud (Cowx, 2015). Sama kehtib mõne kalaliigi kohta Läänemeres (nt. Ådjers *et al.*, 2006). Sellised liigid on näiteks tursk ja angerjas (ICES, 2013). Samas, pärast taasiseseisvumisele järgnenud kollapsit, mille üheks olulisemaks põhjuseks oli ülepüük, on mõnede liikide varu (näiteks ahven ja haug Väinameres) viimasel kümnel aastal hoopis kasvanud (Eschbaum *et al.*, 2013). Kalaliikide varu olulist fluktuendumist võib prognoosida ka tulevikuks. Kiired keskkonnamuutused võivad sealjuures olukorda pigem halvendada. Seetõttu võib öelda, et kalandus kui looduslikel populatsioonidel põhinev majandusharu on kliimamuutustest tugevasti haavatav.

8.4.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

Kliimamuutused saavad Läänemere ja Eesti sisevete kalastikku mõjutada kahel põhimõttelisel viisil: läbi pikaajalise ühesuunalise muutuse (nt veekogud muutuvad soojemaks, püsivad jääd Läänemeres ja siseveekogudel ei teki) või küllalt juhuslike lühiajaliste äärmuslike ilmastikunähtuste (kuumalained, põud, soolase vee sissevoolud Läänemeresse) sageduse muutuse tõttu. Need mõjud võivad olla eri kalaliikide varudele positiivsed või negatiivsed, aga ka praeguste teadmiste juures teadmata suunaga.

Ekstreemsetest ilmastikunähtustest tingitud järsud režiimimuutused kalade elukeskkonnas võivad lühikese aja jooksul (isegi tundidega, Helfrich ja Smith, 2009) drastiliselt muuta erinevate kalaliikide ellujäämise võimalusi (Jeppesen *et al.*, 2012; Kangur *et al.*, 2013, 2015, submitted). Ekstreemsed ilmastikunähtused (kuumalained, tormid, ekstreemsed sajud) võivad potentsiaalselt vähendada ökosüsteemi stabiilsust ja suurendada tundlikkust toiteainete koormuse ja kalade suremiste suhtes (Jeppesen *et al.*, 2014; Moss *et al.*, 2011). Seoses globaalsete kliimamuutustega prognoositakse edaspidi ekstreemsete ilmastikunähtuste sagedamist (Christidis *et al.*, 2014; IPCC, 2013; 2014, Luhamaa *et al.*, 2015), mis tähendab, et nende mõju kalavarude suurusele ja liigilisele koosseisule võib lähitulevikus olla veelgi suurem ja mõju rakendumise tõenäosus kõrge.

Kuna ilmaekstreemsete esinemissageduse ja intensiivsuse muutusi ei suudeta praeguste teadmiste juures kuigi täpselt ette näha või on tegemist „olemuslikult kaootiliste protsessidega“ (Luhamaa *et al.*, 2015), jäävad muutused sisevete ja Läänemere kalastikus suures osas ettearvamatuks. Näiteks Läänemeres on soolsus peamine elustikukoosluste suuremõtmelist ruumilist muutlikkust määrav tegur (Maaeluministerium, 2013). Niisiis, praeguste teadmiste juures ette ennustamatud soolase vee sissevoolud Läänemeresse mõjutavad kalavarusid väga olulisel määral, olles kokkuvõtteks näiteks tursa puhul pikas plaanis olulisim tegur (Hussy, 2011). Soolase vee sissevoolud mõjutavad sügavalt ka Läänemere lesta (Nissling ja Dahlman, 2010). Luhamaa jt (2015) andmetel on sisevetes

toimuvate muutuste prognoosimise samuti väga ebamäärane, kuna sademete prognoosimises on palju ebamäärast ja see kandub paratamatult üle ka kõigisse sisevetega seotud protsessidesse. Pealegi pole Eesti kohta hetkel saadaval viimaste IPCC mudelite alusel tehtud sisevete modelleerimisi, mis tähendab, et olemasolevad andmed on sisuliselt vananenud (Luhamaa *et al.*, 2015). Eelnevast tulenevalt jääb kliimamuutuste positiivsete, negatiivsete ja teadmata suunaga mõjude hinnang kalandusele enamasti subjektiivseks eksperthinnanguks ning mõjude rakendumise tõenäosus on teadmata.

Läänemere ja sisevete kalavarusid mõjutavad kõige enam kalapüük, veekogude keskkonnaseisund ja kliimaatilised tingimused. Viimased kaks muutuvad aga suhteliselt aeglaselt ning seetõttu on nende mõju domineeriv just pikas perspektiivis. Kuna sisevete seisund võib muutuda kiiremini kui Läänemere oma, siis kajastuvad seal toimuvad keskkonnamuutused kiiremini ka kalavarus. Lühiajaliselt võivad teised faktorid nagu kalavarude looduslik varieerumine (mille põhjusi ei hakata siin loetlema), kalapüügipiirangud ja turu situatsioon avaldada tõenduslikule ja harrastuskalapüügile suuremat mõju kui kliimamuutused (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005). Lühi- ja keskpikas perspektiivis mõjutab meie veekogude kalakooslusi sageli kõige enam kalapüük. Kalapüügi mõjud aga omakorda võivad olla kestvuselt võrreldavad keskkonnatingimuste ja kliimaatiliste muutuste mõjuga.

Kliimamuutuste mõju kalaproduksioonile ja kalavarude suurusele sõltub kalastiku liigilisest koosseisust, erinevate liikide reaktsioonist kliimamuutustele, samuti veekogu üldise produktiivsuse muutustest (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005). Läänemeres ja Eesti sisevetes elavad kõrvuti üsna erinevate ökoloogiliste nõudlustega kalaliigid, kelle populatsiooni seisundile ja varude suurusele võivad prognoositavad kliimamuutused avaldada vastassuunalist mõju. Järgnevalt antaksegi ülevaade positiivsetest, negatiivsetest ja teadmata suunaga mõjudest kalanduse alavaldkondadele: Läänemere kalastik ja kalamajandus ning sisevete kalastik ja kalamajandus.

8.4.2.1. Alavaldkond: Läänemere kalastik ja kalandus

a) Kuni aastani 2020 võib ette näha Läänemere kalastikus ja kalavarudes samade tendentside jätkumist, mis on ilmsed juba praegu. Peamiseks kalaasurkondade arvukust mõjutavaks teguriks on eelkõige kalapüük. Siiski on oluline roll kalastiku struktuuri määramisel ka inimtekkelisel eutrofeerumisel. Muutlik ilmastik võib samuti mõjutada mitmete kalaasurkondade sigimist (nt. koha ja ahven), kuna selliste liikide puhul on tõestatud, et tugevate põlvkondade teke on seotud teatud keskkonnatingimustega (Heikinheimo *et al.*, 2012). Ekstreemsed ilmastikuolud võivad halvendada mõnede liikide kudetitingimusi (nt tugevad sügistorvid - merisiig; kevadine põud ja kõikuv temperatuur – ahven, haug) (**Tabel 107** mõju 8.01). Samas võivad ekstreemsed ilmastikutingimused ka teatud töõnduskalade arvukusele positiivselt mõjuda (mõju 8.02). Seda eelkõige kalapüügi pärssimise kaudu (nt tugevad sügistorvid ei võimalda kalapüüki), mis vähendab kalanduslikku suremust ning võib tugevate põlvkondade tekkimisele kaasa aidata (nt Verliin *et al.*, 2013) (mõju 8.02). Kahetine võib olla ka jääkatte kestvuse vähenemise mõju Läänemere kalandusele (mõjud 8. 03 ja 8.04). Kuigi see võib pärssida mitmete kalaliikide kudetitingimusi (nt merisiig, luts) (mõju 8.03) võib talvise harrastuspüügi võimaluste vähenemine teatud kalaasurkondade arvukusele ka positiivselt mõjuda (nt ahven) (mõju 8.04). Samas võimaldab pikem jäävaba periood kutseliste avavee-püügivahendite kasutamist pikema perioodi vältel ning mõjuda nii positiivselt rannakalandusele.

b) Kuni aastani 2030

Ette on näha juba ülal (kuni 2020) kirjeldatud tendentside jätkumist ja intensiivistumist.

c) 2021–2050

Oodata võib samasuunalisi kliimamõjusid Läänemere kalandusele kui perioodil kuni aastani 2030, kuid suure tõenäosusega on nad ulatuslikumad ja intensiivsemad. Temperatuuri tõusul peaks ökosüsteemide üldine produktiivsus suurenema, kalade kasv kiirenema ja produktiivsus suurenema, kuid see sõltub ka paljudest teistest faktoritest. Varajasemad ja soojemad kevaded ning hilisem talve saabumine võivad mõnede kalaliikide (ahven, koha) tugevate kohortide tekkele mõjuda pigem soodsalt kuna pikeneb kalade noorjärkudele soodne periood (**Tabel 107** mõju 8.13). Samuti väheneb tõenäoliselt kalade noorjärkude talvine suremus (mõju 8.11). Sademete hulga suurenemine võib tagada Läänemerre suubuvate jõgede piisavalt kõrge veetaseme kevadel ja sügisel, mis võib omakorda olla soodus anadroomsetele siirdekaladele (mõju 8.16; nt. lõhi, meriforell, vimb). Samas võib talvise lume akumulatsioonide puududes väheneda kevadiste üleujutuste tõenäosus ja ulatus märgaladel, mis ei ole soodus mitmetele niinimetatud pool-siirdekaladele (nt. haug, säinas ja särg, kes koevad valdavalt või ainult magedas vees, kuid veedavad suure osa aastast riimveelises Läänemeres). Negatiivselt võib kalastiku struktuurile mõjuda ka võõrliikide invasioonide tõenäosuse suurenemine (mõju 8.12). Temperatuuri tõus muudab siinse kliima kindlasti sobivamaks mitmetele lõunapoolse levikuga liikidele. Samas, magedamaks muutumine on merest sisse rändavatele liikidele takistuseks. Kahetine võib olla ka jääkatte kestvuse vähenemise mõju (mõjud 8.03 ja 8.04). Läänemere kalandusele. Talvise harrastuspüügi surve teatud kalaasurkondade arvukusele (nt ahven) väheneb. Samas võimaldab pikem jäävaba periood kutseliste avavee püügivahendite kasutamist pikema perioodi vältel ning see võib olla positiivse mõjuga rannakalandus-sektorile.

d) 2051–2100

Praeguste teadmiste juures võib eeldada, et kliimamuutuste mõjud kalandusele on samasuunalised, kuid juba ulatuslikumad ja äärmuslikumad (**Tabel 107** mõjud 8.01–8.04). Paraku ei ole võimalik ennustada millised sisuliselt vastandlikud tegurid mõjutavad nii kauges tulevikus merekeskkonda ja seega ka kalavaru rohkem. Näitena võib tuua hüpoteesi, et kõrge meretase võiks soodustada soolase vee sissevoole Läänemerre. Tormisemad ilmad on teine tegur, mis seda soodustab – sissevoolud leiavad tavaliselt aset mõnenädalaste tugevate tuulte perioodidel sügisel ja talvel. Kuigi lainetust ja sissevoole mõjutavaid tegureid analüüsitakse (nt Soomere *et al.*, 2015), ei saa nende ulatust kauges tulevikus seniste teadmiste baasil veel täpselt ette prognoosida. Teisest küljest – suurenenud sademed muudavad Läänemere kindlasti magedamaks, mis ongi vastassuunaline mõju. Vaadeldes minevikku ja tänapäevast majandusolukorda võib aga prognoosida seda, et kalapüük kui lihtsalt tooraine varumine muutub tulevikus ilmselt siiski vähemtähtsamaks kui tänapäeval. Tuuliste ilmade kasv, tehnoloogia areng ja energiapuudus muudab tulevikus ilmselt veelgi atraktiivsemaks merre tuuleparkide rajamise. Kuigi tuuleparkidel ei ole kindlat negatiivset mõju kalavarule ei ole nendes tavaliselt traalpüük lubatud. Kuna meremadalike (parkide rajamiseks sobivaimad alad) ääred, niinimetatud „pardad“ on traalijate lemmikkohad, võivad ägeneda konfliktid kahe erinevat tüüpi merega seotud ressursi kasutajate vahel. Suurenev meretransport võib tõsta võõrliikide sisenemise ohtu. Sellele aitab kaasa temperatuuritõus (mõju 8.12), sest paljudele merelistele ja lõunapoolsetele

mageveeliikidele ei ole talvel külmuv veekogu tüüpiline elupaik. Võõrliike kui ühte suurt tuleviku ohtu kalandusele tõstab esile ka Rootsi hüdro meteoroloogia instituudi kliimamuutustega kohanemise strateegia (SMHI, 2015).

8.4.2.2. Alavaldkond: sisevete kalastik ja kalandus

a) Kuni aastani 2020

Ette võib näha sisevete kalastikus ja kalavarudes samade tendentside jätkumist, mis on ilmsed juba praegusel ajal: arvukuse muutused toimuvad vastupidistes suundades oligotroofse (vähetoitelise) ja jahedama vee lembeste kalade populatsioonides (nt rääbis *Coregonus albula*, Peipsi siig *C. lavaretus*, luts *Lota lota*, tint *Osmerus eperlanus* morpha *spirinchus*, harjus *Thymallus thymallus*, jõforell *Salmo trutta* morpha *fario*), kelle arvukus võib väheneda ja levila kitseneda, võrreldes soojaveeliste kaladega (nt karplased: särg *Rutilus rutilus*, latikas *Abramis brama*, säinas *Leuciscus idus*; koha *Sander lucioperca*, ahven *Perca fluviatilis*) (**Tabel 108** mõju 8.05). Vastavalt liikide vahekorra muutustele sisevete kalastikus võib muutuda ka põhiliste püügiobjektide vahekord. Jääkatteperioodi lühenemisel ja ebapüsival jääkattel võib olla kalavarudele vastandlik mõju (mõjud 8.07, 8.08 ja 8.09). Jääkatteperioodi lühenemine ja ebapüsiv jääkate võib vähendada kalade kevadtalvise suremise riski hapnikupuuduses (mõju 8.09), seda eriti madalates järvedes nagu Võrtsjärv. Samas võib see negatiivselt mõjutada hilissügisel/talvel kudevate kalade nagu rääbis, siig ja luts sigimise edukust ja varude suurust (mõju 8.07), kuna ebapüsiva jääkate korral või selle puudumisel ulatub lainetuse mõju põhjani, mistõttu sügisel koetud mari võib mattuda setete alla ja hävida (Kangur ja Kangur, 2014). Lisaks võib jääkatteperioodi lühenemine vähendada talvise harrastuspüügi võimalusi (mõju 8.08) ja seega negatiivselt mõjutada ka talvist kalaturismi, mis on praegu eriti populaarne Peipsil. Madalate järvede ja jõgede kalakoosluse struktuur võib olla väga tundlik veetemperatuuri tõusu, eriti ekstreemsete ilmastikunähtuste (kuumalained, põud) ja pikaajalise eutrofeerumise koostoime suhtes, mis põhjustab tugevaid veeõitsenguid, õist hapnikupuudust vees ja kalade suremist (mõju 8.06). Ekstreemsed ilmastikunähtused (kuumalained, tormid, ekstreemsed sajud) võivad potentsiaalselt vähendada ökosüsteemi stabiilsust ja suurendada tundlikkust toiteainete koormuse ja kalade suremiste suhtes (Jeppesen *et al.*, 2014, Moss *et al.*, 2011).

b) Kuni aastani 2030

Samad tendentsid võivad jätkuda ja muutuda veelgi intensiivsemaks kui eelmisel kümnendil. Külmaveeliste kalade varud võivad veelgi kahaneda (**Tabel 108** mõju 8.05), kuna Eesti põhilised kalajärved – Peipsi ja Võrtsjärv - on suhteliselt madalad ja kergesti segunevad, mistõttu neis puuduvad külma veega pelgupaigad kuumalainete ajal (Kangur *et al.*, 2013). Samal ajal võivad saada suurema eelise soojavee kalaliigid (nt. koha, karplased) (mõju 8.05), kes eelistavad ka toiteaineterikkamaid elupaiku. Kuumalained ja pikaajaline põud ning sellega kaasnevad veeõitsengud ja kalade suremised võivad oluliselt mõjutada madalate järvede ja jõgede kalakoosluse struktuuri ja kalavarusid (mõju 8.06), eriti siis, kui ei suudeta piirata veekogude toiteainetega rikastumist ja seega eutrofeerumise otseseid ja kaudseid mõjusid kogu veeökosüsteemile. Kliima soojenemine võib kaasa aidata ka invasiivsete võõrliikide ning uute kalaparasitide ja haiguste levikule, mis mõjutavad negatiivselt kalavarusid (mõju 8.10).

c) 2021–2050

Oodata võib samasuunalisi kliimamõjusid sisevete kalandusele kui perioodil kuni aastani 2030, kuid need võivad olla ulatuslikumad ja intensiivsemad (**Tabel 108** mõjud 8.05 kuni 8.10). Temperatuuri tõusul peaks magevee ökosüsteemide üldine produktiivsus suurenema, kalade kasv kiirenema ja produktiivsus suurenema, kuid see sõltub ka paljudest teistest faktoritest (nt antropogeenne eutrofeerumine). Keskmise temperatuuri tõus talvel ja kevadel peaks vähendama kalade noorjärkude suremust külmade talvede tõttu (mõju 8.14). Mõne soojavee kalaliigi, näiteks koha, kes on Eestis oma levikuala põhjapiiri lähedal, ellujäämise tõenäosus võib soojemate talvede korral suureneeda (Ginter, 2012). Keskmise temperatuuri tõus suvel ja sügisel võib ühelt poolt suurendada veeõitsengute tõenäosust ja seega negatiivseid mõjusid kalavarudele (mõju 8.06), teiselt poolt aga pikeneb kalade noorjärkude sügisene kasvuperiood, nad kasvavad enne talve suuremaks (nt koha) ja suuremate kalade talve üleelamise tõenäosus suureneb (mõju 8.15). Aasta keskmise sademete hulga suurenemine peaks tähendama siseveekogude kõrgemat veetaset, mis mõjub soodsalt kalade (nt haugi) sigimisele (mõju 8.17). Aastane jääkatte periood jõgedel ja järvedel on vähenenud kõrgematel laiuskraadidel ja kõrgemal merepinnast (Gebre *et al.*, 2014) ja tõenäoliselt väheneb see käesoleva aastasaja lõpuni veelgi (IPCC, 2013). See mõjub soodsalt soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjärkude) talvitumistingimustele (mõju 8.14). Samas jääga seotud harrastuspüügi koormus kalavarudele väheneb, millel võib olla negatiivne sotsiaalne ja majanduslik mõju, kuna selle kalandussektori tulud vähenevad (mõju 8.08). Globaalne soojenemine tähendab lühemat jääkatte perioodi ja see mõjutab negatiivselt lõhilaste talvist aktiivsust ja produktsiooni (Watz *et al.*, 2015). Jääkatte olemasolu jõgedes aga vähendab jõeforelli (*Salmo trutta m. fario*) stressi ja suurendab aktiivsuse taset (Watz *et al.*, 2015). Kliima soojenemisega kaasnev soojusrežiimi muutus võib oluliselt mõjutada näiteks lõhilaste kõige varasemaid arengustaadiume (1–3 kuud), kes on eriti tundlikud temperatuuri tõusu suhtes (mõju 8.07) ja seega ohustatud (Simčič *et al.*, 2015).

d) 2051-2100

Praeguste teadmiste juures võib eeldada, et kliimamuutuste mõjud kalandusele on samasuunalised, kuid juba ulatuslikumad ja äärmuslikumad. Kuna sisevetes toimuvate protsesside prognoosid on väga ebamäärased (Luhamaa *et al.*, 2015), on nii kauges tulevikus üsna keeruline ette näha, mis juhtub sisevete kalavarudega, kuna mõjud võivad olla vastandlikud.

Tabel 107. Kliimamuutuste mõjud Läänemere kalastikule ja kalandusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik (konkreetsed stsenaariumid puuduvad)	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.01	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad halvendada mõnede kalaliikide kudemistingimusi (nt. tugevad sügistorid - siig; kõikuv kevadine temperatuur - ahven, haug)	-	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.02	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad pärssida kalandussuremust kuna ilmastik ei võimalda tööduspüüki	+	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.03	Jääkate puudumine võib halvendada mõnede liikide (nt. merisiig, luts) kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad	+	väike	väike	keskmine	otsene	Pärnu maakond
Kuni 2030	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.01	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad halvendada mõnede kalaliikide kudemistingimusi (nt. tugevad sügistorid - siig; kõikuv kevadine temperatuur - ahven, haug)	-	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude esinemine sageneb	8.02	Ekstreemsed ilmastikunähtused võivad pärssida kalandus suremust kuna ilmastik ei võimalda tööduspüüki	+	väike	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.03	Jääkate puudumine võib halvendada mõnede liikide (nt. merisiig, luts) kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkate paksus ja ulatus Läänemeres vähenevad	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad	+	väike	väike	keskmine	otsene	Pärnu maakond
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.11	Noorjärkude suurem külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.12	Uute võõrliikide invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.13	Noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb talvel, suvel ja sügisel	8.16	Jõgede kõrge veetase mõjub soodsalt anadroomsete kalade sigimisele	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb kevadel	8.16	Jõgede kõrge veetase mõjub soodsalt anadroomsete kalade sigimisele	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jää paksus vähenenud, jäävaba ala palju ulatuslikum	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi koormus kalavarudele väheneb	+	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jää paksus vähenenud, jäävaba ala palju ulatuslikum	8.03	Külmalembeste kalaliikide (merisiig) kudemitingimused halvenevad, majanduslikult vähenevad jääga seotud harrastuspüügi sektori tulud	-	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.11	Kalade noorjärkude suremus külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.12	Uute võõrliikide invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.13	Kalade noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aastakeskmine sademete hulk suureneb	8.16	Jõgede kõrge veetase mõjub soodsalt anadroomsete kalade sigimisele	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatet merel ei teki	8.04	Jääga seotud harrastuspüügi koormus kalavarudele väheneb	+	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades

Period	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatet merel ei teki	8.03	Külmalembeste kalaliikide (merisiig) kudetingimused halvenevad, majanduslikult vähenevad jääga seotud harrastuspüügi sektori tulud	-	keskmine	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Pärnu-, Lääne-, Saare-, Hiiumaal, Lääne-Viru ja Ida-Viru maakondades

Tabel 108. Kliimamuutuste mõju sisevete kalastikule ja kalandusele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kumi 2020	senine ilmastik (konkreetsed stsenaariumid puuduvad)	Siseveekogude temperatuur tõuseb	8.05	Senine liikide vahekord kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahekord	0	väike	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude (kuumalainete) esinemine sageneb	8.06	Kalade suvised suremised võivad sagedeneda, külmaveeliste (nt rääbis, siig luts, tint) ja põhjaeluliste kalade varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.07	Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, rääbis) sigimistingimused, varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.08	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused siseveekogudel vähenevad	+	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.09	Kalade suremised kevad-talvel hapnikupuuduses võivad väheneda	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
Kumi 2030	senine ilmastik	Suvine veetemperatuur tõuseb	8.05	Liikide vahekord kalastikus (külmalembeste varud kahanevad; soojalembestel kasvavad) võib muutuda	0	väike	väike	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Ekstreemsete ilmaolude (kuumalainete) esinemine sageneb	8.06	Kalade suvised suremised võivad sagedeneda, külmaveeliste (nt rääbis, siig luts, tint) ning põhjaeluliste kalade varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	kõrge	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.07	Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, rääbis) sigimistingimused halveneivad, varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.08	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad	-	väike	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.09	Kalade suremised kevad-talvel hapnikupuuduses võivad väheneda	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	senine ilmastik	Keskmine veetemperatuur kasvab	8.10	Uute võõrliikide, parasiitide ja haiguste invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.14	Noorjärkude suremus külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.10	Uute võõrliikide, parasiitide ja haiguste invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.15	Noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb, talve üleelamise tõenäosus suureneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.06	Veeõitsengute sagedus ja kestus suureneb, kalade suremised sageduvad ning vastavad mõjud kalavarudele kasvavad.	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb talvel, suvel ja sügisel	8.17	Siseveekogude kõrgem veetase mõjub soodsalt kalade sigimisele	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aasta keskmine sademete hulk suureneb kevadel	8.17	Siseveekogude kõrgem veetase mõjub soodsalt kalade sigimisele	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.14	Soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjärkude) talvitumise tingimused võivad paraneda	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.07	Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, rääbis) sigimistingimused halvenevad, varud ja saagid võivad väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate	8.08	Jääga seotud harrastuspüügi võimalused vähenevad						Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.14	Kalade noorjärkude suremus külmade talvede tõttu väheneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur talvel ja kevadel kasvab	8.10	Uute võõrliikide, parasiitide ja haiguste invasiooni tõenäosus suureneb	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.15	Kalade noorjärkude sügisene kasvuperiood pikeneb, talve üleelamise tõenäosus suureneb	+	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Keskmine temperatuur suvel ja sügisel kasvab	8.06	Veeõitsengute sagedus ja kestus suureneb, kalade suremised sagenevad, vastavad mõjud kalavarudele kasvavad	-	keskmine	väike	madal	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Aastakeskmine sademete hulk suureneb	8.17	Siseveekogude kõrgem veetase mõjub soodsalt kalade (nt haugi) sigimisele	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate, mõnel aastal jääd ei teki	8.14	Soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjärkude) talvitumistingimused võivad paraneda	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkateperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate, mõnel aastal jääd ei teki	8.07	Külmalembeste hilissügisel ja talvel kudevate kalaliikide (nt siig, luts, rääbis) kudetingimused halvenevad	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5; RCP8.5	Jääkatteperioodi lühenemine, ebapüsiv jääkate, mõnel aastal jääd ei teki	8.08	Jääga seotud harrastuspüük väheneb, mõnel aastal pole see üldse võimalik	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Kogu Eesti, oluline mõju Viljandi-, Põlva-, Tartu-, Jõgevamaal, Ida-Viru ja Lääne-Viru maakondades

8.4.3. Mõjude kokkuvõte

Kliimastenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 põhjal tõusevad 21. sajandi jooksul märgatavalt õhu- ja veetemperatuurid ning suureneb sademete hulk, mis võivad oluliselt mõjutada kalavarude suurust ja liigilist koosseisu Läänemeres ja Eesti sisevetes (**Tabel 107** ja **Tabel 108**). Kliimamuutustel võib olla vastassuunaline mõju külmaveeliste ja soojaveeliste kalade varude suurusele. Nagu tabelist nähtub võivad kalavarude suurust ja seeläbi kalandust tugevasti mõjutada veetemperatuuri aastasisese käigu (sesoonsuse) muutused, millest sõltub kalade sigimise edukus, põlvkondade tugevus ja järelkasvu suurus. Veetemperatuuri pikaajalisel järkjärgulisel muutusel võib olla kalavarudele väiksem mõju kui järskudel režiimimuutustel (nt kuumalainetel, soolase vee sissevooludel Läänemerre), mis võivad kalade elukeskkonda lühikese aja jooksul drastiliselt muuta. Ekstreemsete ilmastikunähtuste (nt kuumalainetel, soolase vee sissevooludel Läänemerre) mõju kalavarudele võib olla eriti tugev, kuid neid ei suudeta ette näha, mistõttu mõjude hinnangud kalandusele jäävad subjektiivseteks ja rakendumise tõenäosus üsna määramatuks.

8.4.4. Piiriülelised aspektid

Läänemere ja ka Peipsi järve ning teiste piiriveekogude puhul tuleb kliimamuutuste mõjude hindamisel ja kohanemismeetmete väljatöötamisel arvestada piiriüleseid aspekte.

Enamiku (üle 80%) Eesti kalatoodangust moodustavad Läänemerest püütavad kilu ja räim (Eschbaum *et al.*, 2014). Nende liikide varud paiknevad aga enamasti Läänemere avaosas ning seetõttu koordineerib nende varude kasutamist Rahvusvaheline Mereuurimisnõukogu (*International Council for the Exploration of the Sea – ICES*). Lisaks kilule ja räimele on Eesti vetest püütavatest kaladest rahvusvaheliselt majandatavad veel tursk, lest ja lõhi. Nende liikide varude seisundit hinnatakse analüütiliselt ning nende kasutamine on reguleeritud rahvusvaheliste ekspertrühmade poolt, mis tegutsevad ICES-e koosseisus. Analüütilise kalavarude hindamise puhul arvestatakse enamasti ka kliimaatiliste tingimuste mõjuga uuritavale asurkonnale. Samas on sellised analüüsid enamasti kaunis lühiajalised.

Enamik Läänemere rannakalanduse seisukohalt olulisi kalaliike on sageli piirkondliku väheliikiva eluviisiga (nt ahven) ja seetõttu ei ole rahvusvaheline koostöö nende liikide osas nii intensiivne kui kilu, räime, tursa, lesta ja lõhi puhul. Selgitamaks aga ökosüsteemsete ja kalanduslike mõjude rolli rannakalanduse jaoks oluliste liikide dünaamikas tegutseb HELCOM-i juures HELCOM FISH-PRO II ekspertgrupp, mis hindab kalastikus toimuvaid muutusi ökosüsteemse, indikaatoritel põhineva meetodi kaudu (HELCOM, 2012). Senised tulemused viitavad, et ehkki antropogeenne eutrofeerumine avaldab Läänemere rannakalanduse sihtliikidele väga olulist mõju, on vähemalt piirkondlike erinevuste peamiseks põhjuseks siiski kalapüük (Ådjers *et al.*, 2006; HELCOM 2012). Seega on tõenäoline, et ka erinevate kliimaatiliste muutuste ilmnemisel on kliimategurite ja kalandussurve mõju väikesel skaalal raske eristada ning rahvusvaheline koostöö võimaldab kindlasti hinnata nende mõjude olulisust kogu Läänemere lõikes.

Ligi 95% Eesti sisevete kalatoodangust tuleb käesoleval ajal Peipsi järvest, mille keskkonnaseisundit saab parandada ja kalavarusid saab jätkusuutlikult kasutada ainult koostöös Venemaaga. Nii Eesti kui Vene teadlased ja ametiisikud on üldiselt seisukohal, et Peipsi seisund ei ole hea ja vajab parandamist (Riigikontroll, 2012). Peamiseks probleemiks on järve eutrofeerumine ehk toitainetega, eriti fosfori- ja lämmastikuühenditega rikastumine, mis põhjustab muutusi järve ökosüsteemis, kalavarude vähenemist, vee kvaliteedi halvenemist ning

kriitilistel juhtudel sinivetikate vohamist, millest tingitud vetikamürgid ohustavad nii vee-elustikku kui ka suplejate tervist (Riigikontroll, 2012).

Euroopa Liidu määrused ei reguleeri kalapüüki siseveekogudel. Peipsi, Pihkva ja Lämmijärve kalapüügi korraldus tugineb Eesti Vabariigi ja Vene Föderatsiooni valitsuse vahelise koostöö kokkuleppel. Sellega määratakse mõlema poole suurim lubatud kogupüük ja muud meetmed kalavaru kaitsmiseks. Keskkonnaministeerium (2015).

8.5. Edasised uuringusuunad

Teadmislünkade täitmise üheks tõhusamaks viisiks võiks olla **koostöö parandamine** erinevate osapoolte (nt klimatoloogide, hüdrobioloogide, kalamajanduse spetsialistide) vahel. Eesti kalanduse strateegia 2014–2020 (Maaeluministeerium, 2013) kohaselt on oluline arendada koostööd teadus-, arendus- ja haridusasutuste ja ettevõtja vahel selleks, et toetada tootearendusliku ja tehnoloogilise võimekuse suurendamist, sh sinist majanduskasvu, suurendada teadus- ja arendusasutuste võimet pakkuda ettevõtetele vajalikke lahendusi ja teenuseid ning toetada kvalifitseeritud tööjõu olemasolu läbi elukestva õppe. Oluline on ka rahvusvaheline koostöö, et **õppida teiste maade kogemustest**.

Kalanduse sektoris võib praeguste teadmiste juures ja arvestades senist kogemust ette näha järgmiste uurimissuundade vajalikkust:

- **Harrastuspüügi seire.** Eestis puudub detailne ja usaldusväärne pidevalt ajakohastatav ülevaade harrastajate poolt püütud kalakogustest (Maaeluministeerium, 2013). Seetõttu ei saa mõnes piirkonnas mitmete kalaliikide (nt ahvena) puhul kuigi täpselt hinnata tegelikku püügikoormust ja püügi mõju kalavarudele. Oluline on silmas pidada, et harrastuslik ja kutseline kalapüük koosmõjus ei ületaks kalavarude jätkusuutliku kasutamise tagamiseks seatud püügimahte (Maaeluministeerium, 2013).
- Veeökosüsteemid on väga kompleksed. Seetõttu on vaja kompleksseid uuringuid - mis protsessid reguleerivad kalavarusid, nende reaktsiooni kliimamuutustele? Kalavarude jätkusuutlikuks kasutamiseks ja majandamiseks on vaja usaldusväärset teaduslikku teavet keskkonnamuutuste kohta, mis mõjutavad kalapopulatsioone. Näiteks on vaja teavet kalade elupaikade ja kalapopulatsioonide vahel, samuti kliimamuutuste ja veekeskonna muutuste vahel.
- Kalavarude seire tulemusi tuleks senisest rohkem **integreerida muu elustiku seire tulemustega**. Kalavarude majandamisel tuleks arvestada ka ökosüsteemi kui tervikuga, sest kalastiku seisund võib kaskaadselt mõjutada toiduahela erinevaid lüüsid, nt zoo- ja fütoplanktoni vahelkorda veekogus.
- **Ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju** uuringud kalanduse valdkonnas on Eestis algusjärgus. Valgla mõju veeökosüsteemidele suureneb, seetõttu on vaja uuringuid, kuidas vähendada eutrofeerumist muutuvates kliimatingimustes.
- Vaja on teaduslikku teavet **kalade toitumissuhete muutuste** kohta muutuvates kliimatingimustes, sest need mõjutavad kalavaru (nt kohavarusid Peipsis).
- Viimaste IPCC mudelite alusel tehtud sisevete modelleerimisi Eestis pole, andmed on sisuliselt vananenud (Luhamaa *et al.*, 2015). Seetõttu on sisevetes toimuvate protsesside prognoosimine väga ebamäärane.

Selle meetme oluline tegevus on **kalavarude täpsem ja oskuslikum teadmispõhine majandamine** (nt alammõõtude optimeerimine, paremate kudemistingimuste loomine, ajaliste ja ruumiliste püügipiirangute seadmine); püügikoormuste vastavusse viimine muutunud varudega. Seda 1 prioriteetsusklassi regulatiivset meetet tuleks rakendada kohe, et kahjusid ära hoida. Meetme mõju avaldub kutselistele ja harrastuskaluritele, nende püügivõimalustele. Kutseliste kalurite vastuseisu tõttu võib selle rakendamine olla keerukas. Seetõttu on vajalik koostöö ametnike, teadlaste ja kutseliste kalurite (ettevõtete) vahel; õigusaktide järgimine, vajadusel täiendamine.

Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt eutrofeerumine, reostus) vähendamine, mida inimene saab muuta.

Kalad sõltuvad kogu veeökosüsteemi struktuurist ja funktsioneerimisest; neid ei saa käsitleda muust vee-elustikust ja veekogu keskkonnaseisundist lahus. Kalastiku kohanemist kliimamuutustega saab suurendada vältides kalavarude kahjustumist muu inimtegevuse tulemusel ja kindlustades geneetilise mitmekesisuse säilimine, mis on organismide kohanemisvõime aluseks (Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change, 2005). Nt saab kliimamuutuste negatiivset mõju kalade elukeskkonnale kompenseerida vähendades toiteainete väliskoormust (Scheffer *et al.*, 2015). Seda suuri investeeringuid nõudvat meetet on vaja kohe piiriülevalt rakendada, et suuri kahjusid ära hoida. Rahvusvaheliste kokkulepete sõlmimise ja elluviimise takistuste tõttu võib selle rakendamine olla keerukas nt Peipsil või Läänemeren. Nendel piiriveekogudel tuleb kliimamuutuste kohanemismeetmete väljatöötamisel ja rakendamisel alati arvestada **piiriüleseid aspekte**. Nt võib Vene Föderatsiooni seisukoht Peipsi ühisvaru majandamisel oluliselt erineda Eesti omast, mis nõuab pidevat kompromisside otsimist.

Kokkuvõttes katsuvad kõik esimese taseme meetmed kalavaru säilitada ja kalasaake hoida ligilähedaselt samal tasemel isegi halvemates kliimaoludes.

Muutuvates kliimatingimustes väheneva varu kasutamist tõhustavad meetmed (2. taseme meetmed)

Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et tönduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine (Vabariigi Valitsuse tegevusprogramm 2015–2019, p 8.38).

Peamine tegevus on vähenevate kalavarude otstarbekam ja efektiivsem kasutamine (nt harrastuspüügi edendamise või rannaelanike väikesemahulise kalapüügi võimaldamise kaudu).

Oluline on **harrastuspüügi edendamine** tönduspüügi kõrval või asemel. Tegemist on kalanduse arendamise olulise alternatiiviga muutuvates kliimatingimustes, kus kalavarud vähenevad ja kõigile soovijatele kala kui elatusvahendit nagnii ei jätku. Seega tuleks üritada igast kalast maksimaalset kasu saada. Harrastuspüük on põhiline mageveekalade varude ja paljude rannikukalade varude kasutamise vorm enamikes arenenud riikides ja paljudes arengumaades (Arlinghaus *et al.*, 2002; FAO 2012; Gwinn *et al.*, 2015) ning ka Eestis tõusev trend. Harrastuskalastuse osakaalu tuleks suurendada eeskätt hinnatumate liikide nt haugi ja lõhilaste puhul. Harrastuspüük võimaldaks looduslikust kalatoodangust osa saada suuremal hulgal inimestel kui suurfirmade tönduspüük. Samuti aitaks see edendada turismimajandust laiemalt, panustades infrastruktuuri (nt majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel või merel) luua uusi töökohti ja tõsta inimeste heaolu nii rannakülades, kus on vähe alternatiivseid elatusallikaid, kui ka kaugemal (Oru *et al.*, 2014). Kokkuvõtteks, **igast kalast piirkonda jääv tulu on harrastuspüügi puhul suurem kui tönduspüügi puhul**. Kuigi ideaalis saaks kutselist kalapüüki hästi asendada harrastuslikuga, ei ole kalavaru kvaliteet selleks sugugi kõikjal piisav ja globaliseerumise tingimustes otsitakse üha enam Eestist atraktiivsemaid,

eksootilisemates kohtades kalastamise võimalusi. Meetme rakendamine võib olla keerukas, kuna kutselised kalurid on püügivõimaluste vähenemise vastu, ent arvukad harrastuskalastajad hindavad tegevust kindlasti positiivselt. Sealjuures on vajalik hea koostöö ametnike, teadlaste ja kutseliste kalurite (ettevõtete) vahel; õigusaktide järgimine, vajadusel täiendamine. Üsna suured kulud riigile on seotud võimalike toetuste väljamaksmisega, infokampaaniaga, keskkonnainspektsiooni töö tõhustamisega, seaduse muutmisega.

Keskse tähtsusega on **rannaelanike väikesemahulise kalapüügi võimaldamine tööndusliku kalapüügi vahenditega.**

Lisaks harrastuspüügi edendamisele tuleks teise alternatiivina otsida paremaid võimalusi lubamaks rannaelanikele väikesemahulist kalapüüki võrkudega või muude tööndusliku kalapüügi vahenditega. Selline katse Eestis kunagi tehti, kuid mõned aastad hiljem loobuti. Tänapäevaks oleme siiski jõudnud olukorda, kus rannakülade eksisteerimise jätkumist soodustaks pigem, näitlikult öelduna, kümme kolme võrguga püüvat muul elualal töötavat inimest (kelle jaoks see võimalus leivakõrvast hankida ja looduses viibida oleks ilmselt tugev motiiv ääremaal edasi elada) kui üks kolmekümne võrguga püüdev kutseline kalur. Teisalt – tuleb tunnustada, et tõelistel ääremaaladel püüavad nagunii paljud, ent sageli ilma mingi õiguseta, lihtsalt röövpüüdjana. Piiratud „igameheõiguse“ sisseseadmine aitaks seega leevendada ka konflikti seaduslike võimaluste ja „reaalse elu vajaduste“ vahel ja seda mõnel pool Põhjamaades hästi töötavat süsteemi võiks ka Eestis ühe tuleviku alternatiivina uuesti kaaluda.

Kala (sh väheväärtusliku kala) ulatuslikum ja parem väärindamine. Kogu kalasaak töödeldakse ja seda müüakse võimalikult vähe töötlemata kujul, tagades seega kalandussektori suurema tulukuse. Need meetmed võimaldavad tõsta kohaliku kalatoodangu konkurentsivõimet sise- ja välisturgudel, saada suuremat rahalist tulu ja luua rannapiirkondades uusi töökohti. Meede on kulukas, kuna eeldab mahukaid investeeringuid kalatöötlemisettevõtete rajamisel.

Kalandusest elatuvatele inimestele alternatiivseid sissetulekuallikaid otsivad meetmed (3. taseme meetmed)

Õigeaegne alternatiivsete elatusallikate loomine rannapiirkondades ning rannaelu mitmekesistamine

Kui ülal loetletud meetmed tulemust ei anna ja kalandusest elatuvate inimeste heaolu pidevalt väheneb, siis tuleb õigeaegselt tegeleda alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale jne) leidmise ja arendamisega rannapiirkondades. Maaeluministerium 1) toetab Eesti maaelu arengukava 2014-2020 meetme „Investeeringud majandustegevuse mitmekesistamiseks maapiirkonnas mittepõllumajandusliku tegevuse suunas“ elluviimise kaudu sellise maaettevõtluse edendamist, millega säilitatakse või luuakse uusi konkurentsivõimelise palgaga töökohti (p 19.2) ning 2) edendab igakülgset Euroopa Merendus- ja Kalandusfondi 2014-2020 rakenduskava meetme „Kogukondlikult juhitava kohaliku arengu strateegia“ kaudu põllumajandus-, metsandus- ja kalandusvaldkonna ühistegevust saavutamaks paremaid positsioone tarneahelas (p 19.3) (Vabariigi Valitsuse tegevusprogramm 2015–2019).

Meetmega soodustatakse otseselt ettevõtluse arengut ja uute konkurentsivõimelise palgaga töökohtade loomist rannapiirkondades. Meedet oleks vaja rakendada kohe, et rannaelanike lahkumine neist piirkondadest peatuks ja elujärg paraneks. Samas väheneks ka surve looduslikele kalavarudele.

Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine (rõhutatud ka Vabariigi Valitsuse tegevusprogrammis 2015–2019, p 19.2, p 19.3).

Meede võimaldab säilitada kalanduses tegutsevate inimeste elatusallikad kliimatilistest teguritest tingitud muutuste ilmnemisel looduslikes kalapopulatsioonides. Samuti tuleks kompenseerida seniste põhiliste püügiobjektide varude vähenemisel kalanduses saamatajääv tulu teiste kalaliikide suurenenud kasutamise või siis ka kunstliku taastoomise abil (et nt ülepüügi või jõesuudmete kinnikasvamise tõttu madalseisu sattunud kalapopulatsioonid kiiremini taastuks). Siia kuulub ka võõrliikide (nt hõbekoger, ümarmudil) kasutamise propageerimine. Seda saab soodustada otseste toetusmeetmetega.

Komplekssed uuringud ja seire – teaduslik info meetmete aluseks (4. taseme meetmed)

Siiani on informatsioon kalavaru olukorra ning selle parandamiseks võimalike meetmete kohta piiratud, s.t. teaduslik info on puudulik. Eelkõige võib **kalavarude suuruse ebatäpne hinnang** tulevikus saada kliimamuutustega kohanemise strateegia elluviimisega seotud riskiks.

Kalavarused reguleerivate protsesside kompleksed uuringud

Kalavarude jätkusuutliku kasutamise ja majandamise aluseks lähtudes ökosüsteemist kui tervikust peaks olema usaldusväärne teaduslik informatsioon kalapopulatsioonide mõjutavate keskkonnamuutuste kohta. Prognooside parandamiseks on vaja kompleksseid uuringuid selgitamiseks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (kliima ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks kalavarude majandamisel on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega, sest kalastik sõltub kogu ökosüsteemi struktuurist ja toimimisest ning võib omakorda kaskaadselt mõjutada toiduahelate erinevaid lüüsid, nt zoo- ja fütoplanktoni vahelkorda veekogus. Uuringute eesmärgiks on **rakendada teaduslikult põhjendatud ja põhjalikult planeeritud kliimakohanemise meetmeid kalanduse valdkonnas üle Eesti.**

Lisaks töönduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest (Vabariigi Valitsuse tegevusprogramm 2015–2019, p 8.38) ning seega vältida kalavarude üleekspluateerimist. Sarnaselt töönduspüügile võib ka harrastuspüük (kuigi see on hajutatud ja näiliselt vähetähtis) negatiivselt mõjutada kalavarusid (Granek *et al.*, 2008; Arlinghaus, Cooke ja Potts, 2013). Kuid Eestis puudub siiani uuringutel põhinev ülevaade harrastajate poolt püütud kalakogustest (Maaeluministerium, 2013). Seetõttu ei saa mõnes piirkonnas mitmete kalaliikide (nt ahvena) puhul kuigi täpselt hinnata tegelikku püügikoormust. Oluline on silmas pidada, et harrastuslik ja kutseline kalapüük koosmõjus ei ületaks kalavarude jätkusuutliku kasutamise tagamiseks seatud püügimahte (Maaeluministerium, 2013). Selleks on vajalikud kokkulepped erinevate huvirühmade vahel. Harrastuspüügi seire kui esimese prioriteetsusklassi meede on kulukas, kuna eeldab väga mahuka andekogumise struktuuri tööerakendamist. Siiski on kulud just esialgu suured, hiljem on igaaastased kulud väiksemad.

Ülaltoodud kohanemismeetmed kalanduse alavaldkonnas on esitatud koondina all (**Tabel 109**) ning meetmete hinnang ja kogumaksumus kuni aastani 2030 (**Tabel 110**). Meetmete mõju avalikkusele on üldiselt positiivne, kuna need aitavad säilitada looduslikke kalavarusid ja ära hoida negatiivseid keskkonnamõjusid. Mõningat vastuseisu võib ette näha kutseliste kalurite poolt, kuna nende püügivõimalused ilmselt vähenevad tulevikus. Samuti tuleb Läänemeresel ja Peipsil arvestada piiriüleseid aspekte.

Tabel 109. Kalanduse valdkonna meetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
8.1.	Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahetamine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise ja liigisisese geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile	Kalade suvised suremised võivad sageda, külmaveeliste (nt räabis, siig, luts, tint) ja põhjaeluliste kalade varud ja saagid võivad väheneda. Senine liikide vahetamine kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahetamine. Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, räabis) sigimistingimused, varud ja saagid võivad väheneda. Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu.
8.2.	Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine	Ekstreemsete ilmaolude (kuumalainete) esinemise sagedamine, aastakeskmine temperatuuritõus, aastakeskmine sademetehulga kasv, siseveekogude temperatuur tõus, jääkateperioodi lühenedamine, ebapüsiv jääkate, aastakeskmine sademete hulk suurendamine, vooluvete tasemete ühtlustamine ja kevadise suurvee vähenedamine
8.3.	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töõnduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.	Kalade suvised suremised võivad sageda, külmaveeliste (nt räabis, siig, luts, tint) ja põhjaeluliste kalade varud ja saagid võivad väheneda. Soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjarkude) talvitumise tingimused võivad paraneda. Senine liikide vahetamine kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahetamine. Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, räabis) sigimistingimused, varud ja saagid võivad väheneda. Jääga seotud harrastuspüügi võimalused võivad väheneda. Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu.
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada .	Senine liikide vahetamine kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahetamine. Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurendamise tõttu, veetemperatuuri tõusu ja sademete hulga suurendamise, jääperioodi lühenedamine ning äärmuslike ilmastikuolude sagedamine tõttu.
8.5.	Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades	Senine liikide vahetamine kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahetamine. Kalasaak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurendamise tõttu, veetemperatuuri tõusu ja sademete hulga suurendamise, jääperioodi lühenedamine ning äärmuslike ilmastikuolude sagedamine tõttu.
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine	Looduslik kalasaak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurendamise tõttu, veetemperatuuri tõusu ja sademete hulga suurendamise, jääperioodi lühenedamine ning äärmuslike ilmastikuolude sagedamine tõttu.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
8.7.*	<p>Lisaks töönduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest</p>	<p>Kalade suvised suremised võivad sagedeneda, külmaveeliste (nt räabis, siig luts, tint) ja põhjaeluliste kalade varud ja saagid võivad väheneda. Soojalembeste kalaliikide (nt koha noorjarkude) talvitumis tingimused võivad paraneda. Senine liikide vahekord kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahekord. Hilissügisel ja talvel kudevate kalade (nt siig, luts, räabis) sigimistingimused, varud ja saagid võivad väheneda. Jääga seotud harrastuspüügi võimalused võivad väheneda. Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu.</p>
8.8.	<p>Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.</p>	<p>Senine liikide vahekord kalastikus võib muutuda; vastavalt muutub põhiliste püügiobjektide vahekord. Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku ja konkurentsi tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu, veetemperatuuri tõusu ja sademete hulga suurenemise, jääperioodi lühenemise ning äärmuslike ilmastikuolude sagedenemise tõttu.</p>

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Tabel 110. Kalanduse valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamise keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Kesk kond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
8.1.	4	4	4	4	4	5	3	5	5	5	3	5	3	100 000	49
8.2.	4	4	4	4	4	4	1	5	5	3	1	5	1	10 000 000	40
8.3.	4	4	5	4	4	5	3	5	5	3	5	5	2	800 000	49
8.4.*	3	5	3	4	4	3	3	4	3	3	3	5	1	6 000 000	40
8.5.	4	4	3	4	3	3	2	4	5	3	3	5	1	1 500 000	40
8.6.	3	5	3	4	4	2	2	4	3	3	3	5	1	5 000 000	38
8.7.*	4	3	4	4	3	5	3	4	5	5	5	5	1	4 900 000	47
8.8.	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	1	2 500 000	51

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

8.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Kalanduse valdkonnas tuleks kliimakoormuse meetmete ellurakendamisel muuta ja täiendada olemasolevaid õigusakte; uusi õigusakte pole praeguste teadmiste juures siiski vaja kehtestada (**Tabel 111**). Võimalikud muudatused õigusaktidesse on seotud kalandusalaste teadusuuringute ja seire tulemustega, mille alusel tuleks muuta püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside vahetada ning reguleerida püügikoormust, et töenduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse. Sealjuures on vajalik hea koostöö ametnike, teadlaste, kutseliste kalurite (ettevõtete) ja harrastuskalastajate organisatsioonide vahel. Harrastuspüügi seire on võimalik lülitada keskkonnaseire seadusega reguleeritavate alaprogrammide alla, vajadusel täiendades nende eesmärgi. Püügikvootide määramisel ja kalade elupaiku muutuvates kliimatingimustes säilitada püüdvate meetmete (nt inimtekkelise eutrofeerumise ja reostuse vähendamine) rakendamisel on oluline koostöö Läänemerd ümbritsevate riikide vahel (HELCOM) ning Peipsil Eesti – Vene piiriveekogude kaitse ja säästliku kasutamise ühiskomisjonis sõlmitud kokkulepete raames.

Tabel 111. Kalanduse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
8.1.	Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töenduspüük) vahetada, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise ja liigisisese geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile	KeM määrused, Kalapüügiseadus, Kalapüügiseadus
8.2.	Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine	HELCOM, KeM määrused
8.3.	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töenduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.	KeM määrused, Kalapüügiseadus, Kalapüügiseadus
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada .	Kalapüügiseadus, Kalapüügiseadus
8.5.	Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades	Eesti maaelu arengukava 2014-2020, Euroopa Merendus- ja Kalandusfondi 2014-2020 rakenduskava
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine	Eesti maaelu arengukava 2014-2020, Euroopa Merendus- ja Kalandusfondi 2014-2020 rakenduskava
8.7.*	Lisaks töenduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest	Keskkonna seire seadus, KeM määrused, Kalapüügiseadus, Kalapüügiseadus
8.8.	Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik	Kalapüügiseadus, Kalapüügiseadus

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
	kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.	

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

8.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Kuna kalavarude seisund sõltub kogu veeökosüsteemi struktuurist ja toimimisest nii Läänemeres kui ka Eesti sisevetes, on kalanduse valdkonna kohanemismeetmetel oluline ühisosa vastavalt mere- ja mageveeökosüsteemide meetmetega (3.1, 3.3, 4.1, 5.1). Need meetmed on suunatud põhiliselt punkt- ja hajukoormuse ning reostuse vähendamisele, et tagada kalade elupaikade ja seeläbi kalavarude säilimine muutuvates kliimatingimustes. Piiriveekogudel Peipsil ja Läänemeres sõltub nende meetmete õigeaegne ja tõhus rakendamine rahvusvaheliste kokkulepete täitmisest. Kalanduse valdkonna kohanemismeetmel, mis on seotud alternatiivsete elatusallikate leidmisega rannapiirkondades, on oluline seos turismimajanduse arendamisega (nt majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel või merel jne) ja vastavate toetusmeetmetega (tegevus 10.1.7). Kalanduse valdkonna kompleksuuringud on sageli seotud teiste valdkondade uuringute ja seirega (nt kliimamuutuste suhtes tundlike liikide iga-aasatane seire (tegevus 3.2.2)). Vastavad seosed on toodud järgnevalt (**Tabel 112**).

Tabel 112. Kalanduse valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
8.1.	Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise ja liigisese geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile	8.2.Sõltub kalade elupaikade kaitsemeetmetest
8.2.	Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine	3.1, 3.3, 4.1, 5.1 Sõltub rahvusvaheliste kokkulepete täitmisest, näiteks Peipsil või Läänemeres
8.3.	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töõnduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.	ei sõltu
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärimine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada .	ei sõltu
8.5.	Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades	10.1.7. Sõltub turismimajanduse ja majandustegevuse mitmekesistamise meetmetest maapiirkonnas

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud meede
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine	ei sõltu
8.7.*	Lisaks töönduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailseid ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest	8.8. Sõltub kalavarusid reguleerivate protsesside kompleksetest uuringutest.
8.8.	Komplekssed uuringud selgitamiseks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.	1.1.5, 3.2.2 Sõltub rahvusvaheliste kokkulepete täitmisest, nt Peipsil või Läänemerel

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

8.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Meetmete rakendamine on vajalik koheselt, eesmärgiks tuleb tagada muutuvates kliimatingimustes kalavarude jätkusuutlikkus ja kalandusest sõltuvate inimeste heaolu (sissetulekud). Enamikku kohanemismeetmeid tuleks rakendada perioodil 2017–2020, et muutuvates kliimatingimustes suuri kahjusid kalavarudele ja seega kalandusele tervikuna ära hoida. Allpool on esitatud meetmete prioriteetsus, kiireloomulisus ja maksumus (**Tabel 113**), ning nimetatud meetmed vastavalt nende rakendamise perioodile (**Tabel 114** ja **Tabel 115**). Meetmeid, mis tuleks rakendada perioodil 2031–2050 ja perioodil 2051–2100, pole eraldi välja toodud, kuna praeguste teadmiste juures eeldatakse kahel eelmisel perioodil rakendatud kalandusalaste kohanemismeetmete jätkumist. Ehkki enamikke meetmeid tuleb rakendada kohe, võib oluliste tulemusteni jõudmine võtta aastaid. Samuti eeldab mitmete meetmete rakendamine pidevat seiret ja teadusuuringuid, mille alusel kohandada kalavarude kasutamist. Vastavate meetmete rakendamine on pidev protsess vähemalt lähematel aastakümnetel.

Tabel 113. Kalanduse valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
Rakendada perioodil 2017–2020	1	4	8 300 000	19 800 000
	2	2	11 500 000	
	3	-	-	
Rakendada 2021–2030	1	0	0	11 000 000
	2	2	11 000 000	
	3	-	-	
Rakendada 2031–2050				
Rakendada 2051–2100				

Kokku		8	30 800 000	30 800 000

Tabel 114. Kalanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
8.1.	Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise ja liigisisese geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile
8.2.	Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine
8.3.	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töõnduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada .
8.5.	Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine
8.7.*	Lisaks töõnduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest
8.8.	Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Tabel 115. Kalanduse valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
8.3	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töõnduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada.
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine.
8.7.*	Lisaks töõnduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Järgnevatel perioodidel (2031–2050) ja (2051–2100) eeldatakse praeguste kalanduse valdkonna kliimakohanemise meetmete jätkumist, mida rakendati perioodil 2017–2030, kohandades neid vastavalt pideva seire ja teadusuuringute tulemustele.

Meetme rakendamise eest vastutavate asutustena on määratletud Keskkonnaministeerium ja Maaeluministeerium, mille haldusalasse kuuluvad kalavarude jätkusuutlikkuse tagamisega seonduvad tegevused (**Tabel 116**).

Tabel 116. Kalanduse valdkonnas meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Nt Keskkonnaministeerium (KeM)	8		30 800 000
Maaeluministeerium (MeM)		8	30 800 000

Järgnevalt on toodud kalandusalaste meetmete rakendamise geograafiline ulatus (**Tabel 117**). Lisaks riiklikule tasandile on pooltel meetmetel ka riigipiire ületav mõju, kuna need puudutavad piiriveekogusid ja ühise kalavaru kasutusega seotud riike.

Tabel 117. Kalanduse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme järk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
8.1.	Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töõnduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise ja liigisisese geneetilise struktuuri häirimist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)
8.2.	Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)
8.3.	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töõnduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada .	Riiklik tasand (üle Eesti)
8.5.	Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades	Riiklik tasand (üle Eesti)
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine	Riiklik tasand (üle Eesti)

8.7.*	Lisaks töönduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest	Riiklik tasand (üle Eesti)
8.8.	Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)
8.1.	Püügirežiimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töönduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise ja liigisisese geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)
8.2.	Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)
8.3.	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töönduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada .	Riiklik tasand (üle Eesti)
8.5.	Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades	Riiklik tasand (üle Eesti)
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine	Riiklik tasand (üle Eesti)
8.7.*	Lisaks töönduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest	Riiklik tasand (üle Eesti)
8.8.	Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.	Riigipiiri ületav (Läänemere, Peipsil)

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

8.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Meetmete elluviimise edukust näitavad mitmesugused kalandusuuringud ja seire ning tulemuste rakendamine teaduslikult põhjendatud ja põhjalikult planeeritud kalavarude jätkusuutlikkust, samuti kalandusest sõltuvate inimeste heaolu (sissetulekuid) tagavates tegevustes. Meetmete rakendamise tulemuslikkusest kalanduse valdkonnas annab ülevaate **Tabel 118**.

Tabel 118. Kalanduse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
8.1.	Püügireziimi ja kalavarude kasutamise erinevate viiside (harrastuskalapüük ja töönduspüük) vahekorra muutmine, tagamaks liikide maksimaalne jätkusuutlik varu tase, ning võimalikult suure majandusliku ja rekreatiivse kasu saamine, vältides sealjuures kalapüügiga kaasnevat kalastiku liigilise ja liigisisese geneetilise struktuuri häirumist ja negatiivset mõju veeökosüsteemile	Kalavarude liigiline ja liigisisene geneetiline struktuur (nt röövkalade arvukus ja suuruseline koosseis, röövkalade-saakkalade vahekord) on optimaalne. Kalandusest saadav tulu on lähedal teoreetiliselt võimalikule maksimumile.	Kalavarude struktuur on häiritud mitmetes kalamajanduslikult tähtsates veekogudes; kalanduse tulukus on madal	Kalavarusid kasutatakse võimalikult säästlikult ja efektiivselt; kalandusest saadav tulu on maksimaalselt võimalik.
8.2.	Kalastikku kahjustavate muude tegurite (nt inimtekkeline eutrofeerumine, reostus) vähendamine	Riiklikus seires kasutatavad vee füüsikalise-keemilised ja elustikukoosluste struktuuri iseloomustavad näitajad (Keskkonnaministri määrus nr 44, 2009).	Veekogumite ökoloogiline seisund viimaste seireandmete põhjal	Veekogude ökoloogiline seisundiklass vähemalt hea
8.3.	Püügikoormuse reguleerimine tagamaks, et töönduslik ja harrastuslik kalapüük koosmõjus ei ületaks lubatud püügimahtusid, mis tagaks kalavarude jätkusuutlikkuse; illegaalse kalapüügi piiramine.	Kalavarude vähenemine peatub (või vähemalt aeglustub), röövkalade arvukus suureneb, kalaasurkond ei mõjuta oluliselt negatiivselt veeökosüsteeme.	Mitmete kalaliikide varud vähenevad ja kalavarud (nt röövkalade ja saakkalade suhe) pole tasakaalus paljudes veekogudes.	Kalavarude vähenemine on meetmete rakendamisel peatunud; kalaasurkonnad on tasakaalus ega mõjuta negatiivselt veeökosüsteeme.
8.4.*	Muutuvate kalavarude otstarbekam kasutamine: kala (sealhulgas ka väheväärtuslike kalade) ulatuslikum ja parem väärindamine. Tuleks üritada igast kalast maksimaalselt kasu saada .	Kalavarude optimaalne kasutamine ja kalatoodete konkurentsivõime sise- ja välisurgudel on tagatud, kuna kalasaak töödeldakse (seda müüakse võimalikult vähe töötlemata kujul), tagades seega kalandussektori suurema tulukuse.	Kalasaaki ei väärindata piisavalt, kalanduse tulukus on madal.	Kala (sh väheväärtuslikku kala) maksimaalne töötlemine, kalatoodete konkurentsivõime ja tulukus on tagatud.
8.5.	Alternatiivsete elatusallikate (nt turismimajanduse	Mitmekesised uued töökohad rannapiirkondades	Rannapiirkondades pole piisavalt	Rannapiirkondades on loodud uued

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
	arendamine – majutus, söögikohad, parklad, transport püügikohale järvel jne) leidmine rannapiirkondades	on loodud, inimeste lahkumine on peatunud ja rannaelanike elujärg on paranenud.	töökohti, inimesed ei leia rakendust ja lahkuvad .	konkurentsivõimelise palgaga töökohad.
8.6.	Kalakasvatuse kui alternatiivse toorkala allika ning kalandusega tegelevate inimeste elatusallikaga varustaja soodustamine	Eesti elanike varustatuse määra kvaliteetsete kodumaiste kalatoodetega.	Kuna looduslikud kalavarud vähenevad, pole Eesti elanike varustatus kõrgekvaliteediliste kalatoodetega piisav.	Eesti elanike varustatus kvaliteetsete kodumaiste kalatoodetega on tagatud.
8.7.*	Lisaks töönduspüügi seirele harrastuspüügi seire rakendamine, mis võimaldaks saada detailse ja usaldusväärse pidevalt ajakohastatava ülevaate harrastajate poolt püütud kalakogustest	Eestil tekib iga-aastane senisest täpsem ülevaade kalavarude kasutamisest.	Usaldusväärne ja pidevalt uuenev teave kalavarude kasutamisest riigil puudub .	Üle Eesti rakendatud usaldusväärne harrastuspüügi seire, mis võimaldab riigil saada iga-aastase täpsema ülevaate kalavarude kasutamisest
8.8.	Komplekssed uuringud selgitamaks välja, mis protsessid reguleerivad kalavarusid (ilmastiku ja inimtekkeliste muutuste koosmõju uuringud). Teadmispõhiste otsuste tegemiseks on vajalik kalavarude seire tulemusi paremini siduda muu elustiku- ja keskkonnaseirega.	Usaldusväärne teaduslik informatsioon kalapopulatsioone ja -kooslusi mõjutavate keskkonnamuutuste kohta, mis on aluseks nende jätkusuutlikul majandamisel muutuvates kliimatingimustes.	Eesti riigil puudub vajalik informatsioon looduslike protsesside ja inimtekkeliste muutuste koosmõju kohta kalavarudele.	Kompleksuuringud kalapopulatsioone ja -kooslusi mõjutavate survetegurite koosmõju kohta läbi viidud; kalavarude seire piisavalt seostatud muu elustiku- ja keskkonnaseirega.

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäid meetmed 8.4 ja 8.7 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

9. Ulukid ning jahindus

Randveer, Tiit; Tullus, Hardi; Jäärats, Andres
Eesti Maaülikool, metsandus- ja maaehitusinstituut

9.1. Sissejuhatus

Kliima muutumine põhjustab eeldatavalt muutusi Eesti fauna liigilises koosseisus ja liikide arvukuses (populatsioonide suuruses). Võib prognoosida lõunapoolsete liikide Eestisse jõudmist. Karusloomafarmidest ja tarastatud jahifarmidest pärit ulukite või lemmikloomade vabasse loodusse jõudmisele võib järgneda nende aklimatiseerumine ja iseseisev paljunemine. Tekib vajadus stimuleerida osa liikide küttimist ja võtta kaitsemeetmeid väheneva arvukusega põlis-ulukiliikide kaitseks.

Kliimamuutuste mõju ulukitele saab olla kas vaadeldavale liigile otsene või kaudne st muutuvate tingimuste mõjuna haiguste ja parasiitide levikule. Osa metsloomadega seotud haigusi ja parasiite võivad olla suureks riskiteguriks inimeste ja lemmikloomade tervisele.

Kliimatingimuste muutumisel võib prognoosida mõne uluki arvukuse intensiivset suurenemist, mis tähendab omakorda tugevat mõju selle liigi toidubaasile. Kui toidubaasist ühe osa või peamise osa moodustavad majanduslikult väärtuslikud komponendid (nt metsakultuurid või põllumajanduskultuurid), põhjustab see ühiskonnas vajaduse kehtestada keerukas ja kulukas kahjustuste korvamise ning vastavate ulukiliikide arvukuse reguleerimise süsteem.

Jahindus on tänapäeval stabiilses ühiskonnas ja loodustingimustes eelkõige hobiga tegelemine, vaba aja veetmise viis. Kliimamuutused võivad tuua meile uusi liike, mida tuleb asuda tõrjuma ja samas võivad osad liigid hakata kaduma ja neid tuleb kaitsta. Seega ühiskond (riik) võib panna jahimeestele teatud uued kohustused ja tuleb muuta nt jahiseadust ja ka jahipidamise eesmäärke. Neid uusi kohustusi tuleb ühiskonnale selgitada ja kujundada ka ühiskondlikku arvamust jahinduse ja jahimeeste suhtes.

Valdkond on jagatud kolmeks alateemaks:

- **ulukite liigid, arvukus ja haigused;**
- **ulukite toidubaas ja kahjustused;**
- **jahindus sotsiaalse tegevusena.**

9.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Kliimamuutuste mõju ulukite fauna koosseisule ja jahindusele Eestis prognoositakse asjakohaste teadusartiklite põhjal, millised käsitlevad juba täheldatud kliimamuutuste mõju nii siin kui ka mujal maailmas. Väga väärtuslikku infot antud kontekstis annab siinse teriofauna kujunemisele pühendatud uuringute analüüs. Baltikumi suurimetajate fauna koosseisus toimunud muutusi holotseenis aset leidnud kliimamuutuste taustal on J. Lepiksaar, K. Paaver ja L. Lõugas põhjalikult uuritud ja neid andmeid võib (ettevaatlikult) tulevikku ekstrapoleerida. Lisaks oleme tutvunud ja mingil määral kasutanud teiste riikide

poolt väljatöötatud kliimamuutustega kohanemise strateegiate (nt Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005; Adapting to Climate Change...A Report to the National Commission on Energy Policy and the Hewlett Foundation) ulukimajanduse osa. Ulukiasurkondades toimuvate muutuste hindamisel ja osaliselt ka prognoosimisel tugineb Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ulukiseire osakonna iga-aastastele aruannetele.

Mõjude analüüs

Kliimamuutuste mõju ulukite fauna koosseisule ja jahindusele Eestis prognoositakse kliimastenaariumide (Luhamaa *et al.*, 2015) alusel ja asjakohaste teadusartiklite põhjal, millised käsitlevad juba täheldatud kliimamuutuste mõju nii siinmail kui mujal maailmas. Paljude võimalike mõjude prognoosimisel lähtutakse eksperthinnangutest. Väga väärtusliku infot antud kontekstis annab siinse teriofauna kujunemisele pühendatud uuringute analüüs. Baltikumi suurimetajate fauna koosseisus toimunud muutusi Holotseenis aset leidnud kliimamuutuste taustal on J. Lepiksaare, K. Paaveri ja L. Lõugase poolt põhjalikult uuritud ja neid andmeid võib (ettevaatlikult) tulevikku ekstrapoleerida. Ekstreemsete ilmastikunähtuste (tormide) mõju kohta ulukiasurkondadele on lähiajaloost üks näide: 1967 a. augustitormi järgset hirvlaste arvukuse kiiret kasvu on kirjeldanud ja selle põhjusi analüüsinud Jaan Naaber (1998). Lisaks oleme tutvunud ja mingil määral kasutanud teiste riikide poolt väljatöötatud kliimamuutustega kohanemise strateegiate (nt Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005; Adapting to Climate Change: Agency Science Needs to Adapt Game Management...USA 2007) ulukimajanduse osa. Ulukiasurkondades toimuvate muutuste osas tugineb KAUR-i ulukiseire osakonna iga-aastastele aruannetele.

Mõjude analüüsi tekstis (ptk 9.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 119**, **Tabel 120** ja **Tabel 121**) esitatud mõjude numbritele (mõju 9.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatusesse“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

9.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

9.3.1. Ulukite liigid, arvukus ja haigused

Probleemid, võimalused ja ohud

Eesti faunas on esindatud umbes 65 imetajaliiki, neist 19 on jahiulukid. Linnuliikide arv (koos eksikülalistega) ulatub 386-ni, neist 36 on jahiulukid.

Imetajate ja lindude fauna – liigiline koosseis ja eri liikide arvukus on pidevas muutuses. Seda mõjutavad mitmesugused tegurid, millest eeldatavad kliimamuutused on vaid osa paljudest.

Mõned näited: põdra arvukuse dünaamikat on viimasel sajal aastal kõige enam mõjutanud metsamajanduses ja inimühiskonnas toimuv. Hundi arvukus on kõige enam just viimasest sõltunud – arvukuse maksimumid järgnevad segadusele inimühiskonnas, olgu selleks sõda või muud suuremad ümberkorraldused ja/või muutused väärtushinnangutes.

Tulevikus võib kliimamuutusel olla oluline mõju. Õhutemperatuuri keskmine tõus on vaid ühe kliimakomponendi muutus, oluline tähendus on ka sademete (vihma või lumena) hulga kasvul või kahanemisel, ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemisel jne. Kindlasti muutub kliimamuutuste taustal ulukimajandus, s.t. selle efektiivsus – inimühiskonna võime ulukiasurkondasid mõjutada.

Näib loogiline ja vähemalt osaliselt kinnitavad seda ka vastavad uuringud, et kliima soojenedes:

Üha enam linde ei rända lõunasse ja jääb kohapeale talvituma.

Talviti valgeks värvuvad ulukid (valgejänes, kärp, nirk, rabapüü) satuvad ebasoodsasse situatsiooni röövlukite ja -lindude suhtes. Kliima soojenemise negatiivset mõju nirkile ja kärbile võib vaid oletada. Valgejänes arvukuse langust Edela-Soomes on seostanud vähese lumega või lumetute talvede sagenemisega Soome uurijad (Kauhala, Helle, 2007). Rabapüü on Eestis haruldane, Soomes tavaline jahiluk.

Lumikatte vähenedes/kadudes paranevad oluliselt metssea toitumisolud, mis loob eeldused arvukuse kasvuks. Samas muutub kütmine raskemaks.

Tõenäolised muutused lumikattes (selle keskmise sügavuse vähenemine, lumikattega päevade arvu vähenemine) mõjub soodsalt ka enamikule hirvlastest. Kõige enam „võidab“ metskits, aga ka punahirvele ja potentsiaalsetele uustulnukatele – tähnihirvele ja kabehirvele peaks kliima soojenemine kasuks tulema.

Põdra elutingimused pigem halvenevad. Kõigepealt sellepärast, et toidukonkurentide (liikide) arv ja arvukus tõenäoliselt kasvab. Teiseks sellepärast, et põder ei talu kõrget temperatuuri – talvine 0 °C kõrgem temperatuur (suvel vastavalt 20 °C kõrgem) tekitab stressi. See väljendub hingamissageduse olulises tõusus, mis on vajalik termoregulatsiooniks, samuti käitumise muutumises. Viimane tähendab muuhulgas, et aktiivsus (ka toitumiseks kulutatud aeg) väheneb ja puhkepausid pikenevad. Kõik see viib looma kehakaalu ja tervisliku seisundi halvenemisele (Renecker ja Hudson, 1986; 1990). Puugid võivad ohustada põtru enam kui teisi hirvlasi – vähemalt nii on Põhja-Ameerikas – seda peab uurima Eesti tingimustes. Muutuvates kliimaoludes ja stressiolukordades võivad loomad olla parasiitide suhtes haavatavamad nagu on nähtud nt Põhja-Ameerikas põdra ja puugi *Dermacentor albipictus* puhul., (Samuel ja Welch 1991; Samuel, 2007).

Soomes on täheldatud tedremängu ja pesitsemise nihkumist varasemale ajale, mistõttu varem koorunud tibud on enam ohustatud kevadisest külmast ja niiskest ilmast ning toidupuudusest (Lehikoinen, 2009).

Kährik, mäger, karu on pikemalt ärkvel. Väikeste koerlaste ja mägra omavaheline toidukonkurentents võib seetõttu teravneda.

Lumeta talvel halveneb (suur)kiskjate toidu kättesaadavus: lumikattega on saakloomade tabamine edukam, kevadel rohkem raipeid jne.

Mitmete endoparasiitide (nt perekonda ehhinokokk kuuluv alvekokk-paeluss *Echinococcus multicularis*) levik laieneb. See asjaolu ei mõjuta niivõrd parasiidi lõpp-peremeheks olevate ulukite tervislikku seisundit, kuivõrd inimeste (kes võivad olla vaheperemeheks) käitumist: metsamarjade korjamine ja söömine muutub ohtlikuks. Soomes ohustab selle parasiidi levik põhjasaunas muuhulgas ka riigi marjaeksporti (vt ökosüsteemsed teenused).

Mitmete ulukiliikide kütamise edukus sõltub lumikatte olemasolust. Antud kontekstis olulisim on metsseajahi raskemaks muutumine. Metssea kütamislimiitide mittetäitmine võib kaasa tuua sotsiaalseid pingeid (ulukikahjustuste kompenseerimise nõuded).

