



Eesti Looduseuurijate Selts
Eesti Teaduste Akadeemia juures

Tellija: Keskkonnaministeerium

Rakendusuuring kaevandamistundlikkuse määramiseks
Riigihanke viitenumber 149520

Jaanus Paal
Ivar Ojaste
Uudo Timm
Eerik Leibak
Indrek Tamm
Madis Metsur

Tartu, oktoober 2015

Sisukord

1	Sissejuhatus.....	7
1.1	Taustteave.....	7
1.2	Töö eesmärgid ja ülesanded	7
2	Uurimispiirkond ja alade kaevandamistundlikkuse kategooriad.....	10
2.1	Uurimispiirkond ja kaevandamise mõju sellele	10
2.2	Alade kaevandamistundlikkuse kategooriad	11
3	Kaardipõhise analüüsi tulemused	15
4	Ohustatud, kaitsealused ja kaitsekorralduslikult huvipakkuvad liigid	20
4.1	Elupaiku ja liike mõjutavad olulised ohutegurid.....	20
4.2	Senine andmestik.....	21
4.3	Taimestiku inventuuri käigus kogutud andmed ja järeldused.....	24
4.3.1	I kategooria kaitsealused soontaimeliigid	24
4.3.2	II kategooria kaitsealused soontaimeliigid	24
4.3.3	III kategooria kaitsealused soontaimeliigid	26
4.3.4	Muud kaitsekorralduslikult olulised või haruldased soontaimeliigid.....	29
4.3.5	Vähenenud levilaga taimeliigid.....	30
4.3.6	Kokkuvõte ja järeldused	31
4.4	Põlevkivimaardla alal esinevate lendorava elupaikade inventuur	32
4.4.1	Metoodika.....	32
4.4.2	Lendorava inventuuri tulemused	37
4.4.3	Kokkuvõtteks	38
4.5	Linnustiku uuring.....	39
4.5.1	Kaitsealuste liikide esinemine ja arvukus	39
4.6	Metsis.....	45
4.6.1	Metsisemängude ja mänguaegsete elupaikade levik uuringualal	45
4.6.2	Metsise uurimisega seotud välitööde metoodika 2015. a.	48
4.6.3	Välitööde tulemused	48
4.6.4	Metsiste juhuvaatlused	51
4.6.5	Metsise kokkuvõte.....	52
4.7	Karjääripuistangute liigiline mitmekesisus	57
5	Taimekoosluste uurimine.....	59
5.1	Uuringute metoodika	59
5.1.1	Natura inventuur Ojamaa ja Estonia kaevandusala ja varem kaevandatud aladel	

5.1.2	Väliuuringute meetoodika	63
5.1.3	Andmebaasi ja geograafilise infosüsteemi arendamine	64
5.1.4	Andmetöötlus	64
5.2	Kaevandamise ja kuivenduse mõju taimkattele	66
5.2.1	Kõik metsakooslused	66
5.2.2	Arumetsad	81
5.2.3	Soostuvad ja soometsad	88
5.2.4	Soovikumetsad.....	90
5.2.5	Rabastuvad metsad	93
5.2.6	Soometsad	95
5.2.7	Kuivendatud ja kõdusoometsad	98
5.3	Metsade kaevandamistundlikkuse klassid.....	106
5.4	Soode tüübid ja seisund	109
6	Allmaakaevandamise võimalused aktiivse põlevkivivaru aladel.....	112
7	Kokkuvõtavad järeldused	125
7.1	Eelispiirkonnad ja kaevandamiseks taotletud alad.....	125
7.2	Allmaakaevandamise alad.....	126
7.3	Avatud karjääride (pealmaakaevandamise) alad.....	129
8	Ettepanekud seire korraldamiseks ja uurimistööks	130
9	Kasutatud kirjandus.....	132

Joonised

Joonis 1	Eesti põlevkivimaardla praegune situatsioon	9
Joonis 2	Kaitsmata põhjaveega alade ja paepealsete muldade levik Eesti põlevkivimaardlas	12
Joonis 3	Kaevandustundlikkuse I kategooria alade ja looduslike alade paiknemine Eesti põlevkivimaardlas.....	14
Joonis 4	Põlevkivimaardla territooriumil kasvavate metsade vanus.....	16
Joonis 5	Kõdusoometsade levik allmaakaevanduste piirkonnas	19
Joonis 6	Lendorava elupaigamudeli põhjal ettevalmistatud rasterpilt.....	33
Joonis 7	Lendorava inventuuri välitöökaart.....	34
Joonis 8	Lendoravale sobivate inventeeritud metsade paiknemine	36
Joonis 9	Teadaolevate metsisemängude (sinised kastid) ja potentsiaalsete metsisemängudeks sobivate alade levik uuringualal.	46
Joonis 10	Metsisele elupaigaks metsamajanduse tõttu mittesobiv elupaigalaik (kollakasroheline ala).	49
Joonis 11	Metsisele elupaigaks metsamajanduse tõttu mittesobiv elupaigalaik (helerohelised alad).....	49
Joonis 12	Metsisemängude otsimiseks väljavalitud alad (piiritletud katkendjoonega) koos teadaolevate ja potentsiaalsete metsisemängude levikuga.....	50