Merelise eluviisiga imetajatest mõjutab kliima soojenemine kõige enam viiherhüljest. Poegade ellu jäämiseks peab ta sünnitama jääl, vastasel juhul need (enamasti) surevad. Viiger on tegelikult arktiline liik, kes Balti merre lõksu jäänud (Sundqvist jt, 2012). Hallhüljes on vähem ohustatud, kuna ei vaja poegimiseks vältimatu tingimusena jääkatet. Sellegipoolest, järjestikused soojad talved ebasoodsate jäätingimustega on kõige olulisem liigi sigimisedukust pärssiv faktor Balti meres (Jüssi, I. ja Jüssi, M., 2001).

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Kuidas kliimamuutused/ilmastikunähtused on faunat minevikus mõjutanud? Suurimetajate fauna liigilist koosseisu ja selles toimunud muutusi jääajajärgse perioodi kliimamuutuste taustal on üsna põhjalikult uurinud J. Lepiksaar, K. Paaver ja L. Lõugas. Sooja atlantilise perioodi loomastik palju tänasest ei erinenud.

Jääajajärgsel perioodil oli kõige soojem periood kesk-holotseenis mis algas ca 7700 a eest ja lõppes umbes 2500 a tagasi. Selle varasem, nn. atlantiline periood oli tammemetsade ajastu ja nimetatakse seda perioodi ka kliimaoptimumiks. Hiljem, ehk subboreaalsel perioodil algas kliima jahenemine ja eelnevatel aastatuhandetel siia jõudnud liikide taandumine. Oluline on see, et soojal perioodil ei kadunud varem siinolnud liigid – vähemalt enamik neist ei kadunud. Mis on oluline – põdra arvukus vähenes ja sooja perioodi lõppedes suurenes taas, tõusu tegi metssea arvukus. (Паавер, 1965; Kukk jt, 2000)

Lähimineviku üheks ekstreemsemaks ilmastikunähtuseks võib pidada 1967. a augustitormi. Põdra ja metskitse arvukus tõusis pärast 1967. ja 1969. a tormi. Võtmeteguriks oli tõenäoliselt toidubaasi paranemine. Küllap oli siin teisigi tegureid, mis hirvlaste, eriti just metskitse arvukuse suurenemist soodustasid (lumevaesed talved jne). Kahjuks selle perioodi ametlikud ulukite loendusandmed ei ole täpsed. Küll aga on suhteliselt head andmed konkreetsetl Mahtra jahimajandi (mille territoorium suures osas kattus Mahtra RV metsamajandi omaga) kohta. Naaberi (1998) teatel suurenes lageraiete pindala järsult (119 ha 1967. a, järgnevatel aastail üle 1000 ha.) Elutingimuste paranemine kajastus mõneaastase nihkega ka sõraliste arvukuse tõusus ning ka nende küttimises. Ajavahemikul 1967–1974 suurenes Mahtra jahimajandis põdra arvukus 240-lt 600-ni ja metskitse arvukus 700-lt 4000-ni. Samas ajavahemikus kasvas põdra küttimine 26-lt isendilt 290-le ja metskitse küttimine 18-lt 2075-le

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Otseselt kliimamuutustele reageerimise meetmeid ei ole teada. Samas toimib Eestis paindlik laskeliimitide iga-aastane määramise süsteem ja suurulukite loendus on piisavalt usaldusväärne. Väikeulukite absoluutse arvukuse kohta arvet ei peeta. Talvise jäljeloendusega määratakse nn. jäljeindeks ning võrreldes seda varasemate aastate analoogilise näitajaga, hinnatakse vaid arvukuse muutuse suunda. Tõsi küll, selle meetodi efektiivsus väheneb kliima soojenedes.

9.3.2. Ulukite toidubaas ja kahjustused

Probleemid, võimalused ja ohud

Metsandusel ja põllumajandusel on Eesti majanduses väga oluline positsioon. Lageraied ja lankide taasmetsastamine loovad/on loonud dendrofaagsetele sõralistele ülihea toidubaasi,

mistõttu on nende asustustihedus majandusmetsas oluliselt suurem kui inimtegevusest puutumatus. Mis ulukile „toidubaas“, see metsakasvatatajale töö vili ja sissetuleku allikas. Põllukultuuridest toituvad (ehk siis – kahjustavad, põllumehe poolt vaadatuna) metsliga, aga ka mitmed haneliste liigid. Kalanduses tekitavad probleeme hallhülged ja kormoranid.

Kuuskede koorimine põtrade poolt, mis on üks ohtlikumaid ulukikahjustusi metsas, näib sõltuvat talvisest ja kevadisest ilmastikust. Soojadel talvedel on kuuskede koor toiduna atraktiivsem (Randveer jt, 1998). Lõuna pool, seega siis soojemates kliimaoludes, on kuusekahjustusi enam. Eestis on see tavaline, (Lõuna) Soomes kohati esinev metsakahjustus (Randveer ja Heikkilä, 1996). Sama on Smirnov (Смирнов, 1987) näidanud Venemaa oludes, kus Jaroslavl'i oblasti lõunaosas põdrad koorivad kuuski, põhjaosas mitte.

Noorte kuuskede kärpimine metskitsede poolt peaks kliima soojenedes vähenema. 1980. aastatel tehtud uuringute käigus selgus, et kuuseokaste söömine intensiivistub oluliselt lumiste talvede lõpuosas. Heas konditsioonis loomad söövad kuuseokkaid juhuslikult, talvest kurnatuil oli see põhitoit (Рандвээр, 1989). Okaste söömist on põhjendatud veepuudusega metskitsede talvises toidus (Stubbe ja Passarge, 1979). Kuuseokkad sisaldavad talve lõpul muu kättesaadava toidu, s.o. oksatoiduga võrreldes kõige enam vett (Дунин ja Мальчевская, 1975). Madalama lumekatte korral või lume puudumisel toituvad metskitsed sel perioodil põhiliselt igihaljastest puhmarinde taimedest, ohustamata metsakultuure.

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Vt eespool 1967. aasta tormi mõju.

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Otseselt kliimamuutustele reageerimise meetmeid ei ole teada.

9.3.3. Jahindus sotsiaalse tegevusena

Probleemid, võimalused ja ohud

Jahipidamine on Eestis mõõdukalt populaarne. Umbes 15 000 isikut ehk 1,2 % riigi elanikest omavad jahitunnistust. See on üsna keskmine näitaja võrreldes teiste Euroopa riikidega. Samas on jahinduse/jahimeeste roll siinseid looduslikke tingimusi ja majandussituatsiooni silmas pidades ülimalt tähtis.

Suuremate imetajatega ja lindudega seotud konfliktsituatsioonide lahendamisel on jahindusel määrav roll. Riiklikult tähtis ülesanne lahendatakse maksumaksja raha kulutamata, kui võrd jahipidamine on hobi. Samas võib tekkida tulevikus vajadus rahaliselt stimuleerida mõnede ulukite küttemist, mis muidu pole jahimeeste hulgas populaarne.

Hetkeolukord on ebaselge. Otsene inimtegevus kipub tänapäeval varjutama igasuguseid looduslikke protsesse, sealhulgas kliimamuutuste mõju. Seda arvamust kinnitab reaalne situatsioon. Uued imetajaliigid, kes viimasel kümnendil siia ja/või naabermaadesse ilmunud, pole kindlasti kliimapõgenikud, vaid on inimtegevuse abi kasutanud – vähemalt hirvlased (kabehirv ja tähnihirv) pesukaru ning võimalik, et ka šaakal. Küll võivad mõned inimese kaasabil saabunud liigid siin paremini aklimatiseeruda.

Arvestada tuleb ka ulukite seire ja nt lindude (liikide ja arvukuse) loenduse täpsust. Nt kas ja kuivõrd mõjutab/soodustab linnuliikide arvu suurenemise rolli kliimamuutus? Eesti linnuliikide nimekiri on viimastel aastakümnetel oluliselt pikenenud: 329-lt 386-ni ajavahemikul 1991–2014. Võib-olla on siin põhjus hoopis linnuvaatluse kui hobi populaarsuse kasvus ja seega järjest tõesemas seires?

Muutuda võivad hinnangud (emotsionaalsed ja pragmaatilised) mitmete ulukite suhtes. Ja neid hinnanguid saab/tuleb teadlikult kujundada. Näitena võib tuua hiljuti tekkinud probleemi šaakali suhtes (kas lindprijääd on invasiivne liik, tavapärane jahiluk või koguni kaitset vajav looduslik liik).

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Ekstreemsetel talvedel on ulukite elutingimusi aidanud parandada ulukihoole, eeskätt lisaõõtmine. See meede on oluliselt kaasa aidanud metssea arvukuse kasvule ja mõnevõrra kergendanud ka metskitsede talvitumist.

Mitmete ulukiliikide seire muutub raskemaks või lausa võimatuks lumikatte puudumisel. Nii Soome kui ka Eesti ulukiseire oluliseks osaks on talvine jäljeloendus, mitmete ulukiliikide kohta andmete kogumisel on see ainuke meetod. Kui 2012. a ja 2013. a lumistel talvedel (loendust tehakse veebruaris-märtsis) läbiti 386-st püsimarsruudist vastavalt 366 ja 360, siis viimasel 2014. a talvel kehvade lumeolude tõttu vaid 108.

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Otseselt kliimamuutustele reageerimise meetmeid ei ole teada.

9.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Olulisemateks kliimateguriteks / -riskideks ulukite ja jahinduse alavaldkonnas on

- keskmise **õhutemperatuuri** tõus;
- kõrgemad **maksimaalsed temperatuurid**;
- **külmunud pinnasega** perioodi lühenemine;
- **lumikattega päevade** arvu vähenemine;
- **ekstreemselt madala temperatuuri** harv esinemine;
- **talvise merejää tekke vähenemine** ja/või lõppemine;
- **tormide** sagenemine.

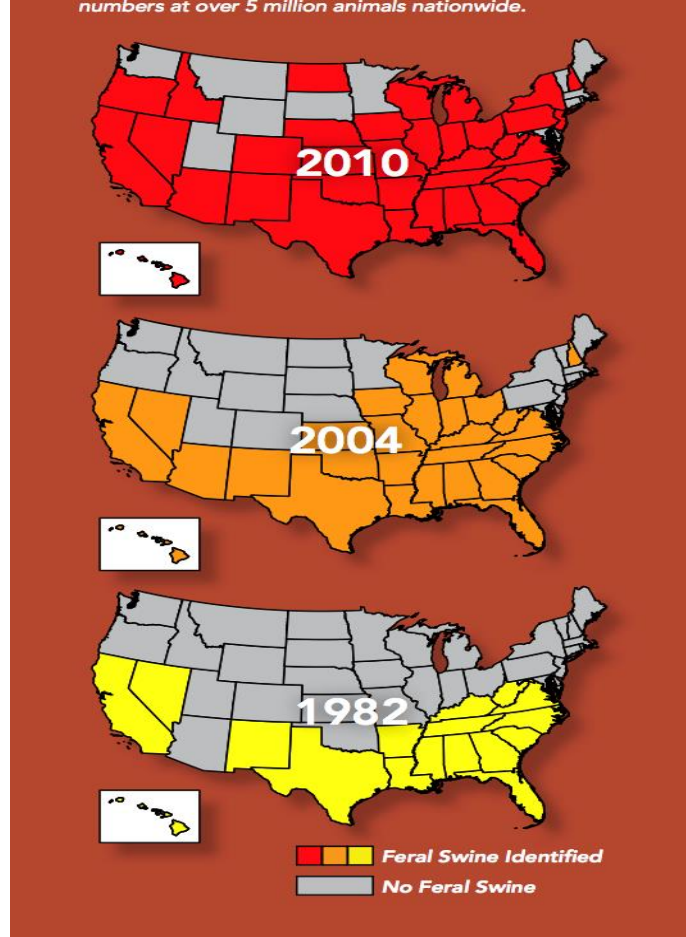
9.4.1. Alavaldkond: ulukite liigid, arvukus ja haigused

9.4.1.1. Riskid ja haavatavus

Kliimamuutuste mõju ulukiasurkondadele (enamikule neist) on üldjuhul vähem märgatav ja raskemini prognoositav kui teistele kooslustele või inimtegevuse valdkondadele. Esiteks sellepärast, et valdav osa siinsetest ulukiliikidest on ökoloogiliselt plastilised ja nende looduslik levila on väga lai, ulatudes vahel arktilisest vööndist troopikani. Vaid üksikud kitsalt kohastunud liigid on otseselt tundlikud kliimamuutuste suhtes. Teiseks põhjuseks on inimtegevus, mis mõjutab ulukipopulatsioone sageli/kohati enam kui kliima, varjutades/moonutades viimase toimet. Mõni näide: Hunt oli kunagi levinud pea kogu põhjapoolkeral, v.a. Aafrika ja Indo-Hiina poolsaar. Hundi areaal hõlmas nii Põhja Ameerika ja Siberi tundraid kui ka Araabia poolsaare kõrbeid. Eelmise sajandi 80-ndaiks aastaks oli levila väga oluliselt vähenenud. Täna on hundi levik taas laienemas. Nende üsna täpselt dokumenteeritud protsesside suunamises/mõjutamises ei ole kliimamuutustel olnud olulist tähendust. Inimese suhtumine nimetatud liiki ja selle muutumine ajas on olnud suurusjärgu võrra olulisem. Metssea pidurdamatu levik on samuti hea näide iseloomustamaks inimõju oluliselt suuremat tähtsust (tänapäeval!) võrreldes kliimaatiliste tingimustega. On küll tõsi, et liik kadus siinsetelt aladelt „väikesel jääajal“ ca 400 aastat tagasi. Võimalik, et tänapäeval jääks metssiga samasugustes ilmastikutingimustes ulatusliku lisasöötmise abil siia püsima, väärtusliku jahiulukina. Nii on (mets)siiga Põhja Ameerikas viimase 30 aastaga vallutanud pea kogu mandri. Kodusiga jõudis Ameerika mandrile, tänapäeva Floridasse, 1539 a. Hernando de Soto vahendusel, kus osa neist sattus loodusesse. Alates 1890 a. alustati metssea introductseerimast USA-sse. Metsistunud kodusead, aedikutest põgenenud või teadlikult vabaks lastud metssead ja nende hübriidid panid aluse Ameerika metapopulatsioonile, mis kuni 1980 aastani püsis suhteliselt stabiilsena. Seejärel algas „demograafiline plahvatus“ (**Joonis 11**), mille käigus siga on saanud püsiasukaks 36 osariigis, aga kohatud on neid lisaks veel 11-s, kaasa arvatud ka Alaskal! (Mayer, 2014). Metssea invasiooni üheks, võimalik, et kõige olulisemaks, soodustajaks on (nii seaduslik kui ebaseaduslik) inimtegevus liigi levitamisel (Caudell *et al.*, 2014).

Distribution of Feral Swine Over Time

Feral swine are quickly spreading across the United States due to natural population growth, illegal movement by sports hunters, and escapes from domestic swine operations. Experts estimate their numbers at over 5 million animals nationwide.



Joonis 11. (Mets)sea ülikiire levimine USA-s. (Agricultural Information Bulletin No 799, 2011). Täienduseks: 2014 a. seisuga ei ole metssigu siiani veel kohatud vaid kolmes, Wyomingi, Delaware ja Rhode Island'i osariigis (Mayer, 2014).

Kolmandaks näiteks olgu uute eksootiliste liikide lisandumine mingi piirkonna faunasse. Viimase 100 aasta jooksul on Eestis aklimatiseerunud või aklimatiseerumas pea kümnekond imetajaliiki (jättes kõrvale pisiimetajad). Neist enamiku siia või naaberaladele (pesukaru Leedus) jõudmist on kas vahetult või kaudselt korraldanud inimene.

Kokkuvõtteks: inimeste, täpsemalt erinevate huvigruppide (mõnikord/sageli väga erinev) suhtumine ulukiliikidesse ja vastav tegutsemine on määranud ning määrab nüüd ja küllap ka tulevikus ulukiasurkondade dünaamikat enam kui võimalikud kliimamuutused. Olles umbes veerandsaja aasta jooksul osalenud rahvusvahelistel ulukibioloogia konverentsidel olen täheldanud väga selget tendentsi: üha enam ettekandeid on sotsioloogia vallast ja käsitlevad inimeste asjakohase meelsuse ja käitumise (valdkonna, mida nimetatakse *human dimension*) uurimise tulemusi. Siit ka põhjus, miks otsustati käesolevas analüüsis valida kolmandaks alavaldkonnaks: jahindus sotsiaalse tegevusena.

Tõenäoliselt võib kliima soojenemine otseselt ohustada (kuni täieliku kadumiseni meie aladelt) vaid mõnda üksikut kitsalt kohastunud liiki. Küll võib kliima soojenemine otseselt või pigem kaudselt – näiteks toidubaasi muutumise kaudu – parandada või halvendada liikide elutingimusi ja suunata nende arvukuse dünaamikat.

Erinevatel ulukiliikidel nõuded (ja tolerantsus) elutingimuste suhtes on muidugi varieeruv. Kõige enam mõjutavad ulukipopulatsioone (s.o enamikku liikidest) otseselt järgmised ilmastikunähtused: nii suvine kui talvine keskmine õhutemperatuur ja viimasest sõltuv lumikatte kestvus ja keskmine paksus. See on väga üldistatult. Mõnel konkreetsel liigil võivad lisaks olla erinõuded lumikatte füüsikaliste parameetrite, pinnase külmumissügavuse, jääkatte kestvuse jne kohta. Kaudselt võivad ulukite elutingimusi, eeskätt toidubaasi, mõjutada elupaiga (metsa) taimestiku liigilise koosseisu muutused, aga ka ekstreemsed ilmastikunähtused: tormid, kestvad põuad, üksikud väga madala temperatuuriga talved jne.

9.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Olulisi muutusi Eesti ulukite fauna liigilises koosseisus ja liikide arvukuses võrreldes olemasolevaga ei ole ette näha (**Tabel 119** mõju 9.01). Sõraliste ja (vähemal määral) suurkiskjate arvukuse dünaamikat mõjutavad ennekõike jahinõukogude otsused, mis on formuleeritud erinevate huvigruppide konsensuse alusel ja nende täitmine jahimeeste poolt. Mitmete nn. karusnahaloomade arvukust mõjutab pigem karusnaha hind turul (*human dimension!*). Ainus liik, kelle eksistents tõepoolest just kliima soojenemisest (mõju 9.01) sõltub, on viiherhüljes, kelle sigimisedukus sõltub otseselt jääkatte olemasolust. Loodetavasti ta lähiaastatel meie vetest ei kao.

b) kuni aastani 2030

Keskmise õhutemperatuuri tõus ja sellega seoses lumikattega perioodi lühenemine ja lumikatte õhenemine on siinsetest liikidest soodne metskitsele (**Tabel 119** mõju 9.08), punahirvele ja metsseale (mõju 9.05). Viimase liigi talvise toidu kättesaamine paraneb oluliselt pehmel talvel, mil maapind ei külmu. Kas neid mõjusid nimetada positiivseks või negatiivseks, sõltub hindajast. Samas loovad sellised kliimamuutused eeldused lõunapoolsete invasiivsete liikide aklimatiseerumiseks, mis pole soovitatav (s.o tegemist on negatiivse mõjuga). Eksootilised hirvlased konkureerivad kohalike liikidega. Oht on seda suurem, et meie fauna suurima hirvlase – põdra tervislikku seisundit/konditsiooni mõjutavad nii soojad suved kui talved negatiivselt (Renecker ja Hudson, 1986, 1990). Potentsiaalselt on võimalik ulukite endo- ja ektoparasiidi liikide, ka inimesele ohtlike, lisandumine (kindlasti negatiivne).

Talvel valgeks värvuvate ulukite elutingimused halveneivad (**Tabel 119** mõju 9.07). Selliseid liike on Eesti looduses neli: rabapüü, valgejänes, kärp ja nirk. Meil niigi haruldasele rabapüüle mõjuvad kliimamuutused kindlasti kõige enam. Ohtu satub ka valgejänes. Kärp ja nirk kui liigid on levinud ka meist lõuna pool, viimane isegi Lõuna-Euroopas, kus lumi on haruldane. Tõsi, lõunapoolse levikuga isendid (võimalik, et eraldi alamliigid) ei värvu talviti valgeks (MacDonald ja Barret, 2002).

Kõige enam ohustatud liik on viiherhüljes, kelle sigimise edukus sõltub merejää olemasolust (mõju 9.09). Liigi arvukus võib oluliselt väheneda juba sel perioodil. Ka hallhülge sigimisedukus langeb soojadel talvedel (Jüssi, I ja Jüssi, M, 2001). Kokkuvõtteks: kuni aastani 2030 pole ette näha õhutemperatuuri tõusust (mõjud 9.04, 9.05 ja 9.06) drastilisi muutusi Eesti ulukite fauna koosseisus. Samas jääb alles ekstreemselt madala temperatuuriga talvede esinemise võimalus ja sellest tulenev negatiivne mõju metskitse, metssea ja faunasse lisandunud invasiivsetele soojalembestele liikidele (mõju 9.12)

c) 2021–2050

Antud perioodi kliimamuutuste mõjud ja riskid on analoogilised perioodil „kuni aastani 2030“ kujuneva olukorraga.

d) 2051–2100

Tõenäoliselt mõjutab ka sel ajavahemikul ulukiasurkondade dünaamikat kõige enam *human dimension*, aga ka kliima soojenemise mõju (**Tabel 119** mõju 9.08) on tuntavam. Ilmselt lisandub siinsesse faunasse uusi liike (mõju 9.07). Tõenäoliselt enamik uustulnukaid, kelle invasiooni mõjutavad eeskätt kliimamuutused, on linnud ja pisiimetajad (käsiitiivalised, hiirlased, unilased jne). Võimalik on ka uute suurulukiliikide kinnistumine meie faunasse, aga seda protsessi mõjutab rohkem inimfaktor, s.o. erinevate huvigruppide meelsus, mis suures osas määratud majanduslike huvide poolt. Kliimamuutused vaid soodustavad või takistavad ulukimajanduslike otsuste elluviimist. Põdra arvukus võib sel perioodil oluliselt langeda (mõju 9.18), viiherhülge kadumine siinsetest vetest on väga tõenäoline (mõju 9.09). Kas linnu- ja imetajaliikide arvu (loodusliku mitmekesisuse) suurenemine on negatiivne või positiivne? Väga tõenäoliselt kasvab ekto- ja endoparasiitide liikide arv ja nendega nakatumise tõenäosus (mõju 9.20). Potentsiaalset ohtu kujutavad endast ka soojema kliimaga levivad haigused, mis võivad meie aladele sattuda lindudega, kelle rännukoridorid ja sihtkohad muutuvad ning invasiivsete imetajaliikidega.

9.4.2. Alavaldkond: ulukite toidubaas ja kahjustused

9.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Kliimamuutuste mõju paljudele liikidele avaldub eeskätt toidubaasis aset leidvate muutuste kaudu. Kuna keskmise õhutemperatuuri tõustes ja (vähemal määral) tormide sagenedes metsade biomassi produktsioon suureneb (**Tabel 120** mõjud 9.10 ja 9.11) ning lehtpuude osakaal puistutes kasvab, muutub ka dendrofaagsete hirvlaste toidubaas. Üldjuhul tähendab see toidubaasi paranemist (vähemalt kvantiteedilt), aga ka tarbijate arvukus/biomass tõenäoliselt suureneb. Oleks äärmiselt spekulatiivne ennustada, kas ja kuidas muutub nende nihete taustal majanduslikult tähtsate puuliikide (okaspuude, kõvade lehtpuude, kase, haava) tarbimine toiduna hirvlaste poolt. Seniste kogemuste ja asjakohaste kirjandusallikate põhjal võib ennustada kahjustuste vähenemist noortes kuusekultuurides (Рандвээр, 1989) ja mõnevõrra suurema kindlusega kahjustuste suurenemist keskealistes kuusikutes (Смирнов, 1987; Randveer ja Heikkilä, 1996). Tormide sagenemine (**Tabel 120** mõju 9.11) parandab samuti dendrofaagsete ulukite toidubaasi.

9.4.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Lähiajal olulisi muutusi ei ole ette näha.

b) kuni aastani 2030

Metsapuude liigilise koosseisu muutus ja bioproduktiooni suurenemine mõjutab dendrofaagsete ulukiliikide toitumist. Suureneb nii kättesaadava toidu kui sellest toituvate isendite (kogu)biomass. Kas ja kuivõrd suurenevad ulukikahjustused majanduslikult tähtsate puuliikide noorendikes ja keskealistes puistutes, on raske ennustada.

c) 2021–2050

Antud perioodi kliimamuutuste mõjud ja riskid on analoogilised perioodil „kuni aastani 2030“ kujuneva olukorraga.

d) 2051–2100

Tõenäoliselt leiavad aset olulised muutused paljude ulukite toidubaasis, mille mõju ulukikahjustustele metsas ja põllul on raskesti ennustatav. Prognoosimine on seda raskem, et tõenäoliselt muutuvad nii pika perioodi jooksul ka väärtushinnangud. Arusaam „ulukikahjustustest“ võib pea saja aasta jooksul väga oluliselt muutuda ja ilmselt muutubki.

9.4.3. Alavaldkond: jahindus sotsiaalse tegevusena

9.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Jahinduse roll ühiskonnas ja sellese mõistesse kätketud sisu on kiiresti muutuv. Isegi niivõrd, et mõiste „jahindus“ kasutamine tänapäeval võib luua oma ühekülgse tõttu vale ettekujutuse valdkonna olemusest ja eesmärkidest. Adekvaatse ingliskeelset terminit „*game management*“ võiks maakeelde ümber panna kui „ulukimajandus“ ja kasutada antud kontekstis. Ulukiasurkondade suunamises on jahipidamine (mille erinevust „jahindusest“ kahjuks sageli ei mõisteta) vaid üks oluline osa. Tänapäeval on ulukimajanduses kasutusel väga palju vahendeid ulukihooldest, elupaikade kaitsest ja loomade vaksineerimisest kuni loomade sigivuse kontrollini. Ulukiasurkondade kontrolli tehnilised võimalused on tänapäeval paremad kui kunagi varem. Samas on erinevate huvigruppide arvamused: milline on ühe või teise liigi optimaalne arvukus ja kuidas seda saavutada väga suurel määral varieeruvad. Nii saab see olema ka tulevikus, mil üha enam avaldub kliimamuutuste mõju ulukipopulatsioonide dünaamikale. 2015. a. Reformierakonna, IRL ja SDE koalitsioonilepingus on ette nähtud jahinduse arengukava koostamine. Selles peab kindlasti arvestatama ka kliima soojenemisest tingitud uudset situatsiooni.

9.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Vaja määratleda Eesti loodusesse hiljuti lisandunud liikide (shaakal, tähnihirv, kabehirv) staatus töötada välja juhised arvukuse reguleerimiseks (**Tabel 121** mõju 9.03). Kuivõrd ulukiseire üheks oluliseks meetodiks on talvine ulukijälgede loendus (ruutloendus), mille efektiivsus on juba nüüd langenud, tuleb alustada uute meetodite väljatöötamist ja testimist

b) kuni aastani 2030

Raskused ulukiseire korraldamisel võivad süvenevad (**Tabel 121** mõju 9.15). Lumikattega perioodi lühenemine raskendab mitmete ulukiliikide (metssiga, hunt, ilves, väikekiskjad) küttimist, mistõttu tekib vajadus uute jahiviiside juurutamiseks ja jahieeskirjade muutmiseks. Küttimise efektiivsuse võimalik langus võib süvendada pingeid erinevate huvigruppide vahel. Tõenäoline on jahifauna liigilise koosseisu ühtlustumine naabermaades, mis võib jahiturismi majanduslikku tähtsust vähendada. Ümberkorraldused ulukihooldes: talvise lisaõõtmise vajadus väheneb või koguni kaob (mõju 9.17).

c) 2021–2050

Sama ohud, riskid, mõjud kui aastani 2030.

d) 2051–2100

Täiesti uus, ennustamatu situatsioon. Muutunud on ilmastik/kliima, aga muutunud on majanduslik situatsioon ja inimeste meelsus. Kumb neist teguritest mõjutab ulukipopulatsioone enam? Kindlasti on selleks ajaks (küllap juba varemgi) vaja uuele olukorrale vastavaid jahi – ja muid asjakohaseid seadusi ning uut ulukiseire süsteemi (**Tabel 121** mõju 9.15). Jahipidamise „sportlik“ aspekt on ilmselt taandunud ja asendunud ratsionaalsemaga - populatsioonide dünaamika reguleerimises osalemisega. Suureneb invasiivsete liikide küttimise vajadus (mõju 9.13).

Tabel 119. Kliimamuutuste mõju ulukitele (liigid, arvukus ja haigused).

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Töenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	9.01	Mõju puudub või on varjutatud muude olulisemate tegurite (näiteks inimõju) poolt	0	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.04	Invasiivsete liikide lisandumine lõuna poolt, endo- ja ektoparasiidi liikide lisandumine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.05	Soodne mitmetele liikidele (näiteks: metskits, metssiga, punahirv), mis loob eeldused nende arvukuse kasvuks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.06	Ebasoodne põdrale, mis loob eeldused liigi arvukuse vähenemiseks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Soodne metsseale	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.07	Talvel valgeks värvuvate ulukite (eeskätt valgejänese ja rabapüü) elutingimused halvenevad	-	väike	väike	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.08	Soodus metskitsele ja metsseale, ebasoodus kiskjatele saagi tabamiseks	0	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	9.12	Ebasoodne metskitsele, metsseale, lõunast lisandunud invasiivsetele liikidele		keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Merejää teke talvel väheneb ja/või lõpeb	9.09	Ebasoodne hallhülgele, väga ebasoodne viiherhülgele	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Läänemeri
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.08	Soodne metskitsele, metsseale, invasiivsetele liikidele, ebasoodne põdrale	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.07	Soodne metskitsele, metsseale, invasiivsetele liikidele, ebasoodne talviti valgeks värvuvatele liikidele	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti

	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Soodne metsseale	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	9.18	Põdra elutingimuste halvenemine (kuumastress), võimalik arvukuse lanus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merejää teke talvel väheneb ja/või lõpeb	9.09	Hallhülge arvukuse vähenemine, viiGERhülge kadumine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Läänemeri
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.08	Linnu- ja imetajaliikide arvu suurenemine	+/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.09	Linnu- ja imetajaliikide arvu suurenemine	+/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.6	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.20	Kasvab ekto- ja endoparasiitide liikide arv ja nendega nakatumise tõenäosus	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	9.18	Põdra arvukuse oluline langus	-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Kõrgemad maksimaalsed temperatuurid	9.18	Põdra elutingimuste halvenemine (kuumastress), võimalik arvukuse lanus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merejää teke talvel väheneb ja/või lõpeb	9.09	Hallhülge arvukuse vähenemine, viiGERhülge kadumine	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Läänemeri

Tabel 120. Kliimamuutuste mõju ulukite toidubaasile ja kahjustustele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	9.02	Lähiajal muutusi on raske prognoosida	0	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.10	Lehtpuud kasvavad paremini, mis mõjutab okaspuude kahjustamist hirvlaste poolt. Mõju suunda raske ennustada	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Soodus metsseale, põllukahjustuste oht suureneb		keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Tormide sagenemine	9.11	Suurte tormimurdude järgselt paraneb dendrofaagsete sõraliste toidubaas	+	väike	väike	väike	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Eksteemselt madala temperatuuri harv esinemine	9.12	Tekib lisasöötmise vajadus		keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.10	Muutused dendrofaagsete sõraliste toidubaasis. Muutused okaspuude kahjustamisel	+/-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Külmunud pinnasega periood väheneb	9.05	Metssea talvine toidubaas (selle kättesaadavus) paraneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	RCP8.5	Tormide sagenemine	9.11	Dendrofaagsete hirvlaste toidubaas paraneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.19	Olulised muutused paljude ulukite toidubaasis, mille mõju ulukikahjustustele metsa ja põllul pole ennustatav	+/-	suur	suur	suur	otsene	kogu Eesti

Tabel 121. Kliimamuutuste mõju jahindusele sotsiaalse tegevusena.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	RISK (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Tõenäosus (kõrge, keskmine, madal, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuri ja sademete hulga suurenemine	9.03	Vaja otsuseid uute liikide staatuse määramiseks ja arvukuse reguleerimiseks	0	väike	suur	suur	otsene	kogu Eesti
Kuni 2030	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.13	Invasiivsete liikide tõrje vajadus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.14	Jahiturismi majanduslik tähtsus võib väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.15	Raskused ulukite loendamisel;	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.16	Raskused ulukite (näiteks metssea) arvukuse reguleerimisel	-	keskmine	suur	suur	otsene	kogu Eesti
	Senine ilmastik	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.17	Lisasõotmise vajadus kaob	0	väike	väike	keskmine		kogu Eesti
2021- 2050	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.13	Invasiivsete liikide tõrje vajadus suureneb/uute jahilulukiliikide lisandumine	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.15	Uute ulukiseire meetodite väljatöötamise vajadus	0	keskmine	teadmata	keskmine	otsene	kogu Eesti
2051-2100	RCP4.5, RCP8.5	Keskmine õhutemperatuur suureneb	9.13	Invasiivsete liikide tõrje vajadus suureneb/uute jahilulukiliikide lisandumine	+/-	keskmine	keskmine	suur	otsene	kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lumikattega päevade arvu vähenemine	9.15	Uute ulukiseire meetodite väljatöötamise vajadus	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	kogu Eesti

9.4.4. Mõjude kokkuvõte

Ulukite ja jahinduse valdkonda kõige enam mõjutavad kliimamuutused, on esitatud ülevaattetabelitena ülal (**Tabel 119, Tabel 120 ja Tabel 121**).

Vaid üksikutel juhtudel on mõju suund (negatiivne või positiivne) üheselt nimetatav. Suurimaks muutuseks võib prognoosida uute lõunapoolt lisanduvate liikide lisandumist ja taigaliikide vähenemist. Paranevad tingimused metskitse ja metssea suhtes, halveneb põdra jaoks. Suureks ohuks on lisanduvad haigused ja parasiidid. Üldistusena võib kliimamuutuste mõju hinnata väiksemaks kui inimtegevusest tulenevat mõju.

9.4.5. Piiriülesed aspektid

Võib eeldada, et jahifauna ühtlustub naabermaadega ja on vaja riikidevahelist koostööd ning ühiseid jahinduspoliitilisi otsuseid kliimamuutustest tulenevate mõjude pehmendamiseks. Tänapäevase seisuga ei ole kumbki kahest Euroopas peakorterit omavast rahvusvahelisest jahindusorganisatsioonist (FACE ja CIC) kliimamuutuste teemale (jahinduse kontekstis) tähelepanu pööranud. Invasiivsete võõrliikide leviku tõkestamise ja kahjuliku mõju minimeerimise küsimustega tegeleb NOBANIS – rahvusvaheline ühisprojekt, milles osaleb ka Eesti.

9.5. Edasised uuringusuunad

On vajalik selgitada liigid, millised on kõige enam kliimamuutustest ohustatud ja planeerida kaitsemeetmed. Selgitada võimalused barjääride/takistuste loomiseks takistamaks soovimatute liikide invasiooni. Väga oluline: inimeste/elanikkonna meelsuse uurimine selgitamiseks erinevate huvigruppide suhtumist ulukimajanduslikesse ettevõtmistesse, s.o jahindusse. Kõige aktuaalsem ülesanne ses valdkonnas on (ülalpool nimetatud põhjustel) lumikatte olemasolust ja püsivusest sõltumatute ulukiseire meetodite väljatöötamine. Ulukiseirel kogutud info sidumisele ilmastikuandmetega tuleb edaspidi senisest enam tähelepanu pöörata.

9.6. Kohanemismeetmed

9.6.1. Ulukite ja jahinduse valdkonna strateegiline eesmärk

Valdkonna strateegiline eesmärk on tagada jätkusuutlik ulukimajandus ja jahindus.

9.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud

Ulukite ja jahinduse valdkonnas kliimamuutustega kohanemiseks võib eristada nelja olulisemat meetet (**Tabel 122**). Peame tagama, et Eesti ulukite fauna püsiks muutuvates kliimaoludes stabiilsena (meede 9.1). Selleks on vaja muutustele operatiivselt reageerida küttemist ümber korraldades ja osadele liikidele kaitsemeetmeid rakendades ja invasiivseid, Eesti loodusesse sobimatuid ulukiliike tõrjudes. Võõrliikide ilmumisel on vaja neile kehtestada jahiajad või ekstreemsetel juhtudel nad „lindpriideks“ kuulutada. Otseselt või kaudselt (näiteks toidubaasis või konkurentsitingimustes toimunud muutustest tingitult) kliimamuutuste tõttu ohtu sattunud ulukiliikide kaitseks on vaja rakendada vastavaid meetmeid.

Kliima soojenemisega kaasnevalt teiseb/muutub inimese-uluki vaheliste konfliktide, sh ulukikahjustuste iseloom ja maht. Lisanduda võib nii kahjustajate (ulukite) kui kahjustatavate metsa- ja põllukultuuride liike (meede 9.3). Kahjustuste ulatus (mida on otstarbekas siinkohal väljendada rahaliselt) ei tohi kasvada. Ulukimajanduse efektiivne korraldamine eeldab objektiivseid andmeid ulukite arvukuse ja nendega seotud parasiitide ja haiguste kohta (meede 9.2). Ulukite arvukuse dünaamika seire vajab uute meetodite kasutuselevõttu, kuivõrd senine metoodika eeldab lumikatte olemaolu. Väikeulukite arvukuse muutuste hindamise põhiliseks meetodiks on nn. ruutloendus – talvine jäljeloendus püsिमarsruutidel. Kuna nimetatud meetod eeldab lumikatte olemasolu, on selle rakendamine soojadel talvedel raskendatud. Kuna kliima soojenemisega kaasnevalt tõenäoliselt suureneb (või vähemalt – muutub) endo- ja ektoparasiitide mõju ulukiasurkondadele, peaks edaspidi ulukiseires sisalduma ka parasiititooside monitooring.

Muutuv kliimasituatsioon ja sellega kaasnevad muutused ulukite liigilises koosseisus ja arvukuses võivad nõuda kujunenud olukorra muutmiseks resoluutset sekkumist. Kuivõrd jahipidamine on niisuguste konfliktide reguleerimise peamine vahend, on vaja tagada selle sotsiaalne aktsepteeritavus (meede 9.4.*¹⁷). Praktika näitab, et erinevate huvigruppide suhtumine jahipidamisse ja selle aspektidesse on väga varieeruv. Jahinduse riikliku suunamise efektiivsuse eelduseks on kõigi huvigruppide toetus. Soodsa suhtumise tagamine eeldab huvigruppide, kaasaarvatud ka jahimeeste enda, hoiakute ja ootuste teadmist. Urbaniseerumise ja sellega kaasneva mentaalsuse muutuse taustal on vaja tõhustada asjakohast teavitust/haridust.

Eeltoodud eesmärgid ja meetmed kliimamuutustega kohanemisel on aktuaalsed nii lähemal perioodil, aastani 2030 kui ka pikemas perspektiivis, visiooniga aastani 2100.

Tabel 122. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
9.1.	Ulukiliikide arv püsib stabiilsena	Uute, nii invasiivsete kui ka juhuslikult meile sattunud liikide mõju vähendamiseks ja siinsete traditsiooniliste jahiluki liikide kaitseks
9.2.	Ulukiseire tõhustamine	Osa praegu kasutatavaid loendusmeetodeid sõltuvad lumikatte olemasolust. Ulukiseiresse on vajalik lisada ka hinnangud parasiitide ja haiguste esinemise kohta.

¹⁷ * Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
9.3	Ulukikahjustuste ennetamine ja vähendamine	Tasakaalu muutumine ulukite arvukuses võib suurendada metsa ja põllukultuuride kahjustusi
9.4.*	Jahinduse sotsiaalse aktsepteerituse tagamine	Tuleb toetada jahinduse kui peamise inimese ja uluki vahelisi konflikte reguleeriva inimtegevuse aktsepteeritust üldsuse poolt. Eesmärgiks on ühildada jahipidamise kui vabaajategevuse ja ulukiliikide arvukuse reguleerimise ning invasiivste liikide tõrje vajadus. Saavutatakse jahinduse parem kommunikatsioon ühiskonnaga.

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Allpool esitatud hinnangud (**Tabel 123**) viitavad kõigi nelja meetme kõrgele prioriteetsusele ja rakendamise kiireloomulisusele. Kindlasti on tabelis esitatud eksperthinnangutes ka subjektiivsust. Kõik neli meedet on aktuaalsed ka tänasel päeval, näiteks uue potentsiaalse jahiuluki šaakali arvukuse reguleerimisel (liigi lindpriiks kuulutamise või looduslikul teel meile jõudnuna kaitsealla võtmine) või aafrika seakatku tõrjemeetodite kujundamisel. Nimetatud uue liigi või invasiivse viirushaiguse osas ei ole selget hinnangut kliimamuutuste mõjule, kuid ekspertide hinnangul otsesest või kaudset mõju võib märgata. Mõlema näite puhul vajame kiiresti senisest täpsemat uluki arvukuse seiret kui ka suuremat parasitoloogiliste uuringute ja erinevate haiguste toimemehhanismide uuringute võimet. Täpne monitooring võimaldab täpsemalt määrata küttime limiiti või kaitse alla võtmist või määrata kohustuslik küttime maht, nagu näiteks praegu metssea suhtes. Samuti vajame ühiskonna mõistvat suhtumist jahimeestesse, tagades nende tegevuses tasakaalu vabatahtliku hobi ja ühiskonna poolt pandava kohustuse, see on liikide arvukuse optimaalsena hoidmise vahel. Viimane tähendab kompromissi erinevate huvigruppide soovide vahel. Kulud on esitatud esimese perioodi (kuni 2020) kohta.

Tabel 123. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5 – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Keskond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
9.1.	4	3	3	4	4	5	3	5	5	2	3	5	4	10 000	45
9.2.	4	3	5	3	3	4	4	4	5	3	4	5	2	210 000	45
9.3.	3	4	4	3	5	5	4	4	5	5	3	5	4	50 000	50
9.4.*	4	4	4	5	3	3	4	4	5	4	3	5	4	50 000	48

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

9.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Ulukite ja jahinduse valdkonna kliimarisikidega kohanemise kõik meetmed peavad saama kajastatud uues Jahinduse Arengukavas, mille koostamine on ette nähtud 2015 a. Reformierakonna, IRL ja SDE koalitsioonilepingus. Meetme 9.1. rakendamine võib nõuda muudatuste tegemist Looduskaitse seaduses ja Jahiseaduses ning jahieeskirjades. Jahiseadusega on seotud ka meede 9.2. ja metsanduse arengukavaga meede 9.3.

Tabel 124. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
9.1.	Ulukiliikide arv püsib stabiilsena	Looduskaitse seadus, Jahiseadus, Jahinduse arengukava, jahieeskirjad
9.2.	Ulukiseire tõhustamine	Jahinduse arengukava, Jahiseadus
9.3.	Ulukikahjustuste ennetamine ja vähendamine	Metsanduse arengukava, Jahinduse arengukava
9.4.*	Jahinduse sotsiaalse aktsepteerituse tagamine	Jahinduse arengukava

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

9.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Ulukite ja jahinduse valdkonna kliimamuutustega kohanemise kõik meetmed on omavahel seotud ja toetavad peamist eesmärki, s.o majanduslikult ja ökoloogiliselt jätkusuutlikku ulukimajandust ja jahindust kui selle olulist osa. Peamiseks meetmeks on ulukiliikide arvu hoidmine stabiilsena (9.1.), kusjuures iga konkreetse liigi arvukust võib kujundada (lasta looduses kujuneda) vastavalt uuele olukorrale. Ulukimajanduse efektiivne korraldamine eeldab objektiivseid andmeid ulukite arvukuse kohta. Ulukite arvukuse dünaamika seire vajab mõningaid muutusi meetodikas (meede 9.2.), kuivõrd praegu kasutatav eeldab lumikatte olemaolu. Stabiilne ulukiliikide arv ja iga liigi optimaalne arvukus (meede 9.1.) on eelduseks, et ulukikahjustused nii põllumajanduses kui ka metsanduses ei kasva (9.4.*). Jahinduse parem kommunikatsioon erinevate huvigruppidega ja valdkonna aktsepteeritus ühiskonnas (9.4.*) tagab soodsa keskkonna ulukite arvu reguleerimisel ja invasiivsete liikide arvukuse allasurumisel (meede 9.1).

Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmed, eriti meede 9.1. on seotud maismaaökosüsteemide meetmetega, eriti invasiivsete liikide tõrje osas. Seoses on ulukikahjustused metsades (meede 9.3.) ja põllumajanduses kavandatavad meetmed. Samuti on seotud jahinduse sotsiaalne aktsepteeritus ja ökosüsteemi teenuste osas planeeritavad tegevused kliima muutustega kohanemisel.

Tabel 125. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmete omavahelised seosed.

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
9.1.	Ulukiliikide arv püsib stabiilsena	9.2., 9.4.; maismaaökosüsteemide valdkonna meetmed, ökosüsteemi teenuste valdkonna meetmed
9.2.	Ulukiseire tõhustamine	
9.3.	Ulukikahjustuste ennetamine ja vähendamine	9.2., põllumajanduse valdkonna meetmed
9.4.*	Jahinduse sotsiaalse aktsepteerituse tagamine	Ökosüsteemi teenuste valdkonna meetmed

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

9.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Ulukite ja jahinduse valdkonnas said kõik kliimamuutustega kohanemise meetmed kõrge prioriteetsuse ja kiireloomulisuse hinnangu (**Tabel 126**). Kõigi nelja meetmega tuleb alustada kohe (2017–2020), eriti nendega seotud uuringutega. Samas vajavad need meetmed ka pikaajalist tähelepanu ja aktualiseerimist, seiremeetodite täiendamise meetmeid ja parasitoloogilisi uuringuid (meede 9.2) tuleb korrata perioodil 2021–2030, maksumus 100 000. Meetmete tahalisel hindamisel (**Tabel 126**) on vajalikud summad esitatud kahe perioodi kohta (kuni aastani 2030). Pikema prognoosi täpsus jääks kaheldavaks. Samas eeldame kõigi meetmete vajalikkust (kordamist tegevustena, ka regulatiivsete aktide täiustamist) kuni aastani 2100.

Tabel 126. Ulukite ja jahinduse meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus:	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
	1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p			
Rakendada perioodil 2017–2020	1	4		220 000
	2			
	3			
Rakendada 2021–2030	1	4		100 000
	2			
	3			
Rakendada 2031–2050	1	4		?
	2			
	3			
Rakendada 2051–2100	1	4		?
	2			
	3			
Kokku				320 000

Tabel 127. Ulukite ja jahinduse valdkonna meetmed, mis tuleb rakendada perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
9.1.	Ulukiliikide arv püsib stabiilsena
9.2.	Ulukiseire tõhustamine
9.3.	Ulukikahjustuste ennetamine ja vähendamine
9.4.*	Jahinduse sotsiaalse aktsepteerituse tagamine

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

Meetmete rakendamise eest vastutavad institutsioonid on esitatud all (**Tabel 128**). Kõigi meetmete osas on peavastutajaks keskkonnaministeerium. Metsloomade poolt tehtavate põllukultuuride kahjustuste vähendamise meetmete osas on oluline koostöö Maaeluministeeriumiga ja metsakahjustuste osa Riigimetsa Majandamise Keskusega, aga ilmselt ka erametsandusega ja põllumajandusega seotud organisatsioonidega. Ulukiseire eest on vastutav Keskkonnaagentuur. Kõigi meetmete osas tuleb teha koostööd eesti Jahimeeste Seltsiga. Esitatud meetmetega (**Tabel 128**) seotud kulud on antud kuni aastani 2030.

Tabel 128. Meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	4		320 000
Keskkonnaagentuur		1	
Maaeluministeerium (MeM)		1	
Eesti Jahimeeste Selts		4	
Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK)		1	

Rakendatavate meetmete geograafiline ulatus on erinev (**Tabel 129**). Ulukite arvu ja liigisisest arvukust reguleerime lokaalselt, kuid arvestada tuleb ka nende sisserännet naaberriikidest. Eriti oluline on naabermaadega ühine hinnangu andmine uutele invasiivsetele liikidele (lindpriid või uuteks ja majandatavateks jahilukiteks kuulutamise). Ulukite seiremeetodeid arendame lähtudes kohalikest oludest, kuid metslooma haiguste osas tuleb teha koostööd naaberriikidega.

Tabel 129. Ulukite ja jahinduse valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
9.1.	Ulukiliikide arv püsib stabiilsena	Riigipiiri ületav
9.2.	Ulukiseire tõhustamine	Riiklik tasand, metsloomade parasiitide ja haiguste osas riigipiiri ületav
9.3.	Ulukikahjustuste ennetamine ja vähendamine	Riiklik tasand

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
9.4.*	Jahinduse sotsiaalse aktsepteerituse tagamine	Riiklik tasand

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

9.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Järgnevalt (Tabel 130) esitatud meetmete mõõdikud ning nende tasemed ulukite ja jahinduse valdkonnas on erinevatel meetmetel erineva täpsusega kvantitatiivselt hinnatavad. Täpselt määratab mõõdik on jahimeeste arv ja ulukiliikide arv. Ulukikahjustuste maht on teada vaid suurkiskjate osas.

Tabel 130. Ulukite ja jahinduse valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
9.1.	Ulukiliikide arv püsib stabiilsena	Ulukiliikide arv	Praegune	Võimalikul vähe praegusest erinev
9.2.	Ulukiseire tõhustamine	Ulukite loenduse täpsus	Paljude liikide loendus raskendatud	Ulukimajanduseks vajaliku täpsusega loendustulemused
9.3.	Ulukikahjustuste ennetamine ja vähendamine	Rahaline hinnang	Praegune, täpselt teadmata	Kahjustuste rahaline maht ei suurene
9.4.*	Jahinduse sotsiaalse aktsepteerituse tagamine	Jahimeeste arv Positiivse suhtumisega inimeste osakaal rahvastikust	14 500 jahimeest	14 500 jahimeest

* Vastavalt BioClim'i nõustanud juhtkomisjoni nõudmisele jäi meede 9.4 kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest välja.

10. Turism

Sudakova, Lea; Evans, Roger; Kull, Tiiu

Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut

10.1. Sissejuhatus

Traditsiooniliste turismisihtkohtade, nt Lõuna-Euroopas, tähtsus võib kliima soojenemisel ja mageveevarude vähenemisel väheneda. Seega võib tõusta Põhja-Euroopa sihtkohtade tähtsus. Mitmed autorid (sh Nicholls, 2014; Amelung ja Moreno, 2009) väidavad, et temperatuuri tõus Euroopas loob tingimused, mis kutsub traditsioonilistel suvekuudel esile reisi sihtkoha valiku muutused lõunast põhja poole. Taliturismi potentsiaal võib langeda, samas suvine kõrghooaeg pikeneda ja turistidevoog suureneda. Seega tuleb prognoosida Eestisse sissetuleva turismi kasvu mõjusid ning kavandada meetmed suureneva turistidevoo vastuvõtmiseks, eriti suveperioodil. Eesti Riiklikus Turismiarenduskavas 2014–2020 ei ole vajalikul määral käsitletud turismi mõju kliimamuutustele ega kliimamuutuste mõju turismile.

Turismi mahtude suurenemine tingib paratamatult transpordi kasvu ja sellega ka jätkuvalt suureneva kasvuhoonegaaside emissiooni. Hiljutise mitmes Euroopa riigis läbi viidud uuringu alusel (Amelung ja Moreno, 2009) põhjustab turismisektor 5–12% CO₂ emissioonist, sellest 75% moodustavad sõitjateveoteenused ja 20% majutusteenused. Suurenevad sõitjateveo mahud ja sellest tulenevalt suurenev nõudlus transporditeenuste järele kutsub esile vajaduse paremate planeerimisotsuste tegemiseks.

Kuivõrd kliimamuutused mõjutavad eelkõige väljas toimuvaid tegevusi ehk loodusturismi ja rekreatsiooni, siis on tarvis kavandada meetmed loodusturismi nõudluse kasvu puhul, arvestades sotsiaalse ning ökoloogilise koormustaluvusega.

Lähtudes väljatoodud problemaatikast käsitletakse turismi valdkonda antud uurimuses kolme järgneva alavaldkonna kaupa:

- **turismi sihtkohtade muutus ja sesoonsus;**
- **turismitransport;**
- **loodusturism.**

10.2. Metoodika

Hetkeolukorra analüüs

Turismi teema alavaldkondliku jaotuse aluseks on põhimõte, et kohanemise meetmete väljatöötamisel keskenduda kõige enam kliimamuutustest mõjutatavatele valdkondadele. Antud alateemad on fookuses kõikides kliimamuutuste mõjusid analüüsivates uurimistöodes ja arengudokumentides.

Hetkeolukorra väljaselgitamiseks tutvuti alltoodud allikatega. Kliimamuutuste analüüsi aluseks on võetud Eesti kuues kliimaruanne (2013). Mineviku ilmastikumeetmete mõju

Eesti turismi arengus ei ole meile teadaolevalt uuritud ja vastavaid meetmeid ei ole seni rakendatud. Samas soovitusi kohanemismeetmete rakendamiseks on, lisaks EL raamdokumentidele, koostatud ka Eestis, nt aruanne “Kliimamuutuste mõju Eestis – Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks” (2013), mida on arvesse võetud ka käesolevas ülevaates. Lisaks on tutvutud mitmete riikide nagu Soome, Rootsi, Austria ja Ühendkuningriigid kliimamuutustega kohanemise aruannetega. Samuti on tutvutud Eesti Riikliku Turismiarendukavaga 2014–2020 ja suure hulga turismi ja kliimamuutuseid käsitlevate artiklite, aruannete ja dokumentidega, millest osale on viidatud hetkeolukorra analüüsi osas. Kuna turism on globaalne majandusharu, siis nt sesoonsuse, sihtkohtade muutuse ja turismitranspordi puhul on üleeuroopaline käsitlus põhjendatud. Samas on rõhuasetus Eestit enam puudutavatel aspektidel.

Mõjude analüüs

Mõjude analüüsiks on koostatud peamiste turismi mõjutavate kliimategurite nimekiri, toetudes erialakirjandusele ning eksperthinnangule. Suures osas on abiks olnud Kajan ja Saarinen'i poolt 2013. a. teostatud ülevaade turismi, kliimamuutuste ja adapteerumisega seotud eelretsenseeritavatest kirjandusallikatest kuni 2012. aastani. Samuti on selles määratletud vastavate kliimamuutustega kohandumise uuringute vajadus.

Haavatavuse määratlemisel on kasutatud Füssel'i (2007) nelja haavatavuse peamist dimensiooni (**Tabel 131**): 1) süsteem; 2) tähelepanu nõudev asjaolu; 3) oht ja 4) ajaline faktor, milles süsteem on lai valik inimese ja keskkonna vahelisi süsteeme nagu näiteks majandussektor või geograafilised regioonid.

Tabel 131. Haavatavuse peamised dimensioonid (Füssel, 2007 järgi).

Haavatavuse dimensioonid	Näiteid turismi kohta
Süsteem	Sihtkoht, kogukond
Oht	Turismi sihtkoha liigne soojenemine
Tähelepanu nõudev asjaolu	Kohalike atraksioonide muutused, toodangu ja sissetulekute langus
Ajaline näitaja	Tulevane kliimamuutuste mõju sihtkohale või kogukonnale, nt 20 aastat

Mõjude analüüsi tekstis (ptk 10.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 132, Tabel 133** ja **Tabel 134**) esitatud konkreetsetele mõjudele (mõju 10.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuses“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

10.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

10.3.1. Turismi sihtkohtade muutus ja sesoonsus

Probleemid, võimalused ja ohud

On teada, et turism on tugevasti mõjutatud kliima poolt nii turismi sihtriikide kui ka turistide päritolumaade osas. Samuti on hästi dokumenteeritud, et kohalikul, regionaalsel ja globaalsel tasemel on turism oluline tööstusharu, mis prognooside kohaselt kasvab jätkuvalt 4% aastas ja 10 aasta pärast moodustab 10% globaalsest SKP-st (Nicholls, 2014). Kliimamuutuste mõju avaldub eeskätt lähipiirkondadest pärit ja siseturistide puhul, kes saavad oma tegevust ilmastikuolude järgi planeerida (Eesti kuues kliimaaruanne, 2013).

Daniel Scott ja Geoff McBoyle (2004) viitavad Wilton ja Wirjanto (1998) uuringule Kanadas, milles leiti, et normaalse suvise temperatuuri tõus 1°C võrra tõstab siseturisti kulutusi ca. 4%. Agnew (1995) ja Benson (1996) tõdevad samuti, et turistide kulutused on osaliselt mõjutatud kliimatingimustest. Mõlemas analüüsis kutsub külm talv esile välituristide kulutuste kasvu.

Turismi kliimaindeks, mille sõnastas Mieczkowski (1985), on kompleksindikaator turismi jaoks oluliste kliimategurite süstemaatiliseks mõõtmiseks. Perch-Nielsen, Amelung ja Knutti (2010) tõid välja, et turismi kliimaindeksit kasutatakse sageli kliimamuutustest tulenevate kliimaatiliste ressursside muutuse analüüsiks. Autorid toovad esile mitmeid uuringuid, milles on näidatud, kuidas kliimamuutused võivad olulisel määral kliimaressursse ümber jaotada nii regioonide kui ka hooegade lõikes (vt Amelung *et al.*, 2007 – globaalses mõõtmises; Amelung ja Viner, 2006 – Vahemeremaade osas; Scott *et al.*, 2004 Põhja- Ameerika osas). Oma uuringutes näitasid Perch-Nielsen, Amelung ja Knutti (2010), et soodne kliima liigub põhja suunas, muutes selle sobivaks Põhja- ja Kesk-Euroopa jaoks peaaegu kõikideks hooegadeks, kusjuures Lõuna-Euroopale muutuvad soodsaks vaid aprill ja oktoober.

Kasutades turismi kliima indeksi on täheldatav, et Vahemeremaad on olnud ja on siiani kõige sobivama kliimaga riigid Euroopa Liidus, kuid seoses kliimamuutustega on see muutumas. Tulevikuks prognoositakse Loode-Euroopa riikidele pikemat sobiva kliimaga hooaega aastas kui Vahemeremaades. Seoses Loode-Euroopa riikide kasvava sobivusega turismi arenguks võib eeldada turismi kasvu ka Eesti rannikualadel. Lisades eelnevale demograafilise situatsiooni ja sotsiaalmajanduslike tingimuste muutuse, kaasneb turismi arenguga ka surve keskkonnale, mis on tingitud turistide arvu kasvust, pikemast turismihooajast, turismi infrastruktuuri arengust, suurenenud jäätmete hulgast ja mõjudest keskkonnale. Turismi kliimaindeksi muutus tulevikus lubab oletada, et Eestis võib prognoosida turistide arvu kasvu läbi mitmete hooegade ja seega tõuseb ka turistide koguarv.

PESETA uurimisprojekti *Climate change impacts in Europe* (Ciscar *et al.*, 2009) lõpparuandes tõdetakse, et kliimamuutused kutsuvad esile paremad tingimused turismiks enamikus EL regioonides, mille tulemusena suureneb voodiööde arv, mis omakorda avaldab suhteliselt väikest positiivset mõju üleeuroopaliselt. Lõuna-Euroopa, kus on enam kui pool kogu majutuskohtadest, on ainus regioon, kus on ette näha 1–4% voodiööde arvu langust, olenevalt erinevatest kliimastenaariumitest. Mujal Euroopas peaks voodiööde arvu tõus oluliselt kasvama, jäädes vahemikku 15–25%. Arvestades selle ümber sissetulekutele, kasutades Euroopa keskmisi turismituluseid voodiöö kohta, selgub, et turistide arvu kasvust tingitud turismitulud kasvavad 2080 aastaks 334–2 392 mln euronit, olenevalt arvestusmeetodist ja temperatuurimuutuse tasemest. Taolised turistide arvu muutused toovad endaga kaasa arvukalt seonduvaid mõjusid.

Muutub sesoonne turismikäitumine: mahedad lumevaesed heitliku ilmaga talved kahandavad talvist turistide voogu, seda eeskätt Lõuna-Eestis ja Aegviidu piirkonnas, kus talisport on olnud traditsiooniliselt oluline osa aastasesest turismivoost (Vassiljev *et al.*, 2010). Seevastu soodustab pikenev soe periood suvel suurenevat turismivoogu. Seega

toimub riigisisese ja lähipiirkonna turismivoo suurem kontsentreerumine suvisele hooajale ja kahaneb koormuse ühtlustamise seisukohast eelistatud talvine puhkajate voog.

Turismi kliimaindeksi tõus turismihooaega laiendavatel kuudel võib muuta turismi nõudluse hooajalisust Eestis ja pakub turistidele võimalust puhkuse veetmiseks suuremal osal aastast. Küllastajate suurem arv nõuab turismiteenuste ning ka sellega seonduvate teenuste, nagu kauplused, restoranid, toitlustus ja meelelahutus, pakkumise suurenemist. Avarduvad võimalused ettevõtjatele suurema kasumi teenimiseks: turistide vastuvõtukohtades, varasemalt madala küllastajate arvuga piirkondades, laienemispotentsiaaliga piirkondades.

Kliimamuutused, mis on seotud kasvavalt prognoosimatu/muutliku ilmaga (suurenenud sademete hulk ja sagedasemad sajuhood, mida saadavad tuuled ja tormid) esitavad suurenenud nõudluse turismiehitiste järele. Vajadus suurema pakkumise mahu ja valiku ning kõrgema kvaliteedi osas avalikele teenustele: vesi- ja kanalisatsioon, jäätmemajandus, elekter, teede haldus, viidastamine, parklad, tervishoid ja kiirabi, keskkonnahoid jm.

Suure tõenäosusega turismi kliimaindeks suvekuudel Loode-Euroopa osas kasvab ja Lõuna-Euroopa osas väheneb ning mõlemal juhul on peateguriks temperatuuri tõus. Millised kliimamuutusega kaasnevad sotsiaal-majanduslike tingimuste muutused Loode-Euroopas aset leiavad, ei ole veel kuigi selge ning vajab seetõttu täiendavat uurimist.

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Mineviku ilmastikumeetmete mõju Eesti turismi arengus ei ole meile teadaolevalt uuritud ja vastavaid meetmeid ei ole seni rakendatud. Täheledatakse Lõuna-Euroopast pärit turistide arvu kasvu Põhjamaadesse, kuid ei ole selge, kas see on tingitud kliimamuutustest või muudest sotsiaalmajanduslikest teguritest.

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Vastavalt Davosi deklaratsioonile „Kliima muutused ja turism“ peab turismisektor kiirelt reageerima kliimamuutustele ÜRO koostöö raames ja progressiivselt vähendama kasvuhoonegaaside emissiooni (Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges, 2008). Soovitusi kohanemismeetmete rakendamiseks on, lisaks EL raamdokumentidele, koostatud ka Eestis, nt aruanne „Kliimamuutuste mõju Eestis – Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks 2013“, mida on arvesse võetud ka käesolevas ülevaates. Eesti Riiklikus Turismiarenduskavas 2014–2020 ei ole vajalikul määral käsitletud turismi mõju kliimamuutustele ega kliimamuutuste mõju turismile. Aruandes Kliimamuutuste mõju Eestis (2013) loetakse ilmselgeks, et kliima ning looduslikud tingimused mõjutavad oluliselt turismi- ja puhkemajandussektorit. Samuti prognoositakse antud töös, et kliimamuutuste tulemusena võib tulevikus lumehooaeg lüheneda ning suveturismi hooaeg pikeneda ning soovitatakse turismiarenduskavasse kaasata järgmised kliimamuutustega kohanemise meetmed: kliimamuutuste mõjude analüüsimine (sh mõju piirkondade arengule) ning erasektori informeerimine võimalikest mõjudest.

10.3.2. Turismitransport

Probleemid, võimalused ja ohud

Turismisektori kasvuhoonegaaside emissioon kasvab perioodil 2005–2035 prognoositavalt 130% (Nicholls 2014) ja seda valdavas osas turismitranspordi arvelt. Probleemidest tuleb esile tõsta järgmisi: suurenenud sõitjateveo mahud ja sellest tulenevalt ka süsinikdioksiidi emissioon, eriti seoses lennutranspordiga, millest tulenevalt süveneb vajadus lendude arvu limiteerimiseks; suurenenud transporditeenuste nõudlus – lennu-, rongi-, bussi- ja laevaliikluse osas ning sellest tulenev võimalik ülekoormus, eriti klienditeekonna nõrgemates punktides, nt eri transpordiliikidelt ümberistumiskohtades ja kehvama transporditeenuste tasemega piirkondades; suurenenud surve transpordi infrastruktuurile – suurem kulumine eriti asulavälistel teedel; tendents suurema sademete hulga suunas võib negatiivset mõju veelgi suurendada. Suurendama peaks intermodaalseid sõitjateveo viise. Lisaks tuleks kavandada meetmed keskkonnasäästlikumate sõitjateveoteenuste kasutuselevõtmiseks, kohaldada nt efektiivsemalt saastemakse, aga ka teadlikkuse tõstmise programme, nagu vastutustundliku turismi, tiguturismi ja laiemalt ökoturismi põhimõtete juurutamine ja propageerimine.

Kliimamuutuste mõju teedevõrgule on märkimisväärne. Suurenev sademete ning vooluvete hulk toob kaasa üleujutused, teede minema uhtumise, sildade kahjustumise ning suurendab maalihete, teepõhja äravajumise ja erosiooni ohtu. Temperatuuri tõusu tõttu ei ole kahju seotud enam niivõrd külmumisega kui kuumuse ja veega. Peamised kliimaga seotud tegurid, mis teedevõrku mõjutavad on kuumus, sademed, vooluvesi, jäätumine, mereveetaseme tõus ja tuul. Võimalikud mõjud: teepõhjade kokkuvajumise oht, kliimamuutuste mõjud võivad mõjutada erinevate transpordiviiside atraktiivsust, jääkatte õhenemine säästab nii navigatsiooni kui ka sadamate hoolduskulusid, suur sademete hulk ja üleujutused kahjustavad teede ja raudteevõrgustike struktuure, hooldusprobleeme võib esineda eelkõige kruusateedel, teede soolamise vajadus võib suurened või väheneda, lumikatte paksuse vähenemine ning lühem lumehooaeg säästab teede hoolduskulusid (sh lennujaam), olemasolevad äravoolusüsteemid ei pruugi katta suurenenud sademetehulgast ning üleujutustest tingitud vajadusi, jää ja lumeolud võivad sõltuvalt aastast oluliselt erineda, rüsi jää ning paksu mudavöö võimalik sagedasem esinemine võib kahjustada meretransporti; tuul, tormid ja vihm võivad kahjustada nii maapealseid kui ka maa-alused elektriakaleid, sagedasemad äikesetormid võivad mõjutada lennuliiklust (üldjuhul peaks kliimamuutuste mõju lennuliikluse jaoks jääma pigem madalaks). Sarnased meetmed on kavandatud ka Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005). Kuna eelpooltoodud teedevõrku puudutavad meetmed kuuluvad Maanteeameti haldusalasse ning on ilmselt käsitletud infrastruktuuri teema all, siis turismitranspordi teema all neile ei keskenduta.

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Mineviku ilmastikumeetmete mõju Eesti turismi arengus ei ole meile teadaolevalt uuritud ja vastavaid meetmeid ei ole seni rakendatud. Samas soovitusi kohanemismeetmete rakendamiseks on, lisaks EL raamdokumentidele, koostatud ka Eestis, nt aruanne „Kliimamuutuste mõju Eestis – Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks 2013“, mida on arvesse võetud ka käesolevas ülevaates.

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Aruandes Kliimamuutuste mõju Eestis (2013) soovitakse transpordi arengukavasse kaasata järgnevad kliimamuutustega kohanemise meetmed: transpordivõrgustiku kliimamuutuste mõju analüüs (sh maanteed, raudteetranspordi, mere- ja lennutranspordi

haavatavuse hindamine); alternatiivsete juurdepääsuteede olemasolu hindamine (asumitele juurdepääsu tagamiseks ka ekstreemsete ilmastikuolude korral); üleujutuskaardid ning üleujutusrisiki analüüside koostamine (Eestis on üleujutusohuga alad riiklikul tasandil juba kaardistatud).

10.3.3. Loodusturism

Probleemid, võimalused ja ohud

Turismikõrghooaeg langeb kokku põllumajanduse kõrghooajaga, mis suurendab koormust nii energia- ja veetarbimisele kui ka loodusele tervikuna.

Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005) tõdetakse, et kliimamuutusel on oluline mõju vabaõhutamisele, kusjuures suveperioodil on see mõju pigem positiivne kuna veega seotud tegevuste hooaeg pikeneb ning eeldatavasti tugevnevad vihmajärged ei takista neid nautimast; samas talveperioodil on põhiliseks negatiivseks mõjaks ebakindlus lumekatte olemasolus ja seega suusaturismi ja Jõulumaa külastajate vähenemine.

Õhutemperatuuri tõusuga seonduvalt liiguvad nii taime kui loomariigi esindajad neile paremini sobivatesse elukohtadesse, mis võib mõned geograafiliselt isoleeritud kaitsealad jätta ilma nende jaoks erilise väärtusega liikidest (Nicholls 2014). See omakorda tingib loodusturistide huvi languse. Turistide külastused kevad- ja sügisperioodil võivad suurenedada, eriti maapiirkondadesse, millega kaasnevad järgnevad mõjud looduskeskkonnale: loomade pesitsemiskäitumise muutused haavatavatel perioodidel; madala koormustaluvusega kohtade tallamine või kõrgemad halduskulud külastuskohtade infrastruktuuri kaitsmiseks, n. loodusrajad; suurem külastajate arv tundlikes kohtades nagu loomavaatlusplatvormid ja varjed.

Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005) on probleemidena esile toodud veetemperatuuri tõusust tingitud vetikate vohamist ning suurenevat ebakindlust lumekatte osas eriti Lõuna-Soomes. Samad ohud ootavad ka Eestit. Merevee taseme tõus ja tormid kahjustavad randasid ja rannikualade infrastruktuuri, mida naudivad miljonid turistid igal aastal, sealjuures kohanemise meetmete rakendamine võib kaitsta ohutsoonis olevat infrastruktuuri, kuid samas on randasid raske kaitsta ilma nende atraktiivsust kahandamata. Ebakindlus lumeolude suhtes, soojemad talved ja suusahooaja lühenemine on oluliselt vähendanud külastajate arvu Euroopa ja Põhja-Ameerika suusakuurortides, eriti lausmaadel. (Nicholls 2014).

Puhkeesmärkides olulist muutust kliimamuutustega seoses ette näha ei ole, sest heitliku ilmastiku tõttu ei suuda mereäärsed kuurordid lõunapoolsemate sihtkohtadega konkureerida. Ka mürgiste sinivetikate ulatuslikum vohamine soojema merevee korral võib osutada rannaturismile tõsiseks probleemiks. (Eesti kuues kliimaaruanne 2013)

Suusa- ja lumespordikeskused on pidanud juba viimaste aastakümnete jooksul kohanema pehmemate talvede trendiga. Need piirkonnad peavad laiendama oma fookust järgmistele spordialadele nagu matkamine ja maastikurattasõit. Soojemad ja vihmased talved tugevdavad vajadust uute turismirajatiste järele, mis vähendaks sõltuvust ilmastikust. Eelpooltoodud riske võib maandada soojemate, kuivemate ja pikemate suvede trend, mis hoogustab loodusturismi arengut. Merevee temperatuuri tõus võib hoogustada rannaturismi, millega samas kaasneb ka haiguste leviku oht.

Metsade osas ei ole riskid väga suured. Kõige atraktiivsemad loodusturismi objektid lähtudes metsast on männimetsad. Mänd on aga nii suurenevale niiskusele kui ka põudadele tunduvalt tolerantsem võrreldes kuusikutega. Samuti ei tohiks rabad (meie oluline loodusturismi objekt) kliimamuutustest tulenevalt hääbuda. Vajalikuks võivad osutuda senisest suuremad kulutused laudteede ehitamiseks ja metsaradade ja platside korrashoiuks.

Ilmastikunähtuste mõjude kirjeldus minevikus

Mineviku ilmastikumeetmete mõju Eesti loodusturismi arengus ei ole meile teadaolevalt uuritud ja vastavaid meetmeid ei ole seni rakendatud.

Ülevaade meetmetest, mis aitavad kohaneda, mida juba rakendatakse

Soovitusi kohanemismeetmete rakendamiseks on, lisaks EL raamdokumentidele, koostatud ka Eestis, nt aruanne „Kliimamuutuste mõju Eestis – Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks 2013“.

10.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

Turismisektorit mõjutavad põhilised kliimategurid ja -riskid on järgmised:

- **soojemad ja lühemad talved** (muutus +2,9 °C RCP4.5; +4,9 °C RCP8.5), vähem lund;
- **soojemad ja pikemad suved** (muutus +2,2 °C RCP4.5; +3,8 °C RCP8.5), rohkem sademeid (muutus +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5);
- **talvehooaja nihkumine kevadesse;**
- **suurenenud sajupäevade arv;**
- **ekstreemsed tuuled ja tormid;**
- **muutlikud ilmaolud;**
- **soojem merevesi;**
- **kõrgemad miinimumtemperatuurid;**
- **kõrgemad maksimumtemperatuurid.**

10.4.1. Alavaldkond: turismisihtkohad ja sesoonsus

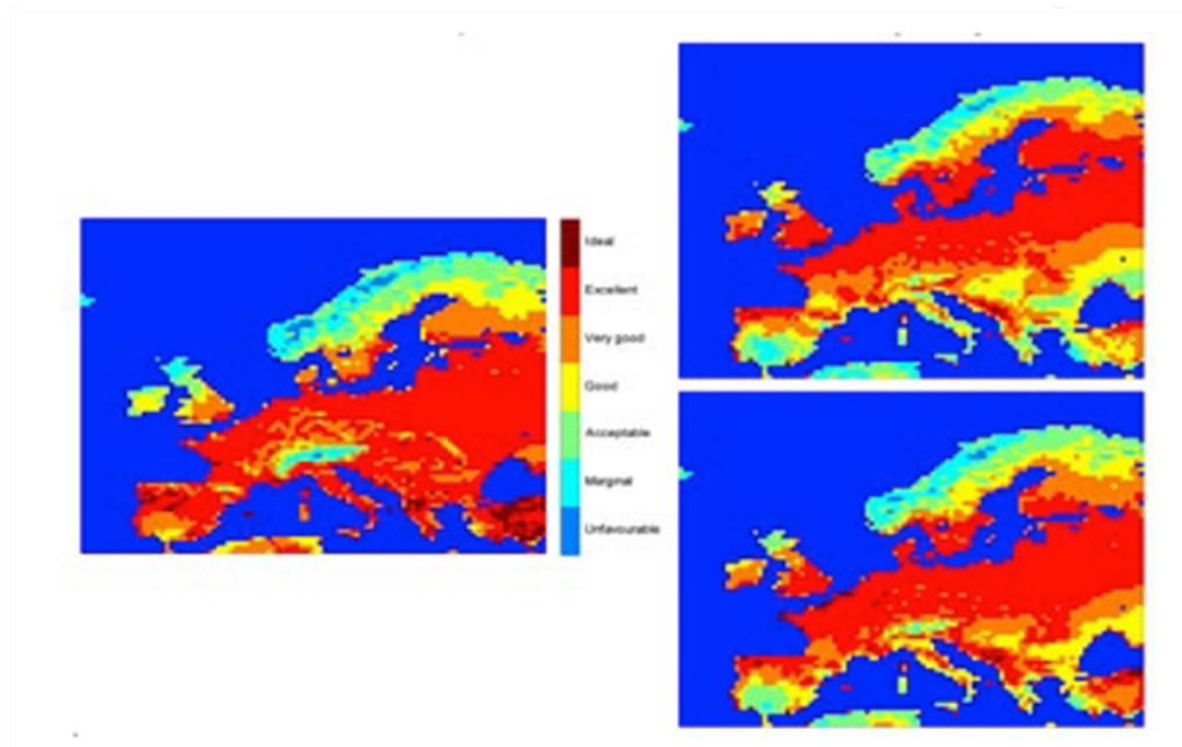
10.4.1.1. Riskid ja haavatavus

Turismi kontekstis on kliimamuutustel mõju kogu turismisüsteemile: sihtkohad, transiitregioonid, transpordisüsteemid, asukohamaad ja reisijad ise peavad kohanema nende muutustega, kuid turismimajanduse kohanemine on oluliselt vähem uuritud kui teised sektorid (Ford *et al.*, 2011).

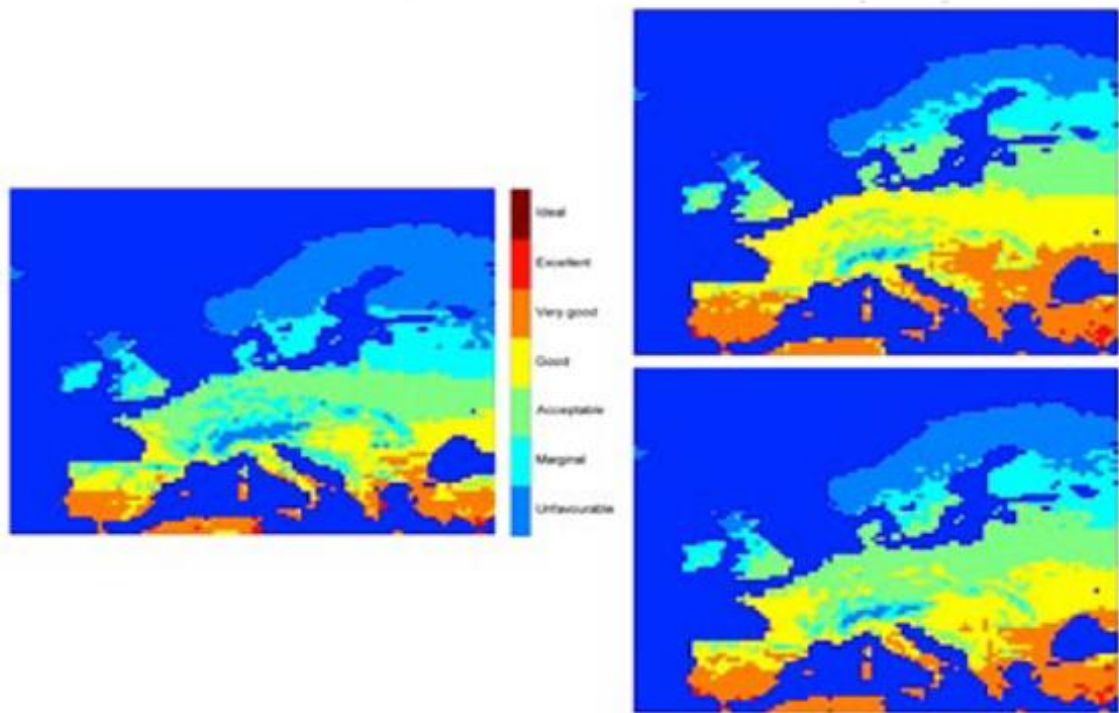
Kliima muutub – me võime selles üsna kindlad olla. Kuidas aga kliima muutus mõjutab turismi teatud piirkonnas, selles me ei saa enam nii kindlad olla. Turismi ja kliimamuutuste uuringute alguseks e. formeerumise faasiks võib nimetada (Scott *et al.*, 2005) 1960ndaid, mis jätkus ka 1970. aastatel. Mandauer (Scott *et al.*, 2012, p. 60) märkis 1970. aastal, et kliima mõju turismiregioonidele ja ilmastiku mõju turistidele on siiani laialdasemalt tundmatu. Dekaad hiljem väitis Masterton (Scott *et al.*, 2012, p. 60), et kliima temaatika

turismis ei ole mitte ainult komplitseeritud vaid, et andmed ilmastiku ja kliima osas ei ole piisavad detailsete uuringute läbiviimiseks. Need kommentaarid on küllalt sobivad tänaseni.

Igal juhul on selge, et kliimamuutused mõjutavad nii turismi lähte- kui sihtkohariike. See, kuidas turist reageerib konkreetse sihtkoha kliimale, sõltub eest, majanduslikust staatusest, kogemusest, ootustest, planeeritud tegevustest jm. Turismivood suunduvad Põhja-poolse suveperioodi temperatuuri tõus võib muuta Vahemeremaad sobimatuks, samal ajal kui Põhja-poolsete piirkondade sobivus turismiks paraneb (Amelung *et al.*, 2007).



Joonis 12. Turismi mugavusindeks suveperioodil, 1970. a. vasakul ja 2080. a.; paremal ülal HIRHAM mudeli 3,9 C° ja all 2,5 C° stsenaariumid. Kliimamuutuste mõju Euroopas. (PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).



Joonis 13. Turismi mugavusindeks sügisperioodil, 1970. a. vasakul ja 2080. a. - paremal ülal HIRHAM mudeli 3,9 C° ja all 2,5 C° stsenaariumid. Kliimamuutuste mõju Euroopas. (PESETA uuringu lõpparuanne, 2009).

Lume vähenemine ja soojemate perioodide pikenemine võib lühendada taliturismi hooaega ja võib viia talispordi ja talveürituste vähenemisele, mille tõttu vähenevad ka noorte võimalused nende spordialadega tegelemiseks. Lõppeb legendaarne viies hooaeg kuna lumesulamisveed ei täida enam jõgesid. Jääspordi ja -kalapüügi võimalused kahanevad ning jääteed Hiiumaa, Saaremaa, Piirissaare ja teiste väikesaarteni jäävad ajalukku.

Lõuna-Euroopa kevad-, sügis- ja talvehooaja soojenemise tõttu valib järjest rohkem siseturiste talvepuhkuse veetmise sihtkohaks just need piirkonnad ning taliturismi nõudlus Eestis väheneb.

Talve soojenemine ja lumesaju asendumine vihmaga hävitab suusaturismi infrastruktuuri ning kutsub esile talve ja lumega seotud ürituste kuupäevade muutuse. Kui lume kvaliteet langeb, siis on oodata broneeringute tühistamisi, ja negatiivset majanduslikku mõju. Piiratud suusakeskused võivad muutuda ülerahvastatuks, mis tingib turistide suundumise Soome, Rootsi või teistesse suusakeskustesse. Kehvade lumeolude kompenseerimiseks ja suvise põletava päikese eest varjumiseks on vaja ehitada alternatiivseid võimalusi. Üles jääb küsimus – kas suvehooajale lisandunud päevad kompenseerivad turistidevoo, mis talvel kehvade lumeolude tõttu saabumata jääb?

Suurenenud külastajate arv suveperioodil on üks olulisemaid prognoositavaid muutusi, millel on positiivne mõju eelkõige majanduskasvule ja riigi maksebilansi tasakaalustamisele, see annab võimalused uute väikeste ja keskmiste ettevõtete ja enamate täis- ja aastaringsete töökohtade tekkeks. Turistide arvu suurenemisega kaasnevad aga ka negatiivsed keskkonnavalused ja sotsiaalsed mõjud, mida käsitletakse lähemalt järgnevate alateemade all.

Kõrge usaldusväärusega võib tõdeda, et Turismi Mugavusindeks on muutumas, mis loob potentsiaalselt sobivamad tingimused turismiks Loode-Euroopas. Lõuna-Euroopa turismi

tingimused suveperioodil on langustrendis. Temperatuuri tõus on peamine Turismi Mugavusindeksit mõjutav tegur mõlemal juhul. Turistide käitumismustreid mõjutavad ka muutused sotsiaal-majanduslikes tingimustes, mis ei ole veel selgelt prognoositavad.

10.4.1.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Nii lühikese perioodi kohta ei saa rääkida kliimamuutuste mõjudest, vaid lihtsalt muutlikust ilmastikust. Samuti ei ole kliimaprognoosid nii täpsed, et selle põhjal võiks teha usaldusväärseid lühiajalisi prognoose.

b) kuni aastani 2030

Sotsiaal-majanduslikud ja poliitilised tegurid omavad lähikümnendikel oluliselt suuremat mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele (näiteks halvailmaprogrammid turismi tootearenduses) kui kliima.

c) 2021–2050

Positiivsed mõjud

- Suvehooaja pikenemine hoiab siseturistid Eestis ja suvine turistide arv suureneb (**Tabel 132** mõju nr 10.03)
- Suvehooaja pikenemine suurendab välituristide arvu suveperioodil ning osaliselt hiliskevadel ja varasügisel (mõju 10.04)
- Lühem madalhooaeg ning sellest tulenevalt turismisektori suurem majanduslik efektiivsus (mõju 10.05)
- Suureneb vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi (mõju 10.07)
- Kruiisi ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele, nagu Saaremaa, Pärnu ja muud, sh väikesaared (mõju 10.10)
- Suurenev veeturismi maht (mõju 10.17)

Negatiivsed mõjud

- Rohkem siseturiste veedavad talvise puhkuse Lõunapoolsetes sihtkohtades ning taliturism Eestis väheneb (**Tabel 132** mõju 10.01)
- Rohkem turiste valivad taliturismi sihtkohaks Põhjapoolsemad riigid ning taliturism Eestis väheneb (mõju 10.02)
- Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks (mõju 10.08)
- Suurenev turistide arv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus (mõju 10.09)
- Suurenev turistide arv ja veevarustus ning reovee käitlus surve all, mis võib mõjutada ka äärealasid (mõju 10.11)
- Võimalikud üleujutused, mis mõjutavad bioloogilisi heitveekäitlus süsteeme (mõju 10.12)
- Rannaturistide arvu kasv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus (mõju 10.13)
- Rannaturistide arvu kasv ja surve sotsiaalsele koormustaluvusele (mõju 10.14)

- Rannaturistide arvu kasv ja surve keskkonnale ja infrastruktuurile, nagu rannaniidud, parklad, matkarajad (mõju 10.15)
- Suurenev vetikate vohamine ja merevee kvaliteedi langus vähendab ujumisvõimalusi ja seega vähendab rannaturistide arvu ja turistide rahulolu (mõju 10.16)
- Igaüheõigus saab kahjustatud kuna ranniku aladele ehitatakse turismirajatised (mõju 10.18)
- Rannaturistide arvu kasv ja tundlike kaldaalade võimalik erosioon (mõju 10.19)

Teadmata suunaga mõjud

- Enamikus turismi sihtkohtades on olukord tormidega veelgi ekstreemsem, mistõttu see ei mõjuta oluliselt turistide arvukust (**Tabel 132** mõju 10.06)

d) 2051–2100

Eeldatakse, et mõjud on sarnased eelmise perioodiga kuna vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015 sarnanevad aastateks 2040...2070 Eestis prognoositavad kliimaatilised tingimused aastatega 2070...2100 ning seega on ette näha ka samasuguseid tendentse turismi mugavusindeksi muutuses. Vt eelmine periood.

10.4.2. Alavaldkond: turismitransport

10.4.2.1. Riskid ja haavatavus

Muutused mobiilsuse mustrites muudavad mõned sihtkohad külgetõmbavamaks ja samal ajal mõnede piirkondade elujõulisus kahaneb (Hall ja Higham, 2005). Üheks tõsisemaks probleemiks turismi jaoks on lendude ning laevade väljumiste ebaregulaarsus ning teede lagunemine. Veetaseme tõusust tingituna võivad tekkida probleeme sadamatega, mis on seotud kruisi- ja jahiturismiga.

Suurenenud külastajate arv suveperioodil loob eeldused innovatsioonideks transpordisektoris, nt päikeseenergial töötavad lennukimootorid ning kriitilise massi kasvuks inimestest, kes soovivad arendada intermodaalseid transpordivõimalusi ja investeerida uutesse tehnoloogiatesse.

Negatiivsete mõjudena võib prognoosida järgmist: ebapiisavalt transpordiviise ja -mahtusid, eriti laialdast infrastruktuuri nõudvate transpordiliikide puhul nagu nt raudtee; suurenenud lendude arv tähendab CO₂ saaste tõusu, survet keskkonnale ja infrastruktuurile, eriti maapiirkondades (maastikud, parklad, teerajad ja ligipääsud).

Üleküllastunud kruisiturism Tallinnas loob võimaluse teistele piirkondadele, nagu Saaremaa, Pärnu, väikesaared. Kliimamuutustele adekvaatne reageerimine võib anda ka teisi võimalusi, nt uued intermodaalsed transpordivõimalused, uued siseturismi transpordiliinid, rohkem kruisi- ja jahituriste väikesaartele, uued sadamad ja transpordirajatised. Samuti sõltub turismi käekäik turismikorraldusest ja teenuste kvaliteedi parendamisest ning turisti teekonna läbimõeldusest, seda eriti prognoosimatute ja kriitiliste ilmaolude kontekstis.

10.4.2.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Nii lühikese perioodi kohta ei saa rääkida kliimamuutuste mõjudest vaid lihtsalt muutlikust ilmastikust. Samuti ei ole kliimaproгноosid nii täpsed, et selle põhjal võiks teha usaldusväärseid lühiajalisi prognoose.

b) kuni aastani 2030

Sotsiaal-majanduslikud ja poliitilised tegurid omavad lähikümnendikel oluliselt suuremat mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele (näiteks uued tooteideed, mida võiks rakendada ebasobivate ilmastikuolude korral) kui kliima.

c) 2021–2050

Positiivsed mõjud

- Turistide arvu vähenemisest tingitud väiksem vajadus turismitranspordi järele talveperioodil (**Tabel 133** mõju 10.20)
- Kruiisi- ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele, nagu nt Saaremaa, Pärnu ja muud, sh väikesaared (mõju 10.10)
- Vajadus innovaatiliste transpordiliikide järgi, näiteks päikeseenergial töötavad lennukimootorid (mõju 10.30)
- Järsu lennuliikluse tõusuga seonduvalt teadlikkuse tõus rohelistest väärtustest (mõju 10.31)
- Madalamad küttekulud ja suurem turismiettevõtjate majanduslik efektiivsus (mõju 10.34)

Negatiivsed mõjud

- Suurenenud turistide arvust tingitud turismitranspordi vajaduse tõus suveperioodil, millega kaasneb negatiivne mõju keskkonnale (**Tabel 133** mõju 10.21)
- Suurenenud turistide arvust tingitud vajadus uute, intermodaalsete, paindlikumate transporditeenuste järele (mõju 10.22)
- Lendude, laevaliikluse ja muu ühiskondliku transpordi ebaregulaarsuse tõttu tekib rohkem broneeringute katkestusi (10.23)
- Teede kahjustamine (10.24)
- Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks (10.08)
- Suurenenud turistide arv – suurenev turismitransport ja negatiivne mõju keskkonnale (10.25)
- Vajadus paremini planeerida turisti teekond reisi vältel, sh vältimaks pikki ooteaegu, kuhjumisi jm (10.26)
- Suurenenud turistide arv – vajadus paremaks reisikorralduseks, transfeeriks, info, piletimüügi ja broneerimisvõimaluste parandamiseks (10.27)
- Suurenenud turistide arv – erinevate transpordiliikide sõitjateveomahu suurenemine, eriti oluline suuremahulisi investeeringuid nõudvate transpordiliikide puhul, näiteks raudteed (10.28)
- Suurenenud turistide arv – vajadus suurendada lennutranspordi mahtusid/võimalusi, eriti regioonides (10.29)
- Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest, paindlikumatest transporditeenustest (10.22)
- Rohkem veetransporti (nt jahid, praamid, väikelaevad) – suurenenud vajadus sadam ate ja sadamarajatiste järgi (10.32)

- Vajadus efektiivsema õhu konditsioneerimise järele ühiskondlikus transpordis ja transpordirajatistes – suurenev CO₂ saaste(10.33)

d) 2051–2100

Eeldatakse, et mõjud on sarnased eelmise perioodiga kuna vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015 sarnanevad aastateks 2040...2070 Eestis prognoositavad kliimaatilised tingimused aastatega 2070...2100 ning seega on ette näha ka samasuguseid tendentse turismi mugavusindeksi muutuses. Vt eelmine periood.

10.4.3. Alavaldkond: loodusturism

10.4.3.1. Riskid ja haavatavus

Turismis võib ohuteguriks olla muutuvad maastikud loodusväärtuslikel aladel, näiteks võivad muutused vähendada atraktiivsust, alandada nõudlust ja põhjustada sissetulekute vähenemist ning mõjuda halvasti kohaliku kogukonna identiteedile. Kui hinnata kohandumist kliimamuutustele, siis turistide otsuste vastuvõtmise protsess jääb hüpoteetiliseks ja baseerub sageli eelneval kogemusel ja olemasolevatel ressurssidel (Landauer *et al.*, 2009). Kohalikku kogukonna ja turistide poolt väärtustatud elemendid, nagu maastik, on ohustatud kliimamuutuste poolt; samas tuleb meeles pidada, et kliimamuutused võivad mõjuda ka vastupidiselt (Buzinde *et al.*, 2010).

Suvehooaja laienemine madalhooaja arvel võib suurendada siseturismi, mis loob võimalused loodusturismi mitmekesistamiseks, pakkudes rohkem rajatise jalutamiseks, rattasõiduks, loodusõppeks jm., eeldused veeturismi kasvuks. Soojem vesi ja sagenenud vihmavalingutest tingitud rannikualade uhtumine võib suurendada vetikate vohamist meres ja järvedes. Igauheõigused võivad saada riivatud rannikualade turismi arengu tõttu, kuna ehitatakse rohkem turismi- ja kaldakaitse rajatise. Võib esineda tundlike kaldaalade erosiooni.

Muutlike ilmaolude tõttu võib ette näha tormi- ja sajupäevade arvu tõusu. Looduses esineb risk haprate koosluste ja infrastruktuuri hävinemiseks ning sellest tulenevalt suurenev vajadus siseruumides korraldatavaks turismiks. Ülisuurt negatiivset mõju avaldab see rannaturismile, kusjuures tähelepanu tuleb pöörata suurenenud riskile paadi ja kajakiretkede puhul. Perch-Nielsen jt (2010) tõdevad, et lisaks globaalsetele ja pikaajalistele kliimamuutusele mõjutavad turismi siiski ka lokaalsed ja ettearvamatud ilmastikunähtused, nagu näiteks vihmasead mõjutab rannaturismi (Frejtas 1990, 2003). Samuti peab arvestama muutustega tootearenduses ja välja töötama nn. halva ilma programmid, sest külastajad ei soovi loodusesse minna. Førland jt (2013) selgitasid välja, et Põhja-Skandinaavia külastajate jaoks olid põhilisteks negatiivseteks faktoriteks pilvine taevast, sagedased vihmajärgid ja vähene nähtavus. Enam tähelepanu tuleb pöörata turvalisuse regulatsioonidele ja riskijuhtimisprogrammide väljatöötamisele. Suurenenud veetaseme tõus jõgedes võib luua võimalused raftinguks. Võib prognoosida, et turismi infrastruktuuri pealetung ning suurenenud külastajate arv vastandub kohalike kogukondade ja maaomanike huvidele.

Muutuste tõttu ökosüsteemis muutub lindude ränne, karuvaatlusperiood jms. ettearvamatuks. Samas uued rändlinnu liigid loovad uusi võimalusi vaatluseks.

Suurenenud külastajate arv suveperioodil loob eeldused suurenenud teadlikkuseks rohelistest väärtustest (nt pärast seda, kui taevast on lennukeid täis) ning vabas õhus

toimivate tegevuste ja ürituste arvu suurenemiseks. Pikemast hooajast, turistide arvu kasvust ja muutunud kohalikust kultuurist tingitud vabaõhukohvikute ja atraktsioonide efektiivsus suureneb, nagu näiteks Merepäevad, *pop up* kohvikud jm. Vähem jääd ja soojem vesi annab rohkem võimalusi veega seotud tegevusteks.

Turistide arvu kasv ja sellega kaasnevalt ka infrastruktuuri kasv viib loodusturismi atraktiivsuse vähenemiseni, survestab maakogukondasid, häirib ja lõhub kohalike kogukondade eluviisi, sunnib konkureerima kohalike nappide varude peale. Suureneb õhusaaste, prügistamine ja negatiivne mõju loomadele ja puutumata loodusele, nt rohkem häiringuid pesitsevatele lindudele, eriti mereäärsetel aladel. Turistide rahulolu vähendab üksi puutumata looduses viibimise võimaluse kahanemine ning suurenenud keelutsoonid ja -ajad looduskaitse- ja rekreatsioonialadel. Kasvab vajadus rekreatsioonialade järele.

10.4.3.2. Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020

Nii lühikese perioodi kohta ei saa rääkida kliimamuutuste mõjudest vaid lihtsalt muutlikust ilmastikust. Samuti ei ole kliimaprognoosid nii täpsed, et selle põhjal võiks teha usaldusväärseid lühiajalisi prognoose.

b) kuni aastani 2030

Sotsiaal-majanduslikud ja poliitilised tegurid omavad lähikümnendikel oluliselt suuremat mõju turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele (näiteks halvailmaprogrammid turismi tootearenduses) kui kliima.

c) 2021–2050

Positiivsed mõjud

- Liigirohkus ja elurikkus – ettearvamatu mõju turismile (**Tabel 134** mõju 10.39)
- Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine (10.40)
- Jääkatte vähenemine merel ja järvedel pikendab veeturismi hooaega (10.44)
- Vajadus muutusteks turismi tootearenduses, kus traditsioonilised taliturismi tegevused tuleb asendada muude rekreatsioonitegevustega (10.45)
- Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm (10.36)
- Liigirohkus ja elurikkus – ettearvamatu mõju turismile (10.39)
- Loodusturismi ettevõtjate kõrgem majanduslik efektiivsus (10.41)
- Muutunud lindude ränne annab uusi võimalusi linnuvaatluseks (10.48)
- Suurenenud turistide arv võimaldab suvekohvikutel efektiivsemalt tegutseda (10.52)
- Suurenenud turistide arv ja rohkem täisajaga aastaringseid töökohti (10.57)
- Suurenev veeturismi maht (10.58)
- Suurenenud jõevool, võimalused ekstreemseks veespordiks (10.60)

Negatiivsed mõjud

- Rekreatsiooni infrastruktuur muutub hapramaks ning võib kiiresti laguneda niiskete ja tuuliste ilmade tõttu (**Tabel 134** 10.35)
- Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm. (10.36)
- Lumikatte vähenemine võib viia talispordi ja sellega seotud turismi langusele ning talispordialade ebapopulaarsusele Eestis (10.37)

- Rohkem kunstlund, veeparke ja suurem negatiivne mõju keskkonnale (10.38)
- Jääkate vähenemine merel ja järvedel vähendab jääspordi turismi, kalapüügiturismi jm (10.41)
- Jääkate vähenemine merel ja järvedel kutsub esile nn. viienda aastaaja kui kevadise turismiatraktsiooni lõppemise (10.42)
- Jääkate vähenemine merel ja järvedel muudab võimatuks taliteede avamise Hiiumaale, Saaremaale, Piirissaarele ja teistele väikesaartele (10.43)
- Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine (10.40)
- Liigirohkus ja elurikkus – ettearvamatu mõju turismile (10.39)
- Mõju mereturismile, näiteks hülgevaatlus väikelaevade ja kajakkidega (10.41)
- Turistid ei soovi osa võtta väljas toimuvatest tegevustest ja üritustest ning rahulolu langeb (10.42)
- Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi (10.43)
- Kiirelt reisiplane tegevad inimesed (nt siseturistid) võivad muuta oma plane ning katkestada broneeringud või otsustavad lühiajalisema reisi kasuks (10.44)
- Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm (10.36)
- Suurenenud turistide arv kutsub esile surve elusloodusele ja ökoloogilisele koormustaluvusele, nt rohkem karuvaatlus varjeid, linnuvaatlustorne, laudradu, lindude häirimine pesitsemise ajal (10.45)
- Suurenenud turistide arv kutsub esile uute ja paremini kaitstud loodusala järgi, et kaitsta elusloodust (10.46)
- Suurenenud turistide arv kutsub esile rohkem kohalike kogukondade häiriguid ja nende eluviisi muutuse (10.47)
- Suurenenud turistide arv kutsub esile vajaduse RMK ja muude avalike rekreatsioonialade paremaks reguleerimiseks (10.49)
- Suurenenud turistide arv loob nõudluse vabaõhu tegevuste ja ürituste järgi (10.50)
- Suurenenud turistide arv muudab kohalikku kultuuri: Merepäevad, *pop up* kohvikud jm (10.51)
- Suurenenud turistide arv vajadus enamate rekreatsioonialade järgi (10.53)
- Suurenenud turistide arv – rohkem jäätmeid ja selle utiliseerimisega seotud probleeme, sh. loomade ja lindude ohustamine (10.54)
- Suurenenud turistide arv – rohkem turismirajatise ja väiksem loodusturismi atraktiivsus (10.55)
- Suurenenud turistide arv – vähem võimalusi looduses üksi olemiseks (10.56)
- Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi (10.59)
- Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust ja vihmast suve (10.61)
- Vihm kahjustab suusaturismi infrastruktuuri, lume kvaliteet langeb – broneeringute katkestamine ning negatiivne majanduslik mõju (10.62)
- Talve ja lumega seotud ürituste ärajäämine ja kuupäevade muutus (10.63)
- Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust (10.64)
- Piiratud arv suusakeskusi on ülerahvastatud ning turistid otsivad võimalusi väljaspool Eestit, nagu Soome, Rootsi jt (10.65)

d) 2051–2100

Eeldatakse, et mõjud on sarnased eelmise perioodiga kuna vastavalt Luhamaa *et al.*, 2015 sarnanevad aastateks 2040...2070 Eestis prognoositavad kliimaatilised tingimused aastatega 2070...2100 ning seega on ette näha ka samasuguseid tendentse turismi mugavusindeksi muutuses. Vt eelmine periood.

Tabel 132. Kliimamuutuste mõju **turismi sihtkohtadele ja sesoonsusele.**

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
Kuni 2030	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.01.	Rohkem siseturiste veedavad talvise puhkuse Lõunapoolsetes sihtkohtades ning taliturism Eestis väheneb	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.02.	Rohkem turiste valivad taliturismi sihtkohaks Põhjapoolsemad riigid ning taliturism Eestis väheneb	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.03.	Suvehooaja pikenedamine hoiab siseturistid Eestis ja savine turistide arv suureneb	+	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.04.	Suvehooaja pikenedamine suurendab välituristide arvu suveperioodil ning osaliselt hiliskevadel ja varasügisel	+	kõrge	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.05.	Lühem madalhooaeg ning sellest tulenevalt turismisektori suurem majanduslik efektiivsus	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.06.	Enamikus turismi sihtkohtades on olukord tormidega veelgi ekstreemsem, mistõttu see ei mõjuta oluliselt turistide arvukust	0	madal	madal	madal	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.07.	Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi	+	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.08.	Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.09.	Suurenev turistide arv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus	-	kõrge	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.10.	Kruüsi ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele, nagu Saaremaa, Pärnu ja muud, sh. väikesaared	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.11.	Suurenev turistide arv ja veevarustus ning reovee käitlus surve all, mis võib mõjutada ka äärealasid	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.12.	Võimalikud üleujutused, mis mõjutavad bioloogilisi heitveekäitlus süsteeme	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.13.	Rannaturistide arvu kasv ja turismirajatiste ja investeeringute mittevastavus	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.14.	Rannaturistide arvu kasv ja surve sotsiaalsele koormustaluvusele	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.15.	Rannaturistide arvu kasv ja surve keskkonnale ja infrastruktuurile, nagu rannaniidud, parklad, matkarajad.	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.16.	Suurenev vetikate vohamine ja merevee kvaliteedi langus vähendab ujumisvõimalusi ja seega vähendab rannaturistide arvu ja turistide rahulolu.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.17.	Suurenev veeturismi maht	+	kõrge	keskmine	kõrge	otsene	Rannikualad
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.18.	Igaüheõigus saab kahjustatud kuna ranniku aladele ehitatakse turismirajatised.	-	madal	kõrge	keskmine	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.19.	Rannaturistide arvu kasv ja tundlike kaldaalade võimalik erosioon	-	keskmine	kõrge	keskmine	kaudne	Kogu Eesti
2051-2100	perioodil 2021-2050 alanud muutused jätkuvad	riskid on sarnased eelmise perioodi lõpuks prognoositud riskidega								

Tabel 133. Kliimamuutuste mõju **turismitranspordile**.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
Kuni 2030	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.20.	Turistide arvu vähenemisest tingitud turismitranspordi vajaduse vähenemine talveperioodil	+	kõrge	keskmine	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.21.	Suurenenud turistide arvust tingitud turismitranspordi vajaduse tõus suveperioodil ning sellega seoses neg. mõju keskkonnale	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2°C RCP4.5; +3,8°C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.22.	Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest, paindlikumatest transporditeenustest	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.23.	Lendude, laevaliikluse ja muu ühiskondliku transpordi ebaregulaarsuse tõttu rohkem broneeringute katkestusi	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.24.	Teede kahjustamine	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.08.	Eestit valitakse harvem talvepuhkuse veetmise sihtkohaks	-	kõrge	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.25.	Suurenenud turistide arv - suurenev turismitransport ja neg. mõju keskkonnale	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.22.	Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest, paindlikumatest transporditeenustest	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.26.	Vajadus paremini planeerida turisti teekond reisi vältel, sh. vältimaks pikki ooteaegu, kuhjumisi jm.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.27.	Suurenenud turistide arv – vajadus paremaks reisikorralduseks, transfeeriks, info, piletimüügi ja broneerimisvõimaluste parandamiseks	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti

	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.28.	Suurenenud turistide arv - erinevate transpordiliikide sõitjateveomahu suurenemine, eriti oluline suuremahulisi investeeringuid nõudvate transpordiliikide puhul, näiteks raudteed.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.29.	Suurenenud turistide arv - vajadus suurendada lennutranspordi mahtusid/võimalusi, eriti regioonides	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.10.	Kruiisi ja jahiturismi tulv Tallinna, mis annab võimaluse ka teistele piirkondadele, nagu Saaremaa, Pärnu ja muud, sh. väikesaared	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.30.	Vajadus innovaatiliste transpordiliikide järgi, näiteks päikeseenergiaal töötavad lennukimootorid.	+	kõrge	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.31.	Järsu lennuliikluse tõusuga seonduvalt teadlikkuse tõus rohelistest väärtustest	+	keskmine	keskmine	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.22.	Suurenenud turistide arvust tingitud puudus uutest, intermodaalsetest, paindlikumatest transporditeenustest	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.32.	Rohkem veetransporti - jahid, praamid, väikelaevad - vajadus sadamate ja sadamarajatiste järgi	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimumtemperatuurid	10.33.	Vajadus efektiivsema õhu konditsioneerimise järele ühiskondlikus transpordis ja transpordirajatistes - suurenev CO2.	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad miinumtemperatuurid	10.34.	Madalamad küttekulud ja suurem turismiettevõtjate majanduslik efektiivsus	+	kõrge	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
2051-2100	perioodil 2021-2050 alanud muutused jätkuvad	riskid on sarnased eelmise perioodi lõpuks prognoositud riskidega								

Tabel 134. Kliimamuutuste mõju loodusturismile.

Periood	Stenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõeäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
Kuni 2030	senine ilmastik	jääb samaks praegusega								
2021-2050	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.35.	Rekreatsiooni infrastruktuur muutub hapramaks ning võib kiiresti laguneda niiskete ja tuuliste ilmade tõttu	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.36.	Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm.	-	keskmine	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.37.	Lumikatte vähenemine võib viia talispordi ja sellega seotud turismi langusele ning talispordialade ebapopulaarsusele Eestis	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.38.	Rohkem kunstlund, veeparke ja suurem neg. mõju keskkonnale	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.39.	Liigirohkus ja elurikkus - ettearvamat mõju turismile	+	keskmine	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.40.	Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine	+	keskmine	kõrge	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.41.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel vähendab jääspordi turismi, kalapüügiturismi jm.	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.42.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel kutsub esile nn. viienda aastaaja kui kevadise turismiatraktsiooni lõppemise	-	keskmine	keskmine	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.43.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel muudab võimatuks taliteede avamise Hiiumaale, Saaremaale, Piirissaarele ja teistele väikesaartele	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.44.	Jääkate vähenemine merel ja järvedel pikendab veeturismi hooaega	+	keskmine	keskmine	ettearvamat	otsene	Kogu Eesti
RCP4.5, RCP8.5	Talv soojem (muutus +2,9°C RCP4.5; +4,9°C RCP8.5) ja lühem, vähem lund	10.45.	Vajadus muutusteks turismi tootearenduses, kus traditsioonilised taliturismi tegevused tuleb asendada muude rekratsioonitegevustega	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti	

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2 °C RCP4.5; +3,8 °C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.36.	Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm.	+	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2 °C RCP4.5; +3,8 °C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.39.	Liigirohkus ja elurikkus - ettearvamatu mõju turismile	+	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suvi soojem (muutus +2,2 °C RCP4.5; +3,8 °C RCP8.5) ja pikem, rohkem sademeid (muutu +31 mm RCP4.5; +38 mm RCP8.5)	10.40.	Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine	-	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lühem madalhooaeg (kevad ja sügis)	10.41.	Loodusturismi ettevõtjate kõrgem majanduslik efektiivsus	+	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lühem madalhooaeg (kevad ja sügis)	10.39.	Liigirohkus ja elurikkus - ettearvamatu mõju turismile	-	keskmine	kõrge	ettearvamatu	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Lühem madalhooaeg (kevad ja sügis)	10.40.	Võimalik ökosüsteemide piirjoonte muutumine	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.41.	Mõju mereturismile, näiteks hülgevaatlus väikelaevade ja kajakkidega	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.42.	Turistid ei soovi osa võtta väljas toimuvatest tegevustest ja üritustest ning rahulolu langeb	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Ekstreemsed tuuled ja tormid	10.43.	Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.44.	Kiirelt reisiplaan tegevad inimesed (n. siseturistid) võivad muuta oma plaane ning katkestada broneeringud või otsustavad lühiajalisema reisi kasuks	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Muutlikud ilmaolud	10.36.	Ökosüsteemi muutused, nagu lindude ränne, karuvaatlusperioodi muutus jm.	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.45.	Suurenenud turistide arv kutsub esile surve elusloodusele ja ökoloogilisele koormustaluvusele, n. rohkem karuvaatlus varjeid, linnuvaatlustorne, laudradu, lindude häirimine pesitsemise ajal	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.46.	Suurenenud turistide arv kutsub esile uute ja paremini kaitstud loodusala järgi, et kaitsta elusloodust	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.47.	Suurenenud turistide arv kutsub esile rohkem kohalike kogukondade häiriguid ja nende eluviisi muutuse	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.48.	Muutunud lindude ränne annab uusi võimalusi linnuvaatluseks	+	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.49.	Suurenenud turistide arv kutsub esile vajaduse RMK ja muude avalike rekreatsioonialade paremaks reguleerimiseks	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.50.	Suurenenud turistide arv loob nõudluse väliõhu tegevuste ja ürituste järgi	-	keskmine	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.51.	Suurenenud turistide arv muudab kohalikku kultuuri: Merepäevad, pop up kohvikud jm	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.52.	Suurenenud turistide arv võimaldab suvekohvikutel efektiivsemalt tegutseda	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.53.	Suurenenud turistide arv vajadus enamate rekreatsioonialade järgi	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.54.	Suurenenud turistide arv - rohkem jäätmeid ja selle utiliseerimisega seotud probleeme, sh. loomade ja lindude ohustamine	-	keskmine	kõrge	kõrge	kaudne	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.55.	Suurenenud turistide arv - rohkem turismirajatise ja väiksem loodusturismi atraktiivsus	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.56.	Suurenenud turistide arv - vähem võimalusi looduses üksi olemiseks	-	madal	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Turismi Mugavusindeks langeb Lõuna-Euroopas suveperioodil	10.57.	Suurenenud turistide arv ja rohkem täisajaga aastaringseid töökohti	+	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Merevesi soojeneb	10.58.	Suurenev veeturismi maht	+	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5, RCP8.5	Kõrgemad maksimumtemperatuurid	10.59.	Vajadus ohutus- ja turvameetmete ning riskijuhtimise plaanide järgi	-	keskmine	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suurenenud sajupäevade arv	10.60.	Suurenenud jõevool, võimalused ekstreemseks veespondiks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Suurenenud sajupäevade arv	10.61.	Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust ja vihmast suve	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.62.	Vihm kahjustab suusaturismi infrastruktuuri, lume kvaliteet langeb - broneeringute katkestamine ning negatiivne majanduslik mõju	-	kõrge	kõrge	kõrge	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.63.	Talve ja lumega seotud ürituste ärajäämine ja kuupäevade muutus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.64.	Nõudlus turismirajatisteks siseruumides, et kompenseerida lumevaesust	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
	RCP4.5, RCP8.5	Talvehooaja nihkumine kevadesse	10.65.	Piiratud arv suusakeskusi on ülerahvastatud ning turistid otsivad võimalusi väljaspool Eestit, nagu Soome, Rootsi jt.	-	kõrge	kõrge	keskmine	otsene	Kogu Eesti
2051-2100	perioodil 2021-2050 alanud muutused jätkuvad	riskid on sarnased eelmise perioodi lõpuks prognoositud riskidega								

10.4.4. Mõjude kokkuvõte

Kliimamuutuste mõju turismile Eestis sõltub paljude füüsiliste, sotsiaalsete, majanduslike ja poliitiliste tegurite koostoimest. See, kuidas turistid reageerivad teatud sihtkoha kliimamuutusele sõltub vanusest, majanduslikust seisust, kogemustest, ootustest, planeeritud tegevustest jne. Kliimamuutusest on mõjutatud nii turismi siht- kui lähteriigid. Suveperiood jätkuvalt soojeneb ja pikeneb ning sellest tulenevalt Loode- ja Põhja-Euroopa turismi mugavusindeks kasvab ning on ette näha turistidevoo suurenemist, vee- ja rannaturismi kasvu ning turismisektori suuremat majanduslikku efektiivsust. Soojemad talved ja talvised vihmasajud kutsuvad esile lumekatte vähenemise või puudumise ning sellest tulenevalt ka taliturismi voogude kahanemise. Jääkatte vähenemise tulemusena ei avata enam jääteid saartega ning väheneb jääspordi ning -kalastamise maht. Merevee taseme tõus võib tekitada probleeme sadama infrastruktuuriga ja mõjutada negatiivselt jahiturismi arengut. Prognooside kohaselt on ilmastikumustrid järjest ettearvamatamad, mille tõttu on vaja rohkem alternatiivseid võimalusi aktiivseteks tegevusteks siseruumides. Oluline negatiivne mõju on transpordi infrastruktuurile ja rannaturismile seoses tormi- ja sajuilmade sagenemisega, lisaks mõjutab rannaturismi vetikate vohamine.

10.5. Edasised uuringusuunad

Kliimamuutuste mõjude usaldusväärsema prognoosimise huvides oleks vaja uurida ning analüüsida olemasolevaid uuringuid muutustest turistide käitumismustrites, arvestades sotsiaal-majanduslike tegureid (elatusaseme, haridustaseme, keskkonnateadlikkuse tõus) ning kliimamuutusi.

Selleks, et teada kas ja kuidas turismi- ja avalik sektor on valmis reageerima prognoositavalt suurema turistidevoo vastuvõtmiseks suveperioodil ning kuidas taliturismi vähenemine mõjutab turismisektorit ja kogu majandust oleks vaja teostada turismiettevõtjate ja turismiarendusorganisatsioonide uuring.

Külastajatevoogude efektiivseks juhtimiseks ning koormustaluvuse piiride väljaselgitamiseks on vaja järjepidevat külastajate ja kaitse- ning puhkealade ning massiturismi sihtkohtade monitooringut.

Turistide rahulolu suurendamiseks ning ilmastikust tingitud ebamugavuste korvamiseks on vaja analüüsida, kuidas tagada suureneva turistide arvukuse korral mugav ja tõrgeteta kliendi teekond riiki sisenemisest kuni sihtkohta. Samuti tuleks määratleda turismi mitmekesistamise võimalused kompenseerimaks halvenenud talveolusid ning lume- ja jääkatte vähesusest tingitud taliturismi alade kahanemist.

Konfliktide ennetamiseks turismipiirkondade elanike hulgas oleks vaja läbi viia sotsiaalse koormustaluvuse uuringuid, mille raames saaks ka määratleda, kuidas kliimamuutused mõjutavad turismiga seonduvalt kohalikke kogukondi ja millises mahus need on haavatavad ning milline on muutustega kohanemise võime.

10.6. Kohanemismeetmed

10.6.1. Turismi valdkonna strateegiline eesmärk

Turismi valdkonna strateegiline eesmärk: aastaks 2030 on saavutatud turismisektori teadlikkus kliimamuutustega kohanemisest ja võime antud meetmete rakendamiseks

10.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud

Turismiga seotud kliimakohanemise meetmed on laiaulatuslikud, nii majanduslikud, regulatiivsed kui ka informatiivsed ning sisaldavad investeeringuid, planeeringuid, koolitusi ja uuringuid. Kõik meetmed on üle-Eestilised ning omavad pikaajalist mõju. Kokkuvõtvalt on meetmeid kirjeldatud ja hinnatud allpool (**Tabel 135** ja **Tabel 136**).

Meede 10.1 on suunatud **turismi pakkumiste mitmekesistamisele ja investeerimisvõimaluste loomisele**, et luua lörtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine. Meetme all on kavandatud mitmeid toetusvõimalusi turismiettevõtjatele, kohalikele omavalitsustele ja mittetulundussektorile, et aidata neil paremini kohanduda muutuvate kliimaoludega ning samas kaasata antud probleemide lahendamisse vastavate organisatsioonide omafinantseeringud ja jõupingutused. Barrios ja Ibanez (2015) leiavad oma uuringu tulemustele toetudes, et Vahemeremaade turismitulud võivad 2100 kliimatingimustes väheneda 0,45% SKPst aastas, samas Põhja-Euroopa turismitulud võivad tõusta 0,32% SKPst. Meede on väga oluline kuna soodsamatest suvistest kliimaoludest tingitud potentsiaalsed turistide vood võivad suunduda lähiriikidesse kui meile ei ole piisavalt atraktiivseid pakkumisi vajalikul hulgal. Taolisi meetmeid ei ole keerukas rakendada ning nad ei ole tundlikud välistegurite suhtes. Meetmete kulukus on orienteeruv ning summat saab korrigeerida vastavalt olemasolevatele võimalustele. Samas tuleb arvestada, et peaaegu kõigi turismi meetmete rakendamisest (v.a. vesi ja heitvesi) saadavad tulud ületavad selleks tehtavad kulud. Meetmel on tugev positiivne mõju majandusvaldkonnale kuna turismist saadavad tulud suurenevad ning tasakaalustavad ka välismajanduse maksebilanssi. Elanikkond laiemalt peaks antud meetmed ka pigem positiivselt vastu võtma, sest lisaks maksetuludele, parandavad turismi investeeringud ka elukeskkonda, loovad töökohti ning puhkamisvõimalusi kohalikele elanikele. Keskkonnamõju või hinnata neutraalseks kuna tüüpiliselt investeeringud kahjustavad keskkonda, kuid läbimõeldud pakkumiste mitmekesistamine võib seisneda ideepõhises tootearenduses ning ei avalda negatiivset mõju, samas võib potentsiaalselt vähendada mõju keskkonnale nt põllumajandustegevuse lõpetamisel ja loodusturismile spetsialiseerumisel.

Meede 10.2 on suunatud **külastajate rahulolu tõstmisele läbi teeninduskvaliteedi** ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes. Meetme eesmärk on kasutada maksimaalselt ära olemasolev potentsiaal ning suurendada turistide ja ka kohalike elanike rahulolu teenuste kättesaadavusega ning minimeerida ekstreemsetest ilmaoludest tingitud ohtu turistide ja kohalike elanike turvalisusele. Meetme positiivne mõju on suurem kui selleks tehtavad kulud. Kavandatavaid meetmeid ei ole keerukas rakendada. Kõige suurem mõju on majandusele, kuid ka sotsiaalvaldkonnale omab üsna suurt mõju, eriti turvalisuse tagamise tegevused. Mõju keskkonnale on neutraalne. Hinnates meetme tundlikkust välistegurite suhtes võib öelda, et ei ole tundlik, pigem aitab vastu seista globaalsest konkurentsist tingitud mõjule.

Meedet 10.3 – turismitranspordi **kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused** ja **keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine**, sh. ekstreemsete

ilmaolude korral rakendatakse suurel määral läbi Transpordi arengukava 2014–2020. Antud eesmärgi toetatakse mõningate tegevustega, mis on otseselt suunatud turismitranspordi arendamiseks. Ligipäasetavus on turismi üks kriitilisemaid tegureid, samas, arvestades kaasaja reisimise kahe olulise trendi, keskkonnasäästikkuse ja ajapuudusega, on vajalik luua ja kasutusele võtta uudsed transpordilahendused. Meetme kulukus on tagasihoidlik kuna otsesed investeeringud tehakse läbi VV Tegevusprogrammi ning perioodi 2014–2020 transpordi infrastruktuuri arendamise investeeringute kava elluviimise. Suur osa kuludest langeb ka erasektorile. Kavandatavaid meetmeid ei ole keerukas rakendada. Kõige suurem mõju on majandusele, kuid ka sotsiaalvaldkonnale omab üsna suurt mõju kuna kõik investeeringud on kasutatavad ka kohalike elanike poolt. Mõju keskkonnale on neutraalne, arvestades, et transpordi mahtude suurenemine mõjutab üldjuhul negatiivselt, kuid keskkonnasäästlike reisimisviiside rakendamine mõjutab positiivselt. Hinnates meetme tundlikkust välistegurite suhtes võib öelda, et ei ole tundlik, pigem aitab vastu seista globaalsest konkurentsist tingitud mõjule.

Meetme 10.4 eesmärgiks on **minimeerida turistide arvu kasvust tingitud negatiivset mõju keskkonnale ja kohalikele kogukonnale** ning tagada elanikele ligipääs randadele ja rannikualadele. See meede on ühelt poolt suunatud kogukonna ja keskkonna kaitsmisele, kuid samas peab arvestama, et turism ise sõltub olulisel määral nendest loodusressurssidest ja kohalike elanike heast suhtumisest külastajatesse. Suur osa konfliktsituatsioone tekib rannaaladel kui kohalikud elanikud, aga ka ühepäevakülalastajad ja turistid ei saa kasutada rannaalaid ujumiseks, kalastamiseks, paatidega randumiseks ega veega seotud harrastusteks. Kavandatavaid meetmeid ei ole keerukas rakendada. Kõige suurem mõju on sotsiaalvaldkonnale ja keskkonnale, kuid ka majandusele kuna turistide arv on sellest sõltuvuses. Meede ei ole tundlik välistegurite suhtes.

Meetme 10.5 sisu on turismisektori **teadlikkuse tõstmine** kliimakohtlemisest ja võime ning teadlikkuse arendamine. Meetme elluviimiseks on kavas luua kompetentsikeskus, mis teostab kliimamuutustega kohtlemise uuringuid, koostab eksperthinnanguid ning vahendab teadmisi turismisektorile, haridusele ja ühiskonnale laiemalt; loob ja hoiab turismi kliimakohtlemise ressursibaasi, mis on aluseks jätku-uuringuteks, koolitusteks, mentorluseks ja konsultatsioonideks; integreerib kliimakohtlemise teema haridusprogrammidesse kõikidel tasanditel: põhi-, kutse-, bakalaureuse-, magistri-, doktori- ja täiendõpe. Meede on kiireloomuline kuna mitmed teised meetmed on sellest sõltuvad. Meetme elluviimiseks rakendatakse välisorganisatsioone ja -eksperthe, nt *Climate Ready Scotland*. Ei ole välismõjude suhtes tundlik ja meetme rakendamine ei ole keeruaks. Omab väga suurt mõju majandusele ning olulist mõju ka sotsiaalvaldkonnale ja keskkonnale. Antud kompetentsikeskus võib suures osas tegutseda virtuaalsena, mis on eriti positiivne sektorialsete, administratiivsete ja organisatsiooniliste bärjäärade murdmiseks.

Meede 10.6 on **vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil ning meede 10.7** kätkeb endas **energiasäästuprogrammide rakendamist**. Mõlemad meetmed on turismi toetavad, kuid samas ka keskkonna ja kohaliku elanikkonna huvides. Kvaliteetne joogivesi on juba muutunud üheks teguriks, mille alusel valitakse puhkuse sihtkohti ning see on muutumas üha olulisemaks. Arvestama peaks ka Eestis sagenevate ohtlikult kõrgete temperatuuridega ning joogi/jahutusvee kättesaadavusega avalikes kohtades. Energiasäästuprogrammi tuleks rakendada võimalikult kiiresti, sest sellest sõltuvad pikkaajalised investeeringud turismirajatistesse.

Energiasäästuprogrammid (meede 10.7) tuleks rakendada võimalikult kiiresti, sest sellest sõltuvad pikkaajalised investeeringud turismirajatistesse. Meetme raames töötatakse välja kliimamuutusi arvestavad energiatõhususe nõuded majutusasutustele, spaadele ja

konverentsikeskustele ning rakendatakse järelevalve antud nõuete täitmise kontrolliks. Samuti viiakse läbi energiatõhususe teadlikkuse tõstmise infopäevi, koolitusi, nõustamisi ja õppereise.

Tabel 135. Turismi valdkonna meetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraksioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine	Säilib ja paraneb Eesti maine taliturismi sihtkohana, vaatamata ettearvamatutele ja sobimatutele ilmaoludele. Paranevad rekreatsiooni ning sportimisvõimalused talveperioodil. Potentsiaalsete turistide arv kasvab ning tuleb vältida olukorda kus suurenenud turistidevood valivad suvise, hiliskevadise ja varasügisese puhkuse veetmise sihtkohaks naaberriigid või muud. Vähendada Tallinna ülekoormatust ja suurendada regionaalseid turismituluseid. Kasutada maksimaalselt ära nii mere kui siseveekogude potentsiaal turismis. Kaasatud VKE, KOV ja MTÜde initsiatiiv ja rahaline panus turismi ja rekreatsioonivõimaluste loomiseks ja seega Eesti konkurentsivõime säilitamiseks taliturismi sihtkohana. Küllastajate rahulolu tõus ja Eesti kui turismi sihtkoha maine tõus.
10.2.	Küllastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes	Vältida olukorda kus suurenenud turistidevood valivad suvise, hiliskevadise ja varasügisese puhkuse veetmise sihtkohaks naaberriigid. Kasutada maksimaalselt ära olemasolev potentsiaal ning suurendada turistide ja ka kohalike elanike rahulolu teenuste kättesaadavusega. Ekstreemsetest ilmaoludest tingitud oht turistide ja kohalike elanike turvalisusele. Küllastajate rahulolu tõus ja Eesti kui turismi sihtkoha maine tõus.
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral	Potentsiaalsete turistide arv kasvab suveperioodil ning suurel määral sõltub konkurentsivõime turismiturul transpordikorraldusest. Eesti ei tohiks kaotada omapositsiooni taliturismi sihtkohana. Potentsiaalsete turistide arv kasvab suveperioodil ning suurel määral sõltub konkurentsivõime turismiturul transpordikorraldusest. Kasvab ka vastutustundlike reisijate arv, kes eelistavad lennukile rongi. Samas on aeg kõige väärtuslikum ressurss ja tihti tehakse otsus lennureisi kasuks kuna alternatiivne lahendus puudub. Küllastajate rahulolu tõus ja Eesti kui turismi sihtkoha maine tõus.
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine	Minimeerida turistide arvu kasvust tingitud negatiivset mõju keskkonnale ja kohalikule kogukonnale. Kohalikud elanikud, aga ka ühepäevakülalastajad ja turistid ei saa kasutada rannaalaseid ujumiseks, kalastamiseks, paatidega randumiseks ega veega seotud harrastusteks.
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoormatusest ja võime ning teadlikkuse arendamine	Maksimaalselt ära kasutada suveturismi potentsiaal ilma keskkonda ja kogukonda kahjustamata ja ning olla valmis ettearvamatuteks ilmaoludeks
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil	Potentsiaalsete turistide arv kasvab ning tuleb vältida ohtusid, mis on seotud joogivee puudusega ning halva kvaliteediga ning ennetada võimalikku keskkonnareostust

Meetme jrk nr	Meede	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
		ja haiguste levimist. Arvestada võimalike ülejutustega seotud heitveekäitlusjaamade reostust.
10.7.	Energiasäästuprogrammide rakendamine	Euroopas ja Eestis vastuvõetud kohustuste täitmine. Üld- ja alaeesmärgi täitmise tagamine. Kliimamuutuste tingimuses vajatakse lisaks heale soojustamisele ja ehitiste tormikindlusele ka paremaid ventilatsiooni ja õhu konditsioneerimise lahendusi.

Tabel 136. Turismi valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafiline ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välisestegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisesteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välisestegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koondhinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Keskond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
10.1.	4	5	4	4	5	3	3	3	3	5	5	5	1	3 345 000	47
10.2.	3	5	4	4	5	3	3	4	3	3	5	5	2	300 000	45
10.3.	5	5	4	4	5	3	3	4	3	5	5	5	1	1 500 000	48
10.4.	5	4	5	5	4	5	4	4	3	5	5	5	2	250 000	52
10.5.	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	2	500 000	53
10.6.	5	3	5	5	5	3	3	4	3	5	5	5	1	2 000 000	48
10.7.	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	3	200 000	53

10.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Turismi valdkonnaga seotud kliimarisikidega kohanemise meetmeid, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte, on 7. Täiendamist vajavad enim Ehitusseadustik, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava, turismi arengukava, transpordi arengukava ja nedega seonduvad rakendusdokumendid (**Tabel 137**).

Tabel 137. Turismi valdkonna meetmed, mis tingivad vajaduse täiendada olemasolevaid või kehtestada uusi õigusakte.

Meetme jrk nr	Meede	Meetmega seotud õigusaktid, strateegilised dokumendid jm
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine	Turismi arengukava, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava
10.2.	Küllastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes	Turismi arengukava, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava, ehitusseadustik
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral	Turismi arengukava, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava, transpordi arengukava
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine	Turismi arengukava, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoohanemisest ja võime ning teadlikkuse arendamine	Turismi arengukava, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil	Turismi arengukava, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava
10.7.	Energiasäästuprogrammide rakendamine	Turismi arengukava, riiklike, regionaalsete ja kohalike investeeringute kava, ehitusseadustik

10.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Turismi meetmetabelis on kõikide meetmete rakendamine seotud kliimakoohanemise teadlikkuse ja suutlikkuse tõstmise meetmega (meede 10.5.). Turismi valdkonna meetmetevahelised sõltuvused on toodud alljärgnevalt (**Tabel 138**).

Tabel 138. Turismi valdkonna meetmete omavahelised seosed.

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine	10.5.

Meetme jrk nr	Meede	ja temaga seotud meede
10.2.	Külastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes	10.5.
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral	10.5.
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine	10.5.
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoostanemisest ja võime ning teadlikkuse arendamine	x
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil	10.5.
10.7.	Energiasäästuprogrammide rakendamine	10.5.

10.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Perioodil 2017–2020 on kavas rakendada meetmeid 10.5 ja 10.7 (**Tabel 139**), kuna need on kõige kiireloomulisemad ning meetme 10.5 rakendamise edukusest sõltuvad kõik teised meetmed. Meetmete kogumaksumus on hinnanguliselt 700 000 €. Ülejäänud meetmete rakendamist alustatakse 2021. a ning nende kulukus kuni 2030. aastani on 7 395 000 €. Kõikide meetmete rakendamise jätkub kuni 2100 aastani, v.a. meede 10.7 ning meetme 10.5 tegevus 1 – kompetentsikeskuse kui organisatsiooni loomiseks eeldatavalt hiljem kulusid ei teki, küll aga on arvestatud tegevuskuludega.

Tabel 139. Turismi valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus:	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
	1=45-60p 2=29-44p 3=12-28p			
Rakendada perioodil 2017–2020	1	2	700 000	700 000
Rakendada 2021–2030	1	5	7 395 000	7 395 000
Rakendada 2031–2050	1	6	7 195 000	7 195 000
Rakendada 2051–2100	1	6	7 195 000	7 195 000

Kokku			21 785 000	21 785 000
--------------	--	--	-------------------	-------------------

Tabel 140. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakohtanemisest ja võime ning teadlikkuse arendamine
10.7.	Energiasäästuprogrammide rakendamine

Tabel 141. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligiõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine
10.2.	Külastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil

Tabel 142. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2031–2050.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligiõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine
10.2.	Külastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakohtanemisest ja võime ning teadlikkuse arendamine
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil

Tabel 143. Turismi valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2051–2100.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraksioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine
10.2.	Külastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakohtanemisest ja võime ning teadlikkuse arendamine
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil

Meetmete kulukus rakendusinstituutide lõikes: kõik meetmed rakendatakse läbi Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi, kuid mõni tegevus on seotud ka Keskkonnaministeeriumi ja Haridus- ja teadusministeeriumiga. Kuna tabeli formaat tingib ka kaasvastutajate summa lisamise, siis on osa kulusid arvestatud topelt, nt Keskkonnaministeeriumi puhul (**Tabel 144**).

Tabel 144. Turismi valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	1	3	2 250 000
Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium (MKM)	7	0	7 395 000
Haridus- ja teadusministeerium	0	1	50 000

Tabel 145. Turismi valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraksioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine	Kogu Eesti, erandiks on tegevus 10.1.5, mille eesmärgiks on hajutada turiste väljapoole Tallinna ning sel juhul on ulatuseks kogu Eesti, v.a. Tallinn
10.2.	Külastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes	Kogu Eesti
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed lahendused ja	Kogu Eesti

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
	keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral	
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine	Kogu Eesti
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoormusest ja võime ning teadlikkuse arendamine	Kogu Eesti
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil	Kogu Eesti
10.7.	Energiasäästuprogrammide rakendamine	Kogu Eesti

10.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Alljärgnevalt on toodud mõõdikud, alg- ja sihttasemed, mille alusel hinnata meetmete tulemuslikkust (**Tabel 146**). Meetmete tulemuslikkuse hindamiseks on vaja teostada monitooringut ning läbi viia turistide rahulolu-uuringuid. Samuti on vajalik planeerimisotsuste kvaliteedi tõstmine ja joogivee ning heitvee tasemete mõõtmised. Energiatõhususe nõuete väljatöötamise puhul saab tulemuslikust mõõta nende olemasolu ja kvaliteedi kaudu ning energiatõhususe teadlikkuse programmist annab ülevaate koolitustes ja infopäevadel osalenute arv.

Tabel 146. Turismi valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
10.1.	Turismi pakkumiste mitmekesistamine ja investeerimisvõimaluste loomine, et luua lõrtsise ilma puhuks alternatiivseid lahendusi ja atraktsioone suveturistide ligitõmbamiseks, sh. veeturismi arendamine	Turismiga seotud teenuste ja atraktsioonide arv	Puudub peamine atraktsioon ja pakkumise terviklikkust toetavad teenused.	Kõigil turismi tõmbekeskustel on välja arendatud peamine atraktsioon ja toetavad teenused, mis on avatud kevadel ja sügisel, puhkepäevadel ja õhtuti.
10.2.	Külastajate rahulolu tõstmine läbi teeninduskvaliteedi ja turistide turvalisuse parandamise turismiettevõtetes ja turismiga seonduvates ettevõtetes	Külastajate rahulolu kasv – iga-aastased rahulolu uuringud	Turistide rahulolu tase 2015	Turistide rahulolu tase oluliselt tõusnud
10.3.	Turismitranspordi kohandamine vastavalt sõitjate arvule, multimodaalsed	Transpordisüsteemi kasutajate rahulolu indeks	Transpordisüsteemi kasutajate rahulolu indeks* oli 4,47 palli 2012. aastal	Transpordisüsteemi kasutajate rahulolu indeks* on kasvanud

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
	lahendused ja keskkonnasäästlike kiirete transpordi võimaluste loomine, sh. ekstreemsete ilmaolude korral			
10.4.	Turistide arvu kasvust tingitud keskkonnale ja kohalikule kogukonnale langeva negatiivse mõju minimeerimine ning randadele ja rannikualadele ligipääsu tagamine	Vastu võetud ja ellu viidud otsused paremaks turismisihtkohtade tsooneerimiseks, turistide voogude hajutamiseks, kuhjumise vältimiseks	Koordineerimata turistidevood n. RMK puhkealadel	Turismisihtkohad koordineerivad turistide voogusid
10.5.	Turismisektori teadlikkuse tõstmine kliimakoostõstmise ja võime ning teadlikkuse arendamine	Kompetentsikeskuse olemasolu ja funktsioonide täitmine	Puudub arusaamine kliimakoostõstmise vajalikkusest ja võimalustest	Loodud kompetentsikeskus, mis toimib info koondajana, talletajana ja jagajana
10.6.	Vee kõrge kvaliteedi tagamine ning keskkonna säästmine heitvee mahtude suurenemise tingimustes suveperioodil	Joogivee kvaliteet ja heitveekäsitluse keskkonnasäästlikkus	Joogivett on piisavalt, kvaliteet on piirkonniti erinev, kuid üldjoontes rahuldav, Heitveekäitlus on üldjoontes kontrolli all, suvilarajoonides sagali probleemid veekogudesse reovee suunamisega	Tagada joogivee mahtude suurenemine vastavalt suurenenud nõudlusele ja kvaliteedi püsimine, Heitveekäitlus vastab suurenenud mahtudele, eriti suveperioodil
10.7.	Energiasäästuprogrammide rakendamine	Energiasäästu nõuete olemasolu. Koolitatute/teavitatud arv	Nõuded turismiettevõtetele puuduvad. Inimesed ei ole teadlikud võimalustest.	Nõuded välja töötatud, inimesed koolitatud/teavitatud

11. Turba kaevandamine

Salm, Jüri-Ott; Sell, Indrek

Eestimaa Looduse Fond

11.1. Sissejuhatus

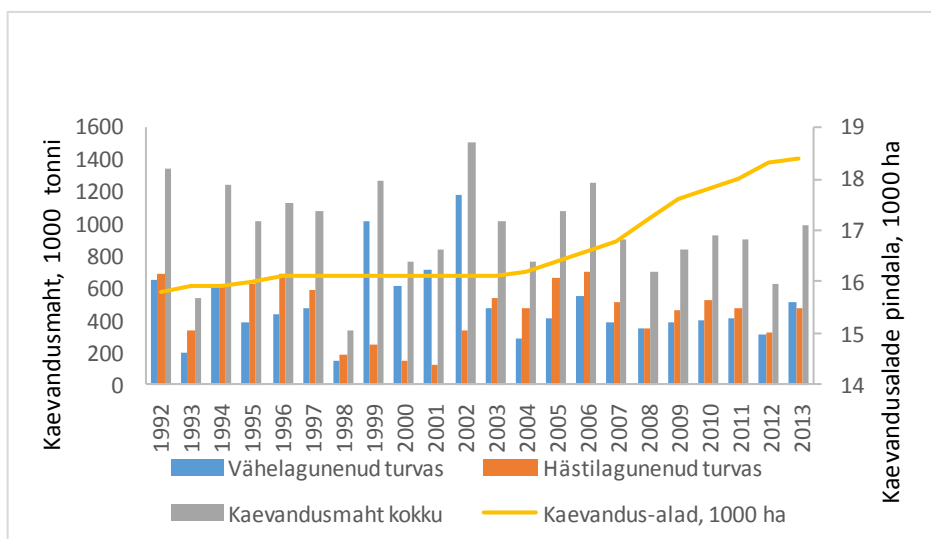
Aastatel 1992–2013 on turba kaevandamise maht olnud vahemikus 0,3–1,5 mln tonni aastas (**Joonis 14**). Suur kõikumine on seotud eelkõige ilmastikuoludega, peamiselt sademete hulga ja tuule kiirusega (Keskkonnaagentuur, 2014). Seost sademetega kinnitab 1998. a. erakordselt suure sademete hulga tõttu toimunud kaevandusmahtude drastiline langus, samuti statistiline andmete analüüs. Lisaks on kaevandusmahud seostatavad sajuta päevade, päikesepaiste kestuse ja keskmiste õhutemperatuuridega juunist augustini vältava kaevandamisperioodi jooksul. Tuule kiirusega statistiliselt olulist seost ei täheldatud. Kaevandusalade pindala on suurenenud 15 800 hektarilt 18 000 hektarini. Viimase kümne aasta jooksul on aktiivse kaevandamise järgselt rekultiveeritud 340 ha jääksoid, peamise meetodina on rakendatud taassoostumist ja metsastamist (Aunpuu, 2015). Kliimast ja muudest asjaoludest peetakse olulisimaks kaevandamise mahu mõjutajaks majandust ehk tarbimist ning seadustega loodud raamistikku (Niitlaan, 2015).

Turbakasutus jaguneb vähe- ja hästilagunenud turba vahel, viimastel aastatel on mõlema osakaal olnud peaaegu võrdne. Vähelagunenud turvast kasutatakse peamiselt aianduses (kasvuturvas, turbapotid, -pätsid ja -plokid), hästilagunenud turvas leiab kasutust energeetikas (Keskkonnaagentuur, 2014).

Turbatööstuse aastaseks käibeks on hinnatud 80–100 mln €, millest ekspordi käive moodustab enam kui 2/3. Turbatööstusega seotud valdkondades on hõivatud ligikaudu 1500 inimest, peamiselt maapiirkondades. Turbatööstuse tegelik tööhõive on Eesti Turbaliidu hinnangul läbi sidusettevõtete (transport, pakendamine jms) oluliselt suurem. (Espenberg *et al.*, 2013)

Turba tootmise teemat käsitletakse allpool järgnevate alavaldkondade kaupa:

- valdkonda mõjutavad **poliitikadokumendid**;
- **kasvuhoonegaaside emissioon** kaevandusaladelt;
- **mõju turba kaevandamise mahtudele**;
- **kaevandamise tehnoloogiad**;
- **kaevandusjärgne turbaalade kasutus**.



Joonis 14. Turba kaevandusmaht perioodil 1992–2013 (Maa-amet, 2012, 2013, 2014; Statistikaamet, 2011).

11.2. Meetodika

Hetkeolukorra ja mõjude analüüs

Hetkeolukorra analüüs, sh kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele põhineb Eesti ja lähiriikide valdkondliku teabe analüüsil, mille tarbeks koostati ülevaade Eesti kaevandusmahtudest, kaevandusaladelt lähtuvatest kasvuhooonegaasidest ja nende seostest ilmastikunähtustega. Senise kaevandamismahtude ja -lubade ning poliitikadokumentide põhjal anti hinnang edasistele kaevandusmahtudele ning vajadusele uute turbakaevandusalade järele. Käesoleva töö oluliseks osaks osaks siinjuures on turbakaevandamisalade järelkasutuse kavandamine. Hindamaks võimalikke trende ja kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele ning kasutusele, tutvuti lähiriikide (Leedu, Läti, Soome ja Rootsi) arengudokumentide ja sektori ülevaadetega. Täiendavalt käsitleti tehnoloogilisi lahendusi, mis võivad olla ilmastikukindlamad, samuti ka turbaressursi osas säästlikumad. Koostatud analüüsi põhjal jaotati teema viieks alavaldkonnaks: (1) valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid; (2) kasvuhooonegaaside emissioon kaevandusaladelt; (3) mõju turba kaevandamise mahtudele; (4) kaevandamise tehnoloogiad; ja (5) kaevandusjärgne turbaalade kasutus.

Edasises töös, st kliimamuutustega seonduvate mõjude hindamisel ja meetmete väljatöötamisel võetakse aluseks Luhamaa jt (2015) koostatud kliimastenaariumid, lähtudes alljärgnevast:

- 1) Kliimamuutuste mõju kaevandusaladelt lähtuvale kasvuhooonegaaside emissioonile. CO₂ emissioonid seostuvad tugevalt pinnasetemperatuuridega, seda kinnitavad nii Eestis kui ka mitmetes teistes riikides läbi viidud mõõtmisandmed (Salm, 2012, lk. 39). Tuginedes teaduskirjanduses avaldatud mõõtmisandmetele prognoositakse CO₂ emissioonide muutusi vastavalt temperatuuri muutustele. Kuna kolmest peamisest kasvuhooonegaasist (CO₂, CH₄ ja N₂O) moodustab CO₂ emissioon ligikaudu 99% (Salm, 2012), keskendutakse käesolevas töös edaspidi CO₂ emissioonile. Lisaks analüüsitakse sademete võimalikku mõju.
- 2) Mõju turba kaevandamismahule. Kaevandamine sõltub ilmastikutingimustest, eelkõige sademetest ja õhuniiskusest, samuti tuulest (Keskkonnaagentuur, 2014; Peat production

decreasing in Finland, 2014; Rozental, 2012) ja temperatuurist (Torv, 2013). Enim rakendatud freesmeetodil põhineva kaevandamise puhul on sademete (äärmuslikul) suurenemisel otsene mõju turba kaevandamismahule. Lähtuvalt prognoositavatest kliimamuutustest koostatakse ühtlasi hinnang kaevandamise aastase perioodi muutuste kohta.

- 3) Kaevandamise tehnoloogiad ja sõltuvus ilmastikutingimustest. Hinnatakse turba kaevandusmahu potentsiaali lähtuvalt erinevatest tehnoloogiatest (märg- vs kuivkaevandamine).

Ühtlasi käsitletakse võimalikke kaevandusalade pindala ja kaevandamismahtude muutusi ning sellega kaasnevat sotsiaalmajanduslikku mõju, samuti koostatakse hinnang jääksoode optimaalsele kasutusele. Analüüsi käigus tuginetakse ootustele ja hinnangutele, mis on esitatud valdkondlikes poliitikadokumentides Eestis ja lähiriikides, arengukavades või uuringutes (nt Energiamaajanduse arengukava 2030 eelnõu). Vastavatel teemadel konsulteeritakse ka erialaliitudega.

Mõjude analüüsi tekstis (ptk 11.4) on viidatud mõjude ülevaattetabelites (**Tabel 152, Tabel 153, Tabel 154, Tabel 155 ja Tabel 156**) esitatud konkreetsetele mõjudele (mõju 11.XX).

Kohanemismeetmete väljatöötamine

Vt ülal ptk „Sissejuhatuses“ (alalõik „Metoodiline lähenemine“).

11.3. Alavaldkondlik hetkeolukorra analüüs

11.3.1. Valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid

Probleemid, võimalused ja ohud

Turba kaevandamine on Eestis reguleeritud nii maapõueseaduse (2004) kui säästva arengu seadusega (1995). Kehtestatud on kriitiline varu, kasutatav varu ja aastased kasutusmäärad, nii maakondade lõikes kui ka tervikuna Eesti kohta (Keskkonnaagentuur, 2014). Eesti üldise kasutatava varu ja aastase kasutusmäära suurus on vastavalt Vabariigi Valitsuse määrusele nr 293 (vastu võetud 12.12.2005) 573,1 mln t ja 2,653 mln t.

Looduskaitse arengukavas aastani 2020 käsitletakse turvast taastumatu loodusvarana, millest lähtuvalt plaanitakse 2015. aastaks täpsustada edaspidiseid iga-aastaseid kaevandamismahtusid. Maapõueseaduse muutmisega seoses kutsuti 2014. a sügisel keskkonnaministeeriumi poolt kokku töögrupp, eesmärgiks täpsustada turba kaevandamise potentsiaali Eestis. 2015. a jaanuaris oli töögrupis analüüsimisel potentsiaalsete kaevandusalade nimekiri, esialgseks valikukriteeriumiks looduskaitsele väärtuslike alade välistamine ja turba kaevandajatele tehniliste tingimuste poolest sobivate (sh >50 ha) alade valik. Esialgsel andmetel on kaevandamise potentsiaal ligikaudu 100 000 ha. Eelnevalt on SA Eestimaa Looduse Fondi poolt läbi viidud uuringus „Melioreeritud turbamaardlate kasutusvõimaluste hindamine“ (Aljaste, 2012) leitud, et turbamaardlatena arvele võetud 299 alast on kaevandamiseks perspektiivseid 126, mille kogupindala on ligikaudu 200 000 ha. Siinkohal polnud pindalast maha arvatud maardlatel asuvaid looduskaitsele olulisi alasid, seda juhul, kui need ei katnud kogu ala.