Joonis 13 Kalina metsisemänguala. Mänguala on piiritletud katkendjoonega. Taustaks potentsiaalsete metsisemängude prognooskaart	50
Joonis 14 Metsiste juhuvaatlused (mustad täpid) uuringualal seisuga 24.08.2015 (andmed e-Elurikkus)	51
Joonis 15 2014. aastal inventeeritud metsaalade asukoht.....	61
Joonis 16 Eesti metsakasvukohatüüpide ordinatsiooniskeem (Lõhmus, 2004)	66
Joonis 17 Kaevanduspiirkonna kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsiooniskeem, alade rühmitamine kasvukohatüüpidesse ning nende vastastikune suhe tunnusruumis.	68
Joonis 18 Kaevanduspiirkonna kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsiooniskeem, alade rühmitamine kasvukoha-tüübirühmadesse/tüüpidesse ning nende vastastikune suhe tunnusruumis	70
Joonis 19 Kaevanduspiirkonna kõigi inventeeritud metsaalade liikide ordinatsiooniskeem ..	71
Joonis 20 Kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsioon nende taimkatte põhjal, alade rühmitamine nende seisundi ja vajumise järgi ning vastavate rühmade vastastikune suhe tunnusruumis	75
Joonis 21 Kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsioon nende taimkatte põhjal.....	77
Joonis 22 Kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsioon nende taimkatte põhjal.....	78
Joonis 23 Erinevatesse metsakasvukohatüüpidesse kuuluvate arumetsade ordinatsiooniskeem.....	81
Joonis 24 Arumetsaliikide ordinatsiooniskeem.....	82
Joonis 25 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud arumetsade ordinatsiooniskeem.....	85
Joonis 26 Alade seisundi, vajumise, kraavituse esinemise ja kasvukoha-tüübirühma kuuluvuse järgi rühmitatud arumetsade ordinatsiooniskeem.....	86
Joonis 27 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänsekapsa-kõdusoometsade ordinatsiooniskeem.....	98
Joonis 28 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänsekapsa-kõdusoometsades kasvavate taimeliikide ordinatsiooniskeem	99
Joonis 29 Alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänsekapsa-kõdusoometsade ordinatsiooniskeem.....	103
Joonis 30 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänsekapsa-kõdusoometsade ordinatsiooniskeem.....	104
Joonis 31 Kaevandamisest tulenevale kuivendusele erineva tundlikkusega metsaalade paiknemine Eesti põlevkivimaardlas	108
Joonis 32 I+II+III kaevandamistundlikkusega loodusobjektidega aktiivse põlevkivivaru plokkide paiknemine ja kaevandamiseks prioriteetsed maavaravaru plokid (ploki ID on rohelistes kastides).	115
Joonis 33 Aktiivse põlevkivivaru plokkidel või kaevandatud alal paiknevad kõrge ja ülikõrge väärtusega (üldhinnang vähemalt B) Natura elupaigad väljaspool kaitsealasi.....	116
Joonis 34 Maavaravaru ploki 56756 keerukas ruumikuju niiskusrežiimi muutustele tundlike looduskaitseobjektide vahel.	120
Joonis 35 Uus Kiviõli kaevanduse alal olevad olulised looduskaitseobjektid	122
Joonis 36 Taotletava Oandu kaevanduse lääneosa (plokk 56683) vastu Sirtsu looduskaitseala paikneb metsakasvukohatüüpide järgi tundlikul alal	123
Joonis 37 Kavandatava Estonia II kaevanduse idaserva keerukas ruumikuju.....	124

Tabelid

Tabel 1 Erineva kaevandustundlikkusega alade pindalad Eesti põlevkivimaardlas (1647 km ² , aastatel 2010/2015	15
Tabel 2 Kõdusoometsade levik põlevkivimaardlas	17
Tabel 3 Seni teadaolevad andmed uuringuala I ja II kategooria kaitsealuste liikide koosseisu ning jaotumuse kohta kaevandusaladel.....	22
Tabel 4 Uuringupiirkonnas asuvad lendorava elukohad ja nende asustatus 2015. aastal.....	37
Tabel 5 Keskkonnaregistris registreeritud kaitsealused linnu liigid ja nende elupaikade hulk uurimisalal	39
Tabel 6 Arvukuse trend uuringualal keskkonnaregistri kohaselt registreeritud kaitsealustel liikidel.	42
Tabel 7 Keskkonnaregistris registreeritud liikide tundlikkuse võimalike kaevandusmõjude suhtes (eksperthinnang).....	43
Tabel 8 Uuringualal esinevate metsisemängude loendusandmed.....	47
Tabel 9 Uuringualal registreeritud mängude kaitsereežiim ja kaardimaterjali (ortofotod 2005 ja 2013) abil eristatavad ohutegurid.....	47
Tabel 10 Metsise kaitse tegevuskava lisa 6, väljavõtte tabelist 6. Uuringualal esinevate metsisemängude kaitsekorralduslik prioriteetsus.	53
Tabel 11 Metsakoosluste seisundit iseloomustav tunnustemaatriks (näidis).	65
Tabel 12 Metsakasvukoha-tüübirühmade taimkatte liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.	69
Tabel 13 Indikaatorliigid, nende indikaatorväärtus, suhteline sagedus ja ohtrus alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud taimkatteanalüüsides.	72
Tabel 14 Alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud taimkatteanalüüsides liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.....	75
Tabel 15 Alade seisundi, vajumise ja kuivenduse mõju järgi rühmitatud taimkatteanalüüsides liigilise sarnasuse võrdlus mitmese vastuse permutatsioonitestide põhjal.	76
Tabel 16 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud taimkatteanalüüsides liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.	79
Tabel 17 Arumetsade erinevatesse kasvukohatüüpidesse kuuluvate alade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.....	82
Tabel 18 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud arumetsade taimkatteanalüüsides liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.	84
Tabel 19 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud soostuvate ja soometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.	88
Tabel 20 Alade seisundi järgi rühmitatud soovikumetsade indikaatorliigid (p < 0.5), nende suhteline sagedus ja suhteline ohtrus.....	90
Tabel 21 Alade vajumise järgi rühmitatud soostuvate metsade indikaatorliigid (p < 0.5), nende suhteline sagedus ja suhteline ohtrus.....	92
Tabel 22 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud rabastuvate metsade indikaatorliigid (p < 0.5) ja nende suhteline sagedus.....	93
Tabel 23 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud rabastuvate metsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.....	94
Tabel 24 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud soometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.....	95

Tabel 25 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud soometsade indikaatorliigid ($p < 0.5$) ja nende suhteline sagedus.	96
Tabel 26 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.	98
Tabel 27 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade indikaatorliigid ($p < 0.5$), nende suhteline sagedus ja suhteline ohtrus inventeerimisel.	100
Tabel 28 Alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.	103
Tabel 29 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.	105
Tabel 30 Erinevat tüüpi kasvukohtade tundlikkus kaevandamisest tulenevale kuivendamisele (kaevandamistundlikkuse klass) tundlikkuse suurenemise järjekorras.....	106
Tabel 31 Soostunud rohumaade ja soode kuivendatus ning seisund põlevkivirajoonis	109
Tabel 32 Aktiivse põlevkivivaru plokkidel asuvad I+II+III kaevandamistundlikkuse kategooria loodusobjektid (EELISE põhjal) ja nende tundlikkus allmaakaevandamise suhtes.....	113
Tabel 33 Kõrge ja ülikõrge väärtusega Natura elupaikade mõjutatavus allmaakaevandamisest aktiivse varu plokkidel või kaevandatud alal.....	117

Aruande digitaalsed lisad

Lisa 1. 2014. a. väliuuringute taustateave

Lisa 1.1. Maaparandussüsteemide ja metsaregistris kuivendusega alade paiknemine

Lisa 2. Põlevkivimaardlas registreeritud kaitsealused soontaimed.

Lisa 3. Inventeeritud alade taimkatte arvutustabelid (Lisad 3.1-3.17)

Lisa 4. Aruande GIS andmestik

Lisa 5. Kaevandamise mõju seirekava Muraka soostiku ökoloogilise seire näitel

1 Sissejuhatus

1.1 Taustteave

Põlevkivi arengukava ja selle rakendusplaan on koostatud Vabariigi Valitsuse 13. detsembri 2005. a määruse nr 302 "Strateegiliste arengukavade liigid ning nende koostamise, täiendamise, elluviimise, hindamise ja aruandluse kord" kohaselt. Põlevkivi arengukava kinnitati Riigikogu 21. oktoobri 2008. a otsusega. Arengukava koostamise eest vastutavaks ministeeriumiks on määratud Keskkonnaministeerium ning arengukava elluviimises osalevateks ministeeriumiteks Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium ning Rahandusministeerium. Lisaks on Keskkonnaministeerium kaasanud rakendusplaani elluviimiseks veel Haridus- ja Teadusministeeriumi ning Sotsiaalministeeriumi.