Eesti Energiamaajanduse Arengukava aastani 2030 (ENMAK 2030+, 2014) eelnõu näeb võimalusi turba kasutuse oluliseks suurendamiseks energeetikas: „turba keskmine kasutamine energeetikas viimasel kümnel aastal on olnud veidi üle 300 000 tonni aastas moodustades kogu kaevandatud turba kogusest (ligikaudu 1 000 000 t) 30%. Kui turvast kasutatakse vastavalt maksimaalsele aastasele kasutusmäärale ja energeetikas kasutatava turba osakaal jääb samaks, võiks energeetikas kasutada 800 000 tonni turvast summaarse energiasisaldusega ligikaudu 11 PJ. Arvestades turba märkimisväärsed energeetilist potentsiaali, tema kohalikku päritolu, head kättesaadavust ning teiste energiakandjatega võrreldes soodsat hinda, tuleb parandada võimalusi turvast kasutatavate seadmete kasutuselevõtmise soodustamiseks sarnaselt teiste kohalike kütustega.“ Võttes eelduseks, et küttureurba kaevandamismahuks on $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (keskmine niiskussisaldus 25–40%; kaalumass freesturba puhul 161 t (ülemineku koefitsent 3,1), tükkturba korral 192 t (ülemineku koefitsent 2,6) (Small Giant of Bioenergy, 2015)), vajatakse täiendava 11 PJ energia saamiseks uusi turbakaevandusalasid 4200 kuni 5000 ha.

Kuivendatud turbaalad on suured kasvuhooonegaaside, eelkõige CO_2 lähteallikad (vt ptk Põllumajandus). Emissiooniks põllumajanduslikus kasutuses olevatelt aladelt on Kasimir-Klemedtsson jt (1997) hinnanud vahemikku $14\,660\text{--}20\,166 \text{ kg CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ aastas. Ka Eestis on registreeritud äärmiselt kõrgeid CO_2 emissioone soomuldadel paiknevatelt rohumaadelt – koguni $41\,627 \text{ kg CO}_2 \text{ ha}^{-1}$ aastas (Mander *et al.*, 2011). Enamikul kuivendatud turbaaladel ei pruugi soo-koosluste taastamine ja süsiniku emissioonide vähendamine olla saavutatav. Samuti võivad kliimapoliitika arengutega seonduvalt muutuda kriitiliseks Eesti võimalused saavutada Euroopa Liidus seatud eesmärged CO_2 emissioonide vähendamisel, kuna tegelikud emissioonid võivad olla hetkel Eesti kliimaaruandes raporteeritud suuremad ja minna ümbervaatumisele. Seeläbi võib otstarbekaks osutada kaevandamise suunamine rikutud aladele eesmärgiga likvideerida emissiooniallikad ja sealse turba kasutamise kaudu vähendada koguemissioone. See omakorda võimaldab katta energeetikas vajamineva koguse kui ka kompenseerida seniste kaevanduste sulgemisest tingitud vajakajäämise.

Kõigist nimetatud asjaoludest lähtuvalt võivad tekkida eeldused turba oluliselt suuremaks kasutuseks või kuivendatud aladel märgalakoosluste taastamiseks.

Ülevaade Soomes toimuvast. Lisaks turba kaevandamist mõjutavatele ilmastikutingimustele kujundab kaevandamise mahtu oluliselt ka riiklik keskkonnapoliitika. Kui Soomes suurenes turba kaevandamise maht 1980. ja 1990. aastatel kodumaiste kütuste tarbimise toetamise tõttu, siis eelmise kümnendi lõpp tõi kaasa langustrendi seoses keskkonnakaitsealaste kaalutlustega, eelkõige kliimamuutuste (turvast kasutatakse peamiselt energeetikas) ja veekaitse problemaatikaga. Seejuures näeb 2013. a Soome Vabariigi Valitsuse kinnitatud riiklik energia- ja kliimastrateegia ette turba kasutuse vähendamist energeetikas kolmandiku võrra aastaks 2025 ja aseainena puitkütuste kasutust. (Peat production decreasing in Finland, 2014) Antud ülevaade näitab, kuivõrd turba tootmise käekäik sõltub poliitilisest olukorrast ja otsustest. Eesti Turbaliidu hinnangul (Niitlaan, 2015) oli üheks tagasilöögiks turba kasutusele Soome Roheliste Partei tegevus valitsuses, mis väidetavalt tõi kaasa vajaduse importida kivisütt selmet kasutada kohalikku turvast.

Seevastu varasema prognoosi kohaselt oli ette nähtud turba kasutamise mahu väiksemat alanemist võrreldes 2000. aastate algusega ja seda vaatamata puitkütuste kasutuse suurenemisele, põhjuseks uute energiajaamade rajamine ja biodiisli tootmine turbast (Flyktman, 2009). Samas on Soome turbatööstusliidu hinnang turba kaevandamismahude senisel tasemel hoidmise suhtes kriitiline – uued väljastatud kaevandusload ei võimalda katta vanade kaevandusväljade sulgemisega seotud toodangumahtude langemist (Turveteollisuusliitto, 2012).

Ka Soome kliimamuutustega kohanemise strateegias (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005) prognoositakse turba kasutuse vähenemist, sh energeetikas selle asendumist puitkütustega. Samas prognoositakse kliimamuutusega soojemaid ilmastikutingimusi, mis võivad pikendada kaevandamisperioodi ja luua seeläbi soodsamad tingimused kaevandamiseks. Kuna kahe olulisema ilmastikunäitaja – sademete hulga ja kuiva perioodi kestvuse – prognoosi hinnatakse väga ebakindlaks, siis ei ole antud hinnangut võimalikele muutustele kaevandamise mahtudes. Kliimamuutustega kaasnevate ebasoodsate tingimustena on nimetatud vihmaseid suveperioode ja teedevõrgu halvenemist. Samuti nenditakse lõppjärgelduses, et turba kasutamisel tuleb arvestada suurte aastatevaheliste kõikumistega kaevandamismahtudes, mis omakorda sõltuvad eelkõige aktiivsete kaevandusalade suuruselt ja kaevandusvalmidusest, samuti tehnoloogiarengust. (Ministry of Agriculture and Forestry of Finland, 2005)

Sarnaselt Soomele on ka Rootsis prognoositud turbakasutuse vähenemine eesmärgiga edendada süsinikuneutraalset majandust, taastuvkütuste kasutust ja vähendada kasvuhoonegaaside heitmeid (The Development of the Swedish Climate Strategy, 2008). Viimastel aastatel on kütteturba kaevandamine langustrendis (Torv, 2013).

Lätis prognoositakse turba kasutuse suurenemist energeetikas, eelkõige soojusenergia tootmisel (Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030, 2010).

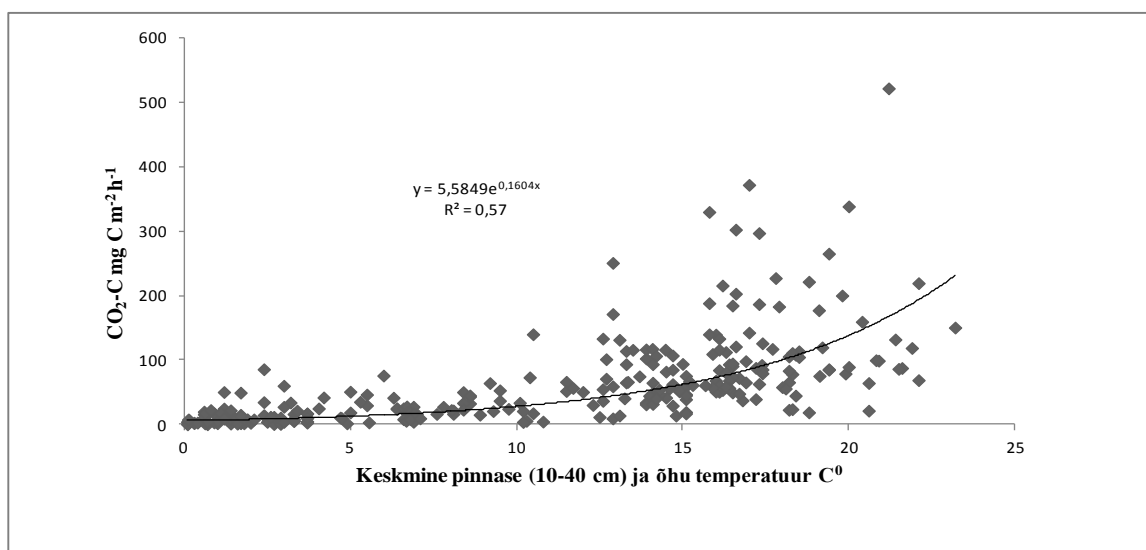
11.3.2. Kasvuhoonegaaside emissioon kaevandusaladelt

Probleemid, võimalused ja ohud

Turba kaevandamisega kaasnevaid kasvuhoonegaaside emissioone on hinnatud aktiivsetelt kaevandamisaladelt ja kaevandamisjärgselt vastavalt erinevatele kasutusviisidele. Siinkohal mõjutab emissiooni suurust veetase ja taimestik, eelkõige seonduvalt värske varise lisandumisega pinnasesse (Salm, 2012, lk 39). Antud asjaolu on oluline alade kasutusele võtmisel kaevandamisjärgselt ja vastavate meetmete väljatöötamisel, nt energiakultuuride kasvatamiseks ja marjaistanduste rajamiseks, metsastamiseks või põllumajanduslikuks kasutamiseks.

Eestis tehtud mõõtmiste andmeil on emissioon aktiivses kasutuses oleval turba kaevandusalal kaevandamisjärgselt $6\,383\text{ kg CO}_{2\text{ekv}}\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$; enne ala taastamist võib emissioon ulatuda $10\,431\text{ kg CO}_{2\text{ekv}}\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$; CO_2 emissioon moodustab sellest $\text{CO}_{2\text{ekv}}$ ümberarvutatuna 99%, CH_4 ja N_2O vastavalt 1% (Salm *et al.*, 2012). Soome KHG aruandes on Lõuna-Soome kohta kasutatav emissioonifaktor $9\,860\text{ kg CO}_2\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$, lisaks on hinnatud, et kaevandusaladest 2% katavad turba ladustamise ja 7% kraavide all olevad alad, millelt emissioonifaktorid on vastavalt 293 955 (turba lagunemine hoiustamisel) ja $90\text{ kg CO}_2\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$ (FI_NIR_UN, 2013).

Eestis tehtud mõõtmistele tuginevalt saab väita, et emissioon on õhu- ja pinnasetemperatuuridega keskmise tugevusega seoses (**Joonis 15**; Salm 2012). Samuti sõltub emissioon alusturba omadustest (Salm *et al.*, 2012; Waddington *et al.*, 2001), veetasemest, alusturba niiskusest ja ilmastikutingimustest (Alm *et al.*, 2007). Viimast kinnitavad Alm'i jt. (2007) poolt läbi viidud mõõtmise tulemused, kus erakordselt niiskel (ilma põuaperioodideta) ja soojal aastal saadi keskmiseks emissiooniks $41\,101\text{ kg CO}_2\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$, siinjuures ei täheldatud seost temperatuuridega. Seeläbi võib sademete suurenemise ja kuivaperioodide vähenemisega kaasneda oluliselt suurem emissioon. Kuigi pinnase niiskust peetakse oluliseks emissioonifaktorite määramisel, pole vastavaid näitajaid seiratud, mistõttu lähtutakse kliimamuutustega seonduvas eelkõige temperatuurinäitajatest.



Joonis 15. Eestis teostatud mõõtmistel saadud CO₂-C voogude ja keskmiste pinnasetemperatuuride (10, 20, 30 ja 40 cm) ning õhutemperatuuride suhe (Salm, 2012).

Täiendavaks teguriks kasvuhoonegaaside lendumisel on põlengud turbakaevandusaladel. IPCC (2014) on kuivendatud orgaaniliste muldade osas andnud emissioonifaktorid, kuid puudub andmestik konkretselt turba kaevandamisaladel toimuvatelt põlengutelt lähtuva emissiooni kohta.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

Eestis puuduvad pikaajalised mõõtmised ja andmerekad, mis annaksid võimaluse hinnata ekstreemsete ilmastikutingimuste mõju kasvuhoonegaaside emissioonile. Soomes saadud mõõtmistulemused on näidanud, et CO₂ heitkogus võib erakordselt niisketel aastatel olla kordades suurem võrreldes Eestis saadud andmetega.

Olemasolevad meetmed

Teadaolevalt puuduvad konkretsed meetmed aktiivsetelt turbakaevandusaladelt emissioonide vähendamiseks, võimaluse annaks kaevandustehnoloogiate muutmine ja kaevandusalade kogupindala vähenemine. Viimane võib tuleneda ka kaevandamiseks soodsamatest ilmastikutingimustest, mis muudavad kaevandusala kasutuse efektiivsemaks ja seeläbi võib vajadus kaevandusalade järele võrreldes praegusega väheneda.

2011. a jõustus kaevandamise ja kaeveõhne teisese kasutamise ohutusnõuete määruse uus redaktsioon. Kuna suurimaks riskifaktoriks turba kaevandamisel on tuleoht, käsitlevad sätestatud ohutusnõuded peamiselt tuleohtu ennetamist ja vähendamist. (Tehnilise Järeelvalve Amet, 2015)

Eestis on mitmed teadusasutused läbi viimas uuringuid aktiivsetelt kaevandusaladelt ja jääksoodelt lähtuvate emissioonide täpsustamiseks (nt Tartu Ülikooli poolt läbi viidav projekt „Gloaalne soojenemine ja maastike aineriige. Maastike struktuuri ja funktsioonide muutused seoses globaalse kliima soojenemise ja inimtegevusega ning aineriige modelleerimine ja ökotehnoloogiline reguleerimine”).

11.3.3. Mõju turba kaevandamise mahtudele

Probleemid, võimalused ja ohud

Kehtivate kaevandamislubade alusel on võimalik kaevandada ligikaudu 65 mln t turvast, sellest hästilagunenud turvast 48 mln t ja vähelagunenud turvast 17 mln t (Maa-amet, 2015). Kaevandamisload antakse välja kuni 30 aastaks, seejärel on ammendamata turba korral võimalik taotleda loale pikendust. Reaalne kaevandusmaht on siiski väiksem – arvestada tuleb ligikaudu 20% suuruse maavara kaoga, mille moodustavad teede ja kraavide hoidetervikud, samuti turba mineraliseerumise ja erosiooniga seonduvad kaod. Üldistatult riiklikule tasemele oleks viimase viie aasta kaevandusmahtude põhjal aastaseks mahuks keskmiselt 0,45 mln t hästilagunenud turvast ja 0,41 mln t vähelagunenud turvast (**Tabel 147**). Kadusid arvesse võtmata oleks Maa-ameti andmetel (2015) olemasolevate kaevanduslubade põhiselt võimalik turvast kaevandada lähtuvalt turba kategooriast vastavalt 109 või 42 aastat (**Tabel 148**). Hinnates aga kaevanduslubade mahtu maakondade või ettevõtete lõikes, võib mõnedes maakondades (nt Hiiumaa) kaevandamise potentsiaal ja turba kaevandamise jätkumine (arvestades seejuures asjaolu, et juhul kui uusi kaevandamisluube täiendavalt ei väljastata) olla oluliselt lühem. Samuti tuleb arvestada, et mõnedel kaevandusaladel jätkuks olemasolevast varust senise 5-aastase kaevandusmahu korral enam kui sajak aastaks. See aga ei tagaks praeguste kaevandustehnoloogiatetga üle-eestiliselt praegusega võrreldava kaevandusmahu säilimist, kuna nendelt kaevandusaladelt pole võimalik turvast korraga piisavalt suures mahus väljastada. Hetkel loastatud kaevandusaladest (21 077 ha) ammendub 5 aasta keskmise toodangumahu säilimisel 2050. aastaks ligikaudu 11 000 ha ja 2100. aastaks täiendavalt 5000 ha (hinnang põhineb Maa-ameti (2015) väljastatud andmete analüüsil) Eesti Turbaliidu hinnangul on ammendumine kiirem – 2050. aastaks ligikaudu 16 900 ha, 2100. aastaks prognoositakse varu täielikku ammendumist. Seega, kaevandusmahtude säilimisel praegusel tasemel ja praeguse tehnoloogiaga, kus kaevandamine toimub 18 400 ha-l, võib eeldada uute kaevandusalade vajadust 11 000 kuni 17 000 ha 2050. aastaks ja 5000 ha 2100. aastaks. Uute kaevandamisalade vajadus on suurem, kui kasutusele võetakse praegu kasutatavaga võrreldes õhema turbahorisondiga alasid, samas ei teki see vajadus üheaegselt.

Tabel 147. Turba kaevandamine, tuhat tonni (Statistikaamet 2011 & 2014, KAUR 2015, Maa-amet 2013.)

Aasta	Vähelagunenud turvas	Hästilagunenud turvas	Kokku	Kaevandusalad, tuhat ha (KAUR 2015)
1992	656,0	690,6	1346,6	15,8
1993	196,6	334,6	531,2	15,9
1994	616,0	628,8	1244,8	15,9
1995	389,4	622,9	1012,3	16,0
1996	436,8	687,0	1123,8	16,1
1997	480,4	593,8	1074,2	16,1
1998	145,2	188,3	333,5	16,1
1999	1016,1	250,0	1266,1	16,1
2000	608,7	151,0	759,7	16,1

2001	718,3	125,4	843,7	16,1
2002	1174,1	334,1	1508,2	16,1
2003	478,6	533,0	1011,6	16,1
2004	289,1	475,3	764,4	16,2
2005	414,7	658,9	1073,6	16,4
2006	550,6	706,2	1256,8	16,6
2007	385,1	515,7	900,8	16,8
2008	350,1	352,2	702,3	17,2
2009	380,4	461,9	842,3	17,6
2010	399,3	524,2	923,5	17,8
2011	417,0 ¹	480,2 ¹	897,2	18,0
2012	305,3 ²	320,8 ²	626,1	18,3
2013	515,4 ³	478,7 ³	994,1	18,4
2014			741,0 ⁴	

¹ - Maavaravarude koondbilanss 2011 (Maa-amet, 2012)

² - Maavaravarude koondbilanss 2012 (Maa-amet, 2013)

³ - Maavaravarude koondbilanss 2013 (Maa-amet, 2014)

⁴ - Eesti Turbaliit 2015

Tabel 148. Turba kaevandusvaru ja selle ammendumine.

Maakond	kaevandatava varu jääk kokku, tuhat t	piirkondlik kaevandusvaru aastates, hästilagunenud turvas	piirkondlik kaevandusvaru aastates, vähelagunenud turvas	ha, oodatav ammendumisperioodi pikkus >36 a	ha, oodatav ammendumisperioodi pikkus >85 a
Ida-Viru maakond	5531.5	72.8	73.2	1359.1	133.0
Järva maakond	2353.5	68.7	13.9	429.6	252.0
Jõgeva maakond	1171.6	564.5	14.6	110.2	110.2
Harju maakond	11060.9	157.1	54.7	1443.1	849.5
Hiiu maakond	541.9	-	13.9	0.0	0.0
Lääne maakond	1483.3	74.0	13.2	418.8	201.6
Lääne-Viru maakond	1286.4	176.9	25.9	200.7	36.5
Põlva maakond	1908.3	645.4	68.0	284.8	250.0
Pärnu maakond	20825.4	112.1	44.6	2706.1	1298.0
Rapla maakond	1998.4	100.0	55.0	734.9	499.9
Saare maakond	1203.8	105.3	29.3	65.5	65.5
Tartu maakond	6005.7	36.9	37.3	1079.4	603.8
Valga maakond	1405.4	64554.3	117.1	274.5	221.9
Viljandi maakond	8458.5	2488.0	72.7	816.3	464.2
Võru maakond	535.5	-	-	111.7	0.0
KOKKU	65770.2	109.4	41.5	10034.6	4986.1

Eesti Energiamajanduse Arengukava aastani 2030 (ENMAK 2030+, 2014) eelnõus seatakse sihiks kütteturba kasutuse kahekordistamine 2050. aastaks võrreldes praeguse 0,4 mln

tonnise aastase kaevandamismahuga. Võttes eelduseks, et kütteturba kaevandamismahuks on $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (keskmine niiskussisaldus 25–40%; kaalumass freesturba puhul 161 t (ülemineku koefitsent 3,1), tükkturba korral 192 t (ülemineku koefitsent 2,6) (Small Giant of Bioenergy 2015)), vajataks täiendava 11 PJ energia saamiseks uusi turbakaevandusalasid 4200 kuni 5000 ha. Ka siin võib vajadus võib olla oluliselt suurem, kui kasutusele võetakse senisest õhema turbahorisonidiga alasid.

Kuigi kaevandamisalasid võib olla piisavalt, sõltuvad kaevandusalade kasutamise intensiivsus ja kaevandamismahud Eestis ja mujal enimrakendatud kaevandamise tehnoloogiate põhiselt otseselt ilmastikutingimustest: eelkõige sademete hulgast, (sh sademetevabade päevade arvust) ja õhuniiskusest, samuti tuule kiirusest (Keskkonnaagentuur, 2014; Peat production decreasing in Finland, 2014; Rozental, 2012) ja temperatuurist (Torv 2013). Teisalt on oluline osa ilmaprognoosil ja sellest lähtuvalt kaevandamise kavandamisel. Sobivaks kaevandamise perioodiks peetakse ajavahemikku juuni algusest augusti lõpuni.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

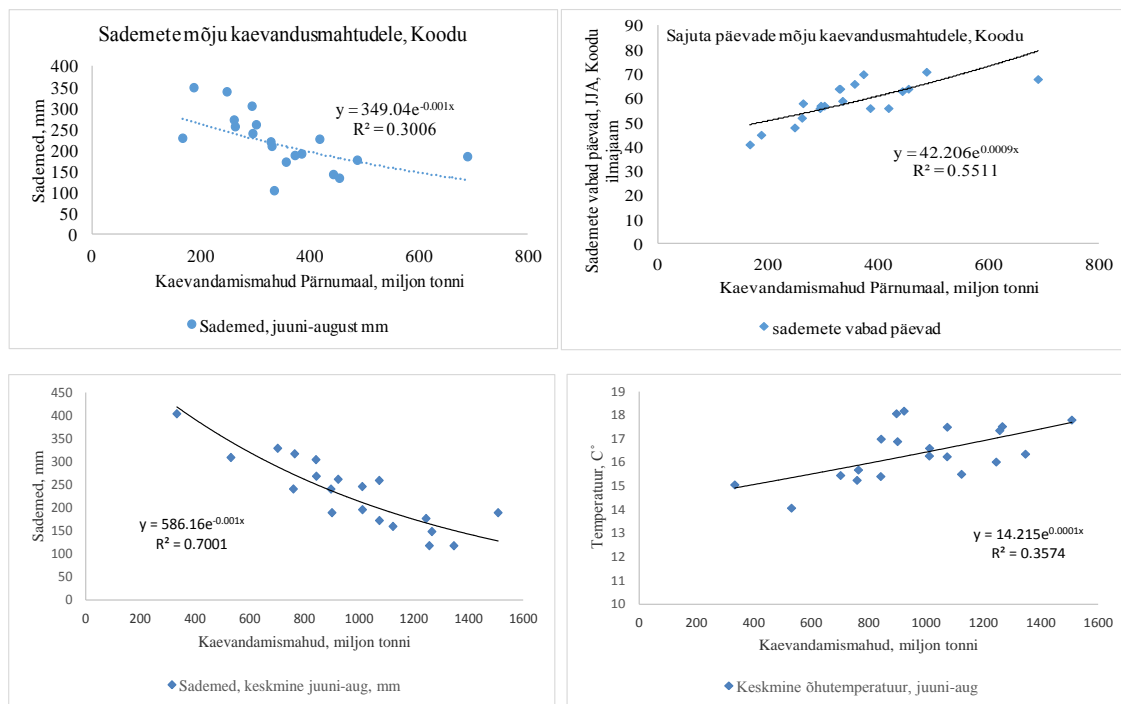
Analüüsid 13 mandril paiknevas ilmajaamas mõõdetud sademetehulka, keskmist õhutemperatuuri (keskmine väärtus juuni–august) ja kaevandamismahtu aastatel 1992–2010, ilmneb keskmise tugevusega seos sademete hulga ja kaevandamise mahu vahel ning väikse tugevusega seos keskmiste õhutemperatuuride ja kaevandamise mahu vahel (**Joonis 16**). Väikseim kaevandusmaht oli sademeterohkel 1998. aastal.

Samuti hinnati tuuliste päevade (maksimum tuulekiirus $\geq 12 \text{ m/sek}$) ja päikesepaiste kestuse mõju kaevandamismahtudele. Tuule mõju on statistiliselt ebaoluline, päikesepaiste kestusel on nõrk seos kaevandamismahtudega.

Kitsendades analüüsi maakonna põhiseks, muutub seose tugevus oluliselt: käsitledes ilmastikunähtuseid kolmes suurema kaevandusmahuga maakonnas, Pärnumaal (37% kaevandusmahust perioodil 1992–2010), Tartumaal (14%) ja Harjumaal (10%) on keskmiste õhutemperatuuride ja kaevandamismahu vahel Pärnumaal keskmine (Pärnu-Sauga meteoroloogiajaama andmetel) ja Tartu- ning Harjumaal nõrga tugevusega seos. Seevastu seos sademete hulga ja kaevandamismahu vahel on Pärnumaal (Pärnu-Sauga meteoroloogiajaama andmetel) statistiliselt ebaoluline, teistes maakondades jääb see samasse suurusjärku üle-eestilise seosega. Analüüsid sademete ja sademetevabade päevade mõju kaevandamismahtudele Pärnumaal paikneva Koodu sademete mõõtejaama andmetel, saame mõlema osas keskmise tugevusega seosed (**Joonis 16**). Elimineerides esktreemumi – 2002. a kaevandusmaht 689 mln t – seos tugevneb veelgi. Päikesepaiste ja kaevandusmahtude vahel on keskmine seos Tartu- ja Harjumaal, Pärnumaal on see nõrk..

Analüüsid Ida-Virumaa (10% kaevandusmahust) vastavaid näitajaid, olid seosed olematud või väga nõrgad.

Koostatud analüüs näitab, et ilmastikuandmete analüüsil on oluline ilmajaamade paiknemine ja üks-ühene andete seostamine võib olla eksitav või ei anna olulist teavet.



Joonis 16. Sademete, temperatuuri ja sademeteta päevade arvu mõju turba kaevandamismahtudele.

Olemasolevad meetmed

Ilmaandmed ja -prognoosid võimaldavad paremini kavandada töökorraldust kaevandusaladel.

Erakordselt sademeterohke suve tõttu langes 1998. aastal kaevandusmaht pea kolmekordselt ja leevendava meetmena vabastas Maaeluministerium Eesti Turbaliidu liikmesorganisatsioonid renditasust (Rozenal, 2012).

Soomes on rakendatud nõuded turbavaru ladustamiseks, mis aitaksid katta nõudlust kaevandamiseks ebasobivatel aastatel (National Energy and Climate Strategy, 2013).

11.3.4. Kaevandamise tehnoloogiad

Probleemid, võimalused ja ohud

Eestis enamlevinud freesimenetlusel kasutatav kaevandamistehnoloogia eeldab peamise niiskuse alandamise võimalusena turba-alade kaevandamiseelset kuivendamist ja vajaliku taristu rajamist, enne turba eemaldamist õhukeste (10–20 mm) kihtidena toimub kaevandusalal turba kuivatamine päikese ja tuule käes. Seetõttu on turba kaevandamine sessorne ja sõltub otseselt ilmastikutingimustest, samuti vajatakse kaevandusmahtude taseme hoidmiseks suhteliselt suuri pikaajaliseks kasutuseks eraldatud maa-alasid. Turba kaevandamine sõltub ka teistest ilmastikutingimustest, sh tuule tugevusest (Keskkonnaagentuur, 2014; Rozenal, 2012). Tuule kiiruse tõustes üle 12 m/s tuleb üldjuhul turbaveeremite ja laadimispunktide töö peatada.

Alternatiivne rakendatav kaevandustehnoloogia on tükki- ja plokkturba turba tootmine, mille eelisteks on mh väiksem sõltuvus ilmastikust ja väiksem tuleoht (Mäeinstituut, 2015).

Samas on tükk- ja plokkturba kaevandamine oluliselt kallim ja tööjõumahukam võrreldes freesmenetlusega.

Eestis kasutatava kaevandamise mõju on suhteliselt hästi teada, see avaldub lisaks sookoosluste (juhul, kui kaevandamist ei alustata juba rikunud soodes või kuivendatud turbaaladel) hävingule ka turbakaevadusaladelt ja turba kasutusest lähtuvatest KHG-de emissioonides, hüdroloogilise režiimi ja sellest tingitud mõjudest kõrvalasuvatele sooaladele, lisaks seonduvalt turbalasundi jätkuva mineraliseerumisega kaevandusjärgselt toimuvale KHG emissioonile. Hagberg ja Holmgren (2008) on ühe võimaliku vastava lahendusena pakkunud välja märgkaevandamise meetodi, mis võiks sobida Rootsisis rakendamiseks. Meetodi eelisteks on suurem tootlus ja samaaegselt väiksemal kaevandusalal opereerimine (sh võimalus võtta kasutusele väiksemaid, alla 1 ha suuruseid, samuti juba inimtegevusest tugevasti mõjutatud kõrge KHG emissiooniga turbaalasad), alade kiirem taastumine või taastamine ja vastavalt süsiniku sidumiseks soodsate tingimuste loomine, madalamad KHG emissioonid kaevandatava koguse kohta (Silvan *et al.*, 2012). Silvani jt (2012) poolt analüüsitud kaevandamistehnoloogia hõlmab endas ekskavaatoriga väljutatud turba kõrgsurvepumbaga transporti kuivamisväljale, kus see laiali lükatakse. Kaevandamisele eelneva perioodi vältel ei ole vaja veetaset alandada ega taimestikku eemaldada kuni kaevandamise alustamiseni. Kuivatusala suuruseks on kuivendatud kõvakattega 3–10 ha suurune väljak ja kuivamisprotsessi pikkuseks on hinnatud 24–36 tundi (konventsionaalse menetluse juures on seda hinnatud ühele nädalale). Siiski ei hinnata seda meetodit tasuvaks (põhjendusteks suur energiatarve ja suuremad kulud võrreldes praeguste tehnoloogiatega) ja vastav pilootprojekt on Soomes VAPO OY poolt lõpetatud (Saarmets, 2015). Lisaks on katsetatud turbast liigniiskuse eemaldamist tsentrifuugimisel, filterpressimisel või vaakum-lintkuivatamisel, kuid senini pole vastavaid meetodeid tööstuslikult ennast tõestanud; samuti ei ole rakendatud meetodeid, mille tooraineks võib sobida kõrge veesisaldusega niiske turvas, nt hüdrotermiline krakkimine (Strandberg, 2014). Siiski on ka edulugusid märja turba hüdraulilisel kaevandamisel, nt Kanadas, Vancouveris tegutsev Western Peat Moss Ltd näol (Bit Tooth Energy, 2014). Samuti uuritakse meetodeid turbasambla kasvatamiseks ja selle kasutamise võimalusi aianduses (Gaudig *et al.*, 2014), vastav meetodika rakendamine võib anda võimaluse vähendada sõltuvust ilmastikust ja olla alternatiivseks tegevusalaks kaevandusettevõtetele. Teadaolevalt ei ole Eestis seda rakendatud.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

Vt eelmine alapeatükk.

Olemasolevad meetmed

Tükk- ja plokkturba kaevandamine, millel on väiksem sõltuvus ilmastikust.

Eesti Arengufond on algatanud uuringuprojekti märja turba kasutuseks, hetkel koostatakse projekti rahastamistaotlust.

11.3.5. Kaevandusjärgne turbaalade kasutus

Jääksoode kasutamine võib olla mitmesugune. T. Paali (2011) andmeil sobivad suhteliselt kõrge põhjavee ja vähelagunenud (20–40%) turbaga jääksood hästi jöhvika (*Oxycoccus*

palustris) kultuuride rajamiseks, ajapikku hakkab marjakultuuridega kaetud aladel akumulieruma ka turvas. Viimase 15 aasta jooksul on üha enam levinud ka kännasmustikate (*Vaccinium corymbosum*) kasvatamine ammendatud turbatootmisväljadel, R. Värniku suulistel andmetel ongi ammendatud freesturbaväljad mustikakasvatuse rajamiseks parimad kasvukohad (T. Paal, 2011).

Üheks jääksoode kasutusvõimaluseks on metsastamine, Selini (1995) andmeil on metsastamine põhiliseks jääksoode rekultiveerimisviisiks ka Soomes (T. Paal 2011). Jääksoode looduslik metsastumine on aga ebasobivate tingimuste tõttu pikaajaline protsess ning enamasti on sel viisil tekkinud mets ka väheproduktiivne (Pikk 2011, märkus: Jaak Pikk). Pikka (märkus: Jaan Pikka) (2011) andmeil takistavad jääksoode metsastumist/metsastamist mulla (turba jääklasundi) toitainete vähesus ja tasakaalustamatus, ebasoodne mikrokliima (suured lagendikud ning sellest tingitud hilis- ja varakülmade oht, maapinna kõrge temperatuur), mulla halb poorsus, ebasobiv niiskusrežiim jm. Aro ja Kaunisto (1995) andmeil on enamasti soodes, sh ka jääksoodes puude kasvu limiteerivaks faktoriks fosfori ja/või kaaliumi puudus, samuti on jääksoode turbalasundis ebasobiv lämmastiku ja fosfori suhe (Pikka, 2011). Valk (1982) on aga leidnud, et mineraalväetiste kasutamine on jääksoode metsastamisel vajalik isegi siis, kui pindmiseks kihiks on madalsooturvas (Pikka, 2011). Alternatiiviks mineraalväetiste kasutamisele on aga erinevate jäätmete (reoveesette, puu- ja turbatuha, tsemenditolmu) kasutamine jääksoode viljakuse tõstmiseks. Mitmed autorid (Gradeckas, 1997, Gradeckas *et al.*, 1998, Käposts *et al.*, 2000, 2001, Pikka, 2004, 2005, 2006, Tälli *et al.*, 1996, Tälli ja Riispere, 1996) on leidnud, et muldade töötlemine reoveesetega soodustab puude kasvu, ehkki metsastatud jääksoodes on reoveesetega katseid viidud läbi vähe (Pikka, 2011). Küll aga näitasid Gradeckas' *et al.* (1998) poolt Leedus läbi viidud katsed, et reoveesetega väetamisele reageerivad jääksoos hästi arukask (*Betula pendula*) ja sookask (*Betula pubescens*), harilik haab (*Populus tremula*), hübriidhaab (*Populus ×wettsteinii*), berliini pappel (*Populus ×berolinensis*) ja saarvaher (*Acer negundo*), puude kasv jääksoos oleneb eelkõige puuliigist ja kasutatud sette kogusest. Ehkki mitmetel juhtudel on reoveesette kasutamisel täheldatud puude juurdekasvu olulist suurenemist, tuleb arvestada, et puude kasvaminekut ja kasvu mõjutab oluliselt ilmastik, nt hukkus külma tõttu katsealal 25% sangleppadest (*Alnus glutinosa*) (Pikka, 2011).

Üheks olulisemaks puude kasvaminekut takistavaks teguriks on maapinna kõrge temperatuur jääksoo pinnal (Pikka, 2011). Lisaks mulla omaduste parandamisele aitab pinnase töötlemine settega luua ka metsakultuurile soodsa mikrokliima. Settega töötlemise tagajärjel intensiivistus ka rohttaimede kasv, liialt lopsakas rohukate on suurimaks ohuks noorte puude kasvule, mistõttu on vaja noort metsakultuuri rohida. Suurt kahju metsakultuurides põhjustasid ka ulukid (Pikka, 2011).

Üheks jääksoode kasutamise võimaluseks on energianiidu rajamine: katlamajades põletatava rohumassi kasvatamiseks (J. Paal, 2011). Lisaks eelpoolmainitule on võimalik ka jääksoode kasutamine turbakaevandamisalade kuivendusvee puhastamiseks (Raadla ja Köpp, 2011). Turba kaevandamisel tekib rohkelt turbatolmu, mis reostab vette sattudes vett heljumi ja orgaanilise ainega. Tavaliselt kasutatakse turbakaevandamisaladelt lähtuva vee puhastamiseks settebasseine, efektiivsem on kasutada puhastuslodusid ehk veepuhastuse märgalasid, mis on pidevalt kaetud osalt veega, ent üleujutamata alal jääb põhjavee tase ka kuival perioodil maapinna lähedale (Aleksand ja Timmusk, 2002).

Veetaseme tõstmine aitab vähendada CO₂ lendumist kuivendatud turvasmuldadelt, IPCC juhendites antud emissioonifaktor on toitainevaestel ja -rikastel orgaanilistel muldadel vastavalt -0,34 ja -0,55 t CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ (IPCC, 2014).

Kaevandusjärgse kasutusena on Eestis katsetatud päideroo (*Phalaroides* spp.) kasvatamist. 2-aastase uurimistöõ tulemused (Järveoja *et al.*, 2013) näitavad, et need alad võivad olla olulise süsiniku neeldumise potentsiaaliga. Arvestades biomassi poolt seotava C kogust ja pinnase hingamist, saadi päideroo (*Phalaris arundinacea*) kasvatusalal süsiniku akumulierimise maksimaalseks väärtuseks 7,1 t CO₂-C ha⁻¹ a⁻¹ (Järveoja *et al.*, 2013). Seejuures hindasid Järveoja *et al.* (2013) erinevatele kirjandusandmetele tuginedes kaevandamisjärgset metsastamist ja märgalade rajamist C allikana.

Seonduvalt Luhamaa jt (2015) koostatud kliimastenaariumitega hinnatakse käesolevas töös erinevate kasutusviiside sobivust ja rakendatavust, samuti arvestatakse teiste töögruppide tulemustega, kus käsitletakse märgalade ja metsade ökosüsteeme. Märgala taastamisel CO₂ heitmete hindamisel lähtutakse mh ka IPCC (2014) antud väärtustest.

Mineviku ilmastikunähtuste mõju

Teave puudub.

Olemasolevad meetmed

Maapõueseadusega on reguleeritud maavaravaru kaevandamisega rikitud maa korrastamine. Viimase kümne aasta jooksul on taastamist rakendatud kahel kaevandusalal: 2005. a tunnistati osaliselt korrastatuks Kõrsa turbatootmisala (kasutusloa alusel rikitud maa); 2011. a tunnistati korrastatuks Niibi turbatootmisalal maavara kaevandamise loaga LMKL-005 määratud mäeeraldise lõunapoolne osa. Korrastatud maa üldpindala oli kokku 340 ha.

Algatatud ja läbi on mitmeid uurimisprojekte jääsoode kasutuse kohta (nt Tartu Ülikooli projekt “Kasvuhoonegaaside emissiooni leevendamine kuivendatud soodes energiakultuuride kasvatamise abil”).

11.4. Kliimamuutustega seonduvad riskid, haavatavus ja mõjud

11.4.1. Riskid ja haavatavus

Turba kaevandamisele võivad kliimamuutused tuua kaasa erineva suunaga mõjusid, hinnang on antud vastavalt neutraalne (erinevad asjaolud tasakaalustavad mõju erinevaid suundi) või teadmata, negatiivne (kliima või ilmastiku tingimuste muutuse kahjustab valdkonda või omakorda võimendab selle negatiivseid mõjusid) ja positiivne. Riskina on määratletud ilmamuutus ja selle tagajärjed ning need võivad viia nii positiivsete kui negatiivsete tagajärgedeni. Haavatavuse all mõistetakse olukorda, kus valdkonnale olulised tingimused muutuvad mingis suunas sellisel määral, mis toovad kaasa muutused süsteemi senises toimimises nii biogeofüüsilisest kui ka sotsiaal-majanduslikust aspektist (vt ka EEA, 2012).

Olulised ilmastiku parameetrid turba kaevandamisele on eelkõige

- keskmine õhutemperatuur;
- sademete maht, samuti aurumine;

- **tuule kiirus;**
- **sajuta päevade arv ja**
- **päikesepaiste kestus.**

Kliimamuutuste mõjust turba kaevandamisele lähtutakse järgnevast: Luhamaa jt (2015) kliimastenaariumites toodud kliimaparameetrite põhjal antakse hinnang kaevandusmahtude ja -perioodi muutusele, kasvuhoonegaaside emissioonile; kaevandusalade suurus jääb praegustesse piiridesse (ligikaudu 20 000 ha). Ühtlasi antakse hinnang kliimapolitiika võimalikust muutumisest tingitud täiendavate keskkonnatasude (CO₂ maks) rakendamise seotud mõjudele, kaevandustehnoloogiate muutmise vajaduse ja kaevandusjärgsete alade kasutuse kohta. Tekstis on viidatud mõjude analüüsi ülevaattetabelites (**Tabel 152, Tabel 153, Tabel 154, Tabel 155 ja Tabel 156**) vastavate mõjude numbritele (mõju 11.XX).

11.4.2. Alavaldkond: kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon

Õhutemperatuuri mõju kasvuhoonegaaside emissioonile

Tuginedes teaduskirjanduses avaldatud mõõtmisandmetele, sh Eestis tehtud uuringutele, prognoosime CO₂ emissioonide muutusi lähtudes keskmise õhutemperatuuri tõusust **Tabel 152** mõju 11.01), mis on esitatud Luhamaa jt (2015) koostatud kliimastenaariumites RCP4.5 ja RCP8.5. Täiendavalt anname hinnangu sademete võimalikule mõjule.

Õhu- ja pinnasetemperatuuridel on keskmise tugevusega seos CO₂ emissiooniga (vt ülal ptk **11.3.2 Joonis 15**). Vastavalt joonisel toodud eksponentsiaalfunktsioonile on prognoositud kasvuhoonegaasi emissiooni võimalikku suurenemist tulenevalt keskmise õhutemperatuuri suurenemisest erinevate kliimastenaariumite ja ajaperioodide korral. RCP4.5 2040–2070, RCP 4.5 2070–2100, RCP8.5 2040–2070 ja RCP8.5 kohaselt 2040–2100 on keskmine õhutemperatuur vastavalt 7,6 °C (muutus võrreldes perioodiga 1971–2000 +2 °C), 8,3 °C (+2,7 °C); 8,2 °C (+2,6 °C) ja 9,9 °C (+4,3 °C). Seonduvalt kliima soojenemisega prognoosime CO₂ emissiooni suurenemist seniselt tasemelt – 6 383 kg CO_{2ekv} ha⁻¹ a⁻¹ – eeltoodud stsenaariumitele ja ajaperioodidele vastavalt 38% (emissioon 8793 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹), 54% (9847 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹), 52% (9690 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹) ja 101% (12 850 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹) (**Tabel 149**). Seonduvalt kaevandusalade intensiivuse suurenemisega võib vajadus kaevandatava ala pindala järele väheneda, mis toob kaasa vastavalt ka koguemissiooni vähenemise (vt allpool ptk **11.4.3 „Alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule“**).

Tabel 149. Prognoositav keskmine õhutemperatuur (vastavalt Luhamaa *et al.* 2015) ja CO₂ emissioon turbakaevandusaladelt.

	keskmise õhutemperatuur, °C	kg CO ₂ ha a	koguemissioon kaevandusaladelt (18 600 ha), 1000 t CO ₂ a
Normkliima 1971-2000	5.6		
NIR, 2014	6.3 ⁱ	6383	119
RCP4.5 2040-2070	7.6	8793	163
RCP4.5 2070-2100	8.3	9847	183
RCP8.5 2040-2070	8.2	9690	180
RCP8.5 2070-2100	9.9	12850	239

NIR – Eesti riiklik kasvuhoonegaaside inventuur (*National Inventory Report*)

Sademetete mõju kasvuhoonegaaside emissioonile

Sademetete suurenemist RCP4.5 ja RCP8.5 korral on suvekuudel (juuni–august) prognoositud 24–39 mm (11–19% võrra) (Luhamaa *et al.* 2015), mis jääb aastatevahelise varieeruvuse piiresse ja on sarnane perioodi 1992–2010 näitajatega (**Tabel 150**). Suurenev sademetemaht ei pruugi kaasa tuua pinnase niiskuse suurnemist – seda aitab kompenseerida eeldatavalt suurenev aurustumine. Seega eeldame, et kaevandusalade niiskusrežiim praegusega võrreldes oluliselt ei muutu ja seeläbi puudub oluline mõju CO₂ emissioonile. Siiski võib suuremaid emissioone põhjustada ekstreemselt märgade päevade esinemine (so 10-päevase perioodi viimane päev, mille jooksul sadas keskmiselt üle 10 mm sademeid ööpäeva kohta (vt Jaagus 2013)), mis tingib pinnase niiskuse sisalduse olulise suurenemise ja vastavalt Alm'i jt (2007) uurimistulemustele võib kaasa tuua oluliselt suurema CO₂ emissiooni (**Tabel 152** mõju 11.02). Lähtudes kliimastenaariumite andmetest pole siiski võimalik anda hinnangut nende esinemise tõenäosuse muutumisele.

Tabel 150. Sademetete summa (mm) perioodil 1992–2000.

	juuni-aug	mai	juuni	juuli	aug	sept
1992	118	32	22	38	57	68
1993	309	23	79	111	119	48
1994	177	51	64	18	95	95
1995	196	87	91	52	52	53
1996	160	65	46	98	15	37
1997	172	49	93	67	12	88
1998	404	69	156	112	136	27
1999	148	23	68	35	46	40
2000	241	38	63	110	68	14
2001	268	43	92	91	86	67
2002	189	16	96	74	21	30
2003	246	81	48	72	126	32
2004	317	34	126	110	81	96
2005	259	69	68	58	134	31
2006	118	33	45	18	55	40
2007	189	71	45	82	62	79
2008	329	20	87	67	175	50
2009	304	23	109	104	91	59
2010	262	59	74	65	122	84
Normkliima 1971- 2000	209	41	61	72	76	68
1992-2010	232	47	76	74	82	55
RCP4.5 2040-2070	232	47	64	78	90	78
RCP4.5 2070-2100	240	48	69	75	96	80
RCP8.5 2040-2070	246	53	71	83	92	72
RCP8.5 2070-2100	247	56	74	80	93	76

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020 ja 2030

Kuni aastani 2020 ja aastatel 2021–2030 on ilmastikutingimused lähedased normkliima ja perioodi 1992–2010 näitajatega, mis läbi ei prognoosita emissioonide kasvu. Siiski võib emissioon suurenda toimuda senisest oluliselt suuremate sademete (sh. ekstreemselt märgade päeva arvu) ja keskmiste õhutemperatuuride kasvuga. Mõju on negatiivne, kuna toob kaasa turba kaevandamisest lähtuva keskkonnamõju suurenemise, samuti kahaneb vähesel määral kaevandamiseks eraldatud turba varu (turba mineraliseerumine). Majanduslik ja sotsiaalne mõju on väike (puudub), avaldumise tõenäosus on väike.

b) 2021–2050

Perioodil 2021–2050 prognoositava temperatuuride tõusuga vastavalt stsenaariumitele RCP4.5 ja RCP8.5 suureneb CO₂ emissioon kaevandusaladelt, vastavalt võib eeldada keskkonnamõjude suurenemist. Emissiooni võib võimendada ekstreemselt märgade päevade esinemine. Eeldatav mõju avaldub perioodi viimasel kümnendil. Mõju on negatiivne, kuna toob kaasa turba kaevandamisest lähtuva keskkonnamõju suurenemise, samuti kahaneb vähesel määral kaevandamiseks eraldatud turba varu (turba mineraliseerumine). Majanduslik mõju on keskmine, kuna võib eeldada täiendavate keskkonnatasude rakendumist (CO₂ maks), mis toob täiendavaid kulusid turba kaevandajatele ja kasutusele. Kulude suurenemise tõttu hinnatakse ka sotsiaalseid mõjusid keskmisena, kuna hõivatute arv võib väheneda. Avaldumise tõenäosust hinnatakse seniste andmete põhjal temperatuuri ja emissiooni seosest suureks.

c) 2021–2050

Perioodil 2051–2100 prognoositava temperatuuride tõusuga vastavalt stsenaariumitele RCP4.5 ja RCP8.5 suureneb CO₂ emissioon kaevandusaladelt, vastavalt võib eeldada keskkonnamõjude suurenemist. RCP4.5 korral hinnatakse emissiooni suurenemist 50% võrra, RCP8.5 osas 100%. Emissiooni võib võimendada ekstreemselt märgade päevade esinemine. Mõjud on negatiivsed ja sarnased eelmise perioodi omadele. Sotsiaalset mõju hinnatakse väikseks, kuna eeldatavasti on muudatused tööhõives aset leidnud juba eelneval perioodil. Avaldumise tõenäosus on suur.

Kõigil nimetatud perioodidel avaldub valdkonna haavatavus suurenevate keskkonnamõjude läbi, milleks on keskmise õhutemperatuuri suurenemisega kaasnev intensiivsem turba mineraliseerumine ja sellest lähtuv CO₂ emissioon turba kaevandusaladelt. Kogumõju aitab minimeerida kaevandamisperioodi pikenedesega kaasnev efektiivsem kaevandusalade kasutus ja seeläbi väiksem vajadus korruga kasutuses olevate kaevandusalade järele (pindalaliselt) (vt järgnev, alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule).

11.4.3. Alavaldkond: mõju turba kaevandamismahule

Kliimamuutuste mõju hindamiseks võrreldakse perioodi 1992–2010 ilmastikunäitajaid (õhutemperatuur, sademed, päikesepaiste kestus, koostatud Keskkonnaagentuuri 13 mõõtmisjaama andmetel) Luhamaa *et al.* (2015) koostatud kliimaststsenaariumitega RCP4.5 ja RCP8.5. Käesolevas uurimuses defineeritakse kaevandamishooajana eeltoodud aastatel olnud ajavahemik juunist augustini, mis on eelkõige tingitud turba kuivamiseks vajalikust temperatuurist, samuti päikesepaiste intensiivsusest. Samuti eeldatakse, et kaevandamisalade pindala jääb enam-vähem praegusele tasemele (ligikaudu 18 000 ha).

Õhutemperatuuri mõju kaevandamismahule

Kaevandusmahu seose tugevus keskmiste õhutemperatuuridega perioodil 1992–2010 on väike (vt ülal ptk **11.3.3 Joonis 16**). Võrreldes keskmist õhutemperatuuri perioodil 1992–

2010, oli maikuu keskmine õhutemperatuur 10.8°C, miinimum 7.9°C ja maksimum 13.8°C; juunis olid vastavad näitajad 14.8, 12.8 ja 18.5°C; juulis 17.8, 15.0 ja 22.0°C; augustis 16.3, 13.8 ja 18.5°C; septembris 11.2, 6.6 ja 13.7°C (**Tabel 151**). Prognoositavate muutustega vastavalt stsenaariumitele RCP4.5 2040–2070, RCP 4.5 2070–2100, RCP8.5 2040–2070 ja RCP8.5 2040–2100 oleks aga maikuu vastavate temperatuuride väärtused vastavalt 12.3, 13.2, 12.6 ja 14.4°C, juunis 16.3, 17.0, 16.9 ja 18.4°C, juulis 18.2, 18.9, 18.8 ja 20.3°C, augustis 17.3, 17.8, 17.9 ja 19.5°C ning septembris 12.5, 12.7, 13.2 ja 14.7°C. Seetõttu võib eeldada eelkõige kaevandamisperioodi pikenedmist ühe, maksimaalselt kahe kuu võrra, seda eelkõige maikuu keskmise temperatuuri tõusuga ja senisest varasema kevade algusega, kuid ka soojema septembriga (mõju 11.03.). Vastava väite eelduseks on võetud, et keskmine õhutemperatuur ületab juuni keskmise temperatuuri miinimumväärtuse (perioodil 1992–2010 12.8°C). Sellest lähtuvalt võib RCP4.5 osas eeldada väiksemat muutust – prognoositud mai ja septembri keskmised temperatuurid jäävad perioodil 2040–2070 alla juunikuu keskmise, seevastu aastatel 2070–2100 ületab mai keskmine prognoositav näitaja selle 0.4°C võrra. RCP 8.5 korral võib perioodil 2040–2070 eeldada kaevandamisperioodi pikenedmist 1 kuu võrra, eelkõige soojema septembri arvel, 2070–2100 osas prognoositakse kuni kahe kuu võrra pikemat kaevandamisperioodi tulenevalt kõrgematest keskmistest temperatuuridest mais ja septembris. Seega eeldatav efekt kliima soojemaks muutumisel on pikem kaevandamisperiood, millega kaasneb kaevandusalaade kasutuse efektiivsuse suurenemine ja nõudluse korral ka kaevandamismahu kasv kuni 2/3 võrra.

Tabel 151. Keskmine õhutemperatuur, °C.

	mai-aug	mai	juuni	juuli	august	september
1992	16.3	11.5	15.7	17.2	16.2	12.2
1993	14.1	13.8	12.3	15.9	14.0	6.6
1994	16.0	8.9	13.1	19.2	15.8	11.8
1995	16.6	10.1	17.8	16.1	15.9	11.0
1996	15.5	10.2	13.9	15.0	17.6	8.9
1997	17.5	8.5	15.8	18.2	18.5	10.7
1998	15.0	11.1	15.3	16.0	13.8	11.2
1999	17.5	7.9	18.5	18.8	15.2	12.8
2000	15.2	10.9	14.1	16.3	15.3	9.4
2001	17.0	10.3	14.1	20.6	16.2	11.9
2002	17.8	13.0	15.9	19.1	18.3	11.1
2003	16.3	11.2	13.3	19.9	15.7	11.7
2004	15.7	10.2	13.3	16.6	17.1	12.4
2005	16.2	10.6	14.2	18.2	16.2	12.8
2006	17.3	10.7	16.1	18.7	17.3	13.7
2007	16.9	11.7	15.9	16.9	17.8	11.2
2008	15.4	10.4	14.4	16.3	15.6	10.1
2009	15.4	11.2	13.8	16.9	15.5	12.9
2010	18.2	12.2	14.4	22.0	18.1	11.2
1992-2010	16.3	10.8	14.8	17.8	16.3	11.2
1971-2000	15.7	10.1	14.5	16.7	15.8	10.9
RCP4.5 2040-2070	17.3	12.3	16.3	18.2	17.3	12.5
RCP4.5 2070-2100	17.9	13.2	17.0	18.9	17.8	12.7
RCP8.5 2040-2070	17.9	12.6	16.9	18.8	17.9	13.2
RCP8.5 2070-2100	19.4	14.4	18.4	20.3	19.5	14.7

Sademetete mõju kaevandamismahule

Perioodi 1992–2010 kaevandusmahu ja sademete hulga (juunis, juulis ja augustis) vaheline seos oli keskmise tugevusega (**Joonis 16**). Võrreldes mainitud perioodi sademetehulga prognoosi vastavalt stsenaariumitele RCP4.5 ja RCP8.5, võib eeldada, et sademed ja nende suurenemine (11–19%) on jätkuvalt limiteerivaks faktoriks turba kaevandamisel ja nende mõju vähesel määral suureneb. Teisalt jääb prognoositav sademete mahu muutus aastate 1992–2010 keskmiste väärtuste varieeruvuse piiridesse (**Tabel 150**). Ühtlasi on prognoositav sademete maht mais ja septembris sarnane suvekuudega, mis loob samuti eeldused kaevandamisperioodi pikendamiseks. Oluliseks mõjukuks kaevandamismahule võib olla stsenaariumites RCP4.5 ja RCP8.5 prognoositud mõlema perioodi ja kõigi aastaegade kohta suurte sadude esinemise suhteline kasv, kuid kuna selle seos kaevandamismahtudega oli nõrga tugevusega (vastav analüüs teostatud turba kaevandusmahtude näitel perioodil 1992–2000 Pärnumaal), puudub alus vastava hinnangu andmiseks. Siiski jääb problemaatiliseks ekstreemselt märgade päevade esinemine, mille mõju kaevandusmahule on suur, kuid ekstreemselt märgade päevade esinemise tõenäosuse muutust pole kliimastsenaariumites käsitletud, mistõttu ei anta vastavat hinnangut ka käesolevas töös – risk jääb sarnaseks viimasel kahel dekaadil toimunud sündmuste tõttu (nt 1998. a, mil kaevandusmaht oli väga madal, esines tavapärasest enam sademeterohkeid päevi) (mõju 11.04). Ehkki sademete hulk suureneb, aitab kaasnevat puhverdada õhutemperatuuri tõus ja intensiivsem aurumine (**Tabel 153** mõju 11.05). Maapinnale langeva lühilainelise kiirguse osas prognoositakse, et suvekuudel ja septembris jääb kiirguse muutus vähetuntavaks (Luhamaa *et al.*, 2015). Ka mais on see väheoluline, jäädes perioodi 1992–2010 andmetel päikesepaiste kestuse standardhälbe piiresse. Piiravaks teguriks kaevandamisperioodi pikendamisel on eelkõige päikesepaiste kestus septembris, mis võrreldes mai kuni augusti keskmiste näitajatega (242–293 h) on ligikaudu 75% võrra väiksem (155 h).

Ekstreemsete tuule kiiruste kohta tehtavaid prognoose ei peeta praegusel ajal piisavalt usaldusväärseteks, et neid saaks kasutada (Luhamaa *et al.*, 2015). Seepärast pole analüüsis antud hinnangut võimalikele mõjudele seonduvalt tuule tugevuse muutustega, kus turba kaevandamise osas on limiteerivaks faktoriks tuul kiirusega ≥ 12 m/s.

Kokkuvõtvad järeldused kliima muutuste mõjudest kaevandusmahtudele lähtudes Luhamaa jt (2015) stsenaariumitest:

- RCP4.5 2040–2070. Keskmise õhutemperatuuri tõus, mh suvekuudel ei ole piisav kaevandusalade kasutuse efektiivsuse suurenemiseks ja kaevandusmahu suurendamiseks. Võib eeldada, et temperatuuri muutus puhverdab sademete väikese suurenemisega seonduvad limiteerivad mõjud. Kaevandamisperiood ei pikene (kaevandusperioodiks on endiselt juuni, juuli ja august), kaevandamisefektiivsus ja maht jäävad praegusele tasemele.
- RCP4.5 2070–2100. Keskmise õhutemperatuuri tõus, eelkõige mais, võimaldab kaevandamisperioodi pikendamist kuni ühe kuu võrra. Samuti soodustab kaevandamisperioodi pikendamist mais selle perioodi väike sademete maht. Eeldada võib kaevandamise efektiivsuse ja nõudluse korral mahu suurenemist kuni 1/3 võrra.
- RCP8.5 2040–2070. Keskmise õhutemperatuuri tõus, eelkõige septembris, võimaldab kaevandamisperioodi pikendamist kuni ühe kuu võrra. Samuti soodustab kaevandamisperioodi pikendamist septembris selle perioodi väike sademete maht, teisalt on limiteerivaks faktoriks päikesepaiste kestus. Eeldada võib kaevandamise efektiivsuse ja nõudluse korral mahtu suurenemist kuni 1/3 võrra.

- RCP8.5 2040–2100. Keskmise õhutemperatuuri tõus, eelkõige mais ja septembris, võimaldab kaevandamisperioodi pikendamist kuni kahe kuu võrra. Samuti soodustab kaevandamisperioodi pikendamist mais ja septembris nende kuude väike sademete maht, teisalt on limiteerivaks faktoriks päikesepaiste kestus septembris. Eeldada võib kaevandamise efektiivsuse ja nõudluse korral mahtu suurenemist kuni 2/3 võrra.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020 ja 2030

Kuni 2020 ja 2021–2030 on ilmastikutingimused lähedased normkliima ja perioodi 1992–2010 näitajatega, mistõttu ei prognoosita muutusi kaevandusmahtudes – need jäävad sarnasele tasemele perioodiga 1992–2010. Siiski võib kaevandusmaht väheneda senisest oluliselt suuremate sademete (sh ekstreemselt märgade päeva arvu) tõttu. Mõju hinnatakse positiivseks, sh majanduslik ja sotsiaalne mõju on keskmine (ettevõtjate tulubaas võib suureneda, samas ei pruugi seda toetada piisava nõudluse olemasolu; tööhõive võib suureneda). Avaldumise tõenäosust seniste kaevandusmahtude ja ilmastikuandmete võrdlemise alusel peetakse keskmiseks.

b) 2021–2050

Perioodil 2021–2050 prognoositakse RCP4.5 korral kaevandamismahtude jäämist praegusele tasemele, RCP8.5 realiseerumisel ja kaevandusperioodi pikendamisel võivad kaevandamise efektiivsus ja nõudluse korral kaevandusmahud suureneda 1/3 võrra. Säilib risk, kus efektiivsus ja kaevandusmaht võivad olla perioodi keskmisest oluliselt väiksemad seonduvalt suuremate sademete (sh ekstreemselt märgade päeva arvu) tõttu, kuid seda aitab kompenseerida temperatuuri suurenemisega kaasnev aurumine. Mõju suund on teadmata või neutraalne – ühelt poolt tekib võimalus kaevandusmahtude suurenemiseks, tehes seda efektiivsema kaevandamise tingimustes väiksemal alal, teisalt võib suureneda vajadus uute kaevandusalade järele kiiremini. tingimustes väiksemal alal, teisalt võib suureneda vajadus uute kaevandusalade järele kiiremini. Majanduslik ja sotsiaalne mõju on keskmised (ettevõtjate tulubaas võib suureneda, samas ei pruugi seda alati toetada piisava nõudluse olemasolu; tööhõive võib suureneda). Avaldumise tõenäosust seniste kaevandusmahtude ja ilmastikuandmete võrdlemise alusel peetakse keskmiseks.

c) 2051–2100

Perioodi 2051–2100 esimeses pooles prognoositakse RCP4.5 korral efektiivsuse ja kaevandusmahtude jäämist praegustesse piiridesse, seejärel nende kasvu kuni 1/3 võrra. RCP8.5 realiseerumisel võivad esimeses pooles efektiivsus ja nõudluse korral kaevandusmaht suureneda kuni 1/3 võrra, seejärel kuni 2/3 ulatuses. Säilib risk, kus efektiivsus ja kaevandusmaht võivad olla perioodi keskmisest oluliselt väiksemad seonduvalt suuremate sademete (sh ekstreemselt märgade päeva arvu) tõttu, kuid seda aitab kompenseerida temperatuuri suurenemisega kaasnev aurumine. Mõju suund on teadmata või neutraalne – ühelt poolt tekib võimalus kaevandusmahtude suurenemiseks, tehes seda efektiivsema kaevandamise tingimustes väiksemal alal, teisalt võib suureneda vajadus uute kaevandusalade järele kiiremini. Majanduslik ja sotsiaalne mõju on keskmised (ettevõtjate tulubaas võib suureneda, samas ei pruugi seda alati toetada piisava nõudluse olemasolu; tööhõive võib suureneda). Avaldumise tõenäosust seniste kaevandusmahtude ja ilmastikuandmete võrdlemise alusel peetakse keskmiseks (RCP8.5) ja keskmiseks kuni suureks (RCP4.5).

Kõigil nimetatud perioodidel avaldub valdkonna haavatavus kaevandamise efektiivsuse tõus, samuti on võimalik nõudluse suurenemine Eesti turba järele seonduvalt Eestist lääne pool toimuvate ilmastikutingimuste muutumisega, mis ei soosi seal enam kasvuturba kaevandamist.

11.4.4. Alavaldkond: kaevandamise tehnoloogiad ja sõltuvus ilmastikutingimustest

Enamkasutatavate kaevandamistehnoloogiate – freesmeetodil turba kaevandamise ja tükkturba tootmise – rakendamine sõltub ilmastikutingimustest, eelkõige õhutemperatuurist, päikesekiirgusest, niiskusrežiimist (sademete hulk, ekstreemsete märgade päevade arv, sademeteta päevade arv) ja tuule kiirusest. Luhamaa jt (2015) koostatud kliimastenaariumitele RCP4.5 ja RCP 8.5 tuginedes võib väita, et eelnimetatud tingimustest suurenevad tulevikus tõenäoliselt õhutemperatuur ja sademete hulk. Siiski jääb sademete suurenemise trend (10–19%) edaspidiselt perioodi 1992–2010 aastevahelise varieeruvuse piiresse (**Tabel 150**) ja seeläbi ei ole otsest põhjust hinnata sademete suurenemisega kaasnevat niiskusrežiimi muutust sedavõrd suureks, et oleks vajadus kaevandustehnoloogiate oluliseks muutmiseks. Samuti aitavad sademete suurenemist puhverdada õhutemperatuuri tõus ja päikesekiirguse intensiivsuse jäämine enam-vähem praegusele tasemele, samuti võib temperatuuride suurenemisega eeldada aurumise suurenemist (**Tabel 154** mõju 11.06). Seega võib järeldada, et eeltoodud kaevandustehnoloogiate kasutamine võimaldab ka edaspidiselt katta nõudluse turba järele selle praegusel tasemel. Teisalt võib limiteerivaks faktoriks saada CO₂ emissiooni suurenemine kaevandusaladelt ja kliimapolitika muutumine nõnda, et lisaks turba kaevandamise ressursitasule kehtestatakse ka CO₂ emissiooni tasu (**Tabel 154** mõju 11.07). Üheks võimaluseks CO₂ emissiooni minimeerimiseks (lisaks ka teiste keskkonnamõjude, sh turba kao minimeerimiseks) on turbakaevandusalade pindalade vähendamine, mis eeldab kaevandustehnoloogiate muutmist – märgkaevandamise tehnoloogiate rakendamist, samuti märja turba kasutust.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020 ja 2030

Kuni 2020 ja 2020–2030 on ilmastikutingimused lähedased normkliimale ja perioodi 1992–2010 näitajatega, mis läbi ei prognoosita vajadust viia läbi muutusi tehnoloogiates. Seda eeldusel, et kaevandamise keskkonnamõjud jäävad senisele tasemele (eelkõige CO₂ emissioon) ja seeläbi ei rakendu täiendavad meetmed, mis tooksid vajaduse tehnoloogiate täiendamiseks.

b) 2021–2050 ja 2051–2100

Perioodidel 2021–2050 ja 2051–2100, seonduvalt keskmise õhutemperatuuri tõusuga ning RCP4.5 ja RCP8.5 stsenaariumite realiseerumisel, prognoositakse vajadust kaevandustehnoloogiate täiustamiseks eesmärgiga vähendada kaevandusaladelt lähtuvaid CO₂ emissioone. Täiendavalt toetab uuele tehnoloogiale üleminekut sademete mõningane suurenemine. Mõju suund on teadmata, kuna vastavaid tehnoloogiaid pole tööstuslikus kasutuses ega Eesti tingimustes testitud. Majanduslik mõju on suur, eelkõige seonduvalt ettevõtete poolsete kulude suurenemisega tehnoloogiate kasutuselevõtul. Teisalt võivad seda kompenseerida vähenevad keskkonnatasud (väiksem kaevandusalade pindala ja sellest lähtuvalt mõjude vähenemine) ja kulude kokkuhoid tootmise ümberkorraldamise tulemusel. Sotsiaalset mõju hinnatakse keskmiseks – säilib senine hõivatute arv.

Perioodidel 2021–2050 ja 2051–2100 avaldub valdkonna haavatavus vajaduses muuta kaevandamise tehnoloogiat.

11.4.5. Alavaldkond: valdkonda mõjutavad poliitikadokumendid ja täiendavad mõjud

Kliimamuutuste ja sellega kaasnevate mõjude ilmnemisel ja teadvustamisel võib eeldada kliimapoliitika ülevaatamist, vastav meede on välja toodud ka Euroopa Nõukogu järeldustes Euroopa Liidu 2030. a kliima ja energiapoliitika raamistiku kohta (EUCO 169/14). Seejuures võib prognoosida CO₂ kvoodisüsteemi laienemist ka maakasutusega seotud valdkondadele, kus kliima soojenemisele kaasa aitavad kasvuhoonegaaside emissioonid on kõrged ja suhteliselt kergesti tõestatavad (mõju 11.08). Samuti võib muutuda ka turba kaevandamise ja kasutamise maksustamine, sh CO₂ emissiooni tasu rakendamine turbakaevandusaladele. Vastavat võimalust prognoositakse mitte varem kui 2030. aastal. Täiendava maksu rakendumise sotsiaal-majanduslik mõju sõltub maksu (sh CO₂ tasu) suurusest ja muudest kaevandamisega seotud sisendkulude muutusest (näit kulud tööjõule, masinapargi ja tehnoloogiate arendamisele ning kütusele), samuti turba nõudlusest ja turuhinnast. Täiendava mõju suunda on hinnatud neutraalsena („0“), kus tasakaal on leitud erinevate suundadega mõjude vahel – negatiivsete keskkonnamõjusid vähenemine, ettevõtjate ja turba kasutajate kulude suurenemine ning vastavalt võimalik tööhõive vähenemine. Majanduslikku ja sotsiaalset mõju on perioodidel kuni 2020 ja kuni 2030 hinnatud väikseks. Perioodidel 2021–2050 ja 2051–2100, seenduvalt täiendavate ressursitasude rakendumisega, on majanduslik mõju suur ja sotsiaalne mõju keskmine. Avaldumise tõenäosus on hinnatud keskmiseks, lähtudes Euroopa Liidu kliimapoliitika suundumistest kui ka Ameerika Ühendriikide vabatahtliku süsinikukaubanduse arengutest (vt allpool).

Turba kaevandamise efektiivsuse ja kaevandamismahtude suurenemisel (RCP4.5 2070–2100 ja RCP8.5 2040–2070 korral prognoositakse suuremist 1/3 võrra; RCP8.5 2040–2100 vastavalt 2/3 võrra) ammenduvad hetkel kasutusel olevad kaevandused senisest kiiremini ja seetõttu võib eeldada suuremat vajadust uute alade järele. Samuti eeldatakse Eesti Energiamaajanduse Arengukavas aastani 2030 (ENMAK 2030) turba kasutusmahtude olulist suurenemist, mis võib luua vajaduse täiendavate kaevandualade järele juba varasemal ajaperioodil. Maapõueseaduse muutmisega seoses täpsustatakse 2015. a jooksul keskkonnaministeeriumi vastavas töörühmas turba kaevandamise potentsiaali Eestis. Esialgsetel andmetel on võimalike kaevandamiseks sobivate turbaalade kogupindala ligikaudu 100 000 ha – seeläbi saab eeldada, et kaevandamismahtude püsimiseks või suurenemiseks vajaminev ressurs aastani 2100 on piisav. Seevastu vähese CO₂ heitega majanduse saavutamise kontekstis aastaks 2050 ja maakasutus- ja metsandussektori käsitlemisel Euroopa Liidu kliimapoliitika osana (vt Euroopa Parlamendi ja Nõukogu otsus nr. 529/2013/EL, 21. mai 2013 maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsandusega seotud tegevustest tuleneva kasvuhoonegaaside heite ja sidumise arvestuseeskirjade ning nimetatud tegevustest tulenevate meetmetega seotud teabe kohta) on määratletud järgnevalt: “maakasutus- ja metsandussektor saab toetada kliimamuutuste mõju leevendamist mitmel viisil, eelkõige vähendades heidet ning säilitades ja suurendades sidumist ja süsinikuvarusid. Selleks et eelkõige süsiniku sidumise eesmärgil võetavad meetmed oleksid tõhusad, on oluline süsinikuvarude pikaajaline stabiilsus ja kohanemine”. Seeläbi võib kaevandamise asemel järjest enam leida poolehoidu rikutud turba-aladel

kuivenduseelse veerežiimi taastamine ja süsinikku akumuleerivate ökosüsteemide funktsioonide taastamine ning võimalused kaevandamismahtude suurendamiseks vähenevad. Täiendavalt võib kvoodikaubanduse laienemine ökosüsteemide taastamisele muuta selle rikutud alade kaevandamisest eelistatumaks. Vastav praktika, kus ettevõtjad saavad hüvitada enda tekitatud CO₂ emissioonid süsinikku siduvate ja akumuleerivate ökosüsteemide taastamise kaudu, on rakendunud näiteks Ameerika Ühendriikides (vt. American Carbon Registry <http://americancarbonregistry.org/>).

Juhul, kui turba kaevandamise valdkonnas ei toimu olulisi tehnoloogilisi muutusi ja kaevandamise maht ning kaevandusalade kasutamise efektiivsus jäävad samale tasemele, saab prognoosida sotsiaalmajanduslike näitajate jäämist sarnaseks 21. sajandi esimese kümnendiga. Võimalikke muutusi võib esineda seoses tehnoloogiliste uuenduste elluviimisega, samuti turba kaevandamise efektiivsuse ja mahtude olulise suurenemisega (lisaks ilmastikutingimuste muutusele loovad vastavad eeldused ENMAK 2030, kaevandusmahtude vähenemine teistes Euroopa riikides ning samaaegselt nõudluse püsimine või suurenemine). Tagasilööki prognoositakse seonduvalt kliimapoliitika muutumisega, kus kaevandamisele ja kasutusele pannakse täiendavad ressursitasud või mis ei soosi turba kasutust seonduvalt suundumusega CO₂ heitmete vähenemisele, äärmuslike ilmastikusündmuste esinemisega (näiteks ekstreemsete märgpäevade esinemise suurenemine), soojemate talvedega. Viimane võib vähendada vajadust küttureturba järele. Talvede soojenemist peetakse ka turba tootmise vähenemise põhjuseks Saksamaal, kus turba tootmiseks sobivad tingimused mõnevõrra halvenevad (tootmisprotsess eeldab miinuskraadidega ilmastikutingimuste olemasolu talvel).

Täiendavad mõjud

Probleemsena hinnatakse turba väljavedu kaevandusaladelt seonduvalt tee-olude võimaliku halvenemisega (vastav käsitlus on esitatud ptk metsamajandus). Samuti toovad kliima soojenemine ja pikemad põuaperioodid kaasa tuleohu suurenemise turbakaevandamisaladel kui ka nende naabruses paiknevatel aladel. Tõenäoliselt suureneb vajadus täiendavate meetmete rakendamiseks tuleohutuse tagamisel.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

a) kuni aastani 2020 ja 2030

Kuni aastani 2020 ja aastatel 2020–2030 jätkub turba kaevandamine sarnastes mahtudes võrreldes perioodiga 1992–2014. Toimub kliimapoliitikadokumentide ülevaatamine ja keskkonnatasude suurenemiseks (CO₂ maks turba kasutamisele ja kaevandamisele) ette valmistamine, eelkõige seonduvalt suureneva teadlikkusega kliimamuutuste toimumisest ja tagajärgedest ning eesmärgiga rakendada leevendusmeetmeid, sh inimtekkelise CO₂ emissiooni piiramine. Seonduvalt soojemate talvedega võib nõudlus küttureturba järele väheneda, teisalt võib suurenda vajadus kodumaiste kütuste ja aiandusturba järele. Halvenevad tee-olud, mis raskendavad turba väljavedu kaevandusaladelt. Suureneb tulekahjude risk. Olemasolev maavara ressurss turba kaevandamiseks on piisav.

b) 2021–2050 ja 2051–2100

Perioodidel 2021–2050 teises pooles ja 2051–2100 eeldatakse täiendavate keskkonnatasude kehtestamist turba kaevandamisele. Seonduvalt soojemate talvedega võib nõudlus küttureturba järele väheneda, teisalt võib suurenda vajadus kodumaiste kütuste ja aiandusturba järele. Halvenevad tee-olud, mis raskendavad turba väljavedu

kaevandusaladelt. Suureneb tulekahjude risk. Olemasolev maavara ressursid turba kaevandamiseks on piisav, kuid seonduvalt kliimapolitiika eesmärkide (eelkõige CO₂ emissiooni vähendamine märgaladelt, soode taastamise stimuleerimine) rakendumise ja täpsustumisega võib kättesaadavus turba kaevandamiseks väheneda. Täiendavate keskkonnatasude rakendamise mõju on teadmata (eeldada võib, et see on neutraalne), ühelt poolt suurenevad ettevõtete ja turba kasutajate kulutused, teisalt peaksid vähenema keskkonnamõjud kas läbi kaevandusalade efektiivsema või uute tehnoloogiate kasutuselevõtu või ressursitasu kasutamise mõjude leevendamiseks. Avaldumise tõenäosust peetakse keskmiseks.