Uurimistöid kaevandamistundlikkuse kategooriate määramiseks ja lähtudes kaevandamistundlikkusest põlevkivimaardla kasutamiseks on Põlevkivi arengukavas kavandatud läbi viia kuue aasta jooksul, 2010–2015. See on üks osa uuringute seeriast, mis on arengukavas ette nähtud selleks, et leida vajalikke lahendusi, kuidas põlevkivi kaevandamisel ja kasutamisel vähendada ja (või) leevendada keskkonnamõju.

Käesoleva 2014.-2015. a rakendusuuringu eesmärk oli käsitleda põlevkivi kaevandamise mõju kaitstavatele ja ohustatud liikidele ning nende elupaikadele ja loodusdirektiivi elupaigatüüpidele. Põlevkivimaardla piirkonnas toimub riiklik ja kaevandamisloa omanike poolt tehtav põhjaveeseire. Edaspidi on kavas tellitava töö tulemuste põhjal teha täiendavalt veerežiimi ja mulla uuringuid veest sõltuvate elupaikade kaitse eesmärkidest lähtudes.

1.2 Töö eesmärgid ja ülesanded

Põlevkivi kaevandamine mõjutab maastikku, pinnast, elusloodust, põhja- ja pinnavett ning välisõhku. **Käesoleva töö/projekti eesmärgiks oli välja selgitada Eesti põlevkivimaardla need piirkonnad, kus kaevandamine ohustab kõige vähem looduslike ökosüsteemide funktsionaalsust ja kaitset vajavate liikide elupaiku ning loodusdirektiivi elupaigatüüpe. Kaevandatud alade loodusväärtuste inventuuri põhjal tuli esitada analüüs, milliseid ohustatud ja kaitset vajavate liikide elupaiku allmaakaevandamine ei ole oluliselt mõjutanud ja millised elupaigad on olnud mõjutatud. Samuti oli vaja välja tuua liigid, mis on kaevandamise järgselt taastumisvõimelised.**

Eesmärgiks oli samuti ülevaate saamine kaitsealustele liikidele sobivate elupaikade ning Euroopas väärtustatud elupaikade esinemisest uuritava alal ning hinnata nende tundlikkust allmaakaevandamise suhtes. **Ühtlasi oli eesmärgiks vajaduse korral kaevandamistundlikkuse kategooriate täiendamine või muutmise, sest töö tulemus on aluseks tulevaste kaevanduste ja karjäärade kavandamisele, korrastamistingimuste andmisele, keskkonnamõju hindamisele ning vajadusel otsuste tegemisele õigusaktide ja keskkonnalubade muutmiseks.**

Lisaks oli töö eesmärgiks Eesti põlevkivimaardla aktiivse varuga aladel (eelkõige Ojamaa ja Estonia kaevanduse peal) esinevate ohustatud ja kaitset vajavate liikide elupaikade ning loodusdirektiivi elupaigatüüpide analüüsimine ja rühmitamine lähtudes nende tundlikkusest allmaakaevandamisega kaasnevate või kaasneda võivate mõjude suhtes (müra, vibratsioon, veerežiimi muutus, maapinna vajumine jne). Ülesandeks oli ohustatud ja kaitset vajavate liikide elupaikade ja loodusdirektiivi elupaigatüüpide jaotamine kolme kategooriasse: **1) allmaakaevandamine tõenäoliselt ei mõjuta elupaiku (neutraalne kategooria, kus**

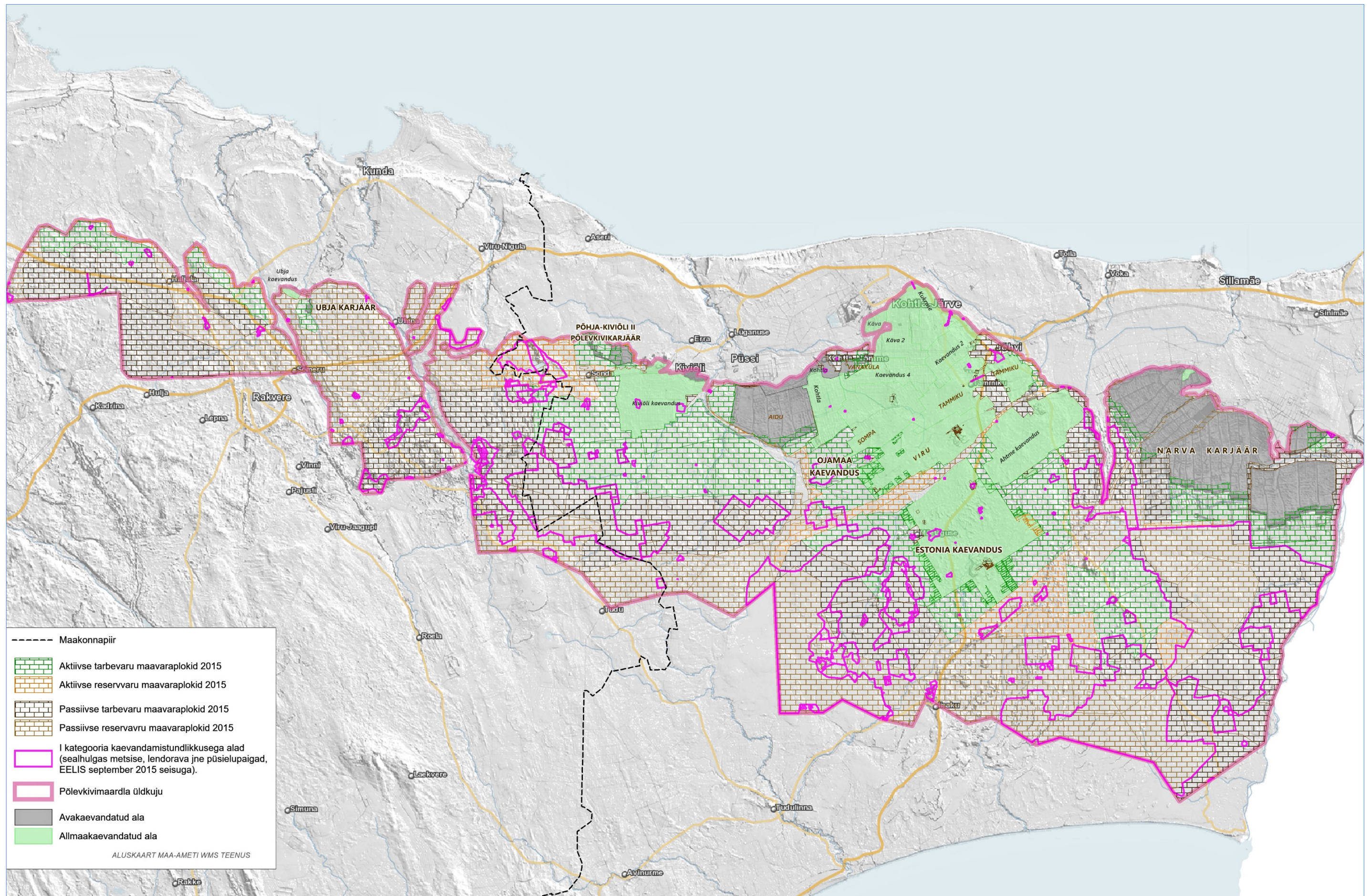
negatiivne mõju puudub), 2) allmaakaevandamine tõenäoliselt mõjutab elupaiku oluliselt ja negatiivselt, 3) allmaakaevandamise mõju elupaikadele on praeguste teadmiste põhjal ebaselge.

Uuringu tulemusena peab andma kaitstavate liikide ja elupaigatüüpide kaupa teabe mõjutegureist, mis põlevkivi allmaakaevandamisel ohustavad või mõjutavad neid negatiivselt. Samuti tuleb kirjeldada riske looduslike ökosüsteemide funktsionaalsusele ning **leida võimalusi kaevandamisega rikutud aladel toimunud ökosüsteemide taastamiseks**. Tuuakse välja kaitsealused liigid, mis on kaevandamise järgselt **taastumisvõimelised**. Teades eespool kirjeldatud mõjutegureid saab edaspidi kaevandamisel teadlikult nende tegurite mõju muuta minimaalseks või võimaluse korral vältida.

Ühtlasi oli uuringu eesmärgiks saada teavet **korrastatud karjäärialadel kujunenud kaitstavatele liikidele soodsate elupaigatüüpide olemasolust, nende tekke võimalustest ning hinnata, kas on võimalik ja vajalik rakendada täiendavaid meetmeid soodsate elupaikade tekkeks karjäärialade korrastamisel**. Allmaakaevandatud aladel oli vaja koostada ülevaade ohustatud ja kaitset vajavate liikide elupaikadest ning kirjeldada vahetut mõju, mida allmaakaevandamine neile on avaldanud. Allmaakaevandamisest negatiivselt mõjutatavate ohustatud ja kaitset vajavate liikide elupaikade ning loodusdirektiivi elupaigatüüpide puhul tuli kirjeldada tegureid, mis põhjustavad kahjulikku mõju (müra, vibratsioon, veerežiimi muutus, maapinna vajumine jne). Uuringu tulemused peavad andma ülevaate, kas kaevandamise mõjul on ökosüsteemid muutunud selliselt, et see on tinginud muutusi kaitsealuste liikide esinemisele, võrreldes sarnaste ökosüsteemidega kaevandamata alal. Hinnata tuli ka kaevandamisest mitteolenevate mõjude ja tingimuste osakaalu ning pöörata eraldi tähelepanu **lendorava ja metsise elupaikade säilitamise/taastamise võimalustele allmaakaevandamise ajal ning pärast kaevandamist**. Pealmaakaevandamisega rikutud ja korrastatud aladel tuli hinnata tekkinud ökosüsteemide potentsiaali kaitsealustele liikidele soodsa seisundi tagamiseks külgnevatel ja sidusatel aladel ning uute kaitsealuste liikide elupaikade tekkeks korrastatud aladel.