11.4.6. Alavaldkond: kaevandusjärgne turbaalade kasutus ja sõltuvus ilmastikutingimustest

Marjakasvatuse

Jääksoode üheks kasutuselevõtu võimaluseks on marjakasvatuse rajamine. Näiteks hariliku jõhvika (*Oxycoccus palustris*) kasvatamise alaseid katseid alustati Nigula looduskaitsealal H. Vilbaste poolt 1960. aastatel (Ruus ja Vilbaste, 1968). T. Paali (2011) andmeil sobivad suhteliselt kõrge põhjavee ja vähelagunenud (20–40%) turbaga jääksood hästi jõhvikakultuuride rajamiseks, ajapikku hakkab marjakultuuridega kaetud aladel akumulereuma ka turvas. Jõhvikakultuuride rajamine jääksoodes aitab kaasa rabataimestiku taastamisele. Lisaks on jääksoodes, kuhu on rajatud jõhvikakultuur, marjasaak enamasti palju kõrgem kui see oli enne kuivendamist: kui maksimumsaak istutatud jõhvikakultuurides on kuni 10 t/ha ja külvatud jõhvikakultuurides 1,5 t/ha, siis looduslikes soodes loetakse heaks jõhvikasaagiks 0,5 t/ha (T. Paal, 2011). Vilbaste *et al.* (1995) andmeil tuleb pärast külvi väetada jõhvikapõldu superfosfaadiga, see kiirendab rabataimestiku taastumist ja kaitseb jõhvikataimi külmakahjustuste eest.

Viimase 15 aasta jooksul on üha enam levinud ka Põhja-Ameerikast pärist kännasmustika (*Vaccinium angustifolium*) seemikute ja poolkõrge kasvuga hübriidsortide 'Northblue' ja 'Northcountry' kasvatamine ammendatud turbatootmisväljadel, R. Värniku suulistel andmetel on ammendatud freesturbaväljad mustikakasvatuse rajamiseks parimad kasvukohad (T. Paal, 2011). Ehkki kirjanduse andmeil sobib kännasmustikate kasvatamiseks muld, mille pH väärtus jääb vahemikku 4,0–5,0 (Holmes, 1960; Hall *et al.*, 1964), on Eesti Maaülikooli teadlaste poolt läbi viidud uurimused näidanud, et kännasmustikad saavad edukalt kasvada ka rabaturbaga jääksoodes, kus mulla pH väärtus on tavaliselt 2,5–4 (Paal *et al.*, 2003). T. Paali (2011) soovitusel on sobilik istutada nii poolkõrged kännasmustika sorditaimed kui ka seemikud maha varakevadel esimeste soojade ilmadega, siis jätkub taimedele turbas niiskust ka väga kuival kevadel ja jääb ära nende tülikas kastmine. Ka kännasmustikataimed vajavad väetamist, eelkõige lämmastiku, ent ka fosfori ja kaaliumiga, väetisekogused olenevad turba mineraliseerumise astmest ja istandiku seisundist ning võrsed peaksid jõudma esimeste külmade tulekuks korralikult puituda (T. Paal 2011). Kuna kännasmustika põõsad vananevad, vajavad nad seetõttu ka aeg-ajalt lõikamist.

Metsastamine

Üheks jääksoode kasutusvõimaluseks on metsastamine, Selini (1995) andmeil on metsastamine põhiliseks jääksoode rekultiveerimisviisiks ka Soomes (Pikk, 2011, märkus: Jaak Pikk). Paljudel praegustel soodel on minevikus kasvanud metsad, millest annavad

tunnistust turba varumisel avanevad kännukihid (Seemen, Jäärats, 2014). Jääksoode looduslik metsastumine on aga ebasobivate tingimuste tõttu pikaajaline protsess ning enamasti on sel viisil tekkinud mets ka väheproduktiivne (Pikk 2011, märkus: Jaak Pikk). Selle kinnituseks on ka Eesti Geoloogiakeskuse poolt läbi viidud mahajäetud turbakaevandamisalade revisjon (Ramst *et al.*, 2005, 2006, 2007, 2008). Näiteks ammendatud turbatootmisväljade looduslikuks uuenemiseks männiga (*Pinus sylvestris*) väljavaated puuduvad (Seemen, Jäärats, 2014). Seevastu mõnel pool, ehkki harva, võib leida jääksoodel looduslikult uunenud hea juurdekasvuga lehtpuupuustuid, kus kasvab nii arukaske (*Betula pendula*) kui sookaske (*Betula pubescens*), vähesel hulgal ka haaba (*Populus tremula*) ja pajusid (*Salix* spp.) (Pikk, 2011). Võttes jääksoo kasutusele metsamaana, tuleb tagada liigvee ärajuhtimine, sageli takistab seda sobiva eesvoolu puudumine, lisaks on probleemiks mikrokliima: ekstreemse temperatuuri toimel võivad kahjustuda noored taimed ja nende võrsed ning külmakohrutuse tulemusel rebenevad taimede juured. Endise Eesti Metsainstituudi teadlaste poolt 1986. aastal Keressaare jääksohu rajatud kuuse (*Picea abies*) kultuuris läbi viidud katsed näitasid, et turba pinnal esines miinustemperatuure ka suveperioodil, näiteks 1989. aasta juunis esines turba pinnal ka öökülma ($-2,5^{\circ}\text{C}$), 1990. aasta juuni keskel oli aga miinimumtemperatuuriks koguni $-6,0^{\circ}\text{C}$, turbalasundi sügavamas osas nii suuri temperatuurikõikumisi ei esine. Puude kasvu seisukohalt võib olla takistuseks turvasmulla läbikülmumine, lisaks õhutemperatuurile sõltub see ka eelnenud sügisvihmade rohkusest (turba niiskusesisaldusest), seemikuid võib ohustada ka väga kõrge temperatuur. Jääksoode metsastamisel on probleemiks ka puude kasvuks vajalike toitainete vähesus turba jääklasundis, nende omavaheline sobiv vahekord ja kättesaadavus (Pikk, 2011). Valgevenes saadud uurimistulemused (Podžarov, 1974) on näidanud, et kõigi istutatud puuliikide säilivus on väiksem sügaval jääkturbal, ka suhteliselt õhukesed jääkturba lasundid (paksusega 20–40 cm) ei sobi metsapuude kasvatamiseks kuigi hästi; papli (*Populus* spp.), kase (*Betula* spp.), haava (*Populus tremula*), kuuse (*Picea abies*) ja männi (*Pinus sylvestris*) kasvatamiseks osutuvad heaks keskkonnaks ainult alla 20 cm paksusega turba jääklasundid (Pikk, 2011). Ka Soomes saadud uurimistulemused näitavad, et turbakihi paksus peaks sellisel juhul olema 10–20 cm (Luonnonvarakeskusta, 2014). Rakendades sama meetodikat Eestis, oleks see aga vastuolus seadusandlusega: Keskkonnaministri 26. mai 2005 määruse nr. 42 „Üldgeoloogilise uurimistöega, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord“ paragrahv 13 lõige 1 sätestab, et kui väljakkaevandamisega ammendatud jääksoo kujundatakse haritavaks maaks või metsamaaks, tuleb jätta kaevandamata vähemalt 0,3 meetri paksune turbakiht.

Jääksoode metsastamiseks sobivad mänd (*Pinus sylvestris*) (Seemen ja Jäärats, 2014; Valk, 1992), kuusk (*Picea abies*) ja kask (*Betula* spp.) (Valk, 1992). Sobivaimaks puuliigiks metsakultuuride rajamisel jääksoodes peetakse arukaske (*Betula pendula*), mändi (*Pinus sylvestris*) kahjustavad sageli põdrad, kuuske (*Picea abies*) aga juunikuised öökülmad, samuti on okaspuude kasvatamine on seotud suuremate kulutustega (Pikk 2011).

Pikka (märkus: Jaak Pikk) (2011) andmeil takistavad jääksoode metsastamist ja looduslikku metsastumist mulla (turba jääklasundi) toitainete vähesus ja tasakaalustamatus, ebasoodne mikrokliima (suured lagendikud ning sellest tingitud hilis- ja varakülmade oht, maapinna kõrge temperatuur), mulla halb poorsus, ebasobiv niiskusrajoitumus jm. Aro ja Kaunisto (1995) andmeil on enamasti soodes, sh ka jääksoodes puude kasvu limiteerivaks faktoriks fosfori ja/või kaaliumi puudus, samuti on jääksoode turbalasundis ebasobiv lämmastiku ja fosfori suhe (Pikka, 2011). Valk (1982) on aga leidnud, et mineraalväetiste kasutamine on jääksoode metsastamisel vajalik isegi siis, kui pindmiseks kihiks on madalsooturvas (Pikka, 2011). Alternatiiviks mineraalväetiste kasutamisele on aga erinevate jäätmete (reoveesette, puu- ja turbatuha, tsemenditolmu jm) kasutamine jääksoode viljakuse tõstmiseks. Mitmed

autorid (Gradeckas, 1997; Gradeckas *et al.*, 1998; Käposts *et al.*, 2000, 2001; Pikka, 2004, 2005, 2006; Tälli *et al.*, 1996; Tälli ja Riispere, 1996) on leidnud, et muldade töötlemine reoveesetega soodustab puude kasvu, ehkki metsastatud jääksoodes on reoveesetega katseid viidud läbi vähe (Pikka, 2011). Küll aga näitasid Gradeckas'e jt. (1998) poolt Leedus läbi viidud katsed, et reoveesetega väetamisele reageerivad jääksoos hästi arukask (*Betula pendula*) ja sookask (*Betula pubescens*), harilik haab (*Populus tremula*), hübriidhaab (*Populus ×wettsteinii*), berliini pappel (*Populus ×berolinensis*) ja saarvaher (*Acer negundo*), puude kasv jääksoos oleneb eelkõige puuliigist ja kasutatud sette kogusest. Ehkki mitmetel juhtudel on reoveesete kasutamisel täheldatud puude juurdekasvu olulist suurenemist, tuleb arvestada, et puude kasvamaminekut ja kasvu mõjutab oluliselt ilmastik, näiteks hukkus külma tõttu katsealal 25 % sangleppadest (*Alnus glutinosa*) (Pikka, 2011).

Üheks olulisemaks puude kasvamaminekut takistavaks teguriks on maapinna kõrge temperatuur jääksoo pinnal (Pikka, 2011). Lisaks mulla omaduste parandamisele aitab settega töötlemine luua ka metsakultuurile soodsa mikrokliima. Settega töötlemise tagajärjel intensiivistus ka rohhtaime kasv, liialt lopsakas rohukate on suurimaks ohuks noorte puude kasvule, mistõttu on vaja noort metsakultuuri rohida. Suur kahju metsakultuurides põhjustasid ka ulukid (Pikka, 2011).

Energiakultuuride kasvatus

Jääksoode kasutamise võimaluseks on ka energianiidu rajamine katlamajades põletatava rohumassi kasvatamiseks (J. Paal, 2011). Päideroog (*Phalaris arundinacea*) on heade omadustega taim energiatootmiseks tänu oma kiirele uuenemisele, suurele saagikusele ja headele põlemisomadustele (J. Paal, 2011). Näiteks Hytöneni (2006) andmeil on jääksood peamisteks päideroo kasvatusaladeks ka Soomes (Heinsoo, 2011). Kuna jääksood on happelised ja toitevaesed, on väetamine ja lupjamine päideroo kasvatamisel mõõdapääsmatu (J. Paal, 2011). Heinsoo *et al.* (2011) andmeil on väetamisega võimalik saagikust tõsta küll enam kui kaks korda, ent selle tulemusena on ka koristuskaod suuremad, sest pikaks kasvanud kõrred lamanduvad talvel lumikatte all, lisaks kaasneb väetamisega majanduslik kulu. Heinsoo *et al.* (2011) andmeil ei tohiks jääksoo kasutamisel energianiidu rajamiseks olla turba jääkklasundi paksus enam kui 10 cm, ent see on vastuolus kehtiva seadusandlusega: Keskkonnaministri 26. mai 2005 määruse nr. 42 „Üldgeoloogilise uurimistööga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord“ paragrahv 13 lõige 1 sätestab, et kui väljakkaevandamisega ammendatud jääksoo kujundatakse haritavaks maaks või metsamaaks, tuleb jätta kaevandamata vähemalt 0,3 meetri paksune turbakiht.

Märgalapuhastid

Lisaks eelpoolmainitule on võimalik ka jääksoode kasutamine turbakaevandamisalade kuivendusvee puhastamiseks (Raadla ja Köpp, 2011). Turba kaevandamisel tekib rohkelt turbatolmu, mis reostab vette sattudes vett heljumi ja orgaanilise ainega. Tavaliselt kasutatakse turbakaevandamisaladelt lähtuva vee puhastamiseks settebasseine, efektiivsem on kasutada puhastuslodusid ehk veepuhastuse märgalaid, mis on pidevalt kaetud osalt veega, ent üleujutamata alal jääb põhjavee tase ka kuival perioodil maapinna lähedale (Aleksand ja Timmusk, 2002). Samuti võib kaaluda märgalade rajamist hajureostuse puhverdamiseks, näiteks intensiivse põllumajandusega piirkondades.

Eesmärgiga taastada süsinikku siduvaid ökosüsteeme ja panustada elurikkuse säilimiseks soodsate tingimuste loomisele, on üheks võimaluseks ka kaevandusjärgselt märgalade taastekkeks sobivate tingimuste loomine.

Märgala tekkeks sobivate tingimuste loomine

Süsinikku siduvate ökosüsteemide taastamiseks ja soodsate tingimuste loomiseks elurikkuse säilimisele on soovitatav sobivate tingimuste loomine märgalade taastekkeks kaevandamisest väljajäänud aladel. Selle küsimuse lahendamise eeldab aga mitmeid eeltöid ning vastavasisuliselt taastamisprojekti koostamist. Projekti tegevused peavad baseeruma eeluuringutel. Kuivendatud ja kaevandatud soode taastamisel või ka korrastamisel on esmaseks ülesandeks vajaliku veerežiimi tagamine: soo taastamise üheks põhiliseks eelduseks on veetaseme tõstmine ja selle sesoonse stabiilsuse tagamine (Ilomets, 2011). Samuti sõltub iga taastamisala järelkasutuse kavandamine kaevandusjärgsest turbalasundi paksusest ja selle pealmise kihi omadustest, mistõttu tuleb iga kaevandamisala taastamist käsitleda individuaalselt. Alljärgnevalt antakse ülevaade väljaspool Eestit rakendatud meetoditest ning analüüsitakse nende sobivust Eesti oludesse muutuvates kliimaoludes.

Botch ja Masing (1983) poolt avaldatud endise NSVL lääneosa soode rajoneerimise järgi kuulub suurem osa Eestist Läänemere ranniku rabade provintsi alamklassi, väiksem idapoolne osa aga Ida-Eesti rabade provintsi. Succow ja Jeschke (1990) klassifikatsiooni alusel paiknevad Balti riigid ning neist itta ja kirdesse jäävad ulatuslikud alad IV ehk rabade vööndis, sellest läänepoolne osa jääb Läänemere idaosa provintsi (IV6) ning Kirde-Euroopa lausmaa provintsi (IV7). Võttes arvesse, et tuleviku kliimastenaarium RCP8.5 näeb võrreldes praegusega ette kõrgemaid keskmisi õhutemperatuure ja mõnevõrra suuremat sademete hulka, hakkab Eesti kliima sarnanema Orkney saartele Suurbritannias (klimatoloog Mait Sepp: suulised andmed). Võttes aluseks Succow & Jeschke klassifikatsiooni, kuulub see piirkond sarnaselt Eestiga IV ehk rabade vööndisse, ent Iirimaa ja Põhja-Inglismaa provintsi (IV1). Ehkki kliimaatilised tingimused (mh kõrgem sademete hulk ja keskmine õhtemperatuur) on seal mõnevõrra erinevad, on nende piirkondade sooökosüsteemide taimestik sarnane Eestiga: ka näiteks Iirimaal esineb rabades huulheinu (*Drosera* spp.), turbasamblaid (*Sphagnum* spp.), eri villpea liike (*Eriophorum* spp.).

Suurbritannias, kus sademete hulk on suur ja vegetatsiooniperiood pikk, rakendatakse peamiselt jääksoode kuivenduskraavide sulgemist nii turbast kui plastikust tammidega, veetaseme tõstmist ja kohati ajutiselt üleujutatud alade tekitamist, seejuures ei viida läbi taimestiku aktiivset taastamist, ent luuakse võimalikult soodsad tingimused selle iseeneslikuks taastamiseks (Wheeler *et al.*, 1995). Suurbritannias kasutatud meetodikat on rakendatud ka näiteks Saksamaal, kus aktiivset sootaimestiku taastamist selleks ettevalmistatud jääksoodes on tehtud vaid mõne hektari suurustel katsealadel, takistuseks on osutunud jääksoo korrastamiseks vajaliku taimematerjali vähene kättesaadavus ja kõrge hind (Karofeld, 2011). Jääksoode korrastamist on rakendatud ka Kanadas, erinevalt mitmel pool Lääne-Euroopas kasutatavast meetodikast toimub seejuures ka taimestiku aktiivne taastamine ja taimede kasvuks sobilike niiskustingimuste loomine, korrastatav ala (eesmärgiks rabakoosluse taastamine) kaetakse üle ühe väljaku rabataimede fragmentidega (Quinty ja Rochefort, 2003). Liikide introductseerimine koosluse taastamiseks on vajalik liikide levimist piiravate asjaolude tõttu, näiteks Soomes ja Poolas on rakendatud nn doonorheina siirdamist niitudelt koosluste taastamise eesmärgil (Hedberg, 2013). Kanadas läbiviidud uurimuse tulemusel leiti, et looduslikest soodest pärit taimefragmente (seemned, risoomid, samblafragmendid) on sobilik kasutada kaevandusjärgsel madalsoode taimekoosluste taastamisel (Cobbaert *et al.*, 2004). Mälsoni (2008) hinnangul on aga

elujõuliste taimepopulatsioonide taastekkeks madalsoodes vajalik kombineerida erinevaid taastamistegevuse meetmeid (sh viia läbi taimestiku aktiivset taastamist). Rootsis läbi viidud madalsoode taastamise uuringu tulemused näitasid, et lisaks turbasammaldele (*Sphagnum* spp.) asusid taasloodud märgalal kiiresti kasvama ka tarnad (*Carex* spp.) (Hedberg, 2013).

Mahajäetud kaevandusaladel tuleb sageli luua eri kõrgusega väljade või väljaosade vahele turbast vaheseinu pinnalähedase veetaseme hoidmiseks – sellega püütakse eeskätt rabataimedele luua soodsad kasvu- ja invasioonitingimused. Kogemused on aga näidanud, et kirjeldatud tehnoloogia on pigem sobiv suure sademetehulga (üle 1000 mm aastas) ja kõrge õhuniiskusega piirkondadele, näiteks Šotimaa. Pikemate või lühemate põuapiirkondadega piirkondades (sh ka Eestis), võib kogu kasvuperioodi kestel veetaseme ühtlane hoidmine turbapinnast mõne sentimeetri võrra kõrgemal osutada võimatuks. Ilomets (2011).

Nn Kanada meetodikat, mille korral korrastatv ala kaetakse üle ühe väljaku rabataimede fragmentidega, on rakendatud ka Eestis (Hara soo taastamis- ja tammitamisprojekt, 2012). Kuna isetaastuva soo rajamine on pikaajaline protsess, on tegevuste edukuse analüüs võimalik alles tulevikus (5–10 aasta pärast), selleks tuleb korraldada eraldi seire. Turbasammalde (*Sphagnum* spp.) külv on meie oludesse sobiv, sellealaste katsete läbiviimine on andnud positiivseid tulemusi (Karofeld *et al.*, 2013)

Eelnevast tulenevalt järeldatakse, et kliima muutused ei pruugi olla ebasobivad turbasammalde külviks. Aurumise suurenemist ei pruugi kompenseerida ka suurem sademete hulk, kuid vastavad prognoosid Luhamaa jt (2015) stsenaariumites puuduvad. Teiste meetodikate osas on määravad alade ettevalmistus ja tehnoloogilised lahendused ning meetodikate täiendamine lähtuvalt seire tulemustest.

Positiivsed, negatiivsed ja teadmata suunaga mõjud

Eeldades seniste ilmastikutingimuste jätkumist:

a) aastani 2020,

b) aastani 2030

ning lähtudes kliimastenaariumite RCP4.5 ja RCP8.5 olemasolust

a) aastatel 2021–2050,

b) aastatel 2051–2100,

hinnati sobivate jääksoode kasutamisevõimalustena marjakasvatust, jääksoode metsastamist (sh reoveesette kasutamisega), energianiidu rajamist (päideroo kasvatamine), jääksoode kasutamist märgala puhastitena turbakaevandamis- ja põllumajandusalade kuivendusvee puhastamiseks ja märgalade tekkeks soodsate tingimuste rajamist. Kliimamuutustega kaasnevatest ilmastikutingimuste muutustest (**Tabel 156** mõju 11.09) tulenevalt ei saa praeguste teadmiste valguses eelistada ühte kasutusviisi teise eest. Siiski on kliimamuutuste leevendamiseks oluline süsinikku siduvate ja akumuleerivate ökosüsteemide taastamine ning muutuvad ilmastikutingimused ei välista seda võimalust.

11.4.7. Mõjude kokkuvõte

Peamise negatiivse mõjuna saab käsitleda mineraliseerumise ja sellest tuleneva CO₂ emissiooni suurenemist, positiivse mõjuna kaevandusalade kasutuse efektiivsuse tõusu seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis seniste kaevandusmahtude säilimisel võib viia vajaduseni kaevandada väiksema kogupindalal ja seeläbi vähendada CO₂ koguemissiooni prognoositavat suurenemisest. Teadmata või neutraalse mõjuga on täiendavate keskkonnatasude rakendumine, mis ühelt poolt võib ettevõtjale tuua kaasa täiendavaid kulusid, sh vajaduse korral uute tehnoloogiate kasutuselevõtul, teiselt poolt loob võimalused keskkonnamõjude vähenemiseks (näit märgkaevandamise abil kaevandusalade pindala ja nendelt lähtuva CO₂ emissiooni vähenemisel). Mõjude kokkuvõtted on esitatud alljärgnevalt ka ülevaattetabelina (**Tabel 152, Tabel 153, Tabel 154, Tabel 155 ja Tabel 156**).

11.4.8. Mõjude kokkuvõte

Peamise negatiivse mõjuna saab käsitleda mineraliseerumise ja sellest tuleneva CO₂ emissiooni suurenemist, positiivse mõjuna kaevandusalade kasutuse efektiivsuse tõusu seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis seniste kaevandusmahtude säilimisel võib viia vajaduseni kaevandada väiksema kogupindalal ja seeläbi vähendada CO₂ koguemissiooni prognoositavat suurenemisest. Teadmata või neutraalse mõjuga on täiendavate keskkonnatasude rakendumine, mis ühelt poolt võib ettevõtjale tuua kaasa täiendavaid kulusid, sh vajaduse korral uute tehnoloogiate kasutuselevõtul, teiselt poolt loob võimalused keskkonnamõjude vähenemiseks (näit märgkaevandamise abil kaevandusalade pindala ja nendelt lähtuva CO₂ emissiooni vähenemisel). Mõjude kokkuvõtted on esitatud alljärgnevalt ka ülevaattetabelina (**Tabel 152, Tabel 153, Tabel 154, Tabel 155 ja Tabel 156**).

Tabel 152. Kliimamuutuste mõju kasvuhuonegaaside emissioonile turba kaevandusaladelt.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Õhutemperatuuri tõus	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
Kuni 2030	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Õhutemperatuuri tõus	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Keskmiised õhutemperatuurid suurenevad	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	keskmine (võimalikud sanktsioonid riiklikul tasandil KHG emissioonide suurenemisel, CO2 maksud ettevõtetele)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	suur (otsene tõestus emissioonide ja temperatuuri suhte põhjal)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Keskmsed õhutemperatuurid suurenevad	11.01	keskkonnamõjud suurenevad	-	keskmine (võimalikud sanktsioonid riiklikul tasandil KHG emissioonide suurenemisel, CO2 tasu ettevõtetele)	väike (puudub)	suur (otsene tõestus emissioonide ja temperatuuri suhte põhjal)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.02	keskkonnamõjud suurenevad	-	väike (sanktsioonid puuduvad)	väike (puudub)	väike (otsene tõendus ilmastiku andmete põhisel perioodil 1992-2010 ja vastavasisulistel uuringutel)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Tabel 153. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise mahtudele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.04	kaevandusmahud vähenevad	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast perioodil 1992-2010)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Sademete vähenemine	11.04	kaevandamismahud suurenevad	+	keskmine (tulu võib suurened, nõudlus mitte)	keskmine (hõive võib paraneda)	keskmine (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
Kuni 2030	Senine ilmastik	Suurem sademete hulk (juuni-aug) ja ekstreemselt märgade päevade esinemine	11.04	kaevandusmahud vähenevad	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast perioodil 1992-2010)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	Senine ilmastik	Sademete vähenemine	11.04	kaevandamismahud suurenevad	+	keskmine (tulu võib suurened, nõudlus mitte)	keskmine (hõive võib paraneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Sademete hulk suureneb	11.05	kaevandusmahud võivad väheneda	-	väike (ettevõtete tulu võib väheneda)	väike (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast ja seostest sademete mahuga)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandamise efektiivsus ja nõudluse korral ka kaevandusmahud suurenevad (aiandusturba (sh hästilagunenud, senini kütteturba kasutatava turba) kasutus suureneb, kuna Lääne-Euroopas, näit Saksamaal selle kaevandamiseks/tootmiseks muutuvad tingimused ebasobivaks). Teisalt eeldab see kaevandusalade suurendamist eesmärgiga suurendada turba kaevandamise mahte, mis tähendab suuremat survet keskkonnale.	0	suur (ettevõtete tulu suureneb)	keskmine (hõivatute arv jääb samaks või suureneb)	keskmine või suur	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusmahud vähenevad (kütteturba kasutus väheneb), kaevandusalade kasutus väheneb	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv väheneb)	teadmata (energia, näit elektri tootmiseks saab turvast siiski kasutada)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusperiood pikeneb ühe kuu võrra ja loob tingimused kaevandamise efektiivsuse ja mahtude suurendamiseks 1/3 võrra. Suureneb surve keskkonnale, mida aitab vähendada väiksem vajadus kaevandusalade järele.	0	suur (ettevõtete tulu võib suurendada olenevalt turu nõudlusest)	keskmine (hõivatute arv võib suurendada)	keskmine (põhineb ilmastikutingimuste ja kaevandamismahtude vaheliste seoste analüüsil)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Sademetes hulk suureneb	11.05	kaevandusmahud võivad väheneda	-	väike (ettevõtete tulu võib väheneda)	väike (hõivatute arv võib väheneda)	väike (otsene tõendus kaevandusmahtude statistikast ja seostest sademete mahuga)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusperiood pikeneb ühe kuu võrra ja loob tingimused kaevandamise efektiivsuse ja mahtude suurendamiseks 1/3 võrra, suureneb surve keskkonnale, mida aitab vähendada väiksem vajadus kaevandusalade järele.	0	suur (ettevõtete tulu võib suurendada olenevalt turu nõudlusest)	keskmine (hõivatute arv võib suurendada)	keskmine (põhineb ilmastikutingimuste ja kaevandamismahtude vaheliste seoste analüüsil)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Period	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
	RCP4.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusmahud suurenevad (aiandusturba, sh hästilagunenud, senini kütteturba kasutatava turba) kasutus suureneb, kuna Lääne-Euroopas, näit Saksamaal selle kaevandamiseks/tootmiseks muutuvad tingimused ebasobivaks). Teisalt eeldab see kaevandusalade suurendamist eesmärgiga suurendada turba kaevandamise mahte, mis tähendab suuremat survet keskkonnale.	0	suur (ettevõtete tulu suureneb)	keskmine (hõivatute arv jääb samaks või suureneb)	keskmine või suur	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusmahud vähenevad (kütteturba kasutus väheneb), kaevandusalade kasutus väheneb	-	suur (ettevõtete tulu väheneb)	keskmine (hõivatute arv väheneb)	teadmata (energia, näit elektri tootmiseks saab turvast siiski kasutada)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP8.5	Keskised temperatuurid suurenevad	11.03	kaevandusperiood pikeneb kahe kuu võrra ja loob tingimused kaevandamise efektiivsuse ja mahtude suurendamiseks 2/3 võrra, suureneb surve keskkonnale, mida aitab kompenseerida väiksem vajadus kaevandusalade järele	0	suur (ettevõtete tulu võib suurened olenevalt turu nõudlusest)	keskmine (hõivatute arv võib suurened)	keskmine (põhineb ilmastikutingimuste ja kaevandamismahtude vaheliste seoste analüüsil)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Tabel 154. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamise tehnoloogiatele.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Sademetes ja temperatuuride suurenemine	11.06	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	suur (ettevõtete kulud kui ka tulud võivad suurened, keskkonnakahjude ulatus ja sanktsioonide (näit CO2 maks) võivad väheneda).	keskmine (hõivatute arv säilib)	väike (ilmastikumuutus) või teadmata (vastavad kaevandamistechnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Keskised õhutemperatuurid suurenevad, CO2 emissiooni suurenemine kaevandusaladelt	11.07	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	keskmine (ettevõtete investeerimis ja tootmiskulud võivad suurenedam, teisalt võib tehnoloogiate kasutuselevõtt tuua kaasa ka tootmiskulude või keskkonnatasude vähenemise)	keskmine (hõivatute arv säilib)	teadmata (vastavad tehnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes, vajadust tehnoloogiliseks muudatuseks võib vähendada kaevandusalade efektiivsem kasutus)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Sademetes ja temperatuuride suurenemine	11.06	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	suur (ettevõtete kulud kui ka tulud võivad suurened, keskkonnakahjude ulatus ja sanktsioonide (näit CO2 maks) võivad väheneda).	keskmine (hõivatute arv säilib)	väike (ilmastikumuutus) või teadmata (vastavad kaevandamistechnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
	RCP4.5; RCP8.5	Keskised õhutemperatuurid suurenevad, CO2 emissiooni suurenemine kaevandusaladelt	11.07	vajadus tehnoloogiate muutmiseks	0	keskmine (ettevõtete investeerimis ja tootmiskulud võivad suurenedam, teisalt võib tehnoloogiate kasutuselevõtt tuua kaasa ka tootmiskulude või keskkonnatasude vähenemise)	keskmine (hõivatute arv säilib)	teadmata (vastavad tehnoloogiad pole tööstuslikus kasutuses ja vajab testimist Eesti oludes, vajadust tehnoloogiliseks muudatuseks võib vähendada kaevandusalade efektiivsem kasutus)	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

Tabel 155. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alavaldkond - valdkonnas olulised poliitikadokumendid.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
Kuni 2020	Senine ilmastik	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavate keskkonnatasude kehtestamine	0	väike (sanktsioonid puuduvad, eeldatavasti ei kehtestata neid kuni 2030)	väike (puudub)	väike (senised ilmastikutingimused, kliima muutused ja kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti. Euroopa Liidus tasandil kliimapoliitika muutumisel mõju kogu regioonile kui ka globaalsel tasandil turba kasutajatele ja tootjatele
Kuni 2030	Senine ilmastik	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavad keskkonnatasud	0	väike (sanktsioonid puuduvad, eeldatavasti ei kehtestata neid kuni 2030)	väike (võib vähendada tööhõivet)	keskmine (ilmastikutingimuste muutused ja kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti. Euroopa Liidus tasandil kliimapoliitika muutumisel mõju kogu regioonile kui ka globaalsel tasandil turba kasutajatele ja tootjatele
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavad keskkonnatasud	0	suur (ettevõtete kulud võivad suureneda, teisalt võib uute tehnoloogiate rakendamine viia kulude kokkuhoiuni)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	keskmine (senised ilmastikutingimused, kliima muutused ja kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti. Euroopa Liidus tasandil kliimapoliitika muutumisel mõju kogu regioonile kui ka globaalsel tasandil turba kasutajatele ja tootjatele
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Temperatuuride ja sademete hulga suurenemine, CO2 emissioon kaevandusaladelt	11.08	täiendavad keskkonnatasud	0	suur (ettevõtete kulud võivad suureneda, teisalt võib uute tehnoloogiate rakendamine viia kulude kokkuhoiuni)	keskmine (hõivatute arv võib väheneda)	keskmine (kliimapoliitika senised arengud)	otsene	Kogu Eesti

Tabel 156. Kliimamuutuste mõju turba kaevandamisele: alade kaevandusjärgne kasutus.

Periood	Stsenaarium (RCP4.5; RCP8.5)	Risk (ilmamuutus või selle tagajärg)	Mõju nr.	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund (+ / 0 / -)	Majanduslik mõju (suur, keskmine, väike)	Sotsiaalne mõju (suur, keskmine, väike)	Avaldumise tõenäosus (suur, keskmine, väike, teadmata)	Mõju valdkonnale (otsene, kaudne)	Mõju piirkond (Eesti, Harjumaa, Tallinn jne...)
2021-2050	RCP4.5; RCP8.5	Sademete hulk, sh suurte sadude esinemine suureneb, temperatuurid suurenevad	11.09	taastamisviiside kohandamine	+	suur (valitud meetodika ei nõua juba korrastatud alal täiendavaid töid, minimeeritakse KHGde emissioon või saavutatakse selletaassidumine korrastatavatel aladel)	väike (puudub)	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad
2051-2100	RCP4.5; RCP8.5	Sademete hulk, sh suurte sadude esinemine suureneb, temperatuurid suurenevad	11.09	taastamisviiside kohandamine	+	suur (valitud meetodika ei nõua juba korrastatud alal täiendavaid töid, minimeeritakse KHGde emissioon või saavutatakse selletaassidumine korrastatavatel aladel)	väike (puudub)	teadmata	otsene	Kogu Eesti, olulisel määral Pärnumaa, Tartumaa, Ida-Viru ja Harju maakonnad

11.4.9. Piiriülesed aspektid

Vähese CO₂ heitega majanduse saavutamise kontekstis aastaks 2050 ja maakasutus- ja metsandussektori käsitlemisel Euroopa Liidu kliimapoliitika osana (vt Euroopa Parlamendi ja Nõukogu otsus nr. 529/2013/EL, 21. mai 2013) on määratletud maakasutussektori võimaliku rollina kliimamuutuste mõju leevendamine, eelkõige vähendades heidet ning säilitades ja suurendades sidumist ja süsinikuvarusid. Siinhulgas peetakse oluliseks süsinikuvarude pikaajalist stabiilsust ja kohanemist. Seeläbi võib kaevandamise asemel järjest enam leida poolehoidu rikutud turba-aladel kuivenduseelse veerežiimi taastamine ja süsinikku akumulatsioonide funktsioonide taastamine ning võimalused kaevandamismahtude säilitamiseks või suurendamiseks vähenevad. Täiendavalt võib kvoodikaubanduse laienemine ökosüsteemide taastamisele muuta selle rikutud alade kaevandamisest eelistatumaks.

Teisalt võib suureneva nõudluse turba järele, näiteks ebasobivate kaevandustingimustega Saksamaal, kus talvede soojenemisega võivad aiandusturba kaevandamiseks sobivad tingimused halveneda ja seeläbi tekib rohkem nõudlust turba impordiks. Lisaks ilmastikutingimuste muutumisele võib kaevandamist ja nõudlust mõjutada ka erinevate riikide keskkonnapoliitika, näiteks on Saksamaal tendents turba kaevandamise vähendamiseks. Omakorda võib see suurendada vajadust turba impordimiseks.

CO₂ maksu kehtestamine turbakaevandusaladele või turba kasutamisele eeldab rahvusvahelise koostöö arendamist antud maksuregulatsiooni kehtestamiseks E-i või globaalsel tasandil. Vastasel korral ei pruugi ühe riigi turba kaevandamisega seotud sektor olla enam konkurentsivõimeline ja tegevus võib olulisel määral väheneda. Antud juhul on oluline, et jätkuks või algatataks rikutud turbaaladel süsiniku sidumise ja tagavara säilimiseks vajalike tingimuste loomisega, et minimeerida või vältida kuivendusest tingitud CO₂ emissiooni.

11.5. Edasised uuringusuunad

Eelduseks perioodil 2020–2100 võetakse kaevandusmahtude ja kaevandusalade pindala säilimine perioodi 1992–2010 tasemel (vastavalt 1 mln t a ja 18 500 ha). Samuti eeldatakse, et säilivad sektori senine sotsiaalne (eelkõige tööhõive) ja majanduslik tähtsus. Siiski võib eeldada ka turba kaevandamismahtude suurenemist, eelkõige seonduvalt Eesti Energiamajanduse Arengukava aastani 2030 eelnõus toodud eemärgiga turba kasutuse suurendamiseks.

Seonduvalt kliima muutumisega soojemaks suureneb kaevandamise keskkonnamõju, eelkõige suureneva turba mineraliseerumise ja sellest lähtuva CO₂ emissiooni tõttu. Nimetatud mõju suurendamist võib vähendada kaevandamise efektiivsuses suurendamine seonduvalt pikeneva kaevandamisperioodiga, mis võimaldab sama kogust turvast ammutada väiksema kogupindalaga kaevandusalalt, st korruga kasutusel olevate kaevandusalade pindala ja sellest lähtuv CO₂ koguemissioon võivad olla väiksemad. Siiski säilib vajadus leida võimalusi keskkonnamõjude leevendamiseks läbi tehnoloogiliste ümberkorralduste. Täiendavalt võib seda tingida lisanduva ressursitasu (CO₂ maks turba kaevandamisele ja kasutusele) rakendamine aastaks 2050. Teisalt võib kliimapoliitika suundumusi (eelkõige vähese süsinikuheitmega majanduse suunal liikumisel) arvestades eeldada ka turba kasutusmahtude vähenemist ja vähenevat valmisolekut uute kaevandusalade lubamiseks.

11.5.1. Kaevandusaladelt lähtuv kasvuhoonegaaside emissioon

Hinnang kaevandusaladelt lähtuvale kasvuhoonegaaside emissioonile Eestis põhineb ühe uurimistöo andmetel (vt. Salm, 2012), mis kinnitab ka mitmetes teistes uuringutes antud järeldusi (nt Alm *et al.*, 2007) emissiooni positiivsest seosest soojema temperatuuriga. Seeläbi võib eeldada, et kliima muutumisel soojemaks suureneb kaevandusaladel pinnase mineraliseerumine ja sellest lähtuv CO₂ emissioon. Seonduvalt ilmastikutingimuste muutustega soojenemise suunas, samuti võimalike muutustega kaevandamistehnoloogiates ja kliimapoliitikas (CO₂ maksu kehtestamine turbakaevandusaladele või turba kasutamisele, turba kasutuse liitmine kvoodikaubandusega, kasvuhoonegaaside emissiooni arvestus soode taastamisel) on vajadus kaevandusalade emissioonifaktorite täpsustamiseks vastavate rakendusuringute kaudu ja nende kasutamine emissioonide hindamisel.

Paralleelselt kasvuhoonegaaside uuringutega on olulised ka mikrokliima alased uuringud, mis aitavad mõista erinevate ilmastikutingimuste mõju kaevandusaladel, sh kaevandusjärgsel perioodil toimuvale (nt pinnase soojenemisega kaasnevaid tõusvaid õhuvooge ja nende mõju sademetele; temperatuuride ekstreemumite väärtused ja nende mõjude hindamine kaevandatava turba omadustele ja taimestikule, tuleohtlikkusele) ja hinnata paremini kaevandamise mõju keskkonnale (nt niiskusrežiimi, sh pinnase niiskuse mõju kasvuhoonegaaside emissioonile).

Lisaks kaevandusalade gaasiemissioonidele kaasneb süsiniku kadu ka tuule- ja vee-erosiooni abil, mille käigus võib turbakadu olla 6 mm a (Waddington ja McNeil, 2002). Samuti soovee juhtimisega kuivendusvõrku viiakse välja olulisel määral lahustunud orgaanilist süsinikku, see võib mõjutada allavoolu jäävate veekogude ökoloogiat ja biogeokeemilisi tingimusi (Waddington *et al.*, 2008). Vastavalt Waddington'i jt (2008) andmetele võib selle väljakanne kasvada temperatuuride suurenemisel ja vegetatsiooniperioodi pikenemisel. Sellega seonduvalt on vajalik vastavalt Eesti oludele anda hinnang kogu turba kaevandamise süsinikubilansile ja kaasnevate mõjude kohta veekeskkonnale.

Toimumas on uuringud energiakultuuride kasvatamiseks mahajäetud kaevandusaladel, mis hõlmavad ühtlasi kasvuhoonegaaside bilansi hinnangut. Vastavad uuringud on vajalikud ka teiste kaevandusjärgsete kasutusviiside (marjakasvatus, metsastamine, märgalade taastamine) kohta. Eemärk on hinnata nendelt aladelt lähtuvat kasvuhoonegaaside emissiooni ja süsinikubilanssi, nende seost muutuvate ilmasikutingimustega ja töötada välja meetodika minimeerimaks nendelt aladelt süsiniku väljakannet, seda lisaks teistele keskkonnakaitselistele ja majanduslikele taotlustele.

Ülaltoodud teemavaldkondades saab tugineda naaberriikides läbiviidavatele uuringutele ja riiklikes kasvuhoonegaaside aruannetes esitatud andmetele.

11.5.2. Tehnoloogiad

Soovitav on viia läbi uuringuid uuringud Eesti tingimustele sobivate märgkaevandamise tehnoloogiate, niiske või märja turba mehaaniliste ja keemilis-termiliste töötlemise viiside arendamiseks. Tegevuse eesmärgiks on vähendada kaevandamisega seonduvaid keskkonnamõjusid, sh CO₂ heitmeid ja võimalikke kulusid juhul, kui peaks rakenduma CO₂ tasu kaevandusaladele. Vastav tegevus peaks samuti tuginema teistes riikides läbi viidud rakendusuringutele ja eeldab juba tehtu põhjal Eesti oludele vastava uurimisprogrammi koostamist.

11.5.3. Alade kaevandusjärgne kasutus

Kaevandamisjärgselt rekultiveeritud aladel tuleb läbi viia seiret, saamaks infot turbaaalade kaevandusjärgsete kasutusviiside edukuse kohta. Seire läbiviimise eelduseks on sobiva seiremetoodika olemasolu, selles tuleb arvestada jääksoo taastamisele eelnenud tingimusi ja soovitud lõppeesmärki. Metoodika väljatöötamisel tuleb leida ka optimaalne seiresamm. Käesoleva töö koostajate hinnangul oleks uute kaevandusjärgsete alade kasutusele võtmisel vajalik alustada seiret koheselt. Hüdro- ja biotehnilistele taastamistöodele järgneval viiel aastal on kõige olulisem taimestiku, vee taseme ja selle kvaliteedi seire, seireandmete analüüs, publitseerimine ja senise seire tulemusi arvestava jätkuprogrammi väljatöötamine (Wheeler ja Shaw, 1995; Schouten, 2002). Eestis on siiani probleemiks taastatavate või korrastatavate soolade jätkusuutliku seiresüsteemi haldamine: ehkki kaitseala piiresse jäävate soolade taastamise või korrastamise seire on sätestatud kaitsekorralduskavaga, siis väljaspoole kaitsealast jäävate soolade puhul puudub hetkel kasutaja- või taastajapõhine regulatsioon, mis tagaks seal seire läbiviimise (Lode, 2011). Samuti ei sobi Lode (2011) hinnangul projektipõhine finantseerimissüsteem taastatavate ja korrastatavate soolade seire korraldamiseks, kuna niisugune süsteem ei taga vajalikku järjepidevust ja süsteemsust. Ajal, mil rekultiveerimisest on möödas viis aastat, võiks seire toimuda pikema seiresammuga. Rekultiveeritud alal on võimalik jälgida muutusi loodud tingimustes seiretööde teostamise tulemusel peab olema võimalik hinnata valitud rekultiveerimisviisi otstarbekust.

11.5.4. Täiendavad mõjud

CO₂ maksu kehtestamine elluviimine eeldab täiendavaid regiooniuüleseid sotsiaalmajanduslikke uuringuid ja vastava välis- ning keskkonnapoliitilise tegevuse algatamist.

Hindamiseks tulekahjude riski ja täiendamaks tulekahjude ennetamist, on vajalik valdkondliku statistika koondamine (senine Päästeameti statistika ei kajasta turbakaevandusalade ega kuivendatud turbaaladel toimuvaid põlenguid).

11.6. Kohanemismeetmed

11.6.1. Turba kaevandamise valdkonna strateegiline eesmärk

Valdkonna strateegiliseks eesmärgiks on turbaressurssi säästlikum ja efektiivsem kasutamine.

11.6.2. Kohanemismeetmete iseloomustus ja hinnangud

Vähendamaks kaevandamise sõltuvust ilmastikutingimustest ja minimeerimaks kliima muutumisest tingitud kaevandamise keskkonnamõju suurenemist, sh kliima soojenemisega suurenevat turba mineraliseerumist ja CO₂ emissiooni, on esmaseks meetmeks uuring märgkaevandamise rakendamise ja märja turba kasutuse ning töötlemise tehnoloogiate arenduse kohta ning tulemuste rakendamine praktikas. Rakendusuuringu läbiviimist hinnatakse lihtsaks ja sõltuvalt selle tulemustest saab hinnata meetme rakendamise võimalikkust Eesti oludes. Juhul, kui uuringu tulemused annavad aluse selle tulemuste rakendamiseks, on nendel positiivsed keskkonnavalased ja majanduslikud mõjud, sotsiaalset mõju hinnatakse neutraalseks. Vastava uuringu algatamiseks on Eesti Arengufond esitanud mitmeid rahastamisaotlusi, kuid

senini edutult. Ka Rootsis ja Soomes on läbi viidud uuringud märgkaevandamise tehnoloogiate rakendamiseks, kuid senini pole viimased osutunud piisavalt efektiivseks (Saarmets, 2015). Samuti pole märja turba töötlemine end seni piisavalt õigustanud: turbast vee väljapressimine on osutunud liiga energiamahukaks ja seeläbi kõrvale jäetud (Larsson, 2015). Vastavalt Eesti Arengufondi taotlusele hindame vastava meetme läbiviimise maksumuseks (ühikordne kulu) 150 000 € (üks sada viiskümmend tuhat eurot).

Seonduvalt kliimamuutustest tingitud keskkonnamuutuste ja nende leevendamiseks on vajalik kohandada turbakaevandusaladele kehtivaid tuleohutusnõudeid (eeldatavasti suurenevad õhutemperatuuride suurenemisel pinnasetemperatuurid ja tulekahju esinemise tõenäosus) ja veekaitse nõudeid (turba erosioon, sh tuul ja vesi, samuti ärakanne kuivendusveega ning selle mõju veekogudele); teadmata on kaevandusala piires ilmastikku mõjutavad tegurid ja nende mõju sademetele, tuulele, turba kvaliteedile, kaevandusjärgseks kasutuseks võetavate alade ettevalmistamisele jms. Seeläbi on vajadus kompleksuuringuks, mille maksumus on hinnanguliselt 150 000 € (üks sada viiskümmend tuhat eurot 20-aastase tsükli kohta). Uuringutes saab kasutada kaevandusettevõtete seireandmeid (ilmastiku andmed), mis aitavad kaasa teabe kogumisele. Oluline on eraldiseisvate seirepunktide ja mõõtejaamade rajamine. Samuti on vajadus vastavasisulise statistika kogumiseks (tulekahjud turbakarjäärides ja vastavate põhjuste selgitamine). Kompleksuuringu läbiviimist hinnatakse lihtsaks ja sõltuvalt selle tulemustest võib tekkida vajadus valdkonda reguleerivate õigusaktide muutmiseks (Kaevandamise ja kaeveõhne teisese kasutamise ohutusnõuete määruks, Maapõueseadus, Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord). Juhul, kui uuringu tulemused annavad aluse selle tulemuste rakendamiseks, on nendel positiivsed keskkonnanalased ja majanduslikud mõjud, sotsiaalset mõju hinnatakse neutraalseks.

Kaevandamisjärgselt rekultiveeritud aladel tuleb läbi viia seiret, saamaks infot turbaaalade kaevandusjärgsete kasutusviiside edukuse kohta. Seire läbiviimise eelduseks on sobiva seiremeetodika olemasolu, selles tuleb arvestada jääksoo taastamisele eelnenud tingimusi ja soovitud lõppeesmärki. Meetodika väljatöötamisel tuleb leida ka optimaalne seiresamm. Samuti tuleb liita uuring riikliku keskkonnaseire allprogrammiga vastavalt Keskkonnaseire seadusele. Käesoleva töö koostajate hinnangul on uute kaevandusjärgsete alade kasutusele võtmisel vajalik alustada seiret koheselt ja tegemist on lihtsa uuringuga. Hüdro- ja biotehnilistele taastamistöodele järgneval viiel aastal on kõige olulisem taimestiku, vee taseme ja selle kvaliteedi seire, seireandmete analüüs, publitseerimine ja senise seire tulemusi arvestava jätkuprogrammi väljatöötamine (Wheeler, Shaw, 1995; Schouten, 2002). Eestis on siiani probleemiks taastatavate või korrastatavate soolade jätkusuutliku seiresüsteemi haldamine: ehkki kaitseala piiresse jäävate soolade taastamise või korrastamise seire on sätestatud kaitsekorralduskavaga, siis väljaspoole kaitsealasid jäävate soolade puhul puudub hetkel kasutaja- või taastajapõhine regulatsioon, mis tagaks seal seire läbiviimise (Lode, 2011). Samuti ei sobi Lode (2011) hinnangul projektipõhine finantseerimissüsteem taastatavate ja korrastatavate soolade seire korraldamiseks, kuna niisugune süsteem ei taga vajalikku järjepidevust ja süsteemsust. Ajal, mil rekultiveerimisest on möödunud viis aastat, võib seire toimuda pikema seiresammuga. Rekultiveeritud alal on võimalik jälgida muutusi loodud tingimustes ja seiretööde teostamise tulemusel peab olema võimalik hinnata valitud rekultiveerimisviisi otstarbekust. Taastamisviiside edukuse seire käigus on vaja hinnata ka asjaolu, kuivõrd põhjendatud on Maapõueseaduses viidatud Keskkonnaministri määruses "Üldgeoloogilise uurimistöoga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord" sätestatud 0,3 meetri pakuse turbakihi kaevandamata jätmine ning kui seire tulemusel selgub, et piisavaks osutub määruses toodust õhem või paksem turbakiht, tuleb ka määrust vastavalt korrigeerida. Uuringu läbiviimisel on positiivsed keskkonnanalased ja majanduslikud mõjud, sotsiaalset mõju hinnatakse neutraalseks. Taastamisviiside edukuse seire

läbiviimist hinnatakse lihtsaks. Seire maksumuseks aastas on hinnanguliselt 5000 € (viis tuhat eurot).

Turba kaevandamisega kaasneb kasvuhoonegaaside emissioon kaevandamisaladelt – Eestis tehtud mõõtmiste andmeil on see 6 383 kg CO_{2ekv} ha⁻¹ a⁻¹, millest CO₂ emissioon moodustab 99% (Salm *et al.*, 2012). Mõõtmistulemustest järeldub, et emissioon on õhu- ja pinnasetemperatuuridega keskmise tugevusega seoses ja seeläbi võib nende näitajate muutumisel olla oluline mõju turba mineraliseerumise ja sellega seotud CO₂ emissiooni muutustele. Kliimamuutustest põhjustatud keskmise õhu- ja pinnasetemperatuuri tõusust tulenevalt võivad emissioonid suureneدا kuni kahekordselt. Lisaks võib neid olulisel määral mõjutada sademete hulk ja pinnase niiskustingimused – Soomes saadi erakordselt niiskel (ilma põuaperioodideta) ja soojal aastal keskmiseks emissiooniks 41 101 kg CO₂ ha⁻¹ a⁻¹ (Alm *et al.*, 2007). Rakendusuringu läbiviimist hinnatakse lihtsaks ja sõltuvalt selle tulemustest saab täpsustada keskkonnatasude suurust (Keskkonnatasude seadus). Viimasel juhul on vajalik sotsiaal-majandusliku uuringu läbiviimine täiendavate keskkonnatasude kehtestamise mõjude hindamiseks. Uuringute läbiviimisel ja tulemuste rakendamisel on positiivsed keskkonnaalased ja majanduslikud mõjud, sotsiaalset mõju hinnatakse neutraalseks. Uuringu maksumus on hinnanguliselt 150 000 € (üks sada viiskümmend tuhat eurot 10-aastase tsükli kohta), sotsiaal-majandusliku uuringu ühekordseks kuluks on hinnatud 20 000 € (kaks kümmend tuhat eurot).

Ülaltoodud meetmed annab koondülevaate **Tabel 157**.

Tabel 157. Turba kaevandamise valdkonna kohanemismeetmete ülevaade.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus	Millise mõju vastu või võimaluste toetamiseks on meede suunatud?
11.1	Sõltuvuse vähendamine ilmastikutingimustest (eelkõige sademete tõus ja ekstreemselt märgade päevade esinemine), turba kao ja CO ₂ emissiooni vähendamine turbakaevandusalade kogupindala vähendamise kaudu, sh kaevandatav kogus jääb sarnaseks viimaese kümnendi keskmisega	Aasta keskmine temperatuuritõus +2 °C kuni +4,3 °C, sademete suurenemine ja ekstreemselt märgade päevade esinemine
11.2	Keskkonaamuutuste leevendamine – tuleohutusnõudete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest	
11.3	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine	
11.4	Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine	

Meetmete rakendamiseks on vajalik vastava pädevusega uurimisgruppide olemasolu, valmisolek tööde teostamiseks ning rahalise ressursi olemasolu. Mainitud eeldustest esimene ja teine on täidetud Tartu ja Tallinna ülikoolides tegutsevate töögruppide näol, kus käesoleval hetkel viiakse läbi mitmeid turbaalade kasutusega ja kuivenduse mõjudega seotud uuringuid. Samuti on initsiatiivi meetme 11.1 rakendamiseks näidanud Eesti Arengufond, kus on olemas ka vajalik inimressurs. Vastavate rakendusuringute teostamine on võimalik ka turbavaldkonnas tegutsevate ettevõtete, erialaliitude (Eesti Turbaliit) või vabaihenduste (SA Eestimaa Looduse Fond, Eesti Märgalade Ühing) poolt. Kindlasti on huvi uuringute tulemuste kohta ka turba kaevandamise ja kasutamisega seotud ettevõtetel, keda saaks rakendada andmekogumisel või kaasata katsete läbiviimisse.

Meetmete mõju avalikkusele on positiivne, kuna nende edukuse korral on võimalik vähendada valdkonna keskkonnamõju ja tulekahju riski ning optimeerida turba kaevandamist ja ammendatud turbakarjäärade kasutust (**Tabel 158**).

Tabel 158. Turba kaevandamise valdkonna meetmete hindamine.

Meetme jrk nr	1. Meetme mõju suurus erinevatele sihtrühmadele: „5“ – suur positiivne mõju; „4“ – positiivne mõju; „3“ – mõju puudub või on neutraalne; „2“ – negatiivne mõju; „1“ – suur negatiivne mõju)			2. Meetme mõjud, sh kaasmõjud erinevatele valdkondadele (sotsiaalne, majanduslik ja keskkond): 5“ – suur kasu; „4“ – kasu on olemas; „3“ – kasu/kahju pole; „2“ – kahju on olemas; „1“ – suur negatiivne kahju			3. Rakendamise keerukus: „5“ – rakendamine väga lihtne; „4“ – rakendamine lihtne; „3“ – rakendamise keerukus keskmine; „2“ – rakendamine keerukas; „1“ – rakendamine väga keerukas	4. Meetme rakendamise geograafilise ulatus: „5“ – riigipiiri ületav; „4“ – riik; „3“ – piirkondlik (mõned KOVid, rannikualad, rahvuspark, maakond); „2“ – KOV; „1“ – väga piiratud ala	5. Meetme rakendamise kiireloomulisus: „5“ – rakendada kohe (5 a jooksul); „3“ – rakendada lähema 5-15 a jooksul; „1“ – rakendada lähema 15-35 a jooksul	6. Mõju avaldumise aeg: „5“ – mõju avaldub kohe (3 a jooksul); „3“ – mõju avaldub 3-10 a jooksul; „1“ – mõju avaldub enam kui 10 a pärast	7. Meetme tundlikkus välistegurite suhtes: „5“ – vähetundlik meede, ei sõltuvälisteguritest; „3“ – keskmiselt tundlik; „1“ – meede on väga tundlik välistegurite suhtes	8. Meetme vastuvõetavus avalikkusele (sots, kult.): „5“ – ühiskond soosib meetme rakendamist; „3“ – ühiskond on meetme rakendamise suhtes neutraalne; „1“ – ühiskond ei soosi meetme rakendamist	9. Meetme kulukus: „5“ – kulu puudub; „4“ – väike kulu (kuni 50 000 €); „3“ – keskmine kulukus (50 001–200 000 €); „2“ – suured kulud (200 001–1 000 000 €); „1“ – väga suured kulud (üle 1 mln €)		Koond - hinnang
	Elanikud	Ettevõtted	Avalik sektor	Sotsiaalvaldkond	Majandusvaldkond	Keskkond	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Hinnang	Kulude numbriline hinnang (€)	kokku
11.1	4	4	4	3	4	4	4	5	5	3	5	5	3	150 000	48
11.2	4	4	4	3	4	4	4	5	5	3	5	5	3	150 000	48
11.3	4	4	4	3	4	4	4	5	5	3	5	5	3	70 000	48
11.4	4	4	4	3	4	4	3	5	3	1	1	5	3	150 000	39

11.6.3. Vajadused õigusraamistikus

Võimalikud muudatused õigusaktidesse (**Tabel 159**) on seotud erinevate uuringute tulemustega, mille tulemusel selgitatakse kliimamuutustest põhjustatud tingimuste muutuste mõju: tuleoht, mõju veekeskkonnale, turba kvaliteedile ja mineraliseerumisele, varude optimaalsele kasutusele, CO₂ emissioonile jms. Meetmete raames planeeritud uuringud on võimalik lülitada keskkonnaseire seadusega korraldatavate alaprogrammide alla, vajadusel tuleb täpsustada nende programmide eesmärgi. Keskkonnatasude muutmise aluseks on oluline koostöö ja sarnane lähenemine vähemalt kõigis ELi riikides, kus toimub turba kaevandamine.

Tabel 159. Turba kaevandamise valdkonna õigusraamistiku ülevaattetabel.

Meetme jrk nr	Meetmed	Meetmega seonduvad õigusaktid
11.2	Keskonaamuutuste leevendamine - tuleohutusnõuete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest	Kaevandamise ja kaeveõone teisese kasutamise ohutusnõuete määrus, Maapõueseadus, Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord
11.3	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine	Maapõueseadus, Keskkonnaseire seadus
11.4	Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine	Keskkonnatasude seadus, Keskkonnaseire seadus

11.6.4. Meetmete seosed teiste valdkondadega ja koostoimed

Valdkonnal on seosed ökosüsteemi teenuste ja maismaaökosüsteemide valdkondades esitatud meetmetega, mis käsitlevad kasvuhoonegaaside emissiooni ja süsinikubilansi uuringud ning keskkonnatasude täpsustamist. Vastavad seosed on toodud all (**Tabel 160**).

Tabel 160. Turba kaevandamise valdkonna meetmete omavahelised ja seosed teiste valdkondade meetmetega.

Meetme jrk nr	Meede	...ja temaga seotud tegevus
11.4	CO ₂ emissiooni hinnang kaevandusaladelt	2.5: Märjalade aineriinge, sh süsinikubilansi tasakaalu säilitamine
11.2; 11.3	Keskkonnatasude CO ₂ heitme põhise tasu kehtestamine; jääksoode looduslikusse taastamine	5.15: Kliimariske arvestav turba jätkusuutlik majandamine
11.4	CO ₂ emissiooni hinnang kaevandusaladelt	5.26: Eesti ökosüsteemide ja muldade ainevahetuse tasakaal

11.6.5. Kohanemismeetmete rakendamine

Meetmete rakendamine on vajalik koheselt, eesmärgiks tuleb tagada muutuvates kliimatingimustes turbaressursi senisest efektiivsem kasutus, turba kaevandamisega seonduvate keskkonnamõtjude hinnangute adekvaatsus (sh CO₂ koguemissioon turbakaevandusaladelt) ja vajadusel regulatsioonide täiendamine (keskkonnatasude muutmine, tuleohutusnõuete täpsustamine, nõuded alade kaevandusjärgne kasutusele jms). Sõltuvalt uuringutulemustest võib osutada võimalikuks vähendada kaevandamise keskkonnamõtju (märgkaevandamine ja märja turba kasutus). Allpool on esitatud meetmete prioriteetsus, kiireloomulisus ja maksumus (**Tabel 161**) ning meetmed vastavalt nende rakendamise perioodile (**Tabel 162**, **Tabel 163**, **Tabel 164** ja **Tabel 165**).

Ehkki enamikke meetmeid tuleb rakendada kohe, võib oluliste tulemusteni jõudmine võtta enam kui 4 aastat. Samuti eeldab mitmete meetmete rakendamine pikemaajalist seiret, seeläbi kestab nende rakendamine käesoleva sajandi vältel pidevalt.

Tabel 161. Turba kaevandamise valdkonna meetmete prioriteetsus ja rakendamise kiireloomulisus ning maksumus.

Rakendamise kiireloomulisus	Prioriteetsus: 1 = 45–60 p 2 = 29–44 p 3 = 12–28 p	Meetmete arv	Prioriteetide maksumus, €	Kokku maksumus, €
Rakendada perioodil 2017–2020	1	3	180 000	180 000
	2	-	-	
	3	-	-	
Rakendada perioodil 2021–2030	1	1	190 000	340 000
	2	1	150 000	
	3	-	-	
Rakendada perioodil 2031–2050	1	2	250 000	570 000
	2	1	320 000	
	3	-	-	
Rakendada perioodil 2051–2100	1	1	550 000	1 300 000
	2	1	750 000	
	3	-	-	
Kokku				2 390 000

Tabel 162. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2017–2020.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
11.1	Sõltuvuse vähendamine ilmastikutingimustest (eelkõige sademete tõus ja ekstreemselt märgade päevade esinemine), turba kao ja CO ₂ emissiooni vähendamine turbakaevandusalade kogupindala vähendamise kaudu, sh kaevandatav kogus jääb sarnaseks viimase kümnendi keskmisega.
11.2	Keskkonaamuutuste leevendamine - tuleohutusnõuete, taastamismetoodikate, veekaitse-nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest
11.3	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine

Tabel 163. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2021–2030.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
11.3	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine
11.4	Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine

Tabel 164. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2031–2050.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
11.2	Keskkonaamuutuste leevendamine - tuleohutusnõuete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest
11.3	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine
11.4	Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine

Tabel 165. Turba kaevandamise valdkonnas rakendamist vajavad meetmed perioodil 2051–2100.

Meetme jrk nr	Meetme nimetus
11.2	Keskkonaamuutuste leevendamine - tuleohutusnõuete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest
11.3	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine
11.4	Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine

Meetme rakendamise eest vastutava asutusena on määratletud Keskkonnaministeerium, mille haldusalasse kuuluvad kaevandamisega seonduvad tegevused ja SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse tegevuse korraldamine (tegevuste rahaline toetamine) (**Tabel 166**). Allpool (**Tabel 167**) on toodud ka meetmete rakendamise geograafiline ulatus. Lisaks riiklikule tasandile on kõigil meetmetel ka riigipiire ületav mõju, kuna kavandatavad uuringud ja nende tulemuste rakendamine puudutab kõiki turba kaevandamise ja kasutusega seotud riike.

Tabel 166. Turba kaevandamise valdkonna meetmete rakendamise eest põhi- ja kaasvastutajad ning meetmete kulukus.

Rakendamise eest vastutav asutus	Meetmete arv, milles peavastutus	Meetmete arv, mille rakendamises kaasvastutus	Meetmete, mille rakendamises osaletakse, kulukus kokku, €
Keskkonnaministeerium (KeM)	4	-	2 390 000

Tabel 167. Turba kaevandamise valdkonnas meetmete rakendamise haldustase.

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
11.1	Sõltuvuse vähendamine ilmastikutingimustest (eelkõige sademete tõus ja ekstreemselt märgade päevade	Riiklik tasand, riigipiiri ületav mõju

Meetme jrk nr	Meede	Meetme rakendamise geograafiline ulatus
	esinemine), turba kao ja CO ₂ emissiooni vähendamine turbakaevandusalade kogupindala vähendamise kaudu, sh kaevandatav kogus jääb sarnaseks viimase kümnendi keskmisega.	
11.2	Keskkonaamuutuste leevendamine - tuleohutusnõudete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest	Riiklik tasand, riigipiiri ületav mõju
11.3	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine	Riiklik tasand, riigipiiri ületav mõju
11.4	Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine	Riiklik tasand, riigipiiri ületav mõju

11.6.6. Kohanemismeetmete tulemuslikkuse hindamine

Meetmete elluviimise edukust näitab uuringute läbiviimine ja vastavate tulemuste rakendamine turba kaevandamisega seonduvates tegevustes ja regulatsioonides. Seda juhul, kui uuringute tulemusel selgub vajadus regulatsioonide täiendamiseks või saadakse kindlus märgkaevandamise ja märja turba kasutuse tehnoloogilise võimalikkuse kohta. Meetmete rakendamise tulemuslikkusest annab ülevaate **Tabel 168**.

Tabel 168. Turba kaevandamise valdkonna kohanemismeetmete mõõdikud, alg- ja sihttasemed.

Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
11.1.	Sõltuvuse vähendamine ilmastikutingimustest (eelkõige sademete tõus ja ekstreemselt märgade päevade esinemine), turba kao ja CO ₂ emissiooni vähendamine turbakaevandusalade kogupindala vähendamise kaudu, sh kaevandatav kogus jääb sarnaseks viimase kümnendi keskmisega.	Uuringu olemasolu	Märgkaevandamise ja märja turba kasutuse ning edasise töötamise uuring teostamata	Uuring teostatud ja uuringu tulemused rakendatud
11.2.	Keskkonaamuutuste leevendamine - tuleohutusnõudete, taastamismetoodikate, veekaitse nõuete jms ajakohastamine lähtuvalt kliimamuutustest	Uuringu olemasolu	Uuring teostamata	Kliima muutustest sõltuvalt turba kaevandamise keskkonnamõju hindamine ja vajadusel täiendavate

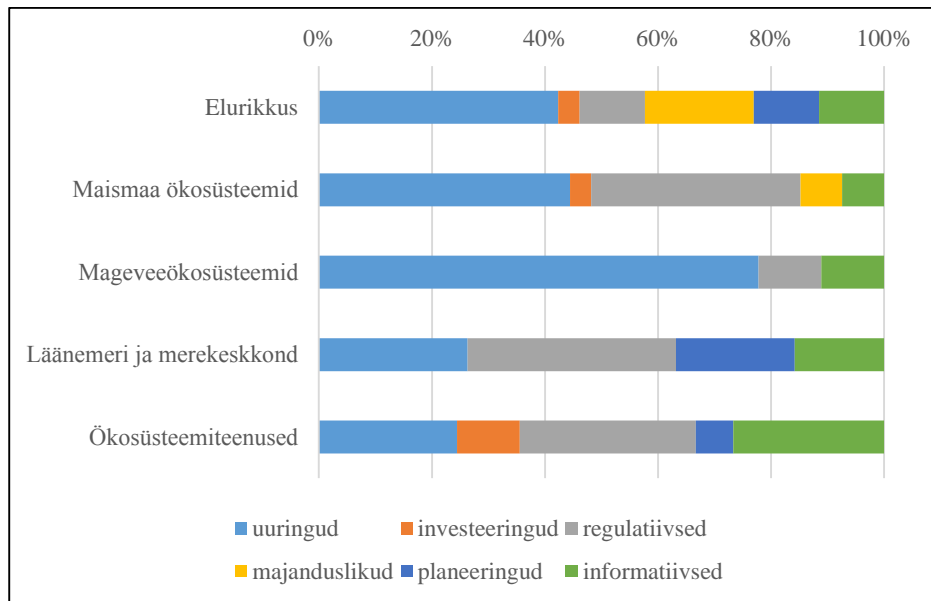
Meetme jrk nr	Meede	Mõõdik	Algtase	Sihttase
				meetmete rakedamine
11.3.	Optimaalse ja kliimamuutustega arvestava kaevandusjärgse kasutuse tagamine	Vastavasisulise seiremetoodika olemasolu ja rakendamine	Metoodika rakendamata	Metoodika rakendatud: seire toimub vastavalt seirekavale
11.4.	Kasvuhoonegaaside emissiooni hindamine lähtuvalt kliimamuutustest ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude reguleerimine	Uuringu olemasolu ja sellest lähtuvalt keskkonnatasude täpsustamine	Uuring teostamata, keskkonnatasud vastavalt kehtivale keskkonnatasude seadusele	Uuring teostatud ja uuringu tulemused rakendatud

12. Kohanemismeetmete ettepanekute maksumuse prognoos looduskeskkonna (I) ja biomajanduse (II) võtmevaldkondades¹⁸

12.1. Looduskeskkonna võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumuse prognoos

Looduskeskkonna võtmevaldkonna viie alaeesmärgi saavutamiseks on välja pakutud 54 meedet, kuhu alla kuulub 126 tegevust. Nendest 35 tegevust on regulatiivse iseloomuga ehk õigusaktide muutmise, mis otseselt riigile kulutusi kaasa ei too. Väga suur on ka täiendavate uuringute vajadus, kuna ebamäärasus kliimamuutuste mõjude ja nendega kohanemise vajaduse osas on looduskeskkonna valdkonnas suur (kokku 46 uuringut). Vähem on looduskeskkonna võtmevaldkonnas ette nähtud majanduslikke toetusi ja investeringuid (Joonis 17).

¹⁸ Osa käesolevas dokumendis (taustaanalüüsis) esitatud meetmetest on kliimamuutustega kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepanekutest kliimaprojektide juhtkomisjoni 16.12.15 otsusega välja arvatud, seega erineb nende meetmete puhul siin esitatud meetmete maksumus ja / või teatavad tegevused ning tulemuslikkuse hindamise indikaatorid strateegias ja rakenduskavas esitatust järgmistes teemades: maismaaökosüsteemid, mageveeökosüsteemid, ökosüsteemiteenused, põllumajandus, kalandus, ulukid ja jahindus ning turba kaevandamine.



Joonis 17. Looduskeskkonna võtmevaldkonna tegevuste tüüpide jaotus.

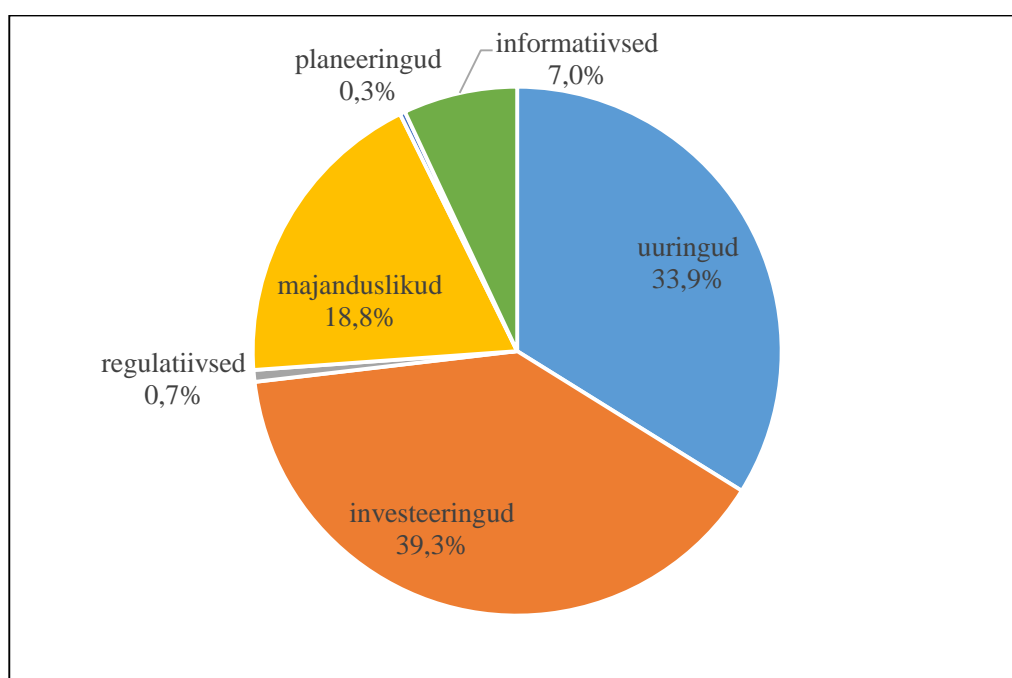
Looduskeskkonna valdkonna kohanemismeetmete maksumus perioodil 2017–2030 on toodud all (**Tabel 169**).

Tabel 169. Looduskeskkonna võtmevaldkonna maksumuse prognoos alaeesmärkide lõikes perioodil 2017–2030 (tuhat €).