Ülesandeks oli ka vajaduse korral esitada ettepanekud olemasolevate **seirete tingimuste täpsustamiseks või täiendamiseks ning uute seirevõrgustike loomiseks**.

Nagu näha, on püstitatud eesmärgid ja ülesanded väga ulatuslikud ning ambitsioonikad. Kahtlemata ei ole kõigi loetletud ülesannete täitmine kogu põlevkivimaardla ulatuslikul alal kaks aastat kestva projekti ja kasutada olevate ressursside raames kogu mahus ja kogu territooriumil ühesuguse detailsusega võimalik. Seetõttu hõlmati 2014-2015. a väliuuringutega metsadest eeskätt vanemad väljakujunenud struktuuriga puistud, avamaakaevandustest juba taimkattega kaetud alad, osa üldistusi lähtub kaardipõhisest analüüsist.



Joonis 1 Eesti põlevkivimaardla praegune situatsioon

2 Uurimispiirkond ja alade kaevandamistundlikkuse kategooriad

2.1 Uurimispiirkond ja kaevandamise mõju sellele

Põlevkivi on Eesti tähtsaim maavara ja põlevkivivaru kuulub riigile. Eesti põlevkivimaardla põlevkivivaruga plokkide pidalaga 1647,47 km² asub Ida- ja Lääne-Virumaal kokku 23 omavalitsusüksuse territooriumil¹ ning on jaotatud 23-ks maardlaosaks: kaeve- ja uuringuväljadeks. Eesti põlevkivimaardla põlevkivivaru suurus on 4,73 miljardit tonni² ja maavaravaru on geoloogilise uurituse taseme järgi jaotatud tarbe- ja reservvaruks ning kasutamisevõimalikkuse ja majandusliku tähtsuse alusel aktiivseks ja passiivseks varuks. Eesti põlevkivivarust on aktiivset tarbe- ja reservaru 1,32 miljardit tonni. Ajalooliselt on põlevkivivaru (ühes kaevandatud alaga, kus põlevkivivaru enam pole) olnud 2073 ruutkilomeetrit (nn põlevkivimaardla üldkuju).

Põlevkivi kaevandatakse maa-alustes kaevandustes ja karjääriviisiliselt. Karjääriviisil kaevandatud ala suuruseks on praeguseks 171 km², allmaakaevandatud ala hõlmab 301 km² (joon. 1). Perspektiivis nähti eelmisel aastatuhandel ette põlevkivi karjääriviisilist kaevandamist kokku 230 km² suurusele alal, mis on 6% Ida-Virumaa territooriumist. Sellest alast moodustavad põllumajanduslikud kõlvikud 20%, metsamaad 41% ja sood 37% (Kaar, Raid, 1992). Eesti suurim põlevkivi kaevandaja on Eesti Energia Kaevandused AS. Selle karjääriviisiliselt kaevandavad osad on Narva karjäär ja Aidu karjäär. Narva karjääri mäetööd toimuvad Narva ja Sirgala kaeveväljadel, Aidu karjääris Aidu ning Vanaküla kaeveväljadel. Põlevkivi pealmaakaevandamist kasutavad ka Kiviõli Keemiatööstus OÜ Põhja-Kiviõli karjääris ja AS Kunda Nordic Tsement Ubja kaeveväljal.

Allmaakaevandamiseks on kaevandamisload antud Ahtme, Estonia, Sompä, Tammiku ja Viru kaeveväljal ning Uus-Kiviõli ja Ojamaa uuringuväljal. Pealmaakaevandamiseks on kaevandamisload Aidu (korrastamisel), Kohtla, Narva, Sirgala kaeveväljal ning Kohala ja Põhja-Kiviõli uuringuväljal.

Allmaakaevandatud alast orienteeruvalt poole moodustab nn kvaasistabiilne³ maa. Praegu jäetakse kamberkaevandamisel nn igavesed tugitervikud, mille juures põlevkivikaod on küll suuremad, kuid maapinnavajumisi on oluliselt vähem. Uusi suuri põlevkivikarjääre kavandatud pole, teada on väikese Ubja põlevkivikarjääri laienduse kava, karjääriviisil kavatsetakse kaevandada ka Tammiku kaeveväljal olev jääkvaru (Kose karjäär). Kuna maapinna lähedal paiknev põlevkivivaru on kaevandatud esimeses järjekorras, on põlevkivi kasutuspiirkonnas Ida-Virumaal praeguseks perspektiivne vaid allmaakaevandamine. Põlevkivi kaevandajad on taotlenud allmaakaevandamiseks mäeeraldisi Sonda, Oandu ja Estonia II kaevandute rajamiseks.

¹ Alajõe, Haljala, Iisaku, Illuka, Jõhvi, Kadrina, Kohtla, Kohtla-Nõmme, Lüganuse, Mäetaguse, Rakvere, Rägavere, Sonda, Sõmeru, Toila, Tudulinna, Vaivara, Vinni ja Viru-Nigula vallad ning Kiviõli, Kohtla-Järve ja Rakvere linnad

² <http://www.envir.ee/et/eesti-vabariigi-maavaravaru-koondbilansid>

³ Ala kus kaevanduse lae ja maa hoidmiseks ette nähtud tervikud, täiteriidad ja toestikuelemendid ei purune kaevandamise ajal, kuid nende iga ei pruugi olla lõpmatult suur. Kvaasistabiilne maa käitub esialgu samuti nagu stabiilne, kuid hiljem esineb seal mitmesugust laadi maa liikumist, millest kõige ohtlikumad on õhukese lasumi puhul tekkivad lahtised varinguaugud

Kaevandamisega kaasneb reeglina ala veetaseme alandamine ja vee ärajuhtimine, mis mõjutab eelkõige jõgesid ja hüdrogeoloogilise läbilõike ülemisi veekihte (Savitski, 2010). Veetaseme alandamine põhjustab sageli jõesängide kuivamise, eriti nende ülemjooksul; mõnikord aga kasutatakse jõgesid kaevandusvee ärajuhtimiseks. Kaevandus on veekihi jaoks dreniks; drenimise tulemusel muutub põhjaveevoolu suund ning nii vahetult drenitavas veekihis kui ka lasuvas ja lamavas veekihis moodustub põhjaveetaseme alanduslehter. Kaevandusest mõjutatud aladel muutub ka põhjavee keemiline koostis: looduslikust vesinikkarbonaatsest veest muutub karjäärivesi sulfaatseks, selle kuivjääk suureneb 2-3 korda.

Karjääriviisilisel kaevandamisel hävitatakse taimkate ja mullakiht ning tasandatud puistangutel valitsevad uue taimkatte kujunemiseks ekstreemsed kasvutingimused – pinnas on kivine, vähese lämmastiku ja orgaanilise aine sisaldusega, leeliseline ning rikutud veerežiimiga (põuakartlik). Karjääripuistangute looduslikku taimestumist mõjutavad paljud tegurid – puistangusse sattuva katendi koostis ja selle asetus puistangus, kaeve sügavus, toitainesisaldus puistangu materjalis, niiskusrežiim, aeg kaevandamise lõpetamisest, kaugus taimkattega aladest, puistanute erosiooniohtlikkus jm. (Kaar, 2010).