Valdkonna strateegiline alaeesmärk	2017	2018	2019	2020	2017-2020	2021-2030	Kogumaksumus
1. Elurikkuse säilimine muutuvates kliimaoludes on tagatud	1345	1335	1835	1335	5850	6660	12510
2. Maismaaökosüsteemide hea seisund, funktsioonide ja ressursside säilimine on tagatud muutuvates kliimatingimustes	835	900	775	750	3260	16865	20125
3. Kliimamuutustest lähtuvad negatiivsed mõjud mageveeökosüsteemide hea seisundi saavutamisele on minimeeritud ja ökosüsteemiteenuste kättesaadavus vähemalt senises mahus on tagatud	635	585	235	235	1690	2350	4040
4. Minimeeritud on kliima muutumisest lähtuvad negatiivsed mõjud merekeskkonna seisundi hea kvaliteedi saavutamisele	256	566	86	86	994	1060	2054
5. Tagatud on kliimariske arvestades sotsiaalmajanduslikult oluliste ökosüsteemiteenuste	250	40	65	190	545	12775	13320

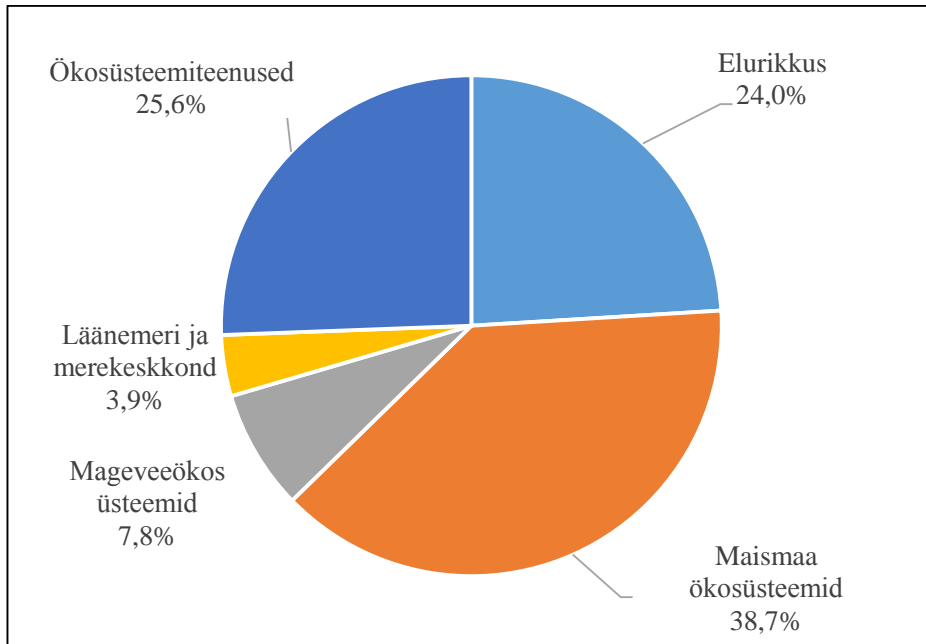
pakkumine piisavas mahus ja kvaliteediga							
KOKKU looduskeskkonna valdkonnas	3321	3426	2996	2596	12339	39710	52049

Kokku on kohanemismeetmete maksumus looduskeskkonna võtmevaldkonnas hinnanguliselt 52 mln €. Sellest suurima osa ehk 39% (20 mln €) moodustavad investeeringud. Suure osa kohanemismeetmete maksumusest moodustavad ka uuringud: 34% ehk üle 17 mln €. Majanduslike meetmete maksumus on hinnanguliselt 9,8 mln € ning informatiivsete tegevuste maksumus 3,6 mln €. Kõige väiksema maksumusega on regulatiivsed ja planeeringu tüüpi tegevused (vt **Joonis 18**).



Joonis 18. Looduskeskkonna kohanemismeetmete maksumus meetmetüüpide lõikes.

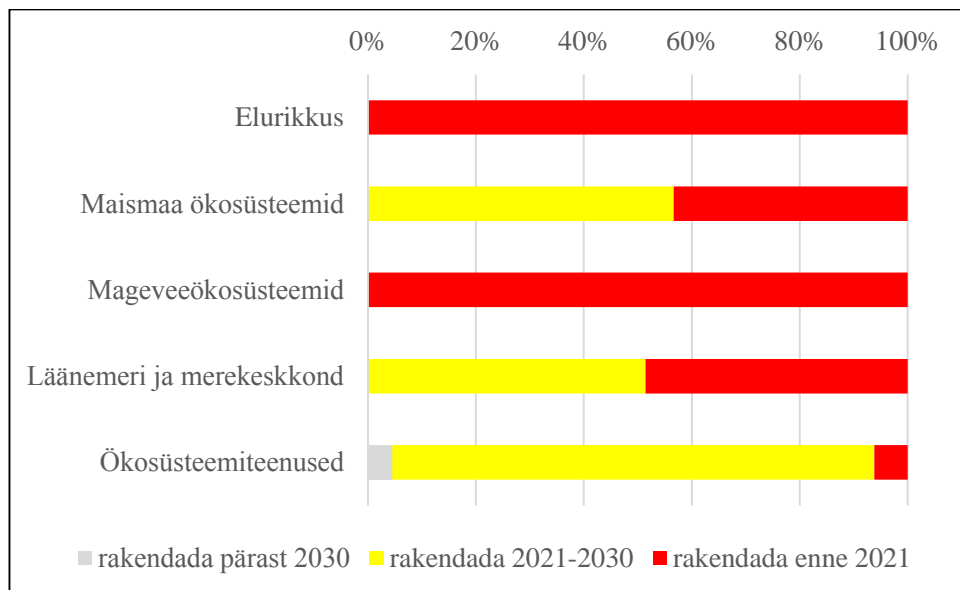
Eraldi tuleb veel välja tuua seirekulud, mis kliimakoohanemise tõttu suurenevad ja need kulud jätkuvad ka pärast 2030. aastat. Hinnanguliselt lisandub seirekuludena riigile ligi 600 000 € aastas.



Joonis 19. Looduskeskkonna kohanemismeetmete maksumus valdkondade lõikes.

Valdkondade lõikes eristuvad kolm suurema maksumusega valdkonda: maismaa ökosüsteemid (20,1 mln €), ökosüsteemiteenused (13,3 mln €) ja elurikkus (12,5 mln €). Mõnevõrra väiksema maksumusega on mageveeökosüsteemide ning Läänemere ja merekeskkonna kohanemismeetmed (vastavalt neli ja kaks mln €) (**Joonis 19**).

Enamikku looduskeskkonna võtmevaldkonna kohanemismeetmetest tuleb rakendada kohe, enne 2021. aastat, kokku on selliste kiireloomuliste meetmete maksumus 27 mln € (**Joonis 20**). Samas on kohanemismeetmete rakendamise kiireloomulisus valdkonniti üsna erinev.



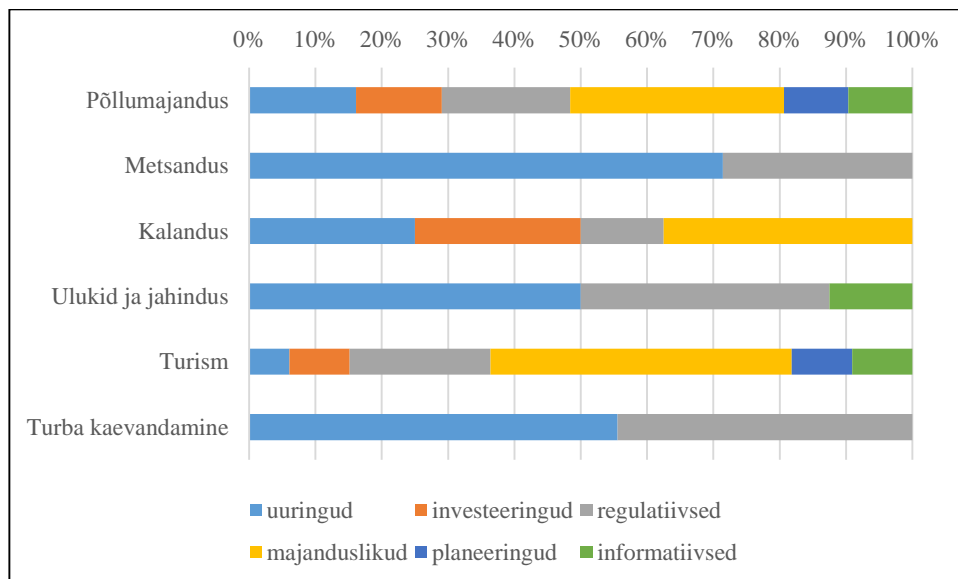
Joonis 20. Looduskeskkonna kohanemismeetmete kiireloomulisus.

Kui vaadata kulusid vastutavate ametkondade lõikes, siis enamik loodusvaldkonna meetmetest ja tegevustest kuuluvad Keskkonnaministeeriumi pädevusse. Nende kohanemismeetmete, kus põhivastutajaks on Keskkonnaministeerium, maksumus on perioodil 2017–2030 48 mln €. Maaeluministeeriumi vastutusalasse jäävate kohanemismeetmete maksumus on 3,8 mln € ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi puhul on see 50 000 €.

12.2. Biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumuse prognoos

Biomajanduse võtmevaldkonnas on püstitatud kuus alaeesmärki, mille täitmiseks on välja pakutud 44 meedet, mille alla omakorda kuulub 103 tegevust.

Regulatiivseid tegevusi, mis tähendavad eelkõige õigusaktide muutmist, on antud valdkonnas 25 (vt **Joonis 21**). Kõige rohkem on välja pakutud majanduslikke tegevusi (28) ning uuringuid (28), mida on vaja läbi viia, et kohanemisvajadusest paremat ülevaadet saada.

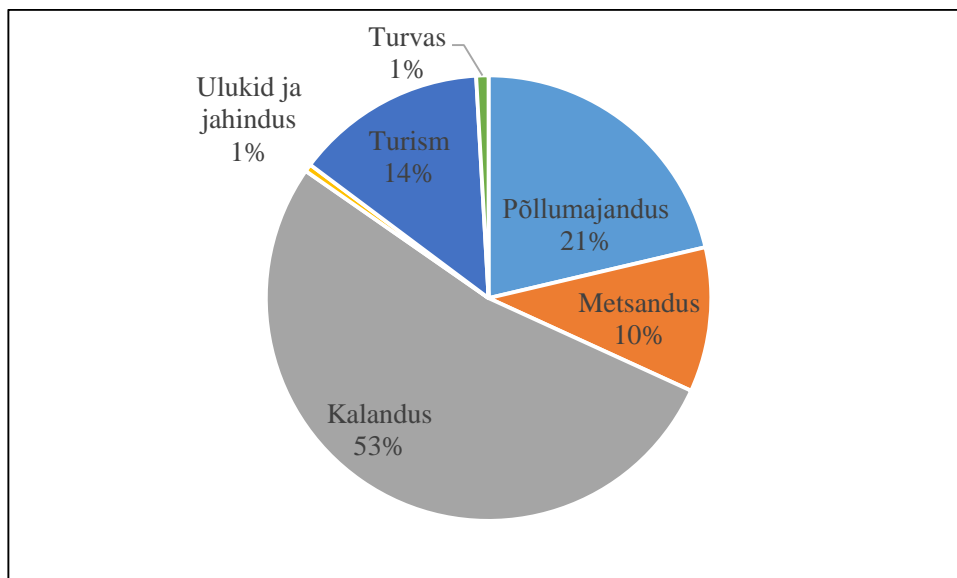


Joonis 21. Biomajanduse võtmevaldkonna tegevuste tüübid.

Kokku maksavad biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmed perioodil 2017–2030 58 mln €, millest ligi 27 mln tuleks kulutada enne 2021. aastat ja 31 mln perioodil 2021–2030.

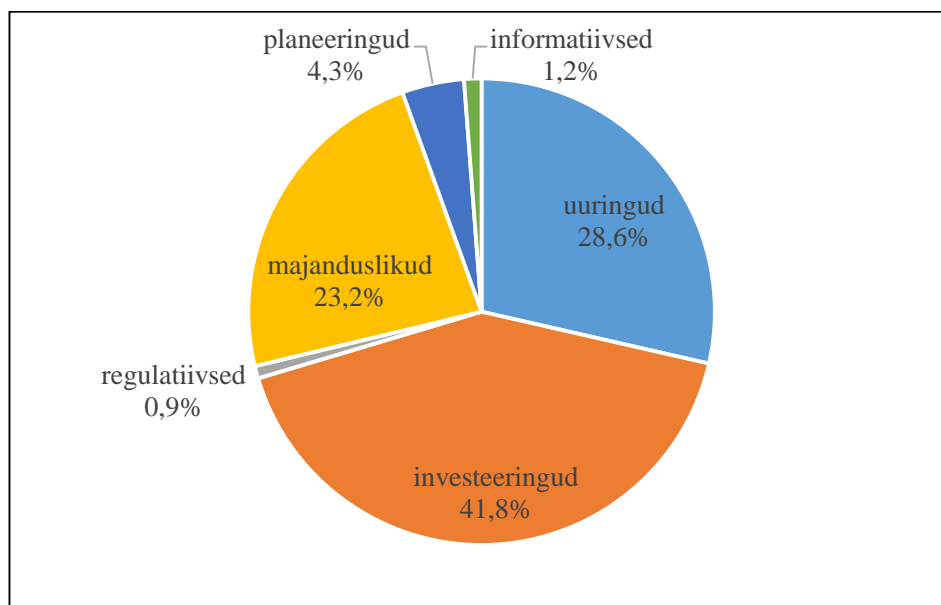
Tabel 170. Biomajanduse võtmevaldkonna maksumuse prognoos alaeesmärkide lõikes perioodil 2017–2030 (tuhat €).

Alaeesmärk	2017	2018	2019	2020	2017-2020	2021-2030	Kogu-maksu-mus
6. Tagatud on Eesti elanikkonna toiduga varustatus, läbi põllumajanduse konkurentsivõime tõstmise, taastuvate loodusvarade jätkusuutliku majandamise ning maapiirkondade tasakaalustatud ja territoriaalse arengu	770	3170	1270	920	6130	6300	12430
7. Tagatud on muutuvates kliimatingimustes majanduslikult ja ökoloogiliselt jätkusuutlik metsandus, metsamajandus ja metsakasutus	770	715	715	660	2860	2990	5850
8. Kalavarude jätkusuutlikkus muutuvates kliimatingimustes ja kalandusest elatuvate inimeste heaolu (sissetulekud) on tagatud	5625	3425	3425	3925	16400	14400	30800
9. Tagatud on muutuvates kliimatingimustes jätkusuutlik ulukimajandus ja jahindus	70	100	50	0	220	100	320
10. Aastaks 2030 on saavutatud turismisektori teadlikkus kliimamuutustega kohanemisest ja võime antud meetmete rakendamiseks	100	200	225	175	700	7395	8095
11. Tagatud on turba ressursi säästlikum ja efektiivsem kasutamine	90	80	5	5	180	340	520
KOKKU biomajanduse valdkonnas	7452	~7690	5690	5685	26490	31525	58015



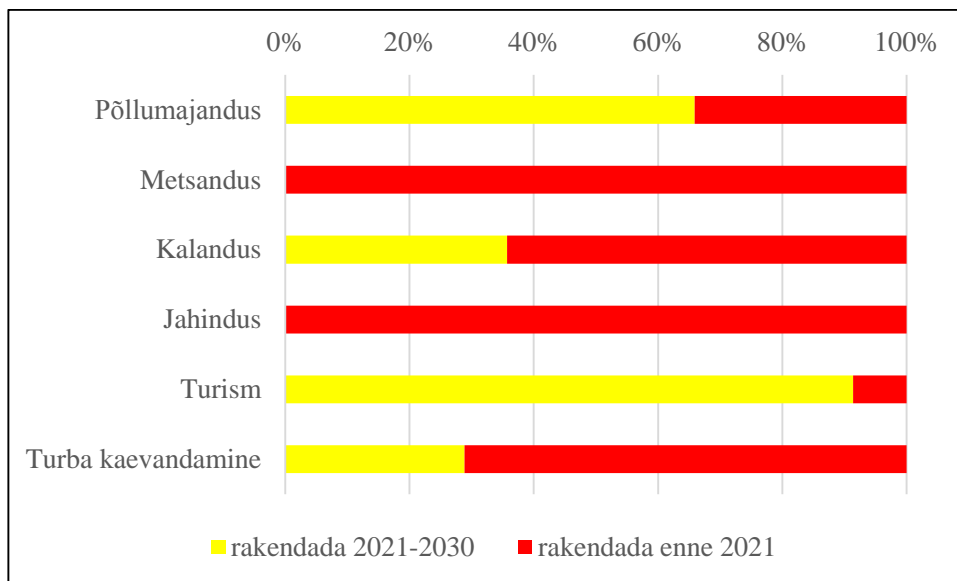
Joonis 22. Biomajanduse võtmevaldkonna maksumus alavaldkondade lõikes.

Valdkondade lõikes on kõige suurema maksumusega kohanemismeetmed kalanduses (30,8 mln €), millele järgnevad põllumajandus (12,4 mln €), turism (ligi 8,1 mln €) ja metsandus (5,8 mln €). Väiksema maksumusega kohanemismeetmed on turba kaevandamise ja jahinduse valdkondades (vastavalt 520 000 ja 320 000 €).



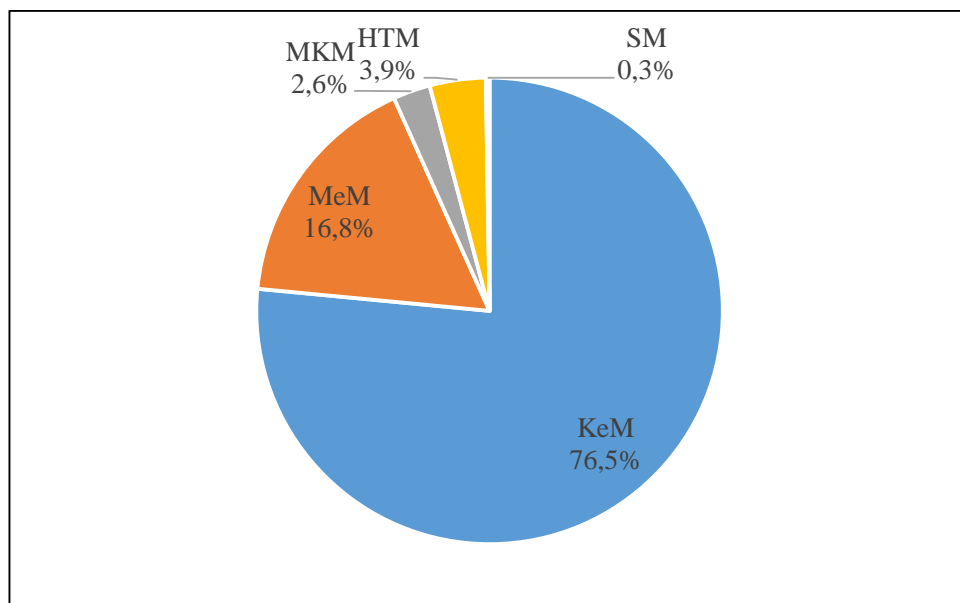
Joonis 23. Biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumus meetmetüüpide lõikes.

Suurima maksumusega kohanemismeetmed biomajanduse võtmevaldkonnas on investeeringud (24,3 mln €), uuringud (16,6 mln €) ja majanduslikud meetmed (13,5 mln €).



Joonis 24. Biomajanduse kohanemismeetmete rakendamise kiireloomulisus.

Ka biomajanduse võtmevaldkonnas tuleks enamik meetmeid rakendada enne 2021. aastat (**Joonis 24**), selliste meetmete maksumus on 31,3 mln €. Samas jätkub mitmete meetmete rakendamine nii pärast 2021. kui ka 2030. aastat.



Joonis 25. Biomajanduse võtmevaldkonna kohanemismeetmete maksumus põhivastutajate lõikes.

Enim kohanemismeetmeid kuuluvad Keskkonnaministeeriumi vastutusalasse, moodustades 76,5% biomajanduse valdkonna kohanemismeetmete maksumusest (44,4 mln €), kuid üsna märkimisväärselt on ka Maaeluministeeriumi vastutusalasse kuuluvaid kohanemismeetmeid (9,7 mln €) (**Joonis 25**). Vähem on Haridus- ja Teadusministeeriumi, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Sotsiaalministeeriumi vastutusalas

olevaid meetmeid (vastavalt 2,3 mln €, 1,5 mln € ja 150 000 €). Samas tuleb tähele panna, et meetmete maksumus on esitatud põhivastutaja järgi, enamike meetmete puhul tuleks ministeeriumide vahelist koostööd teha, kuid eelarve jagamist ametkondade vahel antud projekti raames ei olnud võimalik teha.

12.3. Looduskeskkonna ja biomajanduse võtmevaldkondade kohanemismeetmete kogumaksumuse prognoos

Kokku on looduskeskkonna ja biomajanduse võtmevaldkondade kogumaksumuseks perioodil 2017–2030 prognoositud 110 mln € (**Tabel 171**). See jaguneb valdkondade vahel üsna võrdselt: looduskeskkonna meetmete maksumuseks on 52 mln € ja biomajanduse meetmete maksumuseks 58 mln €.

Tabel 171. Looduskeskkonna ja biomajanduse võtmevaldkondade kohanemismeetmete kogumaksumuse prognoos.

Võtmevaldkond	Kohanemismeetmete kogumaksumus 2017–2030
Looduskeskkond	52 049 100
Biomajandus	58 015 000
KOKKU	110 064 100

Kasutatud kirjandus

Aalto, T., Jalkanen, R. (1998). The Needle Trace Method. The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Rovaniemi, 36 pp.

Aalto, T., Jalkanen, R. (2004). Computation Program for the Needle Trace Method NTMENG, Version 8.0. The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Rovaniemi, 12 pp.

Aastaraamat Mets 2013. (2014). Tartu: Keskkonnaagentuur. http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Mets_2013.pdf (15.02.2015).

Abeli, T., Gentili, R., Mondoni, A. (2014). Effects of marginality on plant population performance. *Journal of Biogeography*, 41, 239–249.

Adamson, K., Drenkhan, R., Hanso, H. (2015). Invasive brown spot needle blight caused by *Lecanosticta acicola* in Estonia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, online.

Adapting to Climate Change: Agency Science Needs to Adapt Game Management to Changing Global Climate. A Report to the National Commission on Energy Policy and the Hewlett Foundation. 2007. 97 pp. <http://www.cakex.org/sites/default/files/Adapating%20Game%20Management%20to%20Climate%20Change.%20WMI.pdf>

Adermann, V. (2015). Personaalne suhtlus, Tallinn, 29.01.2015.

Adger, W. N., Barnett, J. (2009). Commentary: Four reasons for concern about adaptation to climate change. *Environment and Planning A*, 41, 2800–2805.

Ådjers, K., Appelberg, M., Eschbaum, R., Lappalainen, A., Minde, A., Repečka, R., Thoreson, G. (2006). Trends in coastal fish stocks of the Baltic Sea. *Boreal Environment Research*, 11, 13–25.

Agricultural information bulletin no 799. Feral/Wild pigs: potential problems for farmers and hunters (2011) http://www.aphis.usda.gov/publications/wildlife_damage/content/printable_version/feral_swine.pdf/

Ahas, R. (1999). Long-term phyto-, ornitho- and ichthyophenological time-series analyses in Estonia. *International Journal of Biometeorology*, 42, 119–123.

Ahas, R., Aasa, A., Menzel, A., Fedotova, V. G., Scheifinger, H. (2002). Changes in European spring phenology. *International Journal of Climatology*, 22, 1727–1738.

Akukon OÜ, (2012). Tallinna linna strateegilise mürakaardi ülevaatamine ja täiendamine. Seletuskiri. 28 lk.

Albert, C. H. (2015). Intraspecific trait variability matters. *Journal of Vegetation Science*, 26(1), 7–8.

Albert, C. H., Grassein, F., Schurr, F. M., Vieilledent, G., Violle, C. (2011). When and how should intraspecific variability be considered in trait-based plant ecology? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 13(3), 217–225.

Albert, C. H., Thuiller, W., Yoccoz, N. G., Soudant, A., Boucher, F., Saccone, P., Lavorel, S. (2010). Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation. *Journal of Ecology*, 98(3), 604–613.

- Alekan, K., Timmusk, T. (2002). Vooluveekogude maastikuökoloogiline käsitlus. Tartu: Eesti Põllumajandusülikooli Kirjastus, 69 lk.
- Alheit, J., Möllmann, C., Dutz, J., Kornilovs, G., Loewe, P., Mohrholz, V., Wasmund, N. (2005). Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1205–1215.
- Aljaste, A. (2012). Melioreeritud turbamaardlate kasutusvõimaluste hindamine. Pilootprojekt. SA Eestimaa Looduse Fond. Tartu.
- Alkemade, R., Van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., Ten Brink, B. (2009). GLO BIO3: A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems*, 12(3), 374–390.
- Alm, J., Shurpali, N. J., Minkkinen, K., Aro, L., Hytönen, J., Laurila, T. (2007). Emission factors and their uncertainty for the exchange of CO₂, CH₄ and N₂O in Finnish managed peatlands. *Boreal Environmental Research*, 12, 191–209.
- Alsos, I. G., Ehrich, D., Thuiller, W., Eidesen, P. B., Tribsch, A., Schönswetter, P., Lagaye, C., Taberlet, P., Brochmann, C. (2012). Genetic consequences of climate change for northern plants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1735), 2042–2051.
- Amelung, B., Moreno, A. (2009). Impacts of climate change in tourism in Europe. PESETA-Tourism study. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies.
- Amelung, B., Moreno, A. (2012). Costing the impact of climate change on tourism in Europe: results of the PESETA Project. *Climatic Change*, 112, 83–100.
- Amelung, B., Nicholls, S., Viner, D. (2007). Implications of global climate change for tourism flows and seasonality. *Journal of Travel Research*, 45, 285–296.
- Amelung, B., Viner, D. (2006). Mediterranean tourism: exploring the future with the Tourism Climatic Index. *Journal of Sustainable Tourism*, 14, 349–366.
- Andersen, H. E., Kronvang, B., Larsen S. E., Hoffmann, C. C., Jensen, T.S., Rasmussen, E. K. (2006). Climate-change impacts on hydrology and nutrients in a Danish lowland river basin. *Science of the Total Environment*, 365, 223–237.
- Andrade-Pérez, A., Herrera-Fernandez, B., Cazzola Gatti, R. (Eds.). (2010). Building resilience to climate change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. Gland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-009.pdf> (04.02.2015)
- Antso, K., Hermet, I. (Toim.). (2012). Eesti keskkonnanäitajad 2012. Keskkonnateabe Keskus, Tallinn.
- Araújo, M. B., Alagador, D., Cabeza, M., Nogués-Bravo, D., Thuiller, W. (2011). Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*, 14, 484–492.
- Araújo, M. B., Cabeza, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P. H. (2004). Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology*, 10(9), 1618–1626.
- Araujo, M. B., Guisan, A. (2006). Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, 33(10), 1677–1688.

- Araújo, M. B., Thuiller, W., Pearson, R.G. (2006). Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of biogeography*, 33(10), 1712–1728.
- Arlinghaus, R., Cooke, S. J. (2009). Recreational fisheries: socioeconomic importance, conservation issues and management challenges. Dickson, J., Hutton, W., Adams, M. (Eds.), *Recreational hunting, conservation and rural livelihoods: science and practice* (pp. 39–58). Oxford: Blackwell Publishing.
- Arlinghaus, R., Cooke, S. J., Potts, W. (2013). Towards resilient recreational fisheries on a global scale through improved understanding of fish and fisher behavior. *Fisheries Management and Ecology*, 20, 91–98.
- Aro, L., Kaunisto, S. (1995). Nutrition and initial growth of trees in peat cutaway areas in Finland. In: *Peat Industry and Environment*. Ministry of Environment Information Centre, Tallinn, pp. 90–92.
- Arrigo, K. N., Thomas, D., N. (2004). Large scale importance of sea ice biology in the Southern Ocean. *Antarctic Science*, 16(4), 471–486.
- Ashton, M. S., Tyrrell, M. L., Spalding, D., Gentry, B. (Toim.) (2012). *Managing Forest Carbon in a Changing Climate*. Springer.
- Aunpuu, M. (2015). *Personaalne suhtlus*, Tallinn, 11.02.2015.
- Austin, J. A., Colman S. M. (2007). Lake Superior summer water temperatures are increasing more rapidly than regional air temperatures: A positive ice-albedo feedback, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L06604, DOI:10.1029/2006GL029021
- Aydinalp, C., Cresser, M. S. (2008). The effects of global climate change on agriculture. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(5), 672–676.
- BACC. (2008). *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bakkenes, M., Alkemade, J. R. M., Ihle, F., Leemans, R., Latour, J. B. (2002). Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology*, 8(4), 390–407.
- Bale J. S., Masters G. J., Hodkinson I. D., Awmack C., Bezemer T. M., Brown V. K., Butterfield J., Buse A., Coulson J. C., Farrar J., Good J. E. G., Harrington R., Hartley S., Jones T. H, Lindroth R. L., Press M. C., Symioudis I., Waltt A. D., Whittaker J. B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8(1), 1–16.
- Barrios, S., Ibanez R. J. (2015). Time is of the essence: adaptation of tourism demand to climate change in Europe. Institute for Prospective Technological Studies. SPRINGER, ISSN 0165-0009, DOI [10.1007/s10584-015-1431-1](https://doi.org/10.1007/s10584-015-1431-1).
- Bartomeus, I., Park, M. G., Gibbs, J., Danforth, B. N., Lakso, A. N., Winfree, R. (2013). Biodiversity ensures plant-pollinator phenological synchrony against climate change. *Ecology Letters*, 16, 1331–1338.
- Bartomeus, I., Potts, S. G., Steffan-Dewenter, I., Vaissière, B. E., Woyciechowski, M., Krewenka, K. M., Tscheulin, T., Roberts. S. P. M., Szentgyörgyi, H., Westphal, C., Bommarco, R. (2014). Contribution of insect pollinators to crop yield and quality varies with agricultural intensification. *PeerJ* 2:e328.

- Bastviken, D., Cole, J., Pace, M., Tranvik, L. (2004). Methane emissions from lakes. Dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate. *Global Biogeochem. Cycles*, 18, GB4009. <http://dx.doi.org/10.1029/2004GB002238>.
- Bastviken, D., Tranvik, L. J., Downing, J. A., Crill, P. M., Prast, A. E. (2011). Freshwater methane emissions offset the continental carbon sink. *Science*, 331(6013), 50.
- Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., Palutikof, J. (Eds.) (2008). *Climate Change and Water*. IPCC Secretariat, Geneva.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15, 365–377.
- Bellard, C., Thuiller, W., Leroy, B., Genovesi, P., Bakkenes, M., Courchamp, F. (2013). Will climate change promote future invasions? *Global Change Biology*, 19, 3740–3748.
- Berger, R., Bergström, L., Graneli, E., Kautsky, L., (2004). How does eutrophication affect different life stages of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea? – a conceptual model. *Hydrobiologia*, 514, 243–248.
- Bergh, J., Freeman, M., Sigurdsson, B., Kellomäki, S., Laitinen, K., Niinistö, S., Peltonen, H., Linder, S. (2003). Modelling the short-term effects of climate change on the productivity of selected tree species in Nordic countries. *Forest Ecology & Management*, 183, 327–340.
- Bergström, I., Kortelainen, P., Sarvala, J., Salonen, K., (2010). Effects of temperature and sediment properties on benthic CO₂ production in an oligotrophic boreal lake. *Freshwater Biology*, 55, 1747–1757.
- Bergström, I., S. Mäkelä, P. Kankaala, P. Kortelainen. (2007). Methane efflux from littoral vegetation stands of southern boreal lakes: An upscaled regional estimate. *Atmospheric Environment*, 41, 339–351.
- Bergström, L., Berger, R., Kautsky, L. (2003). Negative direct effects of nutrient enrichment on the establishment of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. *European Journal of Phycology*, 38, 41–46.
- Biasi, C., Lind, S. E., Pekkarinen, N. M., Huttunen, J. T., Shurpali, N. J., Hyvönen, N. P., Repo, M. E., Martikainen, P. J. (2008). Direct experimental evidence for the contribution of lime to CO₂ release from managed peat soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 2660–2669.
- Biolan Baltic. (2015). <http://www.biolanshop.ee/muld-ja-turvas>
- Bird, N. L., Chen, L. C.-M., McLachan, J. (1979). Effects of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta) and *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta). *Botanica Marina*, 22, 521–527.
- Bit Tooth Energy. (2014). Waterjetting 21a – Of peat, coal and New Zealand. <http://bittooth.blogspot.com/2014/05/waterjetting-21a-of-peat-coal-and-new.html> (10.05.2014)
- Blair, N. (2000). Impact of cultivation and sugar-cane green trash management on carbon fractions and aggregate stability for a chromic luvisol in Queensland, Australia. *Soil Tillage and Research*, 55, 183–191.
- Bloor, J. M., Bardgett, R. D. (2012). Stability of above-ground and below-ground processes to extreme drought in model grassland ecosystems: interactions with plant species diversity

and soil nitrogen availability. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 14(3), 193–204.

BNS. 2005. Jaanuaritorm löi Läänemere maades toorpuidu hinnad alla. *Eesti Mets*, 2, 5.

Bolotov, I. N., Gofarov, M. Y., Rykov, A. M., Frolov, A. A., Kogut, Y. E. (2013). Northern boundary of the range of the Clouded Apollo butterfly *Parnassius mnemosyne* (L.) (Papilionidae): climate influence or degradation of larval host plants? *Nota lepidopterologica*, 36(1), 19–33.

Bonn, A., Macgregor, N. A., Stadler, J., Korn, H., Stiffel, S., Wolf, K., van Dijk, N. (2014). Helping ecosystems in Europe to adapt to climate change. BfN-Skripten. Federal Agency of Conservation, Germany, Bonn.

Bonsdorff, E., Rönnerberg, C., Aarnio, K. (2002). Some ecological properties in relation to eutrophication in the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 475/476, 371–377.

Botch, M. S., Masing, V. V. (1983). Mire ecosystems in the U.S.S.R. In: Gore, A. J. P. (Ed.) *Ecosystems of the world 4B. Mires: swamp, bog, fen and moor*. Elsevier scientific publishing company, Amsterdam-Oxford, New-York. pp. 95–152.

Bouraoui, F., Grizzetti, B., Granlund, K., Rekolainen, S., Bidoglio, G. (2004). Impact of climate change on the water cycle and nutrient losses in a Finnish catchment. *Climate Change*, 66, 109–126.

Breeze, T. D., Bailey, A. P., Balcombe, K. G., Potts, S. G. (2011). Pollination services in the UK: How important are honeybees? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142(3–4), 137–143.

Breeze, T. D., Vaissiere, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N. *et al.* (2014) Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLoS ONE* 9(1): e82996.

Briceño-Elizondo, E., Garcia-Gonzalo, J., Peltola, H., Matala, J., Kellomäki, S. (2013). Sensitivity of growth of Scots pine, Norway spruce and silver birch to climate change and forest management in boreal conditions. *Forest Ecology & Management*, 232(1–3), 152–167.

Brimelow, J. C., Reuter, G. W., Goodson, R. Krauss, T. W. (2005). Spatial Forecasts of Maximum Hail Size Using Prognostic Model Soundings and HAILCAST. *Weather And Forecasting*, 21, 206–219.

Brotherton, S. J., Joyse, C. B. (2015). Extreme climate events and wet grasslands: plant traits for ecological resilience. *Hydrobiologia*, 750, 229–243.

Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E., da Fonseca, G. A. B. (2001). Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291, 125–128.

Burgiel, S. W., Muir, A. A. (2010). *Invasive species, climate change and ecosystem-based adaptation: addressing multiple drivers of global change*. Washington/Nairobi: Global Invasive Species Programme (GISP).

Buzinde, C. N., Manuel-Navarrete, D., Yoo, E. E., Orais, D. (2010). Tourists' perceptions in a climate of change: Eroding destinations. *Annals of Tourism Research*, 37, 333–354.

Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond, R. E. A., Baillie, J. E. M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K. E., Carr, G. M., Chanson, J., Chenery, A. M., Csirke, J., Davidson, N. C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J. N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-

- F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M. A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández Morcillo, M., Oldfield, T. E. E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J. R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S. N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T. D., Vié, J.-C., Watson, R. (2010). Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science*, 328, 1164–1168.
- Böhling, P., Hudd, R., Lehtonen, H., Karås, P., Neuman, E., Thoresson, G. (1991). Variations in year-class strength of different perch (*Perca fluviatilis*) populations in the Baltic Sea with special reference to temperature and pollution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48(7), 1181–1187.
- Calabrese, J. M., Certain, G., Kraan, C., Dormann, C. F. (2014). Stacking species distribution models and adjusting bias by linking them to macroecological models. *Global Ecology and Biogeography*, 23(1), 99–112.
- Cannon, R. J. C. (1998). The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. *Global Change Biology*, 4(7-10), 785–796.
- Carter, T. R. (1998). Changes in the thermal growing season in Nordica countries during the past century and prospects for the future. *Agricultural and Food Science in Finland* 7, 161–179.
- Casini, M., Cardinale, M., Arrhenius, F. (2004). Feeding preferences of herring (*Clupea harengus*) and sprat (*Sprattus sprattus*) in the southern Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 61, 1267–1277.
- Caudell, J. N., *et al.* (2014). Examining the monetary risks and rewards for the anthropogenic spread of wild hogs. 8th International Congress for Wildlife and Livelihoods on Private and Communal Lands: Livestock, Tourism, and Spirit, Sept 7-12, 2014, Estes Park Colorado.
http://digitool.library.colostate.edu/R/?func=collections&collection_id=4667
- Chapman, D. S., Haynes, T., Beal, S., Essl, F., Bullock, J. M. (2014). Phenology predicts the native and invasive range limits of common ragweed. *Global Change Biology*, 20, 192–202.
- Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., Pauly, D. (2009). Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries*, 10, 235–251.
- Christidis, N., Jones, G. S., Stott P. A. (2015). Dramatically increasing chance of extremely hot summers since the 2003 European heatwave. *Nature Climate Change* 5, 46–50.
- Ciscar, J. C., Iglesias, A. *et al.* (2009). Climate change impacts in Europe. Final report of the PESETA research project. Institute for Prospective Technological Studies. <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=2879>
- Ciscar, J-C. (Ed.) (2009). Climate change impacts in Europe Final report of the PESETA research project.
- Clarke, S. J. (2009). Adaption to climate change: implications for freshwater biodiversity and management in the UK. *Freshwater Review*, 2, 51–64.
- Clarke, N., Gundersen, P., Jönsson-Belyazid, U., Kjønaas, O. J., Persson, T., Sigurdsson, B. D., Stupak, I., Vesterdal, L. (2015). Influence of different tree-harvesting intensities on forest soil carbon stocks in boreal and northern temperate forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 351, 9–19.

- Climate Change and Forestry. Report to the Standing Forestry Committee by the Standing Forestry Committee Ad Hoc Working Group III on Climate Change and Forestry. (2010). European Commission. 57 pp.
- Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges. (2008). World Tourism Organization and the United Nations Environment Programme.
- Climate change, impacts and vulnerability in Europe. 2012. (2012). EEA Report No 12. Copenhagen: European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012> (18.02.2015).
- Cloern, J. E. (2001). Our evolving conceptual model of coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 201, 223–253.
- Cobbaert, D., Rochefort, L., Price, J. S. (2004). Experimental restoration of a fen plant community after peat mining. *Applied Vegetation Science*, 7, 209–220.
- Cole, J. J., Prairie, Y. T., Caraco, N. F., McDowell, W. H., Tranvik, L. J., Striegl, R.G., Duarte, C. M., Kortelainen, P., Downing, J. A., Middelburg, J. J., Melack, J. (2007). Plumbing the global carbon cycle: integrating inland waters into the terrestrial carbon budget. *Ecosystems*, 10, 172–185.
- Conrad, K. F., Woiwod, I. P., Parsons, M., Fox, R., Warren, M. S. (2004) Long-term population trends in widespread British moths. *Journal of Insect Conservation*, 8, 119–136.
- COST (2011). http://www.cost.eu/COST_Actions/fa/Actions/FA0803 (02.05.2011).
- Coulston, J. W., Riitters, K. H. (2005). Preserving biodiversity under current and future climates: a case study. *Global Ecology and Biogeography*, 14, 31–38.
- Cowx, I. G. (2015). Characterisation of inland fisheries in Europe. *Fisheries Management and Ecology*, 22, 78–87.
- Cremona, F., Kõiv, T., Nõges, P., Pall, P., Rõõm, E.-I., Feldmann, T., Viik, M., Nõges, T. (2014). Dynamic carbon budget of a large shallow lake assessed by a mass balance approach. *Hydrobiologia*, 731(1), 109–123.
- Crooks, J. A., Soulé, M. E. (1999). Lag times in population explosions of invasive species: causes and implications. Sandlund, O.T., Schei, P.J., Viken, Å. (Eds.), *Invasive species and biodiversity management* (pp. 103–125). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Csergő, A.-M., Molnár, E., García, M. B. (2010). Dynamics of isolated *Saponaria bellidifolia* Sm. populations at the northern range periphery. *Population Ecology*, 53, 393–403.
- Cunze, S., Heydel, F., Tackenberg, O. (2013). Are plant species able to keep pace with the rapidly changing climate? *PloS ONE*, 8(7), e67909.
- Cunze, S., Heydel, F., Tackenberg, O. (2013). Are plant species able to keep pace with the rapidly changing climate? *PloS one*, 8(7), e67909.
- Dash, M., Vasemägi, A. (2014). Proliferative kidney disease (PKD) agent *Tetracapsuloides bryosalmonae* in brown trout populations in Estonia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 109, 139–148.
- Davis, M. B., Shaw, R. G. (2001). Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change. *Science*, 292(5517), 673–679.

- Dawson, T. P., Jackson, S. T., House, J. I., Prentice, I. C., Mace, G. M. (2011). Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *Science*, 332(6025), 53–58.
- De Freitas, C. (1990). Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, 89–103.
- De Groot, R. S. 1992. *Functions of Nature. Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Wolters-Noordhoff, Amsterdam.
- Demars, B. O. L., Wiegand, G., Harper, D. M., Bröring, U., Brux, H., Herr, W. (2014). Aquatic plant dynamics in lowland river networks: Connectivity, management and climate change. *Water*, 6(4), 868–911.
- Diez, J. M., D'Antonio, C. M., Dukes, J. S., Grosholz, E. D., Olden, J. D., Sorte, C. J. B., Blumenthal, D. M., Bradley, B. A., Early, R., Ibáñez, I., Jones, S. J., Lawler, J. J., Miller, L. P. (2012). Will extreme climatic events facilitate biological invasions? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10, 249–257.
- Dippner, J. W., Vuorinen, I., Daunys, D., Flinkman, J., Halkka, A., Köster, F. W., Lehikoinen, E., MacKenzie, B. R., Möllmann, C., Møhlenberg, F., Olenin, S., Schiedek, D., Skov, H., Wasmund, N. (2008). Climate related marine ecosystem change. In: The BACC author team (Eds.), *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*, Springer Verlag, Berlin, pp. 309–378.
- Dirnböck, T., Dullinger, S., Grabherr, G. (2003). A regional impact assessment of climate and land-use change on alpine vegetation. *Journal of Biogeography*, 30(3), 401–417.
- Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C., Wisniewski, J. (1994). Carbon pools and fluxes of global forest ecosystems. *Science*, 263, 185–190.
- Domisch, S., Jaehrig, S. C., Haase, P. (2011). Climate-change winners and losers: stream macroinvertebrates of a submontane region in Central Europe. *Freshwater Biology*, 56(10), 2009–2020.
- Donnelly, P. K., Entry, J. A., Crawford, D. L., Cromack, Jr. K. (1990). Cellulose and lignin degradation in forest soils: Response to moisture, temperature and acidity. *Microbial Ecology*, 20, 289–295.
- Dreesen, F. E., De Boeck, H. J., Janssens, I. A., Nijs, I. (2012). Summer heat and drought extremes trigger unexpected changes in productivity of a temperate annual/biannual plant community. *Environmental and Experimental Botany*, 79, 21–30.
- Drenkhan R, Adamson K, Jürimaa K, Hanso M. (2014a). *Dothistroma septosporum* on firs (*Abies* spp.) in the northern Baltics. *Forest Pathology*, 44, 250–254.
- Drenkhan, R. (2011). Epidemiological investigation of pine foliage disease by the use of the needle trace method. Doctoral thesis, Estonian University of Life Sciences 208 lk.
- Drenkhan, R., Hanso, M. (2006). Alterations of Scots pine needle characteristics after severe weather conditions in South-Eastern Estonia. *Aktuelt fra Skogforskningen*, 1, 63–68.
- Drenkhan, R., Hanso, M. (2009a). Recent invasion of foliage fungi of pines (*Pinus* sp.) to the Northern Baltics. *Forestry Studies*, 51, 49–64.
- Drenkhan, R., Hantula, J., Vuorinen, M., Jankovsky, L., Müller, M. (2013). Diversity of *Dothistroma septosporum* in Estonia, Finland and Czech Republic. *European Journal of Plant Pathology*, 136, 71–85.

Drenkhan, T., Rähn, E., Jürimaa, K., Adamson, K., Padari, A., Drenkhan, R., Pilt, E. (2014b). Juuremädanike levik on arvatust ulatuslikum. *Eesti Mets*, 4, 45–49.

Dubois, G., Ceron, J.-P. (2006). Tourism and climate change: Proposals for a research agenda. *Journal of Sustainable Tourism*, 14, 399–415.

Dukes, J. S. (2011). Climate change. Simberloff, D., Rejmánek, M. (Eds.), *Encyclopedia of biological invasions* (pp.113–117). Berkeley/Los Angeles/ London: University of California Press.

Dukes, J. S., Mooney, H. A. (1999). Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution*, 14(4), 135–139.

Durant, J. M., Hjermann, D. O., Ottersen, G., Stenseth, N. C. (2007). Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate Research*, 33, 271–283.

EC Guidelines on developing adaptation strategies. Brussels, 16.4.2013, SWD(2013) 134 final. http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_134_en.pdf

EEA. (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. European Environment Agency. EEA ReportNo 12/2012.

Eek, L., Kukk, T. (2013). Maismaa võõrliikide käsiraamat. Tallinn: Keskkonnaministeerium.

EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister). (2013). Looduskaitse statistiline ülevaade 2013. Keskkonnaagentuur. http://loodus.keskkonnainfo.ee/avalik/el_fil/tabel9A_2013.htm (16.02.2015).

EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister). (2014). Kaitstava territooriumi pindala Eestis 31.12.2014 seisuga. Keskkonnaagentuur. http://loodus.keskkonnainfo.ee/avalik/el_fil/kaitstav_territ31122014.htm (16.02.2015).

EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister). (2015). Kaitsealad, hoiualad ja kohalikud objektid seisuga 01.01.2015. Keskkonnaagentuur. <http://loodus.keskkonnainfo.ee/eelis/default.aspx?id=-995492229&state=15;611490977;est;eelismat;;> (16.02.2015)

eElurikkus – Eesti elurikkuse andmebaas. <http://elurikkus.ut.ee/> (25.01.2015).

Eesti aiandussektori arengukava aastateks 2015–2020. Maaeluministeerium, Kinnitatud põllumajandusministri 03.02.2015 käskkirjaga nr 25 <http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/arengukava-aiandussektor-2015-2020.odt>

Eesti keskkonnaindikaatorid – arendustöö ja tulemused. (2014). Keskkonnaagentuur.

Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030. (2007). <https://www.riigiteataja.ee/aktiivisa/0000/1279/3848/12793882.pdf#> (30.01.2015).

Eesti Konjunkturiinstituut. (2011). Ülevaade eesti bioenergia turust 2010. aastal.

Eesti Konjunkturiinstituut. (2013). Eesti mesindussektori struktuur. Tallinn.

Eesti kuues kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. (2013). Keskkonnaministeerium. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kliimaaruanne_et.pdf

Eesti looduse kaitse aastal 2011. (2012). Keskkonnateabe Keskus.

- Eesti maaelu arengukava 2007–2013. (2007). <http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2007-2013> (13.02.2015).
- Eesti Maaelu Arengukava 2014–2020. (2015). <http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2014-2020> (05.02.2015).
- Eesti Mesinike Liit. (2010). Eesti head mesindustavad. Mesinike juhendmaterjal toiduhügieeninõuete täitmiseks mee esmatootmisel ja käitlemisel. Tallinn.
- Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. (2013). Eesti meteoroloogia aastaraamat 2012. Tallinn.
- Eesti Metsanduse Arengukava aastani 2020. (2010). Keskkonnaministeerium. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak2020vastuvoetud.pdf(15.02.2015).
- Eesti Metsanduse Arengukava aastani 2020 keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne. (2010). OÜ Hendrikson & Ko, Tartu.
- Eesti Punane Raamat. (2008). Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon. <http://elurikkus.ut.ee/prmt.php> (26.01.2015).
- Eesti Riiklik Turismiarengukava 2014–2020. (2013). Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium. <https://www.riigiteataja.ee/aktiis/3191/1201/3015/lisa.pdf>
- Eesti teraviljaturg saagiaastal 2009/2010 http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/UURINGUD/eki_teravili/Eesti_teraviljaturg_saagiaastal_2009-2010.pdf (21.02.2014)
- Eesti turbaalade kaitse ja säästliku kasutamise alused. (2010). Keskkonnaministeerium.
- Eesti Turbaliit. (2015). Personaalne suhtlus, Tartu, veebruar 2015.
- Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia 2014–2020. (2013) Maaeluministeerium. Arengukavad ja strateegiad. <http://agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-2020.pdf>
- Ehvert, K. (2013). Lahemaa rahvusparki ökosüsteemiteenused. Tallinna Ülikool, Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut, Loodusteaduste osakond. Magistritöö http://www.keskkonnaamet.ee/public/kaitsealad/lahemaa/Magistritoo_Lahemaa_rahvusparki_okosusteemiteenused.pdf
- Elith, J., Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 40(1), 677.
- Elurikkuse konventsioon. (2011). United Nations Environment Programme. <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/official/cop-10-27-en.pdf> (30.01.2015).
- ENMAK 2030+. (2014). Eesti Energiamaajanduse Arengukava aastani 2030. Eelnõu 18.12.2014. Tallinn http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/1/16/ENMAK_2030_Eeln%C3%B5u_18.12.2014.pdf
- Ennet, P., Pihelgas, E. (2015). Jõgede ärakande koormused. <http://www.keskkonnaagentuur.ee/et/eesmargid-tegevused/vesi/pinnavesi/jogede-arakande-koormused>

- ENVIRON – Keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskus. (2015). <http://environ.emu.ee/avaleht/> (18.02.2015).
- Erametsakeskus (2010a). Metsa mitmekülgne kasutamine Eestis. <http://www.eramets.ee/static/files/407.Metsa%20mitmekylgne%20kasutamine%20Eestis.pdf>
- Erametsakeskus. (2010b). Metsa mitmekülgse kasutuse tegevuskava. http://www.eramets.ee/static/files/244.Metsa_mitmekulgse_kasutamise_tegevuskava.pdf
- Erit, M., Kuresoo, A., Luigujõe, L., Pehlak, H. (2008). Niidurüdi (*Calidris alpina schinzii*) kaitse tegevuskava 2009–2013. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/niiduruditegevuskava.pdf (08.05.2015).
- Eschbaum, R., Hubel, K., Jürgens, K., Rohtla, M., Saks, L., Špilev, H., Talvik, Ü., Verliin, A. (2013). Kalanduse riikliku andmekogumise programmi täitmine ja andmete analüüs. Töövõtulepingu 4-1.1/275, 10.10.2012. a II vahearuanne.
- Eschbaum, R., Hubel, K., Jürgens, K., Rohtla, M., Špilev, H., Talvik Ü. (2014). Kalanduse riikliku andmekogumise programmi täitmine, andmete analüüs ning soovitud kalavarude haldamiseks 2014. aastal. Töövõtulepingu nr 4-1.1/13/237 II vahearuanne. Tartu Ülikool, Eesti Mereinstituut. Tartu. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/rannikumeri_kokku_2013.pdf
- Eschbaum, R., Jaanuska, H., Järvalt, A., Lees, J., Paaver, T., Pärn, K., Raid, T., Rakko, A., Saat, T., Sirp, S., Vaino, V. (2014). Eesti kalamajandus (Armulik, T., Sirp, S. Toim). Kalanduse teabekeskus, Pärnu.
- Espenberg, S., Kuhi-Thalfeldt, R., Lahtvee, V., Jüssi, M., Moora, H., Laht, J., Mander, Ü., Salm, J.-O., Parts, K. (2013). Eesti võimalused liikumaks konkurentsivõimelise madala süsinikuga majanduse suunas aastaks 2050. Tartu.
- EU Biodiversity Strategy to 2020 – towards implementation. (2012) http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/pdf/EP_resolution_april2012.pdf
- EUCO 169/14. (2014). General Secretariat of European Council. Brussels, 24 October 2014. http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf (23.04.2015).
- Euroopa Komisjonile esitatav Natura 2000 võrgustiku alade nimekiri. (2010). RT III, 28.12.2010, 2. <https://www.riigiteataja.ee/akt/328122010002> (31.01.2015).
- Euroopa Liidu direktiiv 2008/56/EÜ, merekeskkonnapoliitika-alase tegevusraamistiku kehtestamise kohta. (2008). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0056&rid=2> (16.02.2015).
- Euroopa Liidu direktiiv 92/43/EMÜ, looduslike elupaikade ning loodusliku taimestiku ja loomastiku kaitse kohta. (1992). <http://www.natura2000.envir.ee/files/doc/loodusdirektiiv.pdf> (31.01.2015).
- Euroopa Liidu elurikkuse strateegia aastani 2020. (2011). Euroopa Liit. <http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure%20final%20lowres.pdf> (30.01.2015).
- Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/147/EÜ, loodusliku linnustiku kaitse kohta. (2009). <http://eur->

lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:020:0007:0025:ET:PDF
(23.03.2015).

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu otsus nr. 529/2013/EL, 21. mai 2013 maakasutuse, maakasutuse muutuse ja metsandusega seotud tegevustest tuleneva kasvuhoonegaaside heite ja sidumise arvestuseeskirjade ning nimetatud tegevustest tulenevate meetmetega seotud teabe kohta. Euroopa Liidu Teataja 18.6.2013. (2013)

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D0529&from=EN> (23.04.2015).

European Commission. (2005). Soil atlas of Europe. European soil bureau network. Office for official publications of the European Communities, 128.

European Commission. (2007). Adapting to Climate Change in Europe – Options for EU Action. Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2007) 354 final, SEC(2007) pp 849. European Commission, Brussels. http://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0354en01.pdf.

European Commission. (2009). White paper - Adapting to climate change: towards a European framework for action. COM/2009/0147 final. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52009DC0147>

European Food Safety Authority. (EFSA). (2010). Scientific Opinion on risk assessment of parasites in fishery products. EFSA Journal 2010; 8(4):1543

European Food Safety Authority. (EFSA). (2011). Scientific Opinion on assessment of epidemiological data in relation to the health risks resulting from the presence of parasites in wild caught fish from fishing grounds in the Baltic Sea. EFSA Journal 9(7):2320

Fabry, V. J., Seibel, B. A., Feely, R. A., Orr, J. C. (2008). Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 65, 414–432.

Finland's National Forest Strategy 2025. (2015). http://www.mmm.fi/attachments/metsat/metsastrategia/BIGAEfDND/Forest_Strategy_2025_eng.pdf

FI_NIR_UN. (2013). Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2011. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol.

Finnan, J. M., Donnelly, A., Burke, J. I., Jones, M. B. (2002). The effects of elevated concentrations of carbon dioxide and ozone on potato (*Solanum tuberosum* L.). Agriculture, Ecosystems and Environment, 88, 11–22.

Fischlin, A., Buchter, B., Matlie, L., Hofer P., Taverna, R., Werner, F., Richter, K. (2006). CO₂-Senken und -Quellen in der Waldwirtschaft – Anrechnung im Rahmen des Kyoto-Protokolls. Umwelt-Wissen Nr. 0602, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

Fitter, A. H., Fitter, R. S. R. (2002). Rapid changes in flowering time in British plants. Science, 296(5573), 1689–1691.

Fleming, R.A., Tatchell, G. M. (1995). Shifts in the flight periods of British aphids: a response to climate warming? In: Insects in a Changing Environment (Eds.: Harrington R, Stork NE), pp. 505–508. Academic Press, London.

- Flinkman, J., Aro, E., Vuorinen, I., Viitasalo, M. (1998). Changes in northern Baltic zooplankton and herring nutrition from 1980s to 1990s: Top-down and bottom-up processes at work. *Marine Ecology Progress Series*, 165, 127–136.
- Fløjgaard, C., Morueta-Holme, N., Skov, F., Madsen, A. B., Svenning, J.-C. (2009). Potential 21st century changes to the mammal fauna of Denmark – implications of climate change, land-use, and invasive species. In : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 8, p. 012016.
- Florin, A-B., Lavados, G. (2010). Feeding habits of juvenile flatfish in relation to habitat characteristics in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(4), 607–612.
- Flyktman, M. (2009). Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä - Toinen päivitys. VTT, Tutkimusraportti VTT_R-07128-09.
- Ford, J. D., Smit, B., Wandel, J. (2006). Vulnerability to climate change in the Arctic: A case study from Arctic Bay, Canada. *Global Environmental Change*, 16, 145–160.
- Forero, I. D. (2011). Influence of abiotic and biotic factors at patch and landscape scale on bumblebees (*Bombus* spp.) in semi-natural meadows. Tartu: Doktoritöö.
- Førland, E. J., Jacobsen J. K. S., Denstadli, J. M., Lohmann, M., Hanssen-Bauer, I., Hygen, H. O., Tømmervik, H. (2013). Cool weather tourism under global warming: Comparing Arctic summer tourists' weather preferences with regional climate statistics and projections. *Tourism Management*, 36, 567–579.
- Forman, R. T. T. (2013). *Urban Ecology. Science of Cities*. Cambridge University Press, pp. 91–113.
- Fourqurean, J. W., Duarte, C. M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A., Apostolaki, E. T., Kendrick, G. A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K. J., Serrano, O. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, 5, 505–509.
- Fowler, A. E., Forsström, T., von Numers, M., Vesakoski, O. (2013). The North American mud crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould, 1841) in newly colonized Northern Baltic Sea: distribution and ecology. *Aquatic Invasions*, 8, 89–96.
- Fox, R., Parsons, M. S., Chapman, J. W., Woiwod, I. P., Warren, M. S. Brooks, D. R. (2013). The state of Britain's larger moths. Butterfly Conservation and Rothamsted Research, Wareham, Dorset. 32 pp. <http://butterfly-conservation.org/files/1.state-of-britains-larger-moths-2013-report.pdf>
- Fox, S. E., Teichberg, M., Olsen, Y. S., Heffner, L., Valiela, I. (2009). Restructuring of benthic communities in eutrophic estuaries: lower abundance of prey leads to trophic shifts from omnivory to grazing. *Marine Ecology Progress Series*, 380, 43–57.
- Freitas, C. R. (2003). Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 48, 45–54.
- Freitas, C. (1990). Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10, 89–103.
- Fuhrer, J. (2003). Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 97, 1–20.
- Füssel, H.-M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17, 155–167.

- Galil, B. S., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Mitchin, D., Narščius, A., Ojaveer, H., Olenin, S. (2014). International arrivals: widespread bioinvasions in European Seas. *Ethology Ecology & Evolution*, 26, 152–171.
- Gardiner, B. A., Quine, C. P. (2000). Management of forests to reduce the risk of abiotic damage-A review with particular reference to the effects of strong winds. *Forest Ecology & Management*, 135, 261–277.
- Garpe, K. (2008). Ecosystem services provided by the Baltic Sea and Skagerrak. Swedish environmental protection agency. Report 5873.
- Gaston, K. J., Jackson, S. F., Cantú-Salazar, L., Cruz-Piñón, G. (2008). The ecological performance of protected areas. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 39, 93–113.
- Gattuso, J. P., Hansson, L. (Eds.). (2011). *Ocean acidification*. Oxford University Press.
- Gaudig, G., Fengler, F., Krebs, M., Prager, A., Schulz, J., Wichmann S., Joosten, H. (2014). Sphagnum farming in Germany – a review of progress. *Mires and Peat*, 13, 1–11.
- Gebre, S., Boissy, T., Alfredsen, K. (2014). Sensitivity of lake ice regimes to climate change in the Nordic region. *Cryosphere*, 8, 1589–1605.
- Gewin, V. (2005). Eco-defense against invasions. *PLoS Biology*, 3(12), e429.
- Ginter, K. (2012). The diet of juvenile pikeperch in *Sander lucioperca* (L.) in lakes Peipsi and Võrtsjärv: relations between the long term changes in the fish communities and food resources in large shallow lakes. PhD thesis. Tartu. 136 pp.
- Ginter, K., Kangur, A., Kangur, P., Kangur, K. (2015). Consequences of size-selective harvesting and changing climate on the pikeperch *Sander lucioperca* in two large shallow north temperate lakes. *Fisheries Research*, 5 (ilmumas).
- Gitay, H., Suárez, A., Watson, R. T., Dokken, D. J. (2002). *Climate Change and Biodiversity*. IPCC Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Gleixner, G., Kramer, C., Hahn, V., Sachse, D. (2005). The effect of biodiversity on carbon storage in soils. In: Scherer-Lorenzen, M., Körner, C., Schulze, E.D. (Eds.), *Forest Diversity and Functions: Temperate and Boreal Systems*. Springer, Berlin, pp. 165–183.
- Godbold, D., Tullus, A., Kupper, P., Söber, J., Ostonen, I., Godbold, J.A., Lukac, M., Ahmed, I. U., Smith, A. R. (2014). Elevated atmospheric CO₂ and humidity delay leaf fall in *Betula pendula*, but not in *Alnus glutinosa* or *Populus tremula* × *tremuloides*. *Annals of Forest Science*, 71(8), 831–842.
- Gomez-Baggethun, E., Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, (86), 235–245.
- Gong, W., Yan, X., Wang, J., Hu, T., Gong, Y. (2009). Long-term manure and fertilizer effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat-maize cropping system in Northern China. *Geoderma*, 149, 318–324.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369, 448.
- Gradeckas, A. 1997. Selection of willow clones for energy forests on exploited peatlands, utilizing wastewater sludge. *Baltic Forestry*, 3, 24–32.
- Gradeckas, A., Kubertavičiene, L., Gradeckas, A. (1998). Utilization of wastewater sludge as a fertilizer in short rotation forests on cut away peatlands. *Baltic Forestry*, 4, 7–13.

- Grall, J., Chauvaud, L. (2002). Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts. *Global Change Biology*, 8, 813–830.
- Granek, E. F., Madin, E. M. P., Brown, M. A., Figueira, W., Cameron, D. S., Hogan, Z., Kristianson, G., de Villiers, P., Williams, J. E., Post, J., Zahn, S., Arlinghaus, R. (2008). Engaging recreational fishers in management and conservation: global case studies. *Conservation Biology*, 22, 1125–1134.
- Gray, J. S., Wu, R. S., Or, Y. Y. 2002. Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 238, 249–279.
- Guellard, T., Sokolowska, E., Arciszewski, B. (2014). First report on intersex in invasive round goby *Neogobius melanostomus* from the Baltic Sea (Gulf of Gdańsk, Poland). *Oceanologia*. doi:10.1016/j.oceano.2014.09.004
- Hagberg, L., Holmgren, K. (2008). The climate impact of future energy peat production. Swedish Environmental Research Institute.
- Hakala, K., Mela, T. (1996). The effects of prolonged exposure to elevated temperatures and elevated CO₂ levels on the growth, yield and dry matter partitioning of field-sown meadow fescue. *Agriculture and Food Science in Finland*, 5, 285–298.
- Haldna, M., Milius, A., Laugaste, R., Kangur, K. (2008). Nutrients and hytoplankton in Lake Peipsi during two periods that differed in water level and temperature. *Hydrobiologia*, 599, 3–11.
- Hall, I. V., Aaldres, L. E., Townsend, L. R. (1964). The effects of soil pH on the mineral composition and growth of the lowbush blueberry. *Canadian Journal of Plant Sciences* 44: 433–438.
- Hallhülge (*Halichoerus grypus*) kaitse tegevuskava. (2011) Keskkonnaamet. http://www.envir.ee/sites/default/files/hallhylge_ktk_eelnou_ds.pdf
- Halvorson, A., Wienhold, B. J., Black, A. L. (2002). Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. Paper 1219. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2224&context=usdaarsfacpub> (21.02.2015)
- Hannah, L. (2008). Protected Areas and Climate Change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134, 201–212.
- Hannah, L., Midgley, G., Andelman, S., Araújo, M., Hughes, G., Martinez-Meyer, E., Williams, P. (2007). Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(3), 131–138.
- Hansen, R., Mander, Ü., Soosaar, K., Maddison, M., Lõhmus, K., Kupper, P., Kanal, A., Sõber, J. (2013). Greenhouse gas fluxes in an open air humidity manipulation experiment. *Landscape Ecology*, 28(4), 637–649.
- Hanso, M., Drenkhan, R. 2009. *Diplodia pinea* is a new pathogen on Austrian pine (*Pinus nigra*) in Estonia. *Plant Pathology*, 58, 797.
- Hanso, M., Drenkhan, R. (2012). *Lophodermium* needle cast, insect defoliation and growth responses of young Scots pines in Estonia. *Forest Pathology*, 42, 124–135.
- Hanso, M., Drenkhan, R. (2013). Simple visualization of climate change for improving the public perception in forest pathology. *Metsanduslikud Uurimused*, 58, 37–45.

Hanson, R. (2015). Taimeriiki ootab ees põhjalik ülevaatus. Postimees. <http://pluss.postimees.ee/3111345/taimeriiki-ootab-ees-pohjalik-ulevaatus> (14.04.2015).

Hara soo taastamis- ja tammitamisprojekt. Keskkonnainvesteeringute keskuse rahastatud projekt.

Harjaka tahuksambla (*Meesia longiseta* Hedw.) kaitse tegevuskava. (2013). Keskkonnaamet.

Hatjina, F., Bienkowska, M., Charistos, L., Chlebo, R., Costa, C., Drazic, M. M., Filipi, J., Gregorc, A., Ivanova, E. N., Kezic, N., Kopernicky, J., Kryger, P., Lodesani, M., Lokar, V., Mladenovic, M., Panasiuk, B., Petrov, P. P., Rasic, S., Skerl, M. I. S., Vejsnaes, F., Wilde, J. (2014). A review of methods used in some European countries for assessing the quality of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies. *Journal of Apicultural Research*, 53(3), 337–363.

Hawkins, S. J., Firth, L. B., McHugh, M., Poloczanska, E. S., Herbert, R. J. H., Burrows, M. T., Kendall, M. A., Moore, P. J., Thompson, R. C., Jenkins, S. R., Sims, D. W., Genner, M. J., Mieszkowska, N. (2013). Data rescue and re-use: Recycling old information to address new policy concerns. *Marine Policy*, 42, 91–98.

Hebeisen T., Lüscher A., Zanetti S., Fischer B.U., Hartwig U. A., Frehner M., Hendrey G. R., Blum H., Nösberger J. (1997). Growth response of *Trifolium repens* L. and *Lolium perenne* L. as monocultures and bi-species mixture to free air CO₂ enrichment and management. *Global Change Biology*, 3, 149–160.

Hedberg, P. (2013). The use of functional traits as a tool in evaluating restorations of peatlands. Autoreferat of doctoral thesis. Faculty of Biology, University of Warsaw, Poland.

Heikinheimo, O., Pekcan-Hekim, Z., Raitaniemi, J. (2014). Spawning stock-recruitment relationship in pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in the Baltic Sea, with temperature as an environmental effect. *Fisheries Research*, 155, 1–9.

Heikkinen, R. K., Luoto, M., Leikola, N., Pöyry, J., Settele, J., Kudrna, O., Marmion, M., Fronzek, S., Thuiller, W. (2010). Assessing the vulnerability of European butterflies to climate change using multiple criteria. *Biodiversity & Conservation*, 19(3), 695–723.

Heinsoo, K., Hein, K., Melts, I., Holm, B., Ivask, M. (2011). Päideroo kasvatamise võrdluskatsed jääksool ja mineraalmullal. Rmt-s: Paal, J. (Koost., Toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, lk. 96–103. Tartu, Vali trükikoda.

HELCOM. (2012). Indicator based assessment of coastal fish community status in the Baltic Sea 2005-2009. *Balt. Sea Environ. Proc.* No. 131

HELCOM. (2013) Cyanobacterial blooms in the Baltic Sea. <http://helcom.fi/baltic-sea-trends/environment-fact-sheets/eutrophication/cyanobacterial-blooms-in-the-baltic-sea>

Helfrich, L. A., Smith, S. A. (2009). Fish kills: their causes and prevention. *Virginia Cooperative Extension Publ.*, 420–252, 1–4.

Hellmann, J. J., Byers, J. E., Bierwagen, B. G., Dukes, J. S. (2008). Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology*, 22(3), 534–543.

Helm, A., Hanski, I., Pärtel, M. (2006). Slow response of plant species richness to habitat loss and fragmentation. *Ecology Letters*, 9, 72–77.

Hendrikson & Ko OÜ. (2012). Tartu linna välisõhu strateegiline mürakaart. Seletuskiri. 46 lk.

- Hering, D., Schmidt-Kloiber, A., Murphy, J., Luecke, S., Zamora-Munoz, C., López-Rodríguez, M.J., Huber, T., Graf, W. (2009). Potential impact of climate change on aquatic insects: a sensitivity analysis for European caddisflies (Trichoptera) based on distribution patterns and ecological preferences. *Aquatic Sciences*, 71, 3–14.
- Herkül, K., Kotta, J., Kotta, I. (2006). Invasion history and distribution of the semi-terrestrial invasive amphipod *Orchestia cavimana* in the Estonian coastal sea. Ojaveer, H., Kotta, J. (Eds.), *Alien invasive species in the north-eastern Baltic Sea: population dynamics and ecological impacts* (pp 23–29). Tallinn: Estonian Marine Institute Report Series No. 14.
- Hiiemäe, M. (2014). Poollooduslike kooslustega seonduvast rahvapärimesest. Pärandkooslused. Õpik-käsiraamat. Pärandkoosluste kaitse ühing, Tartu, lk 65–72.
- Hiisaar, K., Metspalu, L., Jõudu, J., Jõgar, K. 2006. Overwintering of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in field conditions and factors affecting its population density in Estonia. *Agronomy Research*, 4(1), 21–30.
- Hill, J. K., Thomas, C. D., Fox, R., Telfer, M. G., Willis, S. G., Asher, J., Huntley, B. (2002). Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269(1505), 2163–2171.
- Hof, A. R., Jansson, R., Nilsson, C. (2012a). Future climate change will favour non-specialist mammals in the (Sub)arctics. *PLoS ONE*, 7(12), e52574.
- Hof, A. R., Jansson, R., Nilsson, C. (2012b). The usefulness of elevation as a predictor variable in species distribution modelling. *Ecological Modelling*, 246, 86–90.
- Hof, A. R., Jansson, R., Nilsson, C. (2012c). How biotic interactions may alter future predictions of species distributions: future threats to the persistence of the arctic fox in Fennoscandia. *Diversity and Distributions*, 18, 554–562.
- Hofgaard, I. S., Vollsnes, A. V., Marum, P., Larsen, A., Tronsmo, A. M. (2003). Variation in resistance to different inter stress factors within a full-sib family of perennial ryegrass. *Euphytica*, 134, 61–75.
- Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., Evans, A. D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, 113–130.
- Hole, D. G., Willis, S. G., Pain, D. J., Fishpool, L. D., Butchart, S. H. M., Collingham Y. C., Rahbek, C., Huntley, B. (2009). Projected impacts of climate change on a continent-wide protected area network. *Ecology Letters*, 12, 420–431.
- Holmes, R. S. (1960). Effect of phosphorous and pH on iron chlorosis of the blueberry in the water culture. *Soil Science*, 90, 374–379.
- Hudd, R., Lehtonen, H., Kurttila, I. (1988). Growth and abundance of fry; factors which influence the year-class strength of whitefish (*Coregonus widegreni*) in the southern Bothnian Bay (Baltic). *Finnish Fisheries Research*, 9, 213–220.
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 56–61.
- Huntley, B., Collingham, Y. C., Willis, S. G., Green, R. E. (2008). Potential Impacts of Climatic Change on European Breeding Birds. *PLoS ONE*, 3(1), e1439.
- Hurt, M. (200x). Jõeväik, vähivaru seisund ja selle ohustatus, vähipüük. Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, kalakasvatuse osakond. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/vahid_ja_puuk_hurt.pdf

Hurt, M., Kivistik, M. (2014). Jõevähki ohustavate võõrvähiliikide leviku hindamine ning signaalvähi tõrjeks meetmete rakendamine 2013. a. Eesti Maaülikool.

Hussy, K. (2011). Review of western Baltic cod (*Gadus morhua*) recruitment dynamics. ICES Journal of Marine Science, 68(7), 1459-1471.

Hüdroenergia ressursid (2015)
http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=H%C3%BCdroenergia_ressurss#H.C3.BCdroenergia_toodang_Eestis

Hyvönen, R., Ågren, G.I., Linder, S., Persson, T., Cotrufo, M.F., Ekblad, A., Freeman, M., Grelle, A., Janssens, I.A., Jarvis, P.G., Kellomäki, S., Lindroth, A., Loustau, D., Lundmark, T., Norby, R.J., Oren, R., Pilegaard, K., Ryan, M.G., Sigurdsson, B.D., Strömberg, M., van Oijen, M., and Wallin, G. (2007). The likely impact of elevated [CO₂], nitrogen deposition, increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal forest ecosystems: a literature review. *New Phytol.* 173(3), 463–480.

IAP. (2008) Metsa mitmekülgse kasutusega seotud osapoolte ja tegevuste kaardistus.

ICES. (2009). Report of the ICES/HELCOM Working Group on Integrated Assessments of the Baltic Sea (WGIAB), 16–20 March 2009, Rostock, Germany. ICES CM 2009/BCC:02. 81 pp. IPCC. 2007. Climate change 2007: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (Eds.). New York: Cambridge Univ. Press. 996 pp.

ICES. (2013). Report of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), 18–22 March 2013 in Sukarietta, Spain, 4–10 September 2013 in Copenhagen, Denmark. ICES CM 2013/ACOM:18. 851 pp.

Iital, A., Pachel, K., Loigu, E., Pihlak, M., Leisk, Ü. (2010). Recent trends in nutrient concentrations in Estonian rivers as a response to large-scale changes in land-use intensity and lifestyles. *J. Environ. Monitor.*, 12, 178–188.

Ilomets, M. (2001). Mis saab jääksoodest? *Eesti Loodus*, nr 6, lk 218–221.

Ilomets, M. (2003). Mille arvel kaevandame turvast? *Eesti Loodus*, nr 2, lk 20–24.

Ilomets, M. (2011). Tingimuste loomine taassoostumiseks: kogemusi Eestist. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 130–139. Tartu, Vali trükikoda.

Ilomets, M., Kallas, R. (1995). Estonian mires – past, present and future alternatives. *Gunneria* 70, 117–126.

Ingerpuu, N., Nurkse, K., Vellak, K. (2014). Bryophytes in Estonian mires. *Estonian Journal of Ecology*, 63(1), 3–14.

Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR 28 (2013). European Commission Directorate General Environment. http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf (13.02.2015).

IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. (Eds). Published: IGES, Japan.

IPCC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge.

- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- IPCC. (2013). Summary for policymakers. Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G-K., Tignor, M., Allen, S. K. *et al.* (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- IPCC. (2014). Summary for policymakers. Field, C. B., V.R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, L. L. White (eds), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 1–32). Cambridge: Cambridge University Press.
- IUCN. (2015). The IUCN Red List of Threatened Species – *Pteromys volans*. <http://www.iucnredlist.org/details/18702/0> (07.05.2015).
- Jaagus, J. (2013). Nüüdiskliima. Tarand, A. Jaagus, J. Kallis, A., Eesti kliima minevikus ja tänapäeval, lk. 387–451. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Jactel, H., Nicoll, B. C., Branco, M., Gonzalez-Olabarria, J. R., Grodzki, W., Langström, B., Moreira, F., Netherer, S., Orazio, C., Piou, D., Santos, H., Schelhaas, M. J., Tojic, K., Vodde, F. (2009). The influences of forest stand management on biotic and abiotic risks of damage. *Annals of Forest Science*, 66, 1–18.
- Jahiulukite küttimine. (2014). Jahiulukite küttimine Eestis 2013/2014 jahihooajal. http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Jahiulukite_kuttimine_2013_2014.pdf
- Janishevski, L., Gidda, S. B. (2015). Protected Areas and Climate Change. Biodiversity and Climate Change. Issue Paper No 6. http://www.unep.org/forests/Portals/142/docs/CBD-UNEP_Issue_Paper_Protected_Areas_n_CC.pdf (18.02.2015).
- Jennings, E., Järvinen, M., Allott, N., Arvola, L., Moore, K., Naden, P., Aonghusa, C. N., Nöges, T., Weyhenmeyer, G. A. (2010). Impacts of Climate on the Flux of Dissolved Organic Carbon from Catchments. Pt. 12 D. G. George (Toim.), *The Impact of Climate Change on European Lakes*, Aquatic Ecology Series 4, Springer, p. 199–220.
- Jeppesen, E., Brucet, S., Naselli-Flores, L., Papastergiadou, E., Stefanidis, K., Nöges, T., Nöges, P., Attayde, J. L., Zohary, T., Coppens, J., Bucak, T., Menezes, R. F., Freitas, F. R. S., Kernan, M., Søndergaard, M., Lauridsen, T. L., Beklioglu, M. (2015). Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. *Hydrobiologia* (in press). DOI 10.1007/s10750-014-2169-x
- Jeppesen, E., Kronvang, B., Meerhoff, M., Søndergaard, M., Hansen, K. M., Andersen H. M., Lauridsen T. L., Liboriussen, L., Beklioglu, M., Özen, A., Olesen, J. E. (2009). Climate Change Effects on Runoff, Catchment Phosphorus Loading and Lake Ecological State, and Potential Adaptations. *Journal of Environmental Quality*, 38, 1930–1941.

- Jeppesen, E., Meerhoff, M., Davidson, T. A., Trolle, D., Søndergaard, M., Lauridsen, T. L., Beklioglu, M., Brucet, S., Volta, P., González-Bergonzoni, I., Nielsen, A. (2014). Climate change impacts on lakes: an integrated ecological perspective based on a multi-faceted approach, with special focus on shallow lakes. *Journal Limnology*, 73, 84–107.
- Jeppesen, E., Meerhoff, M., Holmgren, K., Gonzalez-Bergonzoni, I., Teixeira-de Mello, F., Declerck, S., De Meester, L., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Bjerring, R., Conde-Porcuna, J., Mazzeo, N., Iglesias, C., Reizenstein, M., Malmquist, H., Liu, Z., Balayla, D., Ja&Lazzaro, X. (2010). Impacts of climate warming on lake fish community structure and potential effects on ecosystem function. *Hydrobiologia*, 646, 73–90.
- Jeppesen, E., Mehner, T., Winfield, I. J., Kangur, K., Sarvala, J., Gerdeaux, D., Rask, M., Malmquist, H. J., Holmgren, K., Volta, P., Romo, S., Eckmann, R., Sandström, A., Blanco, S., Kangur, A., Stabo, H. R., Tarvainen, M., Ventelä, A.-M., Søndergaard, M., Lauridsen, T. L., Meerhoff, M. (2012). Impacts of climate warming on the long-term dynamics of key fish species in 24 European lakes. *Hydrobiologia*, 694, 1–39.
- Jeppesen, E., Moss, B., Bennion, H., Carvalho, L., DeMeester, L., Feuchtmayr, H., Friberg, N., Gessner, M. O., Hefting, M., Lauridsen, T. L., Liboriussen, L., Malmquist, H. J., May, L., Meerhoff, M., Olafsson, J. S., Soons, M.B., Verhoeve, J. T. A. (2010b). Interactions of climate change and eutrophication. Kerman, M., Batterbee, R. W., Moss, B. (Eds.), *Climate change impacts on freshwater ecosystems* (pp. 119–151). Chichester, UK: Wiley-Blackwell.
- Jetz, W., Wilcove, D. S., Dobson, A. P. (2007). Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS biology*, 5(6), e157.
- Jones, M. B., Donnelly, A. (2004). Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂, *New Phytologist*, 164(3), 423–439.
- Jonston, A., Ausden, M., Dodd, A. M., Bradbury, R. B., Chamberlain, D. E., Jiguet, F., Thomas, C. D., Cook, A. S. C. P., Newson, S. E., Ockendon, N., Rehfish, M. M., Roos, S., Thaxter, C. B., Brown, A., Crock, H. Q. P., Douse, A., McCall, R. A., Pontier, H., Stroud, D. A., Cadiou, B., Crow, O., Deceuninck, B., Hornman, M., Pearce-Higgins, J. W. (2013). Observed and predicted effects of climate change on species abundance in protected areas. *Nature Climate Change*, 3, 1055–1061.
- Joosten, H., Clarke, D. (Eds.) (2002). *Wise use of mires and peatlands. Background and principles including a framework for decision-making.* International Mire Conservation Group, International Peat Society, Saarijärvi, Finland.
- Jump, A. S., Penuelas, J. (2005). Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Letters*, 8(9), 1010–1020.
- Jung, V., Albert, C. H., Violle, C., Kunstler, G., Loucougaray, G., Spiegelberger, T. (2014). Intraspecific trait variability mediates the response of subalpine grassland communities to extreme drought events. *Journal of Ecology*, 102(1), 45–53.
- Juutinen, S., Alm, J., Larmola, T., Huttunen, J. T., Morero, M., Martikainen, P. J., Silvola, J. (2003). Major implication of the littoral zone for methane release from boreal lakes. *Global Biogeochem. Cycles*, 17(4), 1117, 28-1–28-11 doi:10.1029/2003GB002105 .
- Juutinen, S., Rantakari, M., Kortelainen, P., Huttunen, J. T., Larmola, T., Alm, J., Silvola, J., Martikainen, P. J. (2009). Methane dynamics in different boreal lake types, *Biogeosciences*, 6, 209–223.

- Jõgiste, A., Kutsar, K., Varjas, J. (2005). Säaskeedega levivad nakkushaigused Eestis. Eesti Arst, 84(3), 169-173.
- Järvalt, A., Bernotas, P., Silm, M. Kask, M. (2014). Angerjavaru ja rännete hindamine, varu hindamise meetodika tõhustamine siseveekogudel. Aruanne. EMÜ, Põllumajanduse- ja keskkonnainstituut, Limnoloogiakeskus.
<http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-angerjavarud.pdf>
- Järvalt, A., Kangur, A., Kangur, K., Kangur, P., Pihu, E. (2004). Fish and fisheries, in: Haberman, J., Pihu, E., Raukas, A. (Eds), Lake Võrtsjärv. Estonian Encyclopaedia Publishers, Tallinn, 335–354.
- Järvalt, A., Kask, M., Bernotas, P. (2010). Võrtsjärve kalavarude seisund ning angerjamajanduse kava täitmise analüüs 2010. Keskkonnaministeeriumi poolt finantseeritud lepingu nr 4-11/1711.07.2010 aruanne. Eesti Maaülikool. Tartu.
- Järvalt, A., Laas, A., Nõges, P., Pihu, E. (2005). The influence of water level fluctuations and associated hypoxia on the fishery of Lake Võrtsjärv, Estonia. *Ecology and Hydrobiology*, 4, 487–497.
- Järvan, U., Kanger, J., Kevvai, L., Sisask, M., Tüür, R. (1996). Eesti haritava maa agrookeemiliste seisundi kujunemine. EMPÜ teadustööde kogumik, 187, 15–27.
- Järveoja, J., Laht, J., Maddison, M., Soosaar, K., Ostonen, I., Mander, Ü. (2013). Mitigation of greenhouse gas emissions from an abandoned Baltic peat extraction area by growing reed canary grass: life-cycle assessment. *Regional Environmental Change*, 13(4), 781–795.
- Jüssi, I., Jüssi, M. (2001). Tegevuskava hallhüljeste kaitse korraldamiseks Eestis aastatel 2001-2005. Eesti Ulukid, 7.
- Jylhä, K., Toumenvirta, H., Ruosteenoja, K. (2004). Climate hange projections for Finland during the 21st century. *Boreal Environment Research*, 9, 127–152.
- Kaasik, A., Maasikmets A. (2013). Concentrations of airborne particulate matter, ammonia and carbon dioxide in large scale uninsulated loose housing cowsheds in Estonia. *Biosystems Engineering*, 114, 223–231.
- Kajan, E., Saarinen, J. (2013). Tourism, climate change and adaptation: a review, *Current Issues in Tourism*, 6(2), 167–195.
- Kalapüügiseadus. (1995). RT I 1995, 80, 1384.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/103072014023> (18.02.2015).
- Kalavarude seisund ja prognoos. (2014) Keskkonnaministeerium.
http://www.envir.ee/sites/default/files/kalavarude_luhiulevaade_2014.pdf
- Kaldaru, H. (2008). Metsa mitmekülgne kasutamine. Elanikkonna, erametsaomanike ja väikeettevõtjate küsitlus. Turu-uuringute AS.
- Kallis, A., Kull, A., Roose, A., Järvet, A., Kriis, E., Abroi, E.L., Põdersalu, H., Laas, I., Võrno, I., Jaagus, J., Kriiska, K., Eerme, K., Lember, K., Rannik, K., Aidla, K., Kaar, K., Kaare, K., Sakkeus, L., Kaasik, M., Mandel, M., Viisimaa, M., Möls, M., Kabral, K., Roots, O., Talkop, R., Laasma, T., Kallaste, T., Anis, T., Räim, T., Adermann, V., Suursaar, Ü. (2013). Eesti kuues kliimaaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. Tallinn. Keskkonnaministeerium.
- Kamenik, J. (2013). Rahe. <http://ilm.ee/?45886> (13.05.2013 00:00), (25.04.2015).

- Kangur, A., Kangur, P., Kangur, K., Möls, T. (2007a). The role of temperature in the population dynamics of smelt *Osmerus eperlanus eperlanus m. spirinchus* Pallas in Lake Peipsi (Estonia/Russia). *Hydrobiologia*, 584, 433–441.
- Kangur, A., Kangur, P., Pihu, E., Vaino, V., Tambets, M., Krause, T., Kangur, K. (2008). Kalad ja kalandus. Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (Toim.), Peipsi, lk. 317–340. Eesti Loodusfoto Publishers, Tallinn.
- Kangur, K., Ginter, K., Kangur, A., Kangur, P., Möls, T. (2015). Collapse of the vendace (*Coregonus albula*) population in Lake Peipsi: cumulative effects of extreme weather events in summer and winter and predator-prey interactions. *Boreal Environment Research* (submitted).
- Kangur, K., Ginter, K., Kangur, A., Kangur, P., Orru, K., Möls, T. (2011). Ekstreemsete ilmastikunähtuste ja kohaliku inimtegevuse koosmõju Peipsi kaladele. Rmt-s: Soomere, T., Nõges, T. (Toim.), Teadusmõte Eestis (VII) Meri. Järved. Rannik (37–48). Eesti Teaduste Akadeemia.
- Kangur, K., Kangur, A. (2014). Rääbis, ohustatud vääriskala Peipsis. *Eesti Loodus*, 5, 50–53.
- Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P., Ginter, K., Orru, K., Haldna, M., Möls, T. (2013). Long-term effects of extreme weather events and eutrophication on the fish community of Lake Peipsi (Estonia/Russia). *Journal of Limnology*, 72, 376–387.
- Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P., Ginter, K., Orru, K., Möls, T. (2010). Survetegurite mitmekesisus ja koosmõju Peipsi kalastiku seisundi kujunemisel. In: XI Eesti Ökoloogiakonverents, 8.–9. aprillil 2010, Tartu.
- Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P., Laugaste, R. (2005). Fish kill in Lake Peipsi in summer 2002 as a synergistic effect of cyanobacterial bloom, high temperature and low water level. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, 54, 67–80.
- Kangur, K., Kangur, K., Kangur, A. (2009). Effects of Natural and Man Induced Stressors on Large European Lake: Case Study of Lake Peipsi (Estonia/Russia). Kovar, P., Maca, P., Redinova, J. (Eds.), *Water Policy 2009 Water as a Vulnerable and Exhaustible Resource* (pp. 101–105). Prague, Czech Republic.
- Kangur, K., Möls, T., Haldna, M., Kangur, A., Kangur, P., Laugaste, R., Milius, A., Tanner, R. (2003). Peipsi elustiku, biogeenide ja veetaseme ühisdünaamika ning kriitiliste olukordade risk. Rmt: T. Frey (Toim.), *Kaasaegse ökoloogia probleemid*. Tartu, lk. 73–83.
- Kangur, K., Möls, T., Milius, A., Laugaste, R. (2003). Phytoplankton response to changed nutrient level in Lake Peipsi (Estonia) in 1992–2001. *Hydrobiologia*, 506–509, 265–272.
- Kangur, K., Park, Y.-S., Kangur, A., Kangur, P., Lek, S. (2007b). Patterning long-term changes of fish community in large shallow Lake Peipsi. *Ecological Modelling*, 203, 34–44.
- Kangur, M., Kotta, J., Kukk, T., Kull, T., Lilleleht, V., Luig, J., Ojaveer, H., Paaver, T., Vetemaa, M. (2005). *Invasiivsed võõrliigid Eestis*. Tallinn: Keskkonnaministeerium.
- Kangur, P., Kangur, A., Pihu, E., Jaani, A. (2000). Fluctuations of water level and catches of pike, *Esox lucius* L., in Lake Peipsi in recent decades. Nilsson, I. (Ed.), *Nordic Hydrological Conference 1* (pp. 51–57). Uppsala.
- Kaposts, V., Karinš, Z., Lazdinš, A. (2000). Use of sewage sludge in forest cultivation. *Baltic Forestry*, 6, 24–28.

- Karell, M. (2001). 1967. aasta augustiorkaan niitis maha kolm miljonit tihumeetrit metsa. Eesti Päevaleht.
- Karjalainen, M., Engström-Öst, J., Korpinen, S., Peltonen, H., Pääkönen, J.-P., Rönkkönen, S., Suikkanen, S., Viitasalo, M. (2007). Ecosystem consequences of cyanobacteria in the northern Baltic Sea. *Ambio*, 36, 195–202.
- Karlsson, A. M. L., Almqvist, G., Skora, K.E., Appelberg, M. (2007). Indications of competition between non-indigenous round goby and native flounder in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 479–486.
- Karofeld, E. (2011). Tingimuste loomine taassoostumiseks: kogemusi maailmast. Rmt-s: Paal, J. (Koost., Toim.). Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 111–130. Tartu, Vali trükikoda.
- Karofeld, E., Anier, T., Vellak, K. (2013). Sammaldest Tässi jääksoo korrastataval alal. *Samblasöber*, 16, 2–7.
- Karofeld, E., Vellak, K., Marmor, L., Paal, J. (2007). Aluselise õhusaaste mõjust Kirde-Eesti rabadele. *Metsanduslikud uurimused*, 47, 47–70.
- Kasimir-Klmedtsson, Å., Klmedtsson, L., Berglund, K., Martikainen, P., Silvola, J., Oeneman, O. (1997). Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. *Soil Use and Management*, 13, 245–250.
- Kask, K. (2015). Distribution and habitat preferences of the clouded apollo butterfly (*Parnassius mnemosyne* (L.)) in Estonia. Doctoral Thesis of the Estonian University of Life Sciences. Tartu. http://dspace.emu.ee/bitstream/handle/10492/1915/Kadri_Kask_DO2015.pdf?sequence=1 (14.05.2015).
- Kask, M., Laasimer, L. (1987). The significance of species at the margins of their area in the Estonian flora. *The Plant Cover of the Estonian SSR. Flora, Vegetation and Ecology*, 7–16. Tallinn, Valgus.
- Kask, R. (1994). Eesti muldade viljakus ja selle hindamine. *Agraarteadus*, 405–423.
- Kask, Ü. (2010). Olemasolev olukord biogaasi tootmises. Eesti aruanne. Biometaan mootorikütuseks. Tallinna Tehnikaülikool, Soojustehnika Instituut.
- Kask, Ü., Kask, L., Paist, A., 2007. Reed as Energy Resource in Estonia. In: *Read up on reed* (Eds. Ikonen, I., Hagelberg, E.), Southwest Finland Regional Environmental Centre, 2007, pp. 102–114.
- Kaubi, U. (2005). Suurtormid Eesti ja Euroopa metsades. *Eesti Mets*, 1.
- Kaubi, U. (2005). Suurtormid Eesti ja Euroopa metsades. *Eesti Mets*, 1. http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel396_377.html (18.02.2015).
- Kauhala, K., H. (2007). Metsäjäniskanta pienentynyt voimakkaasti. Riista- ja kalatalous. *Selvityksiä*, 3.
- Kellomäki, S., Karjalainen, T., Väisänen, H. (1997). More timber from boreal forests under changing climate? *Forest Ecology & Management*, 94(1–30), 195–208.
- Kellomäki, S., Kolström, M. (1993). Computations on the yield of timber by Scots pine when subjected to varying levels of thinning under changing climate in southern Finland. *Climate Change*, 32, 423–445.

- Kellomäki, S., Peltola, H., Nuutinen, T., Korhonen, K. T., Strandman, H. (2008). Sensitivity of managed boreal forests in Finland to climate change, with implications for adaptive management. *Philosophical Transactions of the Royal Society: B*, 363, 2341–2351.
- Keppart, L. (2015) Agrometeoroloogilise monitooringu ja uuringute tulemused. ETKI. <http://www.etki.ee/index.php/publikatsioonid/programmid#teaduskonverentsi-teaduselt-taimekasvatatajale-95-aastat-taimekasvatustlikku-teadustegevust-ettekanded>
- Keskkonnaagentuur. (2014a). Keskkonnaülevaade 2013. <http://www.keskkonnainfo.ee/main/index.php/et/component/content/article/887>
- Keskkonnaagentuur. (2014b). Mets 2013. Aastaraamat. Tartu. http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Mets_2013.pdf
- Keskkonnaministeerium. (2011). Üleujutusohuga seotud riskide esialgse hinnangu aruanne. <http://www.envir.ee/et/uueujutusohuga-seotud-riskide-esialgne-hinnang>
- Keskkonnaministeerium. (2012) Looduskaitse arengukava aastani 2020. 26.07.2012. a korraldus nr 332. http://www.envir.ee/sites/default/files/lak_lop.pdf
- Keskkonnaministeerium. (2013). Eesti kuues kliimaruanne ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta.
- Keskkonnaministeerium. (2015). Keskkonnaministeeriumi kodulehekül. <http://www.envir.ee/et/pinnavesi> (18.02.2015).
- Keskkonnaministeerium. (2015). Keskkonnaministeeriumi kodulehekül. (Viimati vaadatud 14.05.2015).
- Keskkonnaministeerium. (2015). Üleujutusohuga seotud riskide maandamiskavad. <http://www.envir.ee/et/uueujutusohuga-seotud-riskide-maandamiskavad>
- Keskkonnaministeerium. 2013. Keskkonnaministeeriumi kodulehekül. Pressiteade 19.10.2013. <http://www.envir.ee/et/uudised/populaarseimad-kalastuspaigad-vaiksemad-jarved-ja-joed> (23.02.2015).
- Keskkonnaministeerium: Üleujutusohupiirkonna ja üleujutusohuga seotud riskipiirkonna kaardid. <http://www.envir.ee/et/uueujutusohupiirkonna-ja-uueujutusohuga-seotud-riskipiirkonna-kaardid> (20.02.2015).
- Keskkonnasõbraliku majandamise toetuse saamise nõuded toetuse taotlemise ja taotluse menetlemise täpsem kord. (2010). RTL 2010, 21, 377. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116032012005> (17.02.2015).
- Keskkonnauuringute Keskus. (2015). <http://kik.ee> (05.02.2015).
- Keskkonnaülevaade 2013. (2014). Keskkonnaagentuur.
- Kettunen, M., Vihervaara, P., Kinnunen, S., D'Amato, D., Badura, T., Argimon, M., Ten Brink, P. (2012). Socio-economic importance of ecosystem services in the Nordic Countries. Synthesis in the context of The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). TemaNord 2012: 559. <http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/TEEB-Nordic-Synthesis-Report.pdf>
- Kiili, J. (2011). Haruldused Eesti imetajate faunas. Kull, T., Liira, J., Sammuli, M. (toim), Haruldused Eesti looduses. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 86, 107–141. Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.

- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tscharrntke, T. D. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303–313.
- Klein, L., Hermet, I. (Toim.). (2012). Eesti looduse kaitse aastal 2011. Tallinn: Keskkonnateabe Keskus.
- Kliimamuutused ja meie. (2010). Riigikogu Kantselei.
- Kliimamuutuste mõju Eestis - Teekaart riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia koostamiseks. (2013). Remmelgas, L. Balti Keskkonnafoorum, BEF EE. Kaasautorid: Oisalu, S., Jakobi, R., Keskkonnaministeerium, MTÜ Balti Keskkonnafoorum. Tallinn.
- Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik. KOM(2009) 147. (aprill 2009). Euroopa Komisjon. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ET:PDF>
- Klopfenstein, Ned B., Kim, Mee-Sook, Hanna, John W., Richardson, Bryce A., Lundquist, John E. (2009). Approaches to predicting potential impacts of climate change on forest disease: an example with *Armillaria* root disease. Res. Pap. RMRS-RP-76. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Koen, E. L., Bowman, J., Murray, D. L., Wilson, P. J. (2014). Climate change reduces genetic diversity of Canada lynx at the trailing range edge. *Ecography*, 37(8), 754–762.
- Kohv, M., Salm, J.-O. (2012). Soode taastamine Eestis. *Eesti Loodus*, 2012/04.
- Konkurentsivõime kava „Eesti 2020“. (2014) Vabariigi valitsus. Arengukavad ja strateegiad. https://riigikantselei.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/eesti2020_08.05.2014_kodu_lehele.pdf
- Kont, A., Jaagus, J., Aunap, R. (2003). Climate change scenarios and the effect of sea-level rise for Estonia. *Global and Planetary Change*, 36, 1–15.
- Kont, A., Ratas, U., Puurmann, E., Ainsaar, M., Pärtel, M., Zobel, M. (1996). Eustatic fluctuations of the world ocean and their impact on the environment and social life of Estonia. Punning, J.-M. (Ed.), *Estonia in the system of global climate change*. Tallinn: Institute of Ecology.
- Korjus, H., Põllumäe, P., Rool, S. (2011). Männi-, kuuse- ja kasepuistute majandamise tasuvus lühikese raieringi korral. *Metsanduslikud uurimused*, 54, 28–36.
- Kosk, A. (2012a). Kuresoo raba loodushüvede majanduslik väärtus. Ettekanne. 30.08.2012.
- Kosk, A. (2012b). Kuresoo raba loodushüvede majanduslik väärtus. Keskkonnaministeerium.
- Kotta J., Orav-Kotta H., Vuorinen I. (2005). Field measurements on the variability in biodeposition and estimates of grazing pressure of suspension feeding bivalves in the northern Baltic Sea. In: Dame R.F., Olenin S. (Eds.), *The Comparative Roles of Suspension-Feeders in Ecosystems*. Springer, Dordrecht, pp. 11–29.
- Kotta, J., Kotta, I., Simm, M., Põllupüü, M. (2009). Separate and interactive effects of eutrophication and climate variables on the ecosystem elements of the Gulf of Riga. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84, 509–518.

- Kotta, J., Lauringson, V., Kotta, I. (2007). Response of zoobenthic communities to changing eutrophication in the northern Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 580, 97–108.
- Kotta, J., Mohlenberg, F. (2002). Grazing impact of *Mytilus edulis* L. and *Dreissena polymorpha* (Pallas) in the Gulf of Riga, Baltic Sea estimated from biodeposition rates of algal pigments. *Annales Zoologici Fennici*, 39(2), 151–160.
- Kotta, J., Möller, T. (2014). Linking nutrient loading, local abiotic variables, richness and biomasses of 1 macrophytes and associated invertebrate species in the north-eastern Baltic Sea. *Estonian Journal of Ecology*, 63, 3, 145–167.
- Kotta, J., Möller, T., Orav-Kotta, H., Pärnoja, M. (2014). Realized niche width of a brackish water submerged aquatic vegetation under current environmental conditions and projected influences of climate change. *Marine Environmental Research*, 102, 88–101.
- Kotta, J., Orav-Kotta, H., Herkül, K., Kotta, I. (2011). Habitat choice of the invasive *Gammarus tigrinus* and the native *Gammarus salinus* indicates weak interspecific competition. *Boreal Environmental Research* 16, 64–72.
- Kotta, J., Paalme, T., Kersen, P., Martin, G., Herkül, K., Möller, T. (2008). Density dependent growth of the red algae *Furcellaria lumbricalis* and *Coccotylus truncatus* in the West-Estonian Archipelago Sea, northern Baltic Sea. *Oceanologia*, 50(4), 577–585.
- Kotta, J., Pärnoja, M., Katajisto, T., Lehtiniemi, M., Malavin, S. A., Reialu, G., Panov, V. E. (2013). Is a rapid expansion of the invasive amphipod *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 associated with its niche selection: a case study in the Gulf of Finland, the Baltic Sea. *Aquatic Invasions*, 8, 319–332.
- Kotta, J., Witman, J. (2009). Regional-scale patterns. In: Wahl, M. (Ed.) *Marine Hard Bottom Communities*, pp. 89–99. *Ecological Studies*, 206. Springer-Verlag.
- Kovtun, A., Torn, K., Kotta, J. (2009). Long-term changes in a northern Baltic macrophyte community. *Estonian Journal of Ecology*, 2009, 58, 4, 270–285.
- Kraufvelin, P., Salovius S. (2004). Animal diversity in Baltic rocky shore macroalgae: Can *Cladophora glomerata* compensate for lost *Fucus vesiculosus*? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61, 369–378.
- Kraufvelin, P., Salovius, S., Christie, H., Moy, F. E., Karez, R., Pedersen, M.F. (2006). Eutrophication-induced changes in benthic algae affect the behaviour and fitness of the marine amphipod *Gammarus locusta*. *Aquatic Botany*, 84, 199–209.
- Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10, 299–314.
- Kuidas mõjutavad kliimamuutused metsakasvatust? http://www.eramets.ee/uudised-1/sa-erametsakeskus/kuidas_mojutavad_kliimamuutused_metsakasvatust/ (25.02.2015).
- Kukk, T. (1999). *Eesti taimestik*. Tartu/Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus.
- Kukk, T., Sammul, M. (2006). Loodusdirektiivi poollooduslikud kooslused ja nende pindala Eestis. Sammul, M. (Toim.), *Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat*, 84, 114–155. Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.
- Kukk, T., Lõugas, L., Veski, S. (2000). Eesti elustiku mitmekesisuse muutustest pärast jääaega. Frey, T. (Toim.), *Kaasaegse ökoloogia probleemid. VIII: Loodusteaduslikud ülevaated Eesti Maa Päeval*, 90-109. Tartu: Eesti Ökoloogiakogu.

- Kukumägi, M., Ostonen, I., Kupper, P., Truu, M., Tulva, I., Varik, M., Aosaar, J., Sõber, J., Lõhmus, K. (2014). The effects of elevated atmospheric humidity on soil respiration components in a young silver birch forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 194, 167–174.
- Kulinski, K., Pempkowiak, J. (2011). The carbon budget of the Baltic Sea. *Biogeosciences*, 8, 3219–3230.
- Kull, K., Zobel, M. (1991). High species richness in an Estonian wooded meadow. *Journal of Vegetation Science*, 2, 715–718.
- Kull, T. (Koost./Toim.). (1999). Eesti bioloogilise mitmekesisuse strateegia ja tegevuskava. Tallinn: Keskkonnaministeerium.
- Kull, T., Kukk, T., Leht, M., Krall, H., Kukk, Ü., Kull, K., Kuusk, V. (2002). Distribution trends of rare vascular plant species in Estonia. *Biodiversity & Conservation*, 11, 171–196.
- Kullberg, C., Fransson, T., Hedlund, J., Jonzén, N., Langvall, O., Nilsson, J., Bolmgren, K. (2015). Change in spring arrival of migratory birds under an era of climate change, Swedish data from the last 140 years. *Ambio*, 44(1), 69–77.
- Kunin, W. E., Gaston K. J. (Toim.). (1997). The biology of rarity. London:Chapman Hall.
- Kupper, P., Sõber, J., Sellin, A., Lõhmus, K., Tullus, A., Räim, O., Lubenets, K., Tulva, I., Uri, V., Zobel, M., Kull, O., Sõber, A. (2011). An experimental facility for Free Air Humidity Manipulation (FAHM) can alter water flux through deciduous tree canopy. *Environmental and Experimental Botany*, 72 (3), 432–438.
- Kõlli, R., Ellermäe, O., Köster, T., Lemetti, I., Asi, E., Kauer, K. (2009). Stocks of organic carbon in Estonian soils. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58(2), 95–108.
- Kõlli, R., Asi, E., Köster, T. (2004). Organic Carbon pools in Estonian forest soils. *Baltic Forestry*, 10 (1), 19–26.
- Kõlli, R., Ellermäe, O. (2003). Humus status of postlithogenic arable mineral soils. *Agronomy Research*, 1(2), 161–174.
- Kõrs, A., Vilbaste, S., Käiro, K., Pall, P., Piirsoo, K., Truu, J., Viik, M. (2012). Temporal changes in the composition of macrophyte communities and environmental factors governing the distribution of aquatic plants in an unregulated lowland river (Emajõgi, Estonia). *Boreal Environment Research*, 17, 460–472.
- Käiro, K., Möls, T., Timm, H., Virro, T., Järvekülg, R. (2011). The effect of damming on biological quality according to macroinvertebrates in some Estonian streams, Central – Baltic Europe: a pilot study. *River Res. Appl.*, 27, 895–907.
- Käkki, K. 2014. Erinevate puidukaitsevahendite mõju puidusinetuse vältimiseks männipuidul. Bakalaureusetöö, Eesti Maaülikool, 34 lk
- Kärt, O. (Toim.). (24.04.2013). Maisisilo tähtsus loomasöödana suureneb. *Maaleht*. <http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/maisisilo-tahtsus-loomasoodana-suureneb?id=65991532> (17.02.2015).
- Külvik, M. (2014). Ökosüsteemiteenuste tüpoloogiast. Lähtepunkte mere- ja magevee-ökosüsteemiteenuste kaardistamisel. Eesti Maaülikool.
- Laanetu, N. (2004). Tegevuskava jõevähi (*Astacus astacus* L.) kaitseks, varude taastamiseks ja kasutamiseks Eestis.

[Http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/joevahitegevuskava2004-2010.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/joevahitegevuskava2004-2010.pdf)

Laanisto, L., Sammul, M., Kull, T., Macek, P., Hutchings, M. J. (2015). Trait-based analysis of decline in plant species ranges during the 20th century: a regional comparison between the UK and Estonia. *Global Change Biology*, (ilmumas).

Laas, E., Uri, V., Valgepea, M. (2011). *Metsamajanduse alused*. Tartu Ülikooli Kirjastus, 821 lk.

Lal, R. (2004). Agricultural activities and the global carbon cycle. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 70, 103–116.

Lal, R. (2005). Agricultural activities and the global carbon cycle. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 70, 103–116

Landauer, M., Sievänen, T., Neuvonen, M. (2009). Adaptation of Finnish cross-country skiers to climate change. *Fennia*, 187, 99–113.

Lane, A., Jarvis, A. (2007). Changes in Climate will modify the Geography of Crop Suitability: Agricultural Biodiversity can help with Adaptation. *Journal of Semi-arid Tropical Agricultural Research* | ejournal.icrisat.org.

Lappalainen, J., Erm, V., Kjellman, J., Lehtonen, H. (2000). Size-dependent winter mortality of age-0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in Pärnu Bay, the Baltic Sea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57, 451–458.

Larsson, L.-E. (2015). *Personaalne suhtlus*, Tartu, 13.04.2015.

Lasker, H. R., Coffroth, M. A. (1999). Responses of clonal reef taxa to environmental change. *American Zoologist* 39, 92–103.

Lauringson, V., Kotta, J., Kersen, P., Leisk, Ü., Orav-Kotta, H., Kotta, I. (2012). Use case of biomass-based benthic invertebrate index for brackish waters in connection to climate and eutrophication. *Ecological Indicators*, 12, 123–132.

Lauringson, V., Mälton, E., Kotta, J., Kangur, K., Orav-Kotta, H., Kotta, I. (2007) Environmental factors influencing the biodeposition of the suspension feeding bivalve *Dreissena polymorpha* (Pallas): Comparison of brackish and freshwater populations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75, 459–467.

Lawson, C. R., Bennie, J. J., Thomas, C. D., Hodgson, J. A., Wilson, R. J. (2014). Active Management of Protected Areas Enhances Metapopulation Expansion Under Climate Change. *Conservation Letters*, 7(2), 111–118.

Le Mer, J., Roger, P. (2001). Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. *European Journal of Soil Biology* 37, 25–50.

LeCain, D. R., Morgan, J. A., Schuman, G. E., Reeder, J. D., Hart, R. H. (2002). Carbon exchange and species composition of grazed pastures and exclosures in the shortgrass steppe of Colorado. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 93, 421–435.

Lehikoinen, A. (2009). *Climate forcing on avian life history*. Väitöskirja, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Lehtonen, H. (1996). Potential effects of global warming on northern European freshwater fish and fisheries. *Fisheries Management and Ecology*, 3, 59–71.

- Lehtonen, H., Lappalainen, J. (1995). The effects of climate on the year-class variations of certain freshwater fish species. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 121, 37–44.
- Leito, A., Elts, J., Mägi, E., Truu, J., Ivask, M., Kuu, A., Ööpik, M., Meriste, M., Ward, R., Kuresoo, A., Pehlak, H., Sepp, K., Luigujõe, L. (2014). Coastal grassland wader abundance in relation to breeding habitat characteristics in Matsalu Bay, Estonia. *Ornis Fennica*, 91(3), 149–165.
- Leito, A., Bunce, R. G. H., Külvik, M., Ojaste, I., Raet, J., Villoslada, M., Leivits, M., Kull, A., Kuusemets, V., Kull, T., Metzger, M. J., Sepp, K. (2015). The potential impacts of changes in ecological networks, land use and climate on the Eurasian crane population in Estonia. *Landscape Ecology*, 30(5), 887–904.
- Leito, A., Ojaste, I. (2009). III kaitsekategooria liigi sookure (*Grus grus*) kaitse tegevuskava (jätkukava) aastateks 2009–2013. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/sookurg.pdf (08.05.2015).
- Lemieux, C. J., Scott, D. J. (2005). Climate change, biodiversity conservation and protected area planning in Canada. *The Canadian Geographer*, 49(4), 384–399.
- Leppäkoski, E., Olenin, S. (2000). Non-native species and rates of spread: lessons from the brackish Baltic Sea. *Biological Invasions*, 2, 151–163.
- Lessin, G., Raudsepp, U., Stips, A. (2014). Modelling the Influence of Major Baltic Inflows on Near-Bottom Conditions at the Entrance of the Gulf of Finland. *Plosone* DOI: 10.1371/journal.pone.0112881
- Liang, Q., Chen, H., Gong, Y., Fan, M., Yang, H., Lal, R., Kuzyakov, Y. (2012). Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat–maize system in the north china plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 92, 21–33.
- Life Programme. (2015). Project database. <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm> (23.03.2015).
- Liiders, A. (2003). Metsa säästva kasutusega seotud rahvatraditsioonid – ülevaade ja tegevussuunised. MTÜ Eesti Metsaselts.
- Liivamägi, A., Kuusemets, V., Luig, J., Kask, K. (2013). Changes in the distribution of Clouded Apollo *Parnassius mnemosyne* (Lepidoptera: Papilionidae) in Estonia. *Entomologica Fennica*, 24(3), 186–192.
- Liivik, M. (2014). Biolagunevatest jäätmetest kvaliteedinõuetele vastava komposti tootmine ja turundamise võimalused Eestis. Lõputöö. Tallinna tehnikakõrgkool. Arhitektuuri ja keskkonnatehnika teaduskond. Tehnoökoloogia. Tallinn.
- Lima, F. P., Wethey, D. S. (2012). Three decades of high-resolution coastal sea surface temperatures reveal more than warming. *Nature Communications*, 3, 704.
- Lindborg, R., Eriksson, O. (2004). Historical landscape connectivity affects present plant species diversity. *Ecology*, 85, 1840–1845.
- Lindner, M., Fitzgerald, J. B., Zimmermann, N. E., Reyer, C., Delzon, S., van der Maaten, E., Schelhaas, M. J., Lasch, P., Eggers, J., van der Maaten-Theunissen, M., Suckow, F., Psomas, A., Poulter, B., Hanewinkel, M. (2014). Climate change and European forests: what do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management*, 146, 69–83.

Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M. J., Marchetti, M. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology & Management*, 259, 698–709.

Lippmaa, T. (1934). Eesti põisikulised (*Splachnaceae*). *Eesti Loodus*, 5, 99–102.

Lode, E. 2011. Üldised soovitusel ja seire korraldamine. Rmt-s: Paal, J. (Koost., Toim.). (2011). Jääsood, nende kasutamine ja korrastamine, 139–145. Tartu, Vali trükikoda.

Logan, J. A., Powell, J. A. (2001). Ghost forests, global warming, and the mountain pine beetle. *American Entomologist*, 47, 160–173.

Loodusdirektiiv. (1992). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN>

Looduse osa kliimamuutuses. (2009). Euroopa Komisjon. http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_ET.pdf (02.02.2015).

Loodushoiutoetuse taotlemise, taotluse läbivaatamise ja toetuse maksmise kord, nõuded toetuse maksmiseks ja toetuse määrad. (2004). RTL 2004, 75, 1228. <https://www.riigiteataja.ee/akt/112012011012> (05.02.2015).

Looduskaitse arengukava aastani 2020. Keskkonnaministeerium. http://www.envir.ee/sites/default/files/lak_lop.pdf

Looduskaitse seadus. (2004). RT I 2004, 38, 358. <https://www.riigiteataja.ee/akt/LKS> (24.01.2015).

Luck, G.W., Ricketts, T.H., Daily, G.C., Imhoff, M. (2004). Alleviating spatial conflict between people and biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 101, 182–186.

Lugato, E., Panagos, P., Bampa, F., Jones, A., Montanarella, L. (2014). A new baseline of organic carbon stock in European agricultural soils using a modelling approach. *Global Change Biology*, 20, 313–326.

Luhamaa, A., Kallis, A., Mändla, K., Männik, A., Pedusaar, T., Rosin, K. (2015). Eesti tuleviku kliima stsenaariumid aastani 2100. Lepingulise töö aruanne projekti “Eesti riikliku kliimamuutuste mõjuga kohanemise strateegia ja rakenduskava ettepaneku väljatöötamine” lisana. Keskkonnaagentuur.

Lundberg, C. (2013). Eutrophication, risk management and sustainability. The perceptions of different stakeholders in the northern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 66, 143–150.

Luonnonvarakeskusta. (2014). Metsatalouskäyttöön soveltumattomien ojitettujen soiden jatkokäyttö (LIFEPeatLandUse). (13.03.2014).

Luyssaert, S., Ciais, P., Piao, S. L., Schulze, E.-D., Jung, M., Zaehle, S., Schelhaas, M. J., Reichstein, M., Churkina, G., Papale, D., Abril, G., Beer, C., Grace, J., Loustau, D., Matteucci, G., Magnani, F., Nabuurs, G. J., Verbeeck, H., Sulkava, M., Vand der Werf, G. R., Janssens, I. A. (2010). The European carbon balance. Part 3: forests. *Global Change Biology*, 16, 1429–1450.

Lõhmus, A. (2004). Metsa looduskaitsebioloogia – üks looduskaitseteaduse harusid. *Eesti Mets*, 4. http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel371_342.html (16.01.2015).

- Lõhmus, A., Kohv, K., Palo, A., Viilma, K. (2004). Loss of Old-Growth, and the Minimum Need for Strictly Protected Forests in Estonia. *Ecological Bulletins*, 51, Targets and Tools for the Maintenance of Forest Biodiversity, 401–411.
- Löfgren, A., Jerling, L. (2003). Regional dynamics and dispersal in the vascular plant *Silene viscosa* (L.) inhabiting small islands. *Ecography*, 26(2), 171–178.
- Lüscher, A., Hebeisen, T., Zanetti, S., Hartwig, U. A., Blum, H., Hendrey, G. R., Nösberger J. (1996). Differences between legumes and non-legumes of permanent grassland in their responses to free-air carbon dioxide enrichment: its effect on competition in a multispecies mixture. In: Körner C., Bazzaz F. (Eds.) *Carbon dioxide, populations and communities*, pp. 287–300. San Diego, CA, USA: Academic Press.
- Lüscher, A., Hendrey, G.R., Nösberger, J. (1998). Long-term responsiveness to free air CO₂ enrichment of functional types, species and genotypes of plants from fertile permanent grassland, *Oecologia*, 113, 37–45.
- Maa-amet. (2012). Eesti Vabariigi 2011. a maavaravarude koondbilansid. Tallinn 2012.
- Maa-amet. (2013). Eesti Vabariigi 2012. a maavaravarude koondbilansid. Tallinn 2013.
- Maa-amet. (2014). Eesti Vabariigi 2013. a maavaravarude koondbilansid. Tallinn 2014.
- Maa-amet. (2015). Maardlate avalik kaardirakendus.
- Maa-amet. (2015). Maardlate avalik kaardirakendus. http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU213&user_id=at&bbox=634349.994434137.6525373,751692.005565863,6602882&LANG=1 (30.01.2015), juhend: http://geoportaal.maaamet.ee/data/files/Maardlate_avaliku_rakenduse_kasutajajuhend_v6_0.pdf?t=20140609101225 (30.01.2015).
- Maa-amet. (2015). Maardlate avalik kaardirakendus. http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis?app_id=UU213&user_id=at&bbox=634349.994434137.6525373,751692.005565863,6602882&LANG=1 (30.01.2015), juhend: http://geoportaal.maaamet.ee/data/files/Maardlate_avaliku_rakenduse_kasutajajuhend_v6_0.pdf?t=20140609101225 (30.01.2015).
- Maaelu arengukava 2007–2013. Maaeluministerium.
- Maaelu arengukava 2014–2020. Maaeluministerium. <http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/eesti-maaelu-arengukava-mak-2014-2020>
- Maapõueseadus. (2004). RT I, 12.07.2014, 76. <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072014076?leiaKehtiv> (16.02.2015)
- MacDonald, D., Barret, P. (2002). Euroopa imetajad. Eesti Entsüklopeediakirjastus. 314 lk.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., Bazzaz, F. A., (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10, 689–710.
- MacKenzie, B. M, Alheit, J., Conley, D. J, Holm, P., Kinze, C. C. (2002). Ecological hypotheses for a historical reconstruction of upper trophic level biomass in the Baltic Sea and Skagerrak. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59, 173–190.
- MacKenzie, B. R., Köster, F. W. (2004). Fish production and climate: sprat in the Baltic Sea. *Ecology*, 85, 784–794.
- MacKenzie, B.R., Gislason, H., Möllmann, C., Köster, F.W. (2007). Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries. *Glob. Chan. Biol.* 13, 1–20.

- Mahepõllumajandusliku tootmise toetuse saamise nõuded, toetuse taotlemise ja taotluse menetlemise täpsem kord. (2010). RTL 2010, 20, 360. <https://www.riigiteataja.ee/akt/125022013015> (17.02.2015).
- Mainka, S. A., Howard, G. W. (2010). Climate change and invasive species: double jeopardy. *Integrative Zoology*, 5, 102–111.
- Malcolm, J. R., Liu, C., Miller, L. B., Allnutt, T., Hansen, L. (2002). Habitats at Risk: Global warming and species loss in globally significant terrestrial ecosystems. Washington: WWF. <https://wwf.fi/mediabank/1072.pdf> (04.02.2015).
- Maljanen, M., Sigurdsson, B. D., Guomundsson, J., Oskarsson, H., Huttunen, J. T., Martikainen, P. J. (2010). Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries - present knowledge and gaps. *Biogeosciences*, 7, 2711–2738.
- Manchester, S. J., Bullock, J. M. (2000). The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. *Journal of Applied Ecology*, 37, 845–864.
- Mander, Ü., Järveoja, M., Maddison, K., Soosaar, R., Aavola, I., Ostonen, J.-O., Salm, J.-O. (2011). Reed canary grass cultivation mitigates greenhouse gas emissions from abandoned peat extraction areas. *GCB Bioenergy*, 1757–1707.
- Mander, Ü., Kull, A., Kuusemets, V., Tamm, T. (2000). Nutrient runoff dynamics in a rural catchment: Influence of land-use changes, climatic fluctuations and ecotechnological measures. *Ecological Engineering*, 14, 405–417.
- Mander, Ü., Uemaa, E., Kull, A., Kanal, A., Maddison, M., Soosaar, K., Salm, J.-O., Lesta, M., Hansen, R., Kuller, R., Harding, A., Augustin, J. (2010). Assessment of methane and nitrous oxide fluxes in rural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 98, 172–181.
- Manna, M. C., Swarup, A., Wanjari, R. H., Mishra, B., Shahi, D. K. (2007). Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. *Soil Tillage and Research*, 94, 397–409.
- Martikainen, P. J., Nykanen, H., Alm, J., Silvola, J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophic level. *Plant and Soil*, 169, 571–577.
- Martikainen, P. J., Nykanen, H., Crill, P., Silvola, J. (1993). Effect of a lowered water-table on nitrous-oxide fluxes from Northern peatlands. *Nature*, 366, 51–53.
- Martin, G., Paalme, T., Torn, K. (2006). Seasonality pattern of biomass accumulation in a drifting *Furcellaria lumbricalis* community in the waters of the West Estonian Archipelago, Baltic Sea. *Journal of Applied Phycology*, 18, 557–563.
- Martin, M. (2011). Kiilide (*Odonata*) uurimine Eestis 1990-2010. Rmt-s: Kull, T., Liira, J., Sannil, M. (Toim), Harudused Eesti looduses. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 86, 217–221. Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.
- Masing, V. (1988). Soode mõiste, levik ja väärtus. Rmt-s: Valk, U. (Koost.), Eesti sood. Valgus, Tallinn, lk 7–21.
- Masing, V. (1992). Ökoloogialeksikon. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. 284 lk.
- Mazur-Marzec, H., Krezel, A., Kobos, J., Plinski, M. (2006). Toxic *Nodularia spumigena* blooms in the coastal waters of the Gulf of Gdansk: a ten-year survey. *Oceanologia*, 48, 255–273.

- Mathiesen, A. (1940). Saare- ja tammepuistute hooldamisest pärast 1940. a. külma talve. Eesti Mets, 20, 331–334.
- Mayer, J. (2014). Wild pigs in North-America: history, distribution, ecology and challenges. 8th International Congress for Wildlife and Livelihoods on Private and Communal Lands: Livestock, Tourism, and Spirit, Sept 7-12, 2014, Estes Park Colorado. http://digitool.library.colostate.edu/R/?func=collections&collection_id=4667
- Mee tootmise ja turustamise arendamise Eesti riiklik programm 01.09.2010 – 31.08.2013. (2010). Maaeluministeerium, Eesti Mesinike Liit http://2010-2013.mesindusprogramm.eu/sites/default/files/mesindusprogramm_2010-2013.pdf
- Meier, H. E. M., Andersson, H. C., Arheimer, B., Blenckner, T., Chubarenko, B., Donnelly, C., Eilola, K., Gustafsson, B. G., Hansson, A., Havenhand, J., Høglund, A., Kuznetsov, I., MacKenzie, B. R., Müller-Karulis, B., Neumann, T., Niiranen, S., Piwowarczyk, J., Raudsepp, U., Reckermann, M., RuohoAirola, T., Savchuk, O. P., Schenk, F., Schimanke, S., Väli, G., Weslawski, J.-M., Zorita, E. (2012). Comparing reconstructed past variations and future projections of the Baltic Sea ecosystem – first results from multi-model ensemble simulations, Environmental Research Letters, 7, 034005, doi:10.1088/1748-9326/7/3/034005.
- Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M., Price, M. V. (2007). Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. Ecology Letters, 10, 710–717.
- Mere ja siseveekogude ökosüsteemiteenuste määramise ja kaardistamise metodoloogia väljatöötamine. (2015) <http://www.ctc.ee/kaimasolevad-projektid/ecosystem-services>
- Merestrategia raamdirektiiv. (2008). Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2008/56/EÜ. Keskkonnaministeerium. <http://www.envir.ee/sites/default/files/msrd-est.pdf>
- Metsa majandamise eeskiri. (2006). RTL 2007, 2, 16. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13129185?leiaKehtiv> (15.02.2015).
- Metsakasvatuse tarkused erametsaportaalis. (29.05.2014). Sinu Mets, 35, lk 10.
- Metsamarjad. (2015) <http://metsjam-d.weebly.com/index.html>
- Metsanduse arengukava aastani 2020. http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak2020vastuvoetud.pdf
- Metsaseadus. (2006). RT I 2006, 30, 232. <https://www.riigiteataja.ee/akt/MS> (18.02.2015).
- Metsaökosüsteemi Õhuniiskusega Manipuleerimise Eksperiment. <https://sisu.ut.ee/fahm1/avaleht> (15.02.2015).
- Miljan, J., Kask, Ü. (2013). Pilliroog ja selle kasutamise võimalused. http://www.eby.ee/raamat/Pilliroo_kasutamine.pdf
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington, DC: Island Press.
- Ministry of Agriculture and Forestry of Finland. (2005). Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change. 1a/2005.
- Ministry of the Environment. (2014). National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990–2012. Tallinn.

- Minkkinen, K., Byrne, A. K., Trettin, C. (2008). Climate impacts of peatland forestry. Ptk 4, pp 98–119. – Rmt-s. Strack, M. (Ed.), 2008. Peatlands and climate change. International Peat Society.
- Minkkinen, K., Korhonen, R., Savolainen, I., Laine, J. (2002). Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1900–2100 – the impact of forestry drainage. *Global Change Biology*, 8, 785–799.
- Mokrech, M., Kebede, A.S., Nicholls, R. J., Wimmer, F., Feyen, L. (2014). An integrated approach for assessing flood impacts due to future climate and socio-economic conditions and the scope of adaptation in Europe. *Climatic Change*, 128(3-4), 245–260.
- Molnár, A., Tökölyi, J., Végvári, Z., Sramkó, G., Sulyok, J., Barta, Z. (2012). Pollination mode predicts phenological response to climate change in terrestrial orchids: a case study from central Europe. *Journal of Ecology*, 100(5), 1141–1152.
- Mooney, H. A., Hofgaard, A. (1999). Biological invasions and global change. Sandlund, O.T., Schei, P.J., Viken, Å. (Eds.), *Invasive species and biodiversity management* (pp. 139–148). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Morgan, J. A. Milchunas, D.G., LeCain, D. R., West, M., Mosier, A. R. (2007). Carbon dioxide enrichment alters plant community structure and accelerates shrub growth in the shortgrass steppe, *PNAS*, 104, 14724–14729.
- Moritz, C., Agudo, R. (2013). The Future of Species Under Climate Change: Resilience or Decline? *Science*, 341, 504–508.
- Moss, B., Kosten, S., Meerhoff, M., Battarbee, R. W., Jeppesen, E., Mazzeo, N., Havens, K., Lacerot, G., Liu, Z., De Meester, L., Paerl, H., Scheffer, M. (2011). Allied attack: climate change and eutrophication. *Inland Waters*, 1, 101–105.
- Muhlfeld, C. C., Kovach, R. P., Jones, L. A., Al-Chokhachy, R., Boyer, M. C., Leary, R. F., Lowe, W. H., Luikart, G., Allendorf, F. W. (2014). Invasive hybridization in a threatened species is accelerated by climate change. *Nature Climate Change*, 4, 620–624.
- Murray, D. L., Cox, E.W., Ballard, W. B., Whitlaw, H.A., Lenarz, M. S., Custer, T.W., Barnett, T., Fuller. T. K. (2006). Pathogens, nutritional deficiency and climate influences on a declining moose population. *Wildlife Monograph*, 166, 1–30.
- Mäeinstituut. (2015). Turba kaevandamise tehnoloogia. <http://www.ene.ttu.ee/Maeinstituut/talveakadeemia/TA2007/Kaevandamistehnoloogiad.pdf> (11.2.2015)
- Mälson, K. 2008. Plant responses after drainage and restoration in rich fens. *Acta Universitatis Upsaliensis. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology* 439. 33 pp. Uppsala.
- Mänd, M., Martin, A.-J., Viiralt, R., Geherman, V., Karise, R., Koskor, E. (2004). Kimalaste toiduressursid ökoloogilise ja konventsionaalse maaviljelusega taludes Eestis. *Agraarteadus*, 15, 28–37.
- Mänd, M., Mänd, R., Williams, I. H. (2002). Bumblebees in the agricultural landscape of Estonia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 89, 69–76.
- Möllmann, C., Diekmann, R., Müller-Karulis, B., Kornilovs, G., Plikshs, M., Axe, P. (2009). Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic pressure: a discontinuous regime shifts in the Central Baltic Sea. *Global Change Biology*, 15, 1377–1393.

- Möllmann, C., Kornilovs, G., Fetter, M., Köster, F. W. (2005). Climate, zooplankton and pelagic fish growth in the Central Baltic Sea. *ICES J Mar Sci*, 62, 1270–1280.
- Möllmann, C., Kornilovs, G., Sidrevics, L. (2000). Long-term dynamics of main mesozooplankton species in the central Baltic Sea. *J Plankton Res*, 22, 2015–2038.
- Möllmann, C., Köster, F. W., Kornilovs, G., Sidrevics, L. (2003). Interannual variability in population. Dynamics of calanoid copepods in the Central Baltic Sea. *ICES Marine Science Symposia*, 219, 220–230.
- Naaber, J. (1998). Tormi mõju Mahtra jahimajandi tegevusele. Sajandi suurtormid Eesti metsades. *Eesti Metsaselts*, 60–62.
- Nabuurs, G.J., O. Masera, K. Andrasko, P. Benitez-Ponce, R. Boer, M. Dutschke, E. Elsiddig, J. Ford-Robertson, P. Frumhoff, T. Karjalainen, O. Krankina, W.A. Kurz, M. Matsumoto, W. Oyhantcabal, N.H. Ravindranath, M.J. Sanz Sanchez, X. Zhang (2007). Forestry. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- National Energy and Climate Strategy. (2013). Government Report to Parliament on 20 March 2013. Finland.
- National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990–2012. (2014). Tallinn. Ministry of the Environment.
- Naumann, M., Mohrholz, V., Nausch, G. (2015). Baltic inflow of December 2014. Leibniz Institute for Baltic Sea Research Warnemünde. <http://www.io-warnemuende.de/baltic-inflow-of-december-2014.html>
- Nausch, G., Nehring, D., Aertebjerg, G. (1999). Anthropogenic nutrient load of the Baltic Sea. *Limnologia*, 29, 233–241.
- Newton, P. C. D., Lieffering, M., Li, F. Y., Ganesh, S., Dodd, M. (2014). Detection of historical changes in pasture growth and attribution to climate change. *Climate Research*, 61, 203–214.
- Ngwabie, N. M., Jeppsson, K.-H., Gustafsson, G., Nimmermark, S. (2011). Effects of animal activity and air temperature on methane and ammonia emissions from a naturally ventilated building for dairy cows. *Atmospheric Environment*, 45, 6760–6768.
- Nicholls, M. (2014). *Climate Change: Implications for Tourism - Key Findings from the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report*. European Climate Foundation. University of Cambridge.
- Niglas, A., Kupper, P., Tullus, A., Sellin, A. (2014). Responses of sap flow, leaf gas exchange and growth of hybrid aspen to elevated atmospheric humidity under field conditions. *AoB PLANTS*, 6, plu021.
- Niinistö, S. M., Silvola, J., Kellomäki, S. (2004). Soil CO₂ efflux in a boreal pine forest under atmospheric CO₂ enrichment and air warming. *Global Change Biology*, 10, 1363–1376.
- Niitlaan, E. (2015). Eesti Turbaliidu kommentaarid, esitatud e-maili teel, Tallinn, 24.04.2015.

- Nijp, J. J., Limpens, J., Metselaar, K., van der Zee, S.E.A.T.M., Berendse, F., Robroek, B. J. M. (2014). Can frequent precipitation moderate the impact of drought on peatmoss carbon uptake in northern peatlands? *New Phytologist*, 203, 70–80.
- Nilson, A. (2004). Eri mõtteviisidest metsanduses ja ökousust. *Eesti Mets*, 3. http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel339_311.html (06.01.2015).
- Nilson, A., Kiviste, A., Korjus, H., Mihkelson, S., Etverk, I., Oja, T. (1999). Impact of recent and future climate change on Estonian forestry and adaptation tools. *Climate Research*, 12, 205–214.
- Nilsson, J., Engvist, R., Persson, L.-E. (2004). Long-term decline and recent recovery of *Fucus* populations along the rocky shores of southeast Sweden, Baltic Sea. *Aquatic Ecology*, 38, 587–598.
- Nilsson, P. A., Norrgård, J. R., Nyqvist, D., Österling, E. M., Piccolo, J. J., Schneider, L. D., Greenberg, L., Jonsson, B. (2015). Ice cover alters the behavior and stress level of brown trout *Salmo trutta*. *Behavioral Ecology* (2015), 00(00), 1–8. doi:10.1093/beheco/arv019
- NIR. (2012). Greenhouse gas emissions in Estonia 1990–2010. National Inventory Report 2012 under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Tallinn http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php (10.04.2015).
- Nissling, A., Dahlman, G. (2010). Fecundity of flounder, *Pleuronectes flesus*, in the Baltic Sea - Reproductive strategies in two sympatric populations. *Journal of Sea Research*, 64(3), 190–198.
- Nissling, A., Westin, L. (1997). Salinity requirements for successful spawning of Baltic and Belt Sea cod and the potential for cod stock interactions in the Baltic Sea. *Marine Ecology – Progress Series*, 152(1–3), 261–271.
- Nohara, D., Kitoh, A., Hosaka, M., Oki, T. (2006). Impact of Climate Change on River Discharge Projected by Multimodel Ensemble. *Journal of Hydrometeorology* 7, 1076–1089.
- Normand, S., Svenning, J., Skov, F. (2007). National and European perspectives on climate change sensitivity of the habitats directive characteristic plant species. *Journal for Nature Conservation*, 15, 41–53.
- Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E., Lapoint, E. (2013). Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, 178, 229–236.
- Nõges, P., Jaagus, J., Järvet, A., Nõges, T., Laas, A. (2012). Keskkonnaministeeriumiga sõlmitud lepingulise uurimuse aruanne “Kliimamuutuse mõju veeökosüsteemidele ning põhjaveele Eestis ja sellest tulenevad veeseireprogrammi võimalikud arengusuunad”. *Eesti maaülikool*. 249 lk. http://www.envir.ee/sites/default/files/kliimamuutustemojuveele_eestis.pdf
- Nõges, P., Nõges, T. (2014). Weak trends in ice phenology of Estonian large lakes despite significant warming trends. *Hydrobiologia*, 731, 5–18.
- Nõges, T. (2009). Trends in air temperature in Estonia and in water temperature of Estonian large lakes in 1961–2004, possible consequences on water quality. *Verh. Internat.Verein. Limnol.* 30(7), 997–999.

- Nõges, T., Nõges, P. (2011). Kuidas kliimamuutused mõjutavad järvede elustikku ja aineringeid? Rmt-s: Soomere, T., Nõges, T. (Toim.), Teadusmõte Eestis (VII) Meri. Järved. Rannik (25–36). Eesti Teaduste Akadeemia.
- Nõges, T., Nõges, P., Cardoso, A. C. (2010). Review of published climate change adaptation and mitigation measures related with water. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 127 lk EUR 24682 EU, ISSN 1018-5593, ISBN 978-92-79-18984-5, doi:10.2788/18203
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/15801>
- Nyberg, P., Bergstrand, E., Degerman, E., Enderlein, O. (2001). Recruitment of pelagic fish in an unstable climate: studies in Sweden's four largest lakes. *Ambio*, 30, 559–564.
- Nykänen H., Silvola, J., Alm, J., Martikainen, P. J. (1995). Emissions of CH₄, CO₂ and N₂O from a virgin fen and a fen drained for grassland in Finland. *Journal of Biogeography*, 22, 351–357.
- OEPP/EPPO. (1997). EPPO Standard PM 5/3; Guidelines on pest risk analysis – pest risk assessment scheme. *Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin* 27, 281–305.
- Ojanen P., Minkkinen K., Penttilä T. (2013). The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *Forest Ecology & Management*, 289, 201–208.
- Ojaveer, E., Kalejs, M. (2005). The impact of climate change on the adaptation of marine fish in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1492–1500.
- Ojaveer, E., Piirsoo, L.-E., Kotta, J. (2011). Vee võõrliikide käsiraamat. Marvet, A. (Toim.) Keskkonnaministeerium, Tallinn. ISBN 978-9985-881-75-0
<http://www.envir.ee/sites/default/files/voorliigidveesveeb.pdf> (20.05.2015).
- Ojaveer, H., Eek, L., Kotta, J. (2011). Vee võõrliikide käsiraamat. Tallinn: Keskkonnaministeerium.
- Ojaveer, H., Kotta, J. (2014). Ecosystem impacts of the widespread non-indigenous species in the Baltic Sea: literature survey evidences major limitations in knowledge. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-014-2080-5
- Olesen, J. E., Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, 16, 239–262.
- Olesk, K. (2014) 2013. aasta põhjaveevaru bilanss. Keskkonnaagentuur, veesosakond. Tallinn.
- Omstedt, A., Moa, E., Björn, C., Frodin, P., Gustafsson, E., Humborg, C., Hägg, H., Mörth, M., Rutgersson, A., Schurgers, G., Smith, B., Wällstedt, T., Yurova, A. (2012). Future changes in the Baltic Sea acid–base (pH) and oxygen balances. *Tellus*, 64B, 1–23.
- Omstedt, A., Pettersen, C., Rodhe, J., Winsor, P. (2004). Baltic Sea climate: 200 yr of data on air temperature, sea level variation, ice cover, and atmospheric circulation. *Climate Research*, 25, 205–216.
- Oren, R., Kull, K., Noormets, A. (2008). Olevi Kull's lifetime contribution to ecology. *Tree Physiology*, 28, 483–490.
- Orru, K., Kangur, K., Kangur, P., Ginter, K., Kangur, A. (2014). Recreational ice fishing on the large Lake Peipsi: socioeconomic importance, variability of ice-cover period, and possible implications for fish stocks. *Estonian Journal of Ecology*, 63, 4, 282–298.
- Orru, M. (1992). Eesti turbavarud. Eesti Geoloogiakeskus.

- Orru, M. (2010). Dependence of Estonian peat deposit properties on landscape types and feeding conditions. Thesis on power engineering, Electrical engineering, mining engineering D46. TTÜ Kirjastus, Tallinn, 121 lk.
- Orru, M., Orru, H. (2008). Sustainable use of Estonian peat reserves and environmental challenges. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 57, 87–93.
- Orru, M., Orru, H., Tuulik, V., Übner, M. (2007) Eesti turba balneoloogiliste kasutamise võimaluste uuring (III etapp). Eesti Geoloogiakeskus, Rakendusgeoloogia osakond. Tallinn
- Orsenigo, S., Mondoni, A., Rossi, G., Abeli, T. (2014). Some like it hot and some like it cold, but not too much: plant responses to climate extremes. *Plant Ecology*, 215(7), 677–688.
- Ostonen, I., Helmisaari, H-S., Borken, W., Tedersoo, L., Kukumägi, M., Bahram, M., Lindroos, A-J., Nöjd, P., Uri, V., Merilä, P., Asi, E., Lõhmus, K. (2011). Fine root foraging strategies in Norway spruce forests across a European climate gradient. *Global Change Biology*, 17(12), 3620–3632.
- Ott, I. (1994). Vesi on järve peegel. *Eesti Loodus*, 2, 53–54.
- Ott, I. (2010). Väikejärvede ökoloogilise seisundi muutustest ja seire korraldusest. Ettekanne Seirefoorumil 4. nov. 2010. www.keskkonnainfo.ee. (18.02.2015).
- Ott, I. ja T. Kõiv (Toim.). (2005). Lake Verevi, Estonia – A Highly Stratified Hypertrophic Lake. *Developments in Hydrobiology*, 182. Springer.
- Owensby, C. E. (1998). Role of grasslands as modifiers of global climate change. *Proceedings of the 18th International Grassland Congress*, 189–192. Winnipeg, Canada.
- Paal, J. (1999). Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. Tartu. 200 lk.
- Paal, J. (2004). Euroopas väärtustatud elupaigad Eestis. Tallinn: Eesti Keskkonnaministeerium.
- Paal, J. (2007). Loodusdirektiivi elupaigatüüpide käsiraamat. Tallinn: Eesti Keskkonnaministeerium.
- Paal, J. (2011). Energianiidu rajamine. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 88–89. Tartu, Vali trükikoda.
- Paal, J. (koost.) (2007). Jääksoodide korrastamise käsiraamat. Tartu.
- Paal, J., Ilomets, M., Fremstad, E., Moen, A., Børset, E., Kuusemets, V., Truus, L., Leibak, E. (1999). Eesti märgalade inventuur 1997. a. projekti „Eesti märgalade kaitse ja majandamise strateegia“ aruanne. Eesti Loodusfoto, Tartu.
- Paal, J., Leibak, E. (2011). Eesti soode seisund ja kaitstus. ELF, Regio AS, Tartu.
- Paal, J., Leibak, E. (2013). Eesti soode seisund ja kaitstus. Tartu: Eestimaa Looduse Fond.
- Paal, T. (2011). Marjakasvatuse rajamine. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 64–69. Tartu, Vali trükikoda.
- Paal, T., Starast, M., Karp, K. 2003. Walyw wapnowania na azrost borowki niskiej rosnacej na torfowiskach wysokich. In: Konferencja „Uprawne rosliny wrsowate“, Skierniewice, Polskich, pp. 71–86.
- Paalme, T., Kotta, J., Kersen, P., Martin, G., Kukk, H., Torn, K. (2011). Inter-annual variations in biomass of loose lying algae *Furcellaria-Coccotylus* community: The relative

importance of local versus regional environmental factors in the West Estonian Archipelago. *Aquatic Botany*, 95, 146–152.

Paaver, T., Kasesalu, J., Gross, R., Puhk, M., Tohver, T., Liiv, A., Aid, M. (2006). *Kalakasvatus ja kalade tervishoid*. Tartu, 191 lk.

Pajusalu, L., Martin, G., Põllumäe, A., Paalme, T. (2013). Results of laboratory and field experiments of the direct effect of increasing CO₂ on net primary production of macroalgal species in the brackish water ecosystems. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 62, 148–154.

Palm, V. (2001a). Ihtüofenoloogiline kalender. Rmt.: Ahas, R. (toim.), *Eesti looduse kalender*. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis. Tartu: 187–205.

Palm, V. (2001b). Eesti ihtüofenoloogiline kalender kui kliimamuutuste uurimise allikas. *Eesti Loodus*, 1, 14–17.

Palm, V. (2003). Ihtüofenoloogiliste faaside seosed sesoonsete hüdroloogiliste muutustega veekogudes. Magistritöö. TÜ Geograafia Instituut, Tartu, 139 lk.

Parmanne, R., Lindstrom, K. (2003). Annual variation in gobiid larval density in the northern Baltic sea. *Journal of Fish Biology*, 62(2), 413–426.

Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37(1), 637–669.

Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J. K., Thomas, C. D., Descimon, H., Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W. J., Thomas, J.A., Warren, M. (1999). Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*, 399, 579–583.

Parmesan, C., Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37–42.

Paul, E. A., Clark, F. E. (1996). *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, USA.

Paul-Limoges, E., Black, T. A., Christen, A., Nesic, Z., Jassal, R. S. (2015). Effect of clearcut harvesting on the carbon balance of a Douglas-fir forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 203, 30–42.

Pauls, S. U., Nowak, C., Bálint, M., Pfenninger, M. (2013). The impact of global climate change on genetic diversity within populations and species. *Molecular Ecology*, 22(4), 925–946.

Paustian, K., Andren, O., Janzen, H. H., Lal, R., Smith, P., Tian, G., Tiessen, H., Van Noordwijk, M., Woomer, P. L. (1997). Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use and Management*, 13, 230–244.

Peat production decreasing in Finland. (2014). Finnish Environmental Institute. [\(http://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Natural_resources/Peat_production_decreasing_in_Finland\(28239\)\)](http://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Natural_resources/Peat_production_decreasing_in_Finland(28239)) (20.3.2014)

Peipsi koostöökeskus. (2015) www.ctc.ee

Peltola, H., Ikonen, V-P., Gregow, H., Strandman, A., Kilpeläinen, A., Venäläinen, A., Kellomäki, S. (2010). Impacts of climate change on timber production and regional risks of

- wind-induced damage to forests in Finland. *Forest Ecology and Management*, 260, 833–845.
- Peltonen-Sainio, P., Jauhianen, L., Hakala, K., Ojanen, H. (2009). Climate change and prolongation of growing season: changes in regional potential for field crop production in Finland. *Agricultural and Food Science*, 18, 171–190.
- Peltonen-Sainio, P., Niemi, J. (2012). Protein crop production at the northern margin of farming: to boost or not to boost. *Agricultural and Food Science*, 21, 370–383.
- Penu, P. (2006). Eesti muldadeest põllumehele. Saku.
- Perch-Nielsen, S. L., Amelung, B., Knutti, R. (2010). Future climate resources for tourism in Europe based on the daily Tourism Climatic Index. *Climatic Change*, 103, 363–381.
- Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proenca, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W., Fernandez-Manjarres, J. F., Araujo, M. B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W. W. L., Chini, L., Cooper, H.D., Gilman, E. L., Guenette, S., Hurtt, G. C., Huntington, H. P., Mace, G. M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R. J., Sumaila, U. R., Walpole, M. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330, 1496–1501.
- Perkins, D.V., Reiss J., Yvon-Durocher, G., Woodward, G. (2010). Global change and food webs in running waters. *Hydrobiologia*, 657, 181–198.
- Peters, R. L., Lovejoy, T. E. (1992). *Global Warming and Biological Diversity*. London: Yale University Press.
- Peterson, A. T. (2011). *Ecological niches and geographic distributions (MPB-49) (No. 49)*. Princeton University Press.
- Pfeifer, S., Doris, S., Dippner, J.W. (2005). Effect of temperature and salinity on acetylcholinesterase activity, a common pollution biomarker, in *Mytilus* sp. from the south-western Baltic Sea. *J Exp Mar Biol Ecol*, 320(1), 15, 93–103.
- Pietikäinen, J., Pettersson, M., Baath, E. (2005). Comparison of temperature effects on soil respiration and bacterial and fungal growth rates. *FEMS Microbial Ecology*, 52, 49–58.
- Piirsoo, K., Pall, P., Tuvikene, A., Viik, M. (2008). Temporal and spatial patterns of phytoplankton in a temperate lowland river (Emajõgi, Estonia). *Journal of Planktonic Research*, 30 (11), 1285–1295.
- Piirsoo, K., Pall, P., Tuvikene, A., Viik, M., Vilbaste, S. (2010). Assessment of water quality in a large lowland river (Narva, Estonia/Russia) using a new Hungarian potamoplanktic method. *Estonian Journal of Ecology*, 59(4), 243–258.
- Piirsoo, K., Viik, M., Kõiv, T., Käiro, K., Laas, A., Nõges, T., Pall, P., Selberg, A., Toomsalu, L., Vilbaste, S. (2012). Characteristics of dissolved organic matter in the inflows and in the outflow of Lake Võrtsjärv, Estonia. *Journal of Hydrology*, 475, 306–313.
- Pikk, J. (2011). *Metsastamine. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine*, 69–81. Tartu, Vali trükikoda.
- Pikka, J. (2004). Reoveesetete kasutamisest väheviljakate põllumaade metsastamisel. *Metsanduslikud Uurimused*, 41, 62–72.
- Pikka, J. (2005). Use of wastewater sludge for soil improvement in afforesting cutover peatlands. *Metsanduslikud uurimused*, 42, 95–105.

- Pikka, J. (2006). Effect of fertilization with wastewater sludge on the development of *Betula pendula* seedlings under experimental conditions. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.* 55: 160–172.
- Pikka, J. (2011). Jääksoode metsastamine reoveesette kasutamisega. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 82–88. Tartu, Vali trükikoda.
- Pinnavesi. (2015) <http://www.envir.ee/et/pinnavesi>
- Pitkänen, H., Lehtoranta, J., Räike, A. (2001). Internal nutrient fluxes counteract decrease in external load: the case of the estuarial eastern Gulf of Finland, Baltic Sea. *Ambio*, 30, 195–201.
- Platt T., Fuentes-Yaco C., Frank K.T. (2003). Spring algal bloom and larval fish survival. *Nature*, 423, 398–399.
- Podžarov, V. L. (1974). Lesohozyaistvennoe osvoenie torfyanyh vyrabotok. Uradžhai, Minsk.
- Poollooduslike koosluste tegevuskava aastateks 2014–2020. (2013). Tallinn: Eesti Keskkonnaministeerium.
http://www.envir.ee/sites/default/files/plk_tegevuskava130913.pdf (31.01.2015).
- Porter, J. H., Parry, M. L., Carter, T. R. (1991). The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 57(1–3), 221–240.
- Potvin, C., L. Vasseur. (1997). Long-term CO₂ enrichment of a pasture community: Species diversity and dominance pattern. *Ecology*, 78, 666–677.
- Prentice, I. C. (2001). The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide. *Climate Change 2001: The Scientific Basis IPCC*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 183–237.
- PRIA (2006). 2004. aasta looduskahju toetus. PRIA aastaraamat 2006, 49-52.
<http://www.pria.ee/images/tinybrowser/useruploads/files/aastaraamat2006.pdf>
- Primack, R. B. Kuresoo R., Sammuli M. (2008). Sissejuhatus looduskaitsebioloogiasse. Tartu: Eesti Loodusfoto.
- Protected areas in Europe – an overview. (2012). EEA Report No 5. Copenhagen: European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/publications/protected-areas-in-europe-2012> (16.02.2015).
- Puitkütuste ja puitkütuseks sobiliku toorme kasutus Eestis. (2013) Laiendatud kokkuvõte. Tallinn-Tartu.
- Pumpanen, J. (2003). CO₂ efflux from boreal forest soil before and after clear-cutting and site preparation. Academic dissertation. University of Helsinki Department of Forest Ecology.
- Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Amet. 2015. <http://www.pria.ee/et/Registrid>
- Maaeluministeerium. (2012) Toit ja toiduohutus. http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/TRUKISED/FAKTILEHED/fakt_ileht_toiduohutus_2012_EST.pdf
- Maaeluministeerium. (2013). Eesti kalanduse strateegia 2014–2020.
- Maaeluministeerium. (2014) Eesti aianduse arengut piiravad tegurid ja Eesti aiandusvaldkonna võimalikud arengueeldused. Sisend aiandusvaldkonna arengukava

koostamiseks. <http://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/2014/uuring-2014-aiandusvaldkonna-arengueeldused.pdf>

Maaeluministeerium. (2015). Maaeluministeeriumi kodulehekülj. <http://www.agri.ee/et/eesmargid-tegevused/kalamajandus-ja-kutseline-kalapuuk/puugiandmed#veed> (23.02.2015).

Põllumajandussektoris kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise tegevuskava 2012–2020” kinnitamine. Maaeluministeerium. Arengukavad ja strateegiad. <http://www.agri.ee/sites/default/files/public/juurkataloog/ARENDUSTEGEVUS/kliimamuutused-tegevuskava-2012-2020.pdf>

Põllumajandusuuringute keskus. (2007). 2007. a. põllumajandusliku keskkonnatoetuse bioloogilise mitmekesisuse hindamise raames teostatud kimalasekoosluste seire aruanne. Tartu.

Põllumajandusuuringute Keskus. (2014). Eesti Maaelu Arengukava 2007–2013 teise telje püsihindamisaruanne 2013. aasta kohta. http://pmk.agri.ee/pkt/files/f32/PMK_MAK_2007-2013_2_telje_pysihindamisaruanne_2013_20.01.2015.pdf

Põllumajandusuuringute keskus. (2015). Eesti maaelu arengukava 2007-2014 II telje püsihindamise aruanne 2014.a. kohta. http://pmk.agri.ee/pkt/files/f32/Aruanne_2014_aasta%20kohta.pdf

Päkk, P. (2013). Kalade tervishoiu käsiraamat. Kalanduse Teabekeskus, Pärnu, 88 lk.

Pärn, J., Mander, Ü. (2012). Increased organic carbon concentrations in Estonian rivers in the period 1992–2007 as affected by deepening droughts. *Biogeochemistry*, 108, 351–358.

Pärn, J., Randmaa, L., Mander, Ü. (2009). Dynamics of concentrations of total organic carbon in Estonian streams, 1992–2007. Brebbia, C.A. (Toim.), *River Basin management V*. (lk 47–53) Wessex Institute of Technology, UK.

Pärn, O. (2006). Jäänähtuste ja veetemperatuuri tundlikkus kliima muutusele. *Publicationes Geophysicales Universitatis Tartuensis* 50, 97–106.

Pärtel, M. (2004). Loopealsed. Pärändkooslused. Õpik-käsiraamat. Pärändkoosluste kaitse ühing, Tartu, lk 178–190.

Quinty, F., Rochefort, L. 2003. *Peatland Restoration Guide*, 2nd edition. Canadian Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Québec.

Raadla, K., Kõpp, V. (2011). Jääksoode kasutamine turbakaevandamisalade kuivendusvee puhastamiseks. Rmt-s: Paal, J. (koost., toim.) 2011. Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine, 103–110. Tartu, Vali trükikoda.

Raave, H., Tampere, M., Kauer, K., Viiralt, R. (2011). Väetamise mõju lämmastiku ja kaaliumi leostumisele rohumaal. Veefoorum 2011. <http://www.pikk.ee/balticdeal/upload/Editor/Baltic%20Deal/Ettekanded/New%20Folder/V%C3%A4etamise%20m%C3%B5ju%20l%C3%A4mmastiku%20ja%20kaaliumi%20leostumisele%20rohumaal.pdf> (17.02.2015).

Rahel, F. J., Olden, J. D. (2008). Assessing the effects of climate change on Aquatic invasive species. *Conservation Biology*, 22, 521–533.

- Rajala, A., Hakala, K., Mäkela, P., Peltonen-Sainio. (2011). Drought effect on grain number and grain weight at spike and spike let level in six-row sprint barley. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197, 103–112.
- Ramst, R., Orru, M., Halliste, L. (2005). Eesti mahajäetud turbatootmisalade revisjon. 1. etapp: Harju, Rapla ja Lääne maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn (käsikiri).
- Ramst, R., Orru, M., Salo, V., Halliste, L. (2006). Eesti mahajäetud turbatootmisalade revisjon. 2. etapp: Ida-Viru, Lääne-Viru, Jõgeva, Järva ja Tartu maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn (käsikiri).
- Ramst, R., Orru, M., Salo, V., Halliste, L. (2007). Eesti mahajäetud turbatootmisalade revisjon. 3. etapp: Viljandi, Pärnu, Saare ja Hiiu maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn (käsikiri).
- Ramst, R., Salo, V., Halliste, L. (2008). Eesti mahajäetud turbatootmisalade revisjon. 4. etapp: Valga, Võru ja Põlva maakond. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn (käsikiri).
- Randveer, T., Heikkilä, R. (1996). Damage caused by moose (*Alces alces*) by bark stripping of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11, 153–158.
- Randveer, T., Mardiste, M., Tõnisson, J. (1998). Kuuskede koorimine põtrade poolt: sesoonne ja pikaajaline dünaamika ning ilmastiku mõju sellele. (Spruce bark stripping by moose: The seasonal and long term dynamics, effect of weather conditions). *Metsanduslikud Uurimused XXIX*, Tartu, 155–163.
- Rannu raba taastamis- ja tammitamisprojekt. Keskkonnainvesteeringute keskuse rahastatud projekt.
- Rasse, D. P., Rumpel, C., Dignac, M. F. (2005). Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilisation. *Plant and Soil*, 269, 341–356.
- Ratt, A. (1985). Mõnda maaviljeluse arengust Eestis läbi aegade. Valgus, Tallinn.
- Raukas, A. (1995). Eesti Loodus. Valgus, Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn.
- Reeder J. D., Schuman G. E. (2002). Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*, 116, 457–463.
- Reich, P. B., Knops, J., Tilman, D., Craine, J., Ellsworth, D., Tjoelker, M., Lee, T., Wedin, D., Naeem, S., Bahauddin, D., Hendrey, G., Jose, S., Wrage, K., Goth, J., Bengston, W. (2001). Plant diversity enhances ecosystem responses to elevated CO₂ and nitrogen deposition. *Nature*, 410, 809–812.
- Reidsma, P., Ewert, F. (2008). Regional farm diversity can reduce vulnerability of food production to climate change. *Ecology and Society*, 13(1), 38.
- Renecker, L. A., Hudson, R. J. (1986). Seasonal energy expenditures and thermoregulatory responses of moose. *Can. J. Zool.*, 64, 322–327.
- Renecker, L. A., Hudson, R. J. (1990). Behavioral and thermoregulatory responses of moose to high ambient temperatures and insect harassments in aspen-dominated forests. *Alces*, 26, 66–72.
- Reusch, T. B. H., Boström, C., Stam, W. T., Olsen, J. L. (1999). An ancient eelgrass clone in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 183, 301–304.
- Ricciardi, A., Hoopes, M. F., Marchetti, M., Lockwood, J. L. (2013). Progress toward understanding the ecological impacts of non-native species. *Ecological Monographs*, 83, 263–282.

- Riebesell, U. (2004). Effects of CO₂ Enrichment on Marine Phytoplankton. *Journal of Oceanography*, 60, 719–729.
- Riibak, K., Reitalu, T., Tamme, R., Helm, A., Gerhold, P., Znamenskiy, S., Bengtsson, K., Rosén, E., Prentice, H. C., Pärtel, M. (2014). Dark diversity in dry calcareous grasslands is determined by dispersal ability and stress-tolerance. *Ecography*, 37, 001–009.
- Riigikogu keskkonnakomisjon. (2013) Reoveepuhastis käsitletavast reoveesetest tekkiva keskkonnahäiringu vähendamise võimalused. Raport. [Http://www.riigikogu.ee/public/riigikogu/keskkonnakomisjon/raport.pdf](http://www.riigikogu.ee/public/riigikogu/keskkonnakomisjon/raport.pdf)
- Riigikontroll (2012). Peipsi järve seisundi parandamise meetmete tulemuslikkus. Riigikontrolli aruanne Riigikogule, Tallinn, 26. märts 2012.
- Riigikontrolli aruanne Riigikogule. (2011). Ülevaade riigi vara kasutamisest ja säilitamisest 2010. aastal. Tallinn, 70 lk.
- Riigimetsa majandamise keskus. (2014) RMK aastaraamat 2013. http://www.rmke.ee/files/RMK_Aastaraamat_2013_EST%5Bsmallpdf.com%5D.pdf
- RMK arengukava 2015–2020. (2014). [http://www.rmke.ee/files/RMK_Arengukava_2015-2020_ee%20\(2\).pdf](http://www.rmke.ee/files/RMK_Arengukava_2015-2020_ee%20(2).pdf) (15.02.2015).
- Roben, K. (2013). Põllumajanduskindlustus Euroopa Liidu ja Eesti õiguses. Bakalaureusetöö. TÜ, Õigusteaduskond, Eraõiguse instituut. 47 lk.
- Rong, L., Liu, D., Pedersen, E.F., Zhang, G., (2014). Effect of climate parameters on air exchange rate and ammonia and methane emissions from a hybrid ventilated dairy cow building. *Energy and Buildings* 82, 632–643.
- Roosaluste, E. (2004). Pärandkoosluste looduslik ja kultuuriline väärtus. Pärandkooslused. Õpik-käsiraamat. Pärandkoosluste kaitse ühing, Tartu, lk 73–77.
- Roose, A., Sepp, M., Kamenjuk, P., Kuusik, M., Pärn, T., Annus, P., Sagris, V., Tamm, T., Gauk, M., Rosentau, A., Karro, E., Muru, M., Uppin, M., Tamm, T., Järvet, A., Orru, H., Saava, A., Indermitte, E., Rekker, K., Tammepuu, A. (2015). Kliimamuutuste mõjude hindamine ja kohanemismeetmete väljatöötamine planeeringute, maakasutuse, inimtervise ja päästevõimekuse teemas. Lepingulise töö aruanne. Keskkonnaministeerium.
- Root, K.V., Akçakaya, H. R., Ginzburg, L. (2003a). A multispecies approach to ecological valuation and conservation. *Conservation Biology*, 17, 196–206.
- Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C., Pounds, J. A. (2003b). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421, 57–60.
- Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X.B., Epstein, P.R., Chivian, E. (2001). Climate change and extreme weather events; Implications for food production, plant diseases, and pests. *Global Change & Human Health*, 2(2), 90–104.
- Rosensvald, K., Tullus, A., Ostonen, I., Uri, V., Kupper, P., Aosaar, J., Varik, M., Sõber, J., Niglas, A., Hansen, R., Rohula, G., Kukk, M., Sõber, A., Lõhmus, K. (2014). The effect of elevated air humidity on young silver birch and hybrid aspen biomass allocation and accumulation – Acclimation mechanisms and capacity. *Forest Ecology & Management*, 330, 252–260.
- Rozental, V. (2012). Eesti turbatööstuse ajalugu 1960-2012. Klein, M. (Toim.), Eesti turbatööstuse ajalugu, lk 129–233. Eesti: In Nomine OÜ.

- Roy, B. A., Güsewell, S., Harte, J. (2004). Response of plant pathogens and herbivores to a warming experiment. *Ecology*, 85(9), 2570–2581.
- Ruus, E., Vilbaste, H. (1968). Jõhvikas – põhjamaade viinamari. *Eesti Loodus*, 8, 490–494.
- Ruuskanen, A. (2000). Ecological responses of *Fucus vesiculosus* L. along environmental gradients in the northern Baltic Sea. *Walter and Andree De Nottbeck Foundation Scientific Reports*, 21, 6–20.
- Rõõm, E.-I., Nõges, P., Feldmann, T., Tuvikene, L., Kisand, A., Teearu, H., Nõges, T. (2014). Years are not brothers: two-year comparison of greenhouse gas fluxes in large shallow Lake Võrtsjärv, Estonia. *Journal of Hydrology*, 519, 1594–1606.
- Rönnerberg, C., Bonsdorff, E., (2004). Baltic Sea eutrophication: area-specific ecological consequences. *Hydrobiologia*, 514, 227–241.
- Rüdelsheim, P. L. J., Smets, G. (2012). Baseline information on agricultural practices in the EU Maize (*Zea mays* L.). http://www.europabio.org/sites/default/files/report/120702_report_eu_farming_practices_maize.pdf (17.02.2014).
- Saarmets, T. (2015). Personaalne suhtlus, Tallinn, 28.01.2015.
- Saarnio, S., Morero, M., Shurpali, N.J., Tuittila, E., Makila, M., Alm, J. (2007). Annual CO₂ and CH₄ fluxes of pristine boreal mires as a background for the lifecycle analyses of peat energy. *Boreal Environment Research*, 12, 101–113.
- Sakkeus, J., Lassur, S. (2014). Sinise majanduse (meremajanduse) valdkondade kaardistamine. Hinnang valitud sektorite kasvupotentsiaalile. Tallinna Ülikool, Tuleviku-uuringute Instituut.
- Salm, J.-O. (2012). Emission of greenhouse gases CO₂, CH₄ and N₂O in Estonian transitional fens and ombrotrophic bogs: the impact of different land-use practices. *Dissertationes Geographicae Universitatis Tartuensis* 48. Tartu Ülikooli Kirjastus. 125 lk.
- Salm, J.-O., Kimmel, K., Uri, V., Mander, Ü. (2009). Global warming potential of drained and undrained peatlands in Estonia: a synthesis. *Wetlands*, 29, 1081–1092.
- Salm, J.-O., Maddison, M., Tammik, S., Soosaar, K., Truu, J., Mander, Ü. (2012). Emissions of CO₂, CH₄ and N₂O from undisturbed, drained and mined peatlands in Estonia. *Hydrobiologia*, 692(1), 41–55.
- Sammul, M., Kattai, K., Lanno, K., Meltsov, V., Otsus, M., Nõuakas, L., Kukk, D., Mesipuu, M., Kana, S., Kukk, T. (2008a). Wooded meadows of Estonia: conservation efforts for a traditional habitat. *Agricultural and Food Science*, 17, 413–429.
- Sammul, M., Kukk, T. (2013). Liigirikkaamad taimkatteanalüüsid Laelatu puisniidul. *Estonia Maritima*, 9, 108–122.
- Sammul, M., Kull, T., Lanno, K., Otsus, M., Mägi, M., Kana, S. (2008b). Habitat preferences and distribution characteristics are indicative of species long-term persistence in the Estonian flora. *Biodiversity & Conservation*, 17, 3531–3550.
- Samuel, W. M. (2007). Factors, affecting epizootics of winter ticks and mortality of moose. *Alces*, 47, 53–68.
- Samuel, W. M., Welch, D. A. (1991). Winter ticks on moose and other ungulates: factors influencing their population size. *Alces*, 27, 169–182.

- Sandström, O. Neuman, E. Thoresson, G., Vetemaa, M. (1995). Effects of temperature on life-history variables in perch. *Journal of Fish Biology*, 47(4), 652–670.
- Santamaría, L. (2002). Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica*, 23, 137–154.
- Sapota, M. R., Kaminska, U. (1998). Recrutation and settlement of young flounder (*Platichthys flesus*) in the western part of the Gulf of Gdańsk (Baltic). *Oceanological Studies*, 3, 31–42.
- Sapota, M. R., Skora, K. E. (2005). Spread of alien (non-indigenous) fish species *Neogobius melanostomus* in the Gulf of Gdansk (south Baltic). *Biological Invasions*, 7(2), 157–164.
- Sarjas, A. (2010). Niitmine niitmise pärast, heina ei taha keegi. *Maaleht*, 23.08.2010.
- Sarvala, J., Ventelä, A.-M., Helminen, H., Hirvonen, A., Saarikari, V., Salonen, S., Sydänoja, A., Vuorio, K. (2000). Restoration of the eutrophicated Kõyliönjärvi (SW-Finland) through fish removal: Whole-lake vs mesocosm experiences. *Boreal Environment Research*, 5, 39–52.
- Saue, T. (2011). Simulated potato crop yield as an indicator of climate variability in Estonia. *Dissertationes Geographicae Universitatis Tartuensis*, 44. 179 lk.
- Saue, T., Kadaja, J. (2011). Possible effects of climate change on potato crops in Estonia. *Boreal Environment Research*, 16, 203–217.
- Saxe, H., Cannell, M.G.R., Johnsen, Ø., Ryan, M.G., Vourlitis, G. (2001). Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist*, 149, 369–400.
- Scaven, V. L., Rafferty, N. E. (2013). Physiological effects of climate warming on flowering plants and insect pollinators and potential consequences for their interactions. *Current Zoology*, 59(3), 418–426.
- Scheffer, M., Barret, S., Carpenter, S.R., Folke, C., Green, A.J., Holmgren, M., Hughes, T.P., Kosten, S., van de Leemput, I.A., Nepstad, D.C., van Nes, E.H., Peeters, E.T.H.M., Walker, B. (2015). Creating a safe operating space for iconic ecosystems. *Science. Climate conservation*, 347, 1317–1319.
- Scherm, H. (2004). Climate change: can we predict the impacts on plant pathology and pest management?. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 26(3), 267–273.
- Schiewer, U., Schernewski, G. (2004). Self-purification capacity and management of Baltic coastal ecosystems. *Journal of Coastal Conservation*, 10, 25–32.
- Schmidt, O. 2006. *Wood and Tree Fungi: Biology, Damage, Protection, and Use*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 334 lk.
- Schmitz, O. J., Trussell, G. R., Hawlena, D. (2010). Predator control of ecosystem nutrient dynamics. *Ecology Letters*, 10, 1199–1209.
- Schneider, R. W., Hollier, C. A., Whitam, H. K., Palm, M. E., McKemy, J. M., Hernandez, J. R., Levy, L., DeVries-Paterson, R. (2005). First Report of Soybean Rust Caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the Continental United States. *Plant Disease*, 89(7), 774–774.
- Schouten, M. G. C. (Ed.). (2002). *Conservation and restoration of raised bogs; geological, hydrological and ecological studies*. Department of the Environment and Local Government, Staatsbosbeheer.

- Schulz, S., Matsuyama, H., Conrad, R. (1997). Temperature dependence of methane production from different precursors in a profundal sediment (Lake Constance). *FEMS Microbiol. Ecol.*, 22, 207–213.
- Scott, D. (2011). Why sustainable tourism must address climate change. *Journal of Sustainable Tourism*, 19, 17–34.
- Scott, D., Hall, C. M., Gössling, S. (2012). *Tourism and climate change: Impacts, adaptation & mitigation*. London: Routledge.
- Scott, D., McBoyle, G. Using a ‘tourism climate index’ to examine the implications of climate change for climate as a tourism resource. Adaptation and Impacts Research Group, Environment Canada, at the Faculty of Environmental Studies, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, N2L 3G1, http://www.urbanclimate.net/cctr/ws/papers/06_ScottMcBoyle-TCI.pdf
- Scott, D., McBoyle, G., Schwartzentruber, M. (2004). Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Clim Res*, 27, 105–117.
- Scott, D., Wall, G., McBoyle, G. (2005). The evolution of climate change issue in the tourism sector. In: Hall, C. M., Higham J. (Eds.), *Tourism, recreation and climate change*. London: Channel View Press, pp. 44–60.
- Seebacher, F., White, C. R., Franklin, C. E. (2015). Physiological plasticity increases resilience of ectothermic animals to climate change. *Nature Climate Change*, 5, 61–66.
- Seemen, H., Jäärats, A. (2014). Männikute uuenemisest ja uuendamisest. Rmt-s: Kurm, M. (Koost., Toim.). 2014. Mänd Eestis, 56–106. Tartu, Vali Press OÜ.
- Selin, P. (1995). Affer-use peatlands in Finland. *Peat Industry and Environment*. Ministry of Environment Information Centre, Tallinn.
- Sellin, A., Tullus, A., Niglas, A., Õunapuu, E., Karusion, A., Lõhmus, K. (2013). Humidity-driven changes in growth rate, photosynthetic capacity, hydraulic properties and other functional traits in silver birch (*Betula pendula*). *Ecological Research*, 28, 523–535.
- Sepp, M. (1995). Sookultuuri vanemast ajaloost Eestis. Rmt-s: Juske, A. (Toim.), *Turba-tootmine Eestis*. Infotrükk, Pärnu, lk 82–86.
- Shepherd, J. G., Pope, J. G., Cusens, R. D. (1984). Variations in fish stocks and hypotheses concerning their links with climate. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 185, 255–267.
- Shuli, N., Luo, Y., Li, D., Cao, S., Xia, J., Li, J., Smith, M. D. (2014). Plant growth and mortality under climatic extremes: an overview. *Environmental and Experimental Botany*, 98, 13–19.
- Shuter, B. J., Minns, C.K., Fung, S. R. (2013). Empirical models for forecasting changes in the phenology of ice cover for Canadian lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70, 982–991.
- Silvan, N., Silvan, K., Väisänen, S., Soukka, R., Laine, J. (2012). Excavation-drier method of energy-peat extraction reduces long-term climatic impact. *Boreal Environmental Research*, 17, 263–276.
- Simčič, T., Jesenšek, D., Brancelj, A. (2015). Effects of increased temperature on metabolic activity and oxidative stress in the first life stages of marble trout (*Salmo marmoratus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 5. <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-015-0065-6>

Sinsabaugh, R., Carreiro, M., Repert, D. (2002). Allocation of extracellular enzymatic activity in relation to litter composition, N deposition, and mass loss. *Biogeochemistry*, 60, 1–24.

Skov, H., Heinänen, S., Žydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J., Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J. J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K., Luigujoe, L., Meissner, W., Nehls, H. W., Nilsson, L., Petersen, I. K., Roos, M. M., Pihl, S., Sonntag, N., Stock, A., Stipniece, A., Wahl, J. (2011). *Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea*. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 205.

Slack, N. G. (2011). The Ecological Value of Bryophytes as Indicators of Climate Change. Tuba, Z., Slack, N.G., Stark, L.R. (Eds.), *Bryophyte Ecology and Climate Change* (1–12). Cambridge: Cambridge University Press.

Small Giant of Bioenergy. (2015). <http://www.bioenergyadvice.com/facts/bio-fuel-units-of-measurement-energy-values-and-conversion-factors/>

SMHI. (2015). Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat. <http://www.smhi.se/oms/mhi/utredningar-och-remisser/regeringsuppdrag/underlag-till-kontrollstation-2015-for-anpassning-till-ett-forandrat-klimat-1.81253>

Smith, B., Aasa, A., Ahas, R., Blenckner, T., Callaghan, T.V., de Chazal, J., Humborg, C., Jönsson, A.M., Kellomäki, S., Kull, A., Lehikoinen, E., Mander, Ü., Nöges, P., Nöges, T., Rounsevell, M., Sofiev, M., Tryjanowski, P., Wolf, A. (2008). Climate-related Change in Terrestrial and Freshwater Ecosystems. In: (H.-J. Bolle, M. Menenti, I. Rasool. (Eds.). *Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. Springer, pp. 221–308.

Smith, K. A., Beckwith, C. P., Chalmers, A. G., Jackson, D. R. (2002). Nitrate leaching following autumn and inter application of animal manures to grassland. *Soil Use and Management*, 18, 428–434.

Solberg, S. (2006). Mer skogskader ved klimaendring? (Will climate change increase forest damage?). *Cicerone*, 3, 30–32.

Soomere, T, Bishop, S. R., Viska, M., Raamet, A. (2015). An abrupt change in winds that may radically affect the coasts and deep sections of the Baltic Sea. *Climate Research*, 62(2), 163–171.

Sorte, C. J. B., Ibáñez, I., Blumenthal, D. M., Molinari, N. A., Miller, L. P., Grosholz, E. D., Diez, J. M., D’Antonio, C. M., Olden, J. D., Jones, S. J., Dukes, J. S. (2013). Poised to prosper? A cross-system comparison of climate change effects on native and non-native species performance. *Ecology Letters*, 16, 261–270.

Soussana, J.-F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T., Arrouays, D. (2004). Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands. *Soil Use and Management*, 20, 219–230.

Soussana, J.-F., Lüscher, A. (2007). Temperate grasslands and global atmospheric change: a review. *Grass and Forage Science*, 62, 127–134.

State of Europe's Forests 2011. Status & Trends in Sustainable Forest Management in Europe. (2011). Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 344 pp.

Statistikaamet. (2011). KK501: MAAVARADE KAEVANDAMINE. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK501&ti=MAAVARADE+KAEVANDAMINE+MAAKONNA+J%C4RGI+%281992%2D2010%29&path=../Database/Keskcond/06Loodusv%20arad%20ja%20nende%20kasutamise/06Maavara%20kasutus/&lang=2> (21.10.2011).

- Statistikaamet. (2015). KK85: LOODUSVARA KASUTAMINE 2011-2013. http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK85&ti=LOODUSVARA+KASUTAMINE&path=../Database/Keskkond/08Surve_keskkonnaseisundile/14Uldandmed/&lang=2 (15.12.2014)
- Statistikaamet. (2015). Statistikaamet. <http://www.stat.ee> (4.02.2015).
- Statistikaameti andmebaasid. (2015) www.stat.ee
- Statistiline metsainventeerimine. (2015). Keskkonnaagentuur.
- Strandberg, M. (2014). Turbakasutuse ökoloogiliselt tasakaalustatud viisidest: I osa Turbakasutuse hetkeseis Eestis ja võimalikud muudatused selles. Tallinn.
- Strandmark, A., Bring, A., Cousins, S. A. O., Destouni, G., Kautsky, H., Kolb, G., del Torre-Castro, M., Hambäck, P. A. (2015). Climate change effects on the Baltic Sea borderland between land and sea. *AMBIO* (Suppl. 1). doi:10.1007/s13280-014-0586-8.
- Strayer, D. L., Eviner, V. T., Jeschke, J. M., Pace, M. L. (2006). Understanding the long-term effects of species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 645–651.
- Stubbe, C., Passarge, H. (1979). Rehwild. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin.
- Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J., Worrall, J. J., Woods, A. J. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 60, 133–149.
- Succow, M., Jeschke, L. (1986). Moore in der Landschaft: Entstehung, Haushalt, Lebewelt, Verbreitung Nutzung und Erhaltung der Moore. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin. 268 S.
- Sundqvist, L., Härkönen, T., Svensson, C., Harding, K. (2012). Linking climate trends to population dynamics in the baltic ringed seal: impact of historical and future inter temperatures. *Ambio*, 41(8), 865–872.
- Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030. (2010). Saeima of the Republic of Latvia.
- Sutherland, W. J. (2006). Predicting the ecological consequences of environmental change: a review of the methods. *Journal of Applied Ecology*, 43, 599–616.
- Suursaar, Ü., Aps, R. (2007). Spatio-temporal variations in hydro-physical and -chemical parameters during a major upwelling event off the southern coast of the Gulf of Finland in summer 2006. *Oceanologia*, 49(2), 209–228.
- Säästva arengu seadus. (1995). RT I 1995, 31, 384. <https://www.riigiteataja.ee/akt/874359>
- Süda, I. (2011). Mardikauurimisest viimastel aastakümnetel. Kull, T. Liira, J. Sammul, M. (toim), Harudused Eesti looduses. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 86, 225–229. Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.
- Švilponis, E., Rautapää, J., Koidumaa, R. (2010). Comparative ad hoc analysis of phytosanitary efficiency in EU. *Agronomy Research*, 373–378.
- Zeebe1, R. E., Zachos, J. C., Caldeira, K., Tyrrell, T. (2008). Carbon Emissions and Acidification. *Science*, 321, 51, DOI: 10.1126/science.1159124.
- Zettler, M. L., Schiedek, D., Boberz, B. (2007). Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 258–270.

- Zhou, X., Harrington, R., Woiwod, I. P., Perry, J. N., Bale, J. S., Clark, S. (1995). Effects of temperature on aphid phenology. *Global Change Biology*, 1(4), 303–313.
- Zubizarreta-Gerendiain, A., Pukkala, T., Kellomäki, S., Garcia-Gonzalo, J., Ikonen, V-P., Peltola, H. (2015). Effects of climate change on optimised stand management in the boreal forests of central Finland. *European Journal of Forest Research*, 134, 273–280.
- Taimede paljundamise ja sordikaitse seadus. (2005). RT I 2005, 70, 540. <https://www.riigiteataja.ee/akt/TPSKS> (20.03.2015).
- Talhelm, A. F., Pregitzer, K. S., Kubiske, M. E., Zak, D. R., Company, C. E., Burton, A. J., Dickson, R. E., Hendrey, G. R., Isebrands, J. G., Lewin, K. F., Nagy, J., Karnosky, D. F. (2014). Elevated carbon dioxide and ozone alter productivity and ecosystem carbon content in northern temperate forests. *Global Change Biology*, 20, 8, 2492–2504.
- Tallinna Loomaaed. (2012) Tallinna Loomaaia 2011. aasta tegevusaruanne. Tallinn, 33 lk.
- Tallinna Vesi. (2015) <http://www.tallinnavesi.ee/>
- Talvi, T. (2001). Pool-looduslikud kooslused. Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus, Tartu
- Tamm, T., Nõges, T., Järvet, A. Bouraoui, F. (2008). Contribution of DOC from surface and groundflow into Lake Võrtsjärv (Estonia). *Hydrobiologia*, 599, 213–220.
- Tammets, T. (2012). Eesti ilma riskid. Tallinn: Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut.
- Tammiksaar, E. (2014). Uusi fakte kalapüügi korralduse ajaloost Peipsil. *Eesti Loodus*, 5, 30–35.
- Tarand, A., Jaagus, J., Kallis, A. (2013). Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. Tartu Ülikooli kirjastus. 631 lk.
- TEEB. (2015). The Economics of Ecosystems and Biodiversity. www.teebweb.org
- Tehnilise Järevalve Amet. (2015). Turba kaevandamine. <http://www.tja.ee/turba-kaevandamine/> (16.02.2015).
- Teyssonneyre, F., Picon-Cochard, C., Falcimagne, R., Soussana, J-F. (2002). Effects of elevated CO₂ and cutting frequency on plant community structure in a temperate grassland. *Global Change Biology*, 8, 1034–1046.
- The 7th Environment Action Programme (EAP). (2013) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386>
- The Development of the Swedish Climate Strategy. (2008). A summary of the data produced by The Swedish Energy Agency and The Swedish Environmental Protection Agency ahead of Checkpoint 2008.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B. F. N., de Siqueira, M. F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A. S., Midgley, G. F., Miles, L., Ortega-Huerta, M. A., Peterson, A. T., Phillips, O. L., Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145–148.
- Thomsen, M. S., Olden, J. D., Wernberg, T., Griffin, J. N., Silliman, B. R. (2011). A broad framework to organize and compare ecological invasion impacts. *Environmental Research*, 111, 899–908.

- Thomson, L. J., Macfadyen, S., Hoffmann, A. A. (2010). Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. *Biological Control*, 52, 296–306.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T., Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(23), 8245–8250.
- Timberg T., 2006. Metsakuivendusvõrke ja -teid ei või lasta laguneda. *Eesti Mets*, 1.
- Timm, H., Käiro, K., Möls, T., Virro, T. (2011). An index to assess hydromorphological quality of Estonian surface waters based on macroinvertebrate taxonomic composition. *Limnologia*, 41, 398–410.
- Timm, U. (2011). Enamik ohustatud liike on seotud metsaga. *Eesti Mets*, 1, 16–22.
- Timm, U., Kiristaja, P. (2002). The Siberian Flying Squirrel (*Pteromys volans* L.) in Estonia. *Acta Zoologica Lituanica*, 12, 433–436.
- Toetuse andmise tingimused meetmes „Kaitsealuste liikide ja elupaikade säilitamine ning taastamine” avatud taotlemise korral. (2015). RT I, 06.01.2015, 2. <https://www.riigiteataja.ee/akt/106012015002> (23.03.2015).
- Tomberg, U. (1992). Turba vajumine soode kuivendamisel. AS Rebellis, Saku.
- Tomczak, M. T., Heymans, J. J., Yletyinen, J. (2013). Ecological Network Indicators of Ecosystem Status and Change in the Baltic Sea. *PLOS ONE* , 8(10), Article Number: e75439.
- Torv. (2013). Peat 2013. Production, use, environmental impact. Statistics Sweden. MI 25 SM 1401.
- Tranvik, L.J. *et al.* (2009). Lakes and reservoirs as regulators of carbon cycling and climate. *Limnol. Oceanogr.*, 54, 2298–2314.
- Triisberg, T., Karofeld, E., Paal, J. (2013). Factors affecting the re-vegetation of abandoned extracted peatlands in Estonia: a synthesis from field and greenhouse studies. *Estonian Journal of Ecology*, 2013, 62, 3, 192–211.
- Tzoulas, K., Greening, K. (2011). Urban ecology and human health. In: Niemelä, J. (Ed.) *Urban Ecology. Patterns, Processes, and Applications*. Oxford University Press, pp. 263–271.
- Tullus, A., Kupper, P., Sellin, A., Parts, L., Söber, J., Tullus, T., Lõhmus, K., Söber, A., Tullus, H. (2012). Climate Change at Northern Latitudes: Rising Atmospheric Humidity Decreases Transpiration, N-uptake and Growth Rate of Hybrid Aspen. *PLoS ONE*, 7(8), e42648.
- Tullus, A., Sellin, A., Kupper, P., Lutter, R., Pärn, L., Jasińska, A.K., Alber, M., Kukkk, M., Tullus, T., Tullus, H., Lõhmus, K., Söber, A. (2014). Increasing air humidity – a climate trend predicted for northern latitudes – alters the chemical composition of stemwood in silver birch and hybrid aspen. *Silva Fennica*, 48(4), 1–16.
- Tullus, H. (2011). Metsamajandus ja süsiniku sidumine. *Eesti Mets*, 4. http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel1212_1200.html (05.01.2015).
- Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K., Reinikainen, A. (2002). Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland – application to boreal and subarctic regions. *Holocene*, 12, 69–80.

- Turveteollisuusliitto. (2012). Kesän turvetuotanto 23 miljoonaa kuutiometriä. <http://www.turveteollisuusliitto.fi/index.php?id=326> (26.1.2015)
- Tuubel, E. (2013). Maisi kasvatustehnoloogia ja soovitused. http://www.balticagro.ee/multimedia/04_elo-andres-matis_maisi_tehnoloogia_20022013w1.pdf (17.02.2015)
- Tuvikene, L., Nõges, P., Zingel, P., Agasild, H., Tammert, H., Kangur, K., Timm, H., Feldmann, T., Lill, E. (2010). Võrtsjärve hüdrobioloogiline seire. 2009. a. aruanne. Eesti Riikliku Keskkonnaseire alamprogramm siseveekogude seire. http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=1870:2009-a&catid=1026:siseveekogude-seire-2009&Itemid=3847 (18.02.2015).
- Tälli, P., Riispere, A. (1996). Kommunaalmuda kasutamisest ilupuude ja -põõsaste kasvatamisel. Metsanduslikud Uurimused, 27, 102–111.
- Tälli, P., Riispere, A., Avatare, L. (1996). Kommunaalmuda kasutamisest mullaviljakuse tõstjana. Rmt-s: Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 77, 146–154, Teaduste Akadeemia kirjastus, Tallinn.
- TÜ Eesti Mereinstituut. (2006). Kassari lahe kinnitumata punavetikakoosluse uuringud. Tallinn. TÜ EMI.
- Uiboupin, R., Laanemets, J. (2009). Upwelling characteristics derived from satellite sea surface temperature data in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Boreal Environment Research*, 14(2), 297–304.
- Umeå University (2015). The capacity of protected areas in the Barents Region to conserve biodiversity threatened by climate change and the Effects of predicted increases in anthropogenic pressures and land-use changes on future biodiversity in the Barents region (07.04.2015). <http://www.emg.umu.se/english/research/research-projects/the-capacity-of-protected-areas-in-the-barents-region-to-serve-biodiversity-threatened-by-climate-change/> (19.04.2015).
- Urban, M. C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234), 571–573.
- Uri, V., Varik, M., Aosaar, J., Kanal, A., Kukumägi, M., Lõhmus, K. (2012). Biomass production and carbon sequestration in a fertile silver birch (*Betula pendula* Roth) forest chronosequence. *Forest Ecology & Management*, 267, 117–126.
- Waddington, J. M. Toth, K., Bourbonniere, R. 2008. Dissolved organic carbon export from a cutover and restored peatland. *Hydrological Processes*, 22(13), 2215–2224.
- Waddington, J. M., McNeil, P. (2002). Peat oxidation in an abandoned cutover peatland. *Canadian Journal of Soil Science*, 82, 279–286.
- Waddington, J. M., Rotenberg, P. A., Warren, F. J. (2001). Peat CO₂ production in a natural and cutover peatland: Implica
- Valdaru, E. (2014). Energiapajust ei ole veel rahapuud sirgunud. „Sakala“, 17.01.2014.
- Valdvee, E., Klaus, A. (2013). Ligi kolmandik eesti leibkondadest on aiapidajad. Eesti statistika kvartalikirj. 2/13.
- Valge Raamat. (2009). Kliimamuutustega kohanemine: Euroopa tegevusraamistik. Brüssel. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:ET:PDF> (21.01.2015).

- Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P. J., Hersh, D., Foreman, K. (1997). Macroalgal blooms in shallow estuaries: controls and ecophysiological and ecosystem consequences. *Limnology and Oceanography*, 42, 1105–1118.
- Valk, U. (1982). Mineraalväetiste mõju metsakultuuride kasvule kuivendatud soodes. *Metsanduslikud Uurimused*, 17, 35–57.
- Valk, U. (1988). *Eesti Sood*. Valgus, Tallinn.
- Valk, U. (1992). Turbaväljakute metsastamiskatsete tulemustest. *Eesti Mets*, 4/5, 13–16.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H., Riikonen, R. (2010). Vendace stocks 2009-2010. Index of density for vendace, perch, smelt, whitefish and roach almost for 100 Finnish lakes. Riista- ja kalatalous, 23 pp. (In Finnish with English summary).
- Vesiviljeluse arengukava 2014 – 2020. Eesti vesiviljeluse sektori arengustrateegia 2014 – 2020. Maaeluministeerium, 2013
<http://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/vesiviljelus-arengustrateegia-2014-2020.pdf>
- Walther, G.-R. 2010. Community and ecosystem responses to recent climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2019–2024.
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389–395.
- Walther, G.-R., Roques, A., Hulme, P.E., Sykes, M.T., Pyšek, P., Kühn, I., Zobel, M., Bacher, S., Botta-Dukát, Z., Bugmann, H., Czúcz, B., Dauber, J., Hickler, T., Jarošík, V., Kenis, M., Klotz, S., Minchin, D., Moora, M., Nentwig, W., Ott, J., Panov, V.E., Reineking, B., Robinet, C., Semchenko, V., Solarz, W., Thuiller, W., Vilà, M., Vohland, K., Settele, J. (2009). Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 686–693.
- Van der Putten, W. H. (2012). Climate change, aboveground-belowground interactions, and species' range shifts. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 43, 365–383.
- Van Vuuren, D. P., Sala, O. E., Pereira, H. M. (2006). The future of vascular plant diversity under four global scenarios. *Ecology and Society*, 11(2).
<http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art25/>
- Wang, W. X., Vinocur, B., Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1–14.
- Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Callaway, R. M., Vander Putten, W. H. (2011). Terrestrial ecosystem responses to species gains and losses. *Science*, 332, 1273–1277.
- Warren, M. S., Hill, J. K., Thomas, J. A., Asher, J., Fox, R., Huntley, B., Roy, D. B., Telfer, M. G., Jeffcoate, S., Harding, P., Jeffcoate, G., Willis, S. G., Greatorex-Davies, J. N., Moss, D., Thomas, C. D. (2001). Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature*, 414, 65–69.
- Watz, J., Bergman, E., Calles, O., Enefalk, Å., Gustafsson, S., Hagelin, A., Nilsson, P.A., Norrgård, J. R., Nyqvist, D., Österling, E. M., Piccolo, J. J., Schneider, L. D., Greenberg, L., Jonsson, B. (2015). Ice cover alters the behavior and stress level of brown trout *Salmo trutta*. *Behavioral Ecology* (2015), 00(00), 1–8. doi:10.1093/beheco/arv019
- Vedin, H. (1990). Frequency of rare weather events during periods of extreme climate. *Geografiska Annaler*, 72A(2), 151–155.

- Veepoliitika Raamdirektiiv. (2000). Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ. Keskkonnaministeerium. http://www.envir.ee/sites/default/files/veepoliitika_raamdir3200010060et.pdf
- Veeseadus, (1994). RT I 1994, 40, 655. <https://www.riigiteataja.ee/akt/28669> (18.05.2015)
- Vellak, K., Vellak, A., Ingerpuu, N. (2007). Reasons for moss rarity: Study in three neighbouring countries. *Biological Conservation*, 135(3), 360–368.
- Verliin, A., Saks, L., Svirgsden, R., Vetemaa, M., Rohtla, M., Taal, I., Saat, T. (2013). Whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) landings in the Baltic Sea during the past 100 years: combining official datasets and grey literature. *Advances in Limnology*, 64, 133–152.
- Wernberg, T., Smale, D. A., Tuya, F., Thomsen, M. S., Langlois, T. J., de Bettignies, T., Bennett, S., Rousseaux, C. S. (2013). An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot, *Nature Climate Change*, 3, 78–82.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saat, T. (2005) Distribution, sex ratio and growth of *Carassius gibelio* (Bloch) in coastal and inland waters of Estonia (north-eastern Baltic Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 21, 287–291.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saat, T. (2005). Distribution, sex ratio and growth of *Carassius gibelio* (Bloch) in coastal and inland waters of Estonia (north-eastern Baltic Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 21, 287–291.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Saat, T. (2006). The transition from the Soviet system to a market economy as a cause of instability in the Estonian coastal fisheries sector. *Marine Policy*, 30, 635–640.
- Wheeler, B. D., Shaw, S. C. (1995). *Restoration of Damaged Peatlands*. HMSO, London.
- Wheeler, B., Shaw, S., Fojt, W., Robertson, R. (Eds.). (1995). *Restoration of temperate wetlands*. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom.
- WHO Euroopa Regionaalbüroo (2014). <http://www.euro.who.int>
- Viitasalo, M., Vuorinen, I., Saesmaa, S. (1995). Mesozooplankton dynamics in the northern Baltic Sea: implications of variations in hydrography and climate. *J Plank Res*, 17, 1857–1878.
- Vilbaste, H., Vilbaste, J., Ader, K. (1995). *Jõhvikas – põhjamaine viinamari*. Ortwil, Tallinn.
- Williams, S. E., Shoo, L. P., Isaac, J. L., Hoffmann, A. A., Langham, G. (2008). Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS Biology*, 6(12), e325.
- Willmer, P. (2012). Ecology: pollinator–plant synchrony tested by climate change. *Current Biology*, 22(4), 131–132.
- Wilson, H. M., Al-Kaisi, M. M. (2008). Crop rotation and nitrogen fertilization effect on soil CO₂ emissions in central Iowa. *Applied Soil Ecology*, 39, 264–270.
- Wilson, J. B, Peet, R. K. Dengler, J., Pärtel, M. (2012). Plant species richness: the world records, *Journal of Vegetation Science*, 23, 796–802.
- Violle, C., Enquist, B. J., McGill, B. J., Jiang, L., Albert, C. H., Hulshof, C., Jung, V. Messier, J. (2012). The return of the variance: intraspecific variability in community ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 27(4), 244–252.

- Virkkala, R., Luoto, M., Heikkinen, R.K., Leikola, N. (2005). Distribution patterns of boreal marshland birds: Modelling the relationships to land cover and climate. *Journal of Biogeography*, 32(11), 1957–1970.
- Virkkala, R., Pöyry, J., Heikkinen, R. K., Lehikoinen, A., Valkama, J. (2014). Protected areas alleviate climate change effects on northern bird species of conservation concern. *Ecology and Evolution*, 4(15), 2991-3003.
- Viru raba loodusliku veerežiimi taastamine. Keskkonnainvesteeringute keskuse rahastatud projekt.
- Viru, B. (2014). Pikaajalised muutused vegetatsiooniperioodi algus- ja lõpukuupäevades ning kestuses Eestis perioodil 1951–2012. Bakalaureusetöö loodusgeograafias. TÜ Loodus- ja tehnoloogiateaduskond, Ökoloogia ja maateaduste instituut, Geograafia osakond. 35 lk.
- Wisniewski, J., Sampson, R. N. (Toim). (1993). *Terrestrial Biospheric Carbon Fluxes: Quantification of Sinks and Sources of CO₂*. SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V
- Witzell, J., Berglund, M., Rönnerberg, J. (2011). Does temperature regime govern the establishment of *Heterobasidion annosum* in Scandinavia? *Int J Biometeorol*, 55, 275–284.
- Vogt, H., Schramm, W. (1991). Conspicuous decline of *Fucus* in Kiel Bay (Western Baltic): what are the causes? *Marine Ecology Progress Series*, 69, 189–194.
- Woiwod, I. P., Harrington, R. (1994). Flying in the face of change: the Rothamsted Insect Survey. Long-Term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences. (Eds.) Leigh, R. A., Johnston, A. E.). CAB International, London, UK. pp. 321–337.
- Wolkovich, E. M., Cook, B. I., Allen, J. M., Crimmins, T. M., Betancourt, J. L., Travers, S. E., Cleland, E. E. (2012). Warming experiments underpredict plant phenological responses to climate change. *Nature*, 485(7399), 494–497.
- Woods, A., Coates, K. D., Hamann, A. (2005). Is an unprecedented *Dothistroma* needle blight epidemic related to climate change? *BioScience*, 55, 761–769.
- Woodward, G. D., Perkins, M., Brown, L. (2010). Climate change in freshwater ecosystems: impacts across multiple level of organisation. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 365, 2093–2106.
- Voolma, K. (2008). Kliimamuutuste ja inimtegevuse mõju metsakahjustustele. Luua Metsanduskool. Artiklid ja uurimused, VII, 41–48.
- Voolma, K. 2005. Üraskirüüste võib võtta rohkem metsa kui torm. *Eesti Mets*, 2, 26–31.
- Worm, B., Lotze, H. K., Sommer, U. (2000). Coastal food web structure, carbon storage, and nitrogen retention regulated by consumer pressure and nutrient loading. *Limnology Oceanography*, 45, 339–349.
- Voss, R., Köster F.W., Dickmann M. (2003). Comparing the feeding habits of co-occurring sprat (*Sprattus sprattus*) and cod (*Gadus morhua*) larvae in the Bornholm Basin, Baltic Sea. *Fisheries Research*, 63, 97–111.
- Wu, Z., Dijkstra, P., Koch, G. W., Peñuelas, J., Hungate, B. A. (2011). Responses of terrestrial ecosystems to temperature and precipitation change: a meta-analysis of experimental manipulation. *Global Change Biology*, 17, 927–942.
- Vucetich, J. A., Reed, D. D., Breymeyer, A., Degórski, M., Mroz, G. D., Solon, J., Roo-Zielinska, E., Noble, R. (2000). Carbon pools and ecosystem properties along a latitudinal

gradient in northern Scots pine (*Pinus sylvestris*) forests. *Forest Ecology & Management*, 136(1-3), 135–145.

WWF Climate Change Programme. (2003). No Place to Hide: Effects of Climate Change on Protected Areas. assets.panda.org/downloads/wwfparksbro.pdf (18.02.2015).

Värnik, R. (2011). Energiakultuuride (päideroo) kasvatamise ja kasutamise majanduslik hinnang Eestis. Eesti Maaülikool, Majandus- ja sotsiaalinstituut.

Õunap, E. 2011. Eestile uutest liblikatest viimastel kümnenditel. Kull, T. Liira, J. Sammula, M. (toim), *Harudused Eesti looduses*. Eesti Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, 86, 230–235. Tartu: Eesti Loodusuurijate Selts.

Õunap, H. (2002). Tormikahjustuste järel on oodata ürasekirüüsteid. *Eesti Mets*, 1, 20–21.

Õunap, H. (2013). Ohtlikud invasiivsed metsakahjurid. *Eesti Mets*, 4, 7–13.

Äriregister. <https://ariregister.rik.ee/>

Üldgeoloogilise uurimistööga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord. (2005). *RTL 2005*, 60, 865. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13132958> (22. aprill 2015).

Üleujutusedirektiiv. (2007). Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2007/60/EÜ. Keskkonnaministerium. <http://www.envir.ee/sites/default/files/yleujutusedirektiiv.pdf>

Ylhäisi, J. S., Tietäväinen, H., Peltonen-Sainio, P., Venäläinen, A., Eklund, J., Räisänen, J., Jylhä, K. (2010). Growing season precipitation in Finland under recent and projected climate. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 1563–1574.

I ja II kaitsekategooriana kaitse alla võetavate liikide loetelu. (2004). *RT I 2004*, 44, 313. <https://www.riigiteataja.ee/akt/118062014020> (26.01.2015).

III kaitsekategooria liikide kaitse alla võtmine. (2004). *RTL 2004*, 69, 1134. <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072014022> (26.01.2015).

Дунин, В.Ф., Мальчевская, Е.Х. (1975). Динамика химического состава древесно-веточных кормов в лесах Березинского заповедника. *Березинский Заповедник*, 4, 157–169.

Паавер, К.Л. (1965). Формирование териофауны и изменчивость млекопитающих Прибалтики в голоцене. Тарту.

Рандвеэр, Т.Э. (1989). Экологические особенности и хозяйственное использование популяции косули (*Capreolus capreolus*) в Эстонии. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Москва.

Смирнов, К.А. (1987). Роль лося в биоценозах южной тайги. Москва: Наука.

Lisa 1. Kliimarisikide mõju mereökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.11.meri	Saak võib langeda võõrliikide suurema leviku tõttu, eutrofeerumise ja veeõitsengute ulatuse suurenemise tõttu ja veetemperatuuri muutumise tõttu osadele kalaliikidele ebasobivaks	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +19%	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake eutrofeerumise ja soolsuse vähenemise kaudu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	keskmine	keskmine	keskmine	kaudne	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.11.meri	Saak võib väheneda eutrofeerumise ja veeõitsengu mõjude tõttu	-	suur	suur	keskmine	kaudne	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.18.meri	Mõju saagile läbi põhjaelustiku muutumise ja veeõitsengu sagenemise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.18.meri	Mõju saagile läbi võõrliikide leviku ja konkurentsi, intensiivsemate ja sagedasemate veeõitsengute kaudu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.18.meri	Mõju saagile läbi võõrliikide leviku ja konkurentsi, intensiivsemate ja sagedasemate veeõitsengute kaudu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.18.meri	Mõju saagile läbi võõrliikide leviku ja konkurentsi, intensiivsemate ja sagedasemate veeõitsengute kaudu	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.meri	Võib halvendada siseveekogudes kudevate mere- ja rannikualade kudemistingimusi	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Merekalade seisund võib halveneda ja saak väheneda	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike merekalade ja mereandide saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.meri	Võib mõjutada kalasaake äärmuslike temperatuuride ja veeõitsengute kaudu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Setted tööstusele ja meditsiinile - ravimuda	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.02.meri	Eutrofeerumine soodustab muda teket	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku, kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku, kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademetehulga kasv +6 %	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademetehulga kasv +8%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.15.meri	Kasvuhoonegaaside emissioon suureneb	0	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.meri	Läänemerre saabub jõgede kaudu rohkem süsinikku	0	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.19.meri	Rannikulähedaste alade temperatuur ja niiskustase talvel kõrgemad	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.meri	Halvendab põhjakoosluste (karpide) seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.05.meri	Soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.05.meri	Soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.05.meri	Soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.05.meri	Ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.05.meri	Ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05.meri	Ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
pakkumine ja seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVID
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Rannik uüärsed KOVID
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	suur	suur	suur	otsene	Rannik uüärsed KOVID
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	suur	suur	suur	otsene	Rannik uüärsed KOVID
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	+	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.05.meri	Jääspordialade kasutajate arv väheneb, merespordialade kasutajate arv suureneb	+	suur	suur	keskmine	otsene	eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib nii suurendada kui vähendada virgestus- ja turismivõimaluste potentsiaali	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärssed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärssed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib nii suurendada kui vähendada virgestus- ja turismivõimaluste potentsiaali	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärssed KOVid
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võivad pigem takistada virgestus- ja turismitegevusi	-	väike	väike	väike	kaudne	Rannik uüärssed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääpüügi perioodi pikkus kahaneb	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärssed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.05.meri	Jääpüügi perioodi pikkus kahaneb	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärssed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.05.meri	Jääpüük Liivi lahelt ja Väinamerelt lõppeb	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Rannik uüärssed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.05.meri	Jääpüük Liivi lahelt ja Väinamerelt lõppeb	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Rannik uüärssed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.05.meri	Tormipäevade arvu suurenemine piirab merelemineku võimalusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärssed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.05.meri	Tormipäevade arvu suurenemine piirab merelemineku võimalusi	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uüärssed KOVid

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.05.meri	Võib mõjutada peamiste püügikalade arvukust, saake ja tegevuse atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uäärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.05.meri	Võib mõjutada peamiste püügikalade arvukust, saake ja tegevuse atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uäärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.05.meri	Võib mõjutada peamiste püügikalade arvukust, saake ja tegevuse atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Rannik uäärsed KOVid
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism merel	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.meri	Võib vähendada harrastuskalapüügi atraktiivsust (saagi vähenemine ja muutumine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine,	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.16.meri	Sageneb puhastamata reovee merre juhtimine reoveepuhastusjaamade ülevoolu kaudu, vajadus investeerida jaamadesse ja sademeveepuhastusse	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti, eriti Tallinn

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Merejää teke talvel Soome lahe rannikualadel, Väinameres ja Liivi lahes, kuid jää paksus 2-3x kahanenud	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe rannikualadel	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merejää teke talvel vaid Soome lahe kirdeosas (meie rannikumeres puudub?)	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine,	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.meri	Jää vähesuse korral võivad põhjasetted tuulte ja lainetuse toimel taas ringesse jõuda	-	suur	suur	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stse-naarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.16.meri	Suureneb ainete sissekanne jõgede kaudu	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.16.meri	Suureneb ainete leostumine üleujutatavatelt rannikualadelt	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.18.meri	Suureneb veeõitsengute sagedus ja ulatus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 2. Kliimariskide mõju mageveeökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine sademete hulga kasv +6 %	5.11.mage	Sademetehulga suurenemine – mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine sademete hulga kasv +8%	5.11.mage	Sademetehulga suurenemine – mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +14%	5.11.mage	Sademetehulga suurenemine – mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.11.mage	Sademetehulga suurenemine – mõjub saagile positiivselt	+	väike	väike	väike	kaudne	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.11.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Võib vähendada kudemisalade pindala	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Ootamatud negatiivsed mõjud asurkondadele ja saagile, võib halvendada tundlike liikide seisundit	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike mageveekalade ja jõevähi saak	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.18.mage	Veeõitsengud sagenevad, suurenevad veepuhastuskulud	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.18.mage	Veeõitsengud sagenevad, suurenevad veepuhastuskulud	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.04.mage	Madalate kaevude varustuskindlus joogiveega paraneb	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti, Ülemist jv
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.04.mage	Suureneb kaevude ja pinnaveehaarde reostumise oht, kuna sinna võib jõuda puhastamata valgvesi	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Jäätapäevade arvu kasv	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Jäätapäevade arvu kasv , <9 päeva aastas	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Jäätapäevade arvu kasv	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Jäätapäevade arvu kasv , < 15 päeva aastas	5.04.mage	Sagedasem teede soolamine võib mõjutada joogivee kvaliteeti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.04.mage	Pinnaveehaarde joogivesi vajab enam puhastamist	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.04.mage	Pinnaveehaarde joogivesi vajab enam puhastamist	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	suur	suur	väike	otsene	Ranniku äärsed KOVid
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.04.mage	Üleujutusosaladel salvkaevude vesi ei reostu	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogivesi	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Joogivesi	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.04.mage	Tavatult pikk põuaeriood võib raskendada joogivee kättesaadavust	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.02.mage	Soodustab eutrofeerumist ja süsiniku sidumist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.15.mage	Võib nii soodustada kui pärssida süsiniku sidumist ja hoidmist	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.11.mage	Aastakeskmise veevool ja veerežiim ühtlustuvad, elukeskkond stabiilsem	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.04.mage	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Põhja-Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedasemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	Võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas veerežiimi ja veevoolu (nt tammide purunemine)	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.11.mage	Tagab ühtlasema veerežiimi ja stabiilsema elukeskkonna vee-elustikule	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiirenedada, kuid toitaineid võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiirenedada, kuid toitaineid võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõi näosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.16.mage	toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse ja muuta toitelisust	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.16.mage	Ainete settimine ja lagundamine võib kiireneada, kuid toitained võivad kanduda uutesse veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine											
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Jäitepäevade arvu kasv	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Jäitepäevade arvu kasv, <9 päeva aastas	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Jäitepäevade arvu kasv	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Jäitepäevade arvu kasv, < 15 päeva aastas	5.04.mage	Sõiduteede sagedasem soolamine võib põhjustada lokaalseid reostuskohti	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumuleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.mage	vegetatsiooniperioodi pikenedes kiireneb ainete settimise ja lagundamise aeg	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.11.mage	võivad tekkida taristu kahjustused, mis võivad muuta piirkonnas senist režiimi (nt tammide purunemine)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude jääkate perioodi lühenemine ja jääkate ebapüsivuse suurenemine	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	0	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulatsioon	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude jääkate perioodi lühenemine ja jääkate ebapüsivuse suurenemine	5.16.mage	võib põhjustada suurjärvedes settinud toitainete ringlusse naasmist	0	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.10.mage	Karpide seisundit mõjutavad äärmuslikud kliimasündmused mõjutavad ka vee bioloogilist filtratsiooni	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.05.mage	soodsam ilm välitegevusteks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.05.mage	ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
pakkumine ja seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.05.mage	ebasoodsam ilm välitegevusteks	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.05.mage	Supeldakse rohkem, kui ei kaasne veeõitsengut	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.05.mage	Supeldakse rohkem, kui ei kaasne veeõitsengut	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.05.mage	Kõrgveega seotud turism ja virgestustegevus väheneb, kuid rohkem veekogusid muutuvad veesportiharrastajatele pikemalt sobivaks	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	Äärmuslikud kliimasündmused (madal veeseis, kohati kõrge veeseis, veeõitseng) võivad peletada mageveekogude äärest	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8,5	2021-2050	Siseveekogude jääkate perioodi lühenemine ja jääkate ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääga seotud virgestustegevused taanduvad teiste ees	0	väike	keskmine	suur	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8,5	2051-2100	Siseveekogude jääkate perioodi lühenemine ja jääkate ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääga seotud virgestustegevused taanduvad teiste ees	0	väike	keskmine	suur	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.05.mage	Vee hapnikusaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.05.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.05.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.05.mage	Vee hapnikusisaldus väheneb, kalade-vähkide seisund võib halveneda, veeõitsengu oht suureneb, võõrliikide sissetungi oht suureneb ning seeläbi väheneb tegevuste atraktiivsus	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mage	võib vähendada saake, püügivõimalusi ja atraktiivsust	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8,5	2021-2050	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Harrastuskalapüük ja kalaturism ning vähipüük	RCP 8,5	2051-2100	Siseveekogude jääkatte perioodi lühenemine ja jääkatte ebapüsivuse suurenemine	5.05.mage	Jääaluse kalapüügi hooaeg lüheneb ja püügikogused vähenevad	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti

Lisa 3. Kliimarisikide mõju metsaökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Ulukid	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.14.mets	Põhjapoolse levikuga ulukite arvukus hakkab kahanema, lõunapoolsete arvukus suurenema	0	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.14.mets	Toit on paremini kättesaadav, ulukite seisund soodsam	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Ulukid	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Eesti
Ulukid	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.14.mets	Ennekõike pikaajalised ja korduvad temperatuuriäärmused võivad ohustada asurkondade seisundit	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmise	keskmise	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmise	keskmise	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.mets	Vegetatsiooniperioodil võivad põhjustada saagi ikaldumise	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Seened	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.mets	niiskustingimused paranevad ja suurendavad saaki	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmise	keskmise	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Lumikatte päevade arv 80 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Lumikatte päevade arv 72 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 56 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 37 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit toorainena, sh keemiatööstusele	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +6 %	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise sademete hulga kasv +8%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	suur	suur	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.09.mets	rannalähedastel aladel väheneb majandatavate metsade pindala	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	liigniiskete ja üleujutatud metsaalade pindala väheneb	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	väike	väike	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Puit kütteks	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.09.mets	Võib takistada puidu raiumist ja väljavedu	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.15.mets	Soodustab süsiniku sidumisevõimet	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.15.mets	Mullasüsinik võib leostuda vette ja jõuda veekogudesse	0	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.09.mets	Sügis ja talv on veerohkemad, metsaraie raskendatud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.09.mets	Sügis ja talv on veerohkemad, metsaraie raskendatud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
veevoolu stabiilsus											
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.09.mets	Rannaäärsetes metsades veerežiim muutub	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.09.mets	Toetab veevoolu stabiilsust, vähem liigniiskeid majandusmetsa alasid	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 56 päeva	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu talvekuudel	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 37 päeva	5.01.mets	Võib pärssida kaitset vee erosiooni vastu talvekuudel	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.mets	võib soodustada tuule erosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.01.mets	Suurendab erosiooni rannametsades	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.mets	Vähendab suurveest tingitud erosiooni	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.mets	võib hoogustada vee- või tuuleerosiooni	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 80 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja	RCP 8.5	2021-2050	Lumikattega päevade arv 72 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.05.mets	Talispordi võimaluste vähenemine	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.05.mets	Põuaperioodid võivad tingida metsamineku keelu kehtestamise	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.05.mets	Soodustab matkamist ja välitegevusi	+	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine sademetehulga kasv +6 %	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine sademetehulga kasv +8%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
seotud välitegevused											
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +14%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05.mets	võib pärssida matkamist ja välitegevusi	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 4. Kliimarisikide mõju sooökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19. soo	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19. soo	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.13. soo	Niiskustingimused võivad parandada saaki	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.13. soo	Niiskustingimused võivad parandada saaki	+	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Marjad	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13. soo	Saak võib hävineda äärmuslike temperatuuride tõttu, nt õitsemisajal	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Muud bioenergia allikad	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.19. soo	Pikeneb turba kaevandamise periood	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju suurus
Väetised	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Väetised	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.17. soo	Võib takistada turba kaevandamist	-	keskmine	keskmine	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.15. soo	Pikeneb süsiniku sidumise periood looduslikes soodes, kuid suureneb süsiniku emissioon rikutud soodes	0	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.15. soo	Süsinik võib naasta ringlusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.15. soo	Süsinik võib naasta ringlusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +14%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +19%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine talvel	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.05. soo	Külastatavuse vähenemine	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 5. Kliimariskide mõju tolmeldamise teenusele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +19%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamisefektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.13.tolm	Mõju on mõlemasuunaline, kuna sellest kliimariskist on võitjaid ja kaotajaid nii taimede kui tolmeldajate seas, mis omakorda mõjutab saagikust	0					
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Looduslike putuktolmlejate taimede saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua saagi ikaldumise	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamisefektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamisefektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.13.tolm	Õitsemisaegsed sajud võivad vähendada tolmeldajate külastust ja tolmeldamisefektiivsust, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Putuktolmlejate puu- ja köögiviljade saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Äärmuslikud kliimasündmused võivad kaasa tuua madala tolmeldamisefektiivsuse, ehk väheneb saak ja saagi kvaliteet	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +14%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi ja suurem nektarikadu, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.12.tolm	Vähem korjapäevi ja suurem nektarikadu, mis vähendab potentsiaalselt meesaaki	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.12.tolm	Ühest küljest kulub vähem toitu talvel ja pered on kevadel paremas konditsioonis. Teisalt võib varem algav kevad ja pere aktiivsus pikendada perioodi, kui looduslikku toitu napib.	-	väike	väike	keskmine	kaudne	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.12.tolm	Ühest küljest kulub vähem toitu talvel ja pered on kevadel paremas konditsioonis. Teisalt võib varem algav kevad ja pere aktiivsus pikendada perioodi, kui looduslikku toitu napib.	-	väike	väike	suur	kaudne	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Mesilasmee saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikad sajuperioodid või pikaajased äärmuslikud temperatuurid võivad vähendada taimede nektarieritust ja meesaaki	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Muude mesindussaaduste saak	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.12.tolm	Pikaajalised äärmuslikud temperatuurid ja sademed võivad mõjutada õietolmu kogumist ja seega õietolmu ja suira saaki.	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muude mesindussaaduste saak	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmuslikud temperatuurid ja sademed võivad mõjutada õietolmu kogumist ja seega õietolmu ja suira saaki.	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Muude mesindussaaduste saak	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmuslikud temperatuurid ja sademed võivad mõjutada õietolmu kogumist ja seega õietolmu ja suira saaki.	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.13.tolm	Pinnases elavad tolmeldajad võivad uppuda, taimede tolmeldamine võib olla pärsitud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Tolmeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.13.tolm	Pinnases elavad tolmeldajad võivad uppuda, taimede tolmeldamine võib olla pärsitud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.13.tolm	Pinnases elavad tolmeldajad võivad uppuda, taimede tolmeldamine võib olla pärsitud	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Tolmeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.tolm	Võib mõjutada kõiki tolmeldajaid, kes on teatud äärmusliku kliimasündmuse suhtes tundlik (jahedus mõjutab osasid erakmesilasi ja meemesilast, kuumus kimalasi, suurenenud sademehulgad pinnases elavaid erakmesilasi jne)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademehulga kasv +19%	5.12.tolm	Väheneb meesaak ja mesinduse perspektiivikus	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
					mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu						
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti
Harrastusmesindus	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.12.tolm	Pikaajalised äärmusliku temperatuuriga perioodid ja kevadised-suvised sajuperioodid vähendavad mesilasperede hulka ja meesaaki ning huvi mesinduse vastu	-	väike	väike	väike	otsene	Eesti

Lisa 6. Kliimarisikide mõju mullaökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +14%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 56 päeva	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 37 päeva	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.19.muld	Vegetatsiooniperiood pikeneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Toidutootmiskeskond (põllumaa/mulla olemasolu)	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmine	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.15.muld	Sidumisvõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.15.muld	Sidumisvõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetelulga kasv +14%	5.15.muld	Süsiniku naasmine aineringsesse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.15.muld	Süsiniku naasmine aineringsesse	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 56 päeva	5.15.muld	Süsinikusidumisperiood pikeneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 37 päeva	5.15.muld	Süsinikusidumisperiood pikeneb	+	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Vee-erosioonitundlik periood nihkub	0					
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.20.muld	Teadmata mõju						
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.01.muld	Erosiooniohu ja toitainete väljaleostumise suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Mullaviljakus, mullakvaliteet	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.13.muld	Liigniiskus võib vähendada saaki	-	keskmise	väike	suur	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.01.muld	Vooluveetasemete ühtlustumine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Looduslik veerežiim ja veevoolu stabiilsus	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.01.muld	Vooluveetasemete ühtlustumine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.01.muld	Erosioon vee ja tuule kaudu võib suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.01.muld	Erosioon vee ja tuule kaudu võib suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 56 päeva	5.01.muld	Erosioonioht suureneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatte päevade arv 37 päeva	5.01.muld	Erosioonioht suureneb	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.01.muld	Tuuleerosioon võib kevadel suurened	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.01.muld	Erosioonitundlik periood nihkub	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosiooniohu suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kaitse erosiooni vastu	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.01.muld	Erosioonitundlikkuse suurenemine	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.20.muld	Teadmata mõju						

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.13.muld	Mullaelustiku muutumine ja vaesumine võib vähendada saaki	-	väike	väike	keskmise	otsene	Eesti
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Haiguste ja patogeenide (taimedel, loomadel, inimesel) ohjeldamine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereerimine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 56 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						

Alamvaldkond	Stsenaarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikattega päevade arv 37 päeva	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						
Vee puhastamine ning jäätmete ja toksiliste ainete lahjendamine, lagundamine ja akumulereimine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.20.muld	Teadmata mõju						

Lisa 7. Kliimarisikide mõju niiduökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused, karjamaade kraavitamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Lumikatttega päevade arv 80 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Lumikatttega päevade arv 72 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 56 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Lumikatttega päevade arv 37 päeva	5.19.niit	Karjatamise periood pikeneb	+	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Tuulekiiruse kasv talvel ja kevadel +18%	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (varjualused)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (karjaedade ümberpaigutamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate investeeringute järele (karjaedade ümberpaigutamine)	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	erakordsete investeeringute vajadus loomade heaolusse	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	Tekib vajadus täiendavate ootamatute investeeringute järele	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 4.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2021-2050	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kariloomade saadused ja karjatamine	RCP 8.5	2051-2100	Ülemise põhjaveekihi taseme tõus	5.07.niit	Madalamad karjamaad võivad muutuda karjatamiskõlbmatuks	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Bioenergia allikad (hein, energiapaju)	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb	+	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2021-2050	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2051-2100	Vooluvete tasemete ühtlustumine ja kevadise suurvee vähenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Loomasööt (hein)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.06.niit	loomasööda maht ja kvaliteet madalamad	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1 C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3C	5.15.niit	Süsiniku sidumine paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Üleujutuste ennetamine ja leevendamine	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.10.niit	Võib filtratsioonivõimet muuta ebaefektiivsemaks lühiajaliselt	-	väike	keskmine	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +0,7 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +1,0 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.niit	Vegetatsiooniperiood pikeneb, kasv kiireneb, filtratsioonivõime paraneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +20 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Mereveetaseme tõus +26 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.07.niit	Karjatavate alade (rannaniidud) pindala võib väheneda	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Liigsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Liigsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Lügsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti
Vee bioloogiline filtratsioon	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.16.niit	Lügsed sademed ja madalad temperatuurid võivad filtratsioonivõimet pärssida	-	keskmine	väike	keskmine	otsene	Eesti

Lisa 8. Kliimarisikide mõju linnaökosüsteemi teenustele

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõesus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Puu- ja köögiviljad (aiast)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagedamine	5.13.linn	Püsikud võivad hävineda või saagikus väheneda	-	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine sademetehulga kasv +8%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +14%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademetehulga kasv +19%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2015-2020	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +11%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2015-2020	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +16%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2030	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +33%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2030	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +48%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +77%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2050	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +112%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +188%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.08.linn	Kastmisvee kasutamise potentsiaal suureneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +48 cm	5.04.linn	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Mereveetaseme tõus +64 cm	5.04.linn	Kambriumi-Vendi põhjavee segunemine mereveega võib muuta joogikõlbmatuks mitmete Harjumaa ja Ida-Virumaa linnade joogivee	-	keskmine	keskmine	väike	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Joogi- ja kastmisvesi	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.08.linn	Põuaperioodid võivad mõjutada kastmisvee kättesaadavust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmine temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmine sademete hulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Süsiniku hoidmine ja sidumine (taimestik, muld)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +1,6 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Merevee aastakeskmise temperatuuri tõus +2,4 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +2 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Siseveekogude aastakeskmise temperatuuri tõus +7 C	5.19.linn	Kliima reguleerimise periood pikeneb	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Kohaliku ja piirkondliku kliima reguleerimine	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse ja mulla seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Müra leevendamine (puud, põõsad)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2021-2050	Aastakeskmise temperatuuritõus +1,8	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +2,6 C	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise temperatuuritõus +4,3	5.19.linn	Pikeneb vegetatsiooniperiood	+	väike	väike	suur	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +14%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademete hulga kasv +19%	5.03.linn	Vähendab soolareostuse kahjulikku mõju puudele	+	väike	keskmine	väike	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tõenäosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2015-2020	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2021-2030	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Õhukvaliteedi reguleerimine (taimestik)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +14%	5.05.linn	Väheneb külalistatavus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Aastakeskmise sademetehulga kasv +19%	5.05.linn	Väheneb külalistatavus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Üle 30 mm/ööp. sademete esinemise kasv keskmiselt +272%	5.05.linn	Väheneb külalistatavus	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

Alamvaldkond	Stsenarium	Periood	Risk	Mõju nr	Mõju (ala)valdkonnale (ilmamuutuse tagajärg)	Mõju suund	Majanduslik mõju	Sotsiaalne mõju	Avaldumise tsooniosus	Mõju valdkonnale	Mõju piirkond
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Virgestus- ja turismivõimaluste pakkumine ja seotud välitegevused	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 4.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 4.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 8.5	2021-2050	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti
Stressi ja seotud probleemide ja haiguste vähendamine (taimestik, rohealad)	RCP 8.5	2051-2100	Äärmuslike ilmastikunähtuste esinemise sagenemine	5.03.linn	Halvendab haljastuse seisundit ja atraktiivsust	-	väike	väike	keskmine	otsene	Eesti