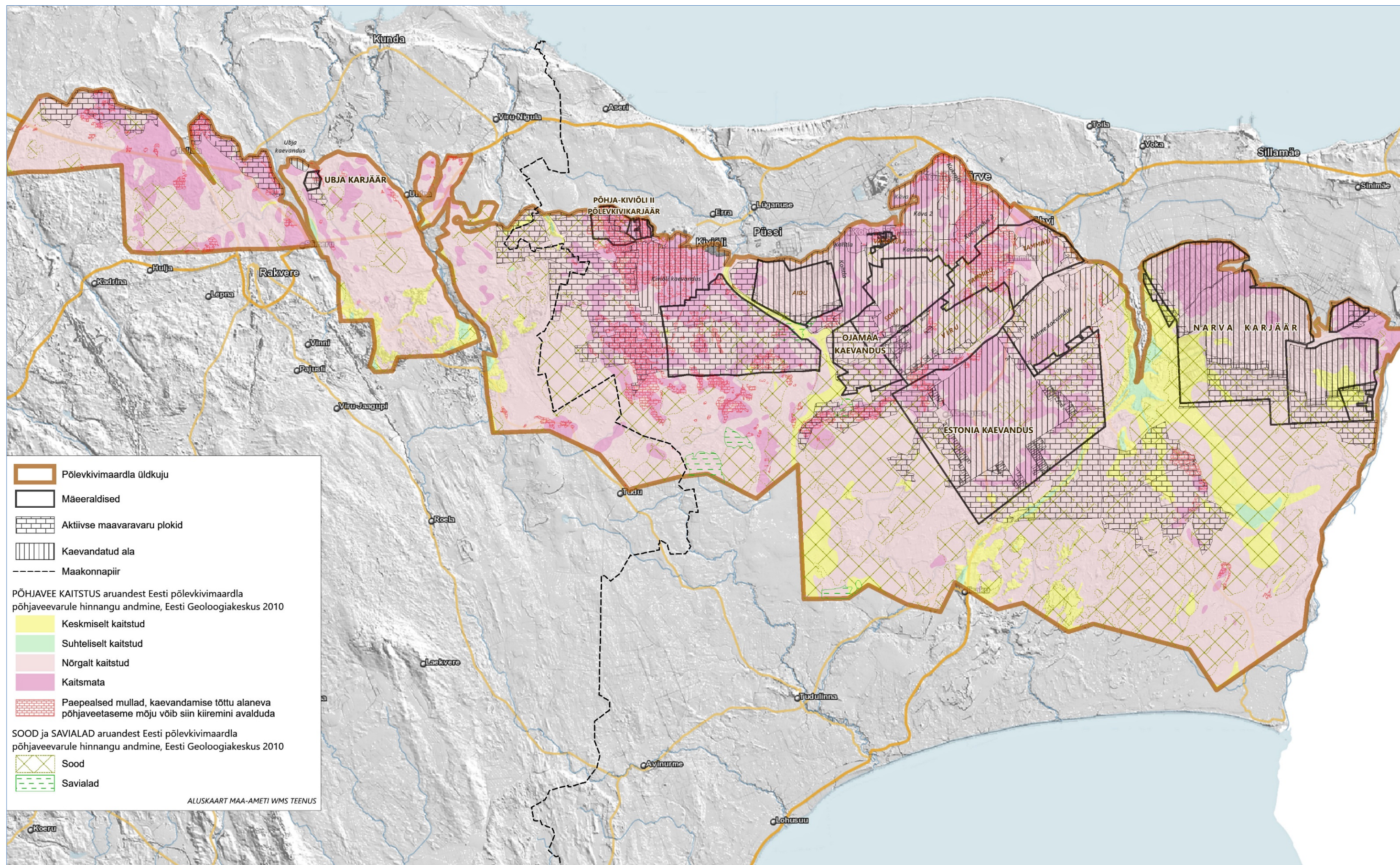
Allmaakaevandamisega tagajärjel toimub kaevandamiskambrite kohal maapinna vajumine 1-2 meetrit (Savitski, 2010; Reinsalu, 2010). Langatusel alla vajuvad maapinnakihid deformeeruvad, millega kaasneb pinnaselõhede teke ja maapinna hüdrooloogilise režiimi muutumine (Toomik, 1999; Liblik jt., 2005) ning üleujutatud kohtades kujunevad uued ökosüsteemid (Liblik jt., 2005). Raskema lõimisega muldade puhul on langatumise tulemuseks märjaks jäävates langatuslohkudes muldade soostumine; õhema katendi ja kergema lõimise korral aga võivad langatuslohud jääda isegi põuakartlikeks (Leedu, 2010). Metsades esineb maapinna langatusi ulatuslikumalt Ahtme metskonna territooriumil Ahtme, Somp, Tammiku ja Viru kaevandustes toimunud varingute tagajärjel. Viru kaevanduse kohal on vajunud aladest 95% pidavalt vee all, Somp kaevanduse kohal 75%, Ahtme kaevanduse kohal 57%. Langatusest põhjustatud üleujutuse all kannatavad mustika, karusambla-mustika, karusambla, sõnajala ja naadi kasvukohatüübi metsad. Langatunud alade metsades esineb ohtrasti metsakahjureid, kes massilise paljunemise korral põhjustavad ulatuslikke rüüsteid ka naaberaladel (Reinsalu, 2010).

2.2 Alade kaevandamistundlikkuse kategooriad

Ala tundlikkust kaevandamisele mõjutavad paiga looduslikud tingimused ja seal toimiv või varasem inimtegevus. Vett vähejuhtivate pinnaste, kaitstud põhjaveega ja märgade muldade levikualadel on ala vastupanuvõime kaevandamisega kaasnevale veerežiimi muutusele suurem. Liivpinnaste ja paepealsete⁴ muldade levikualal on põhjavee kaitstus ning ala vastupanuvõime veerežiimi muutusele väiksem (joon. 2). Muutused mullastikus võivad viia elupaigatüübi teisenemisele. Aasta 2014 väliuuringute taustateave mullaerimite⁵ osas on esitatud aruande lisas 1.

⁴ Eesti mullakaardi (möötkavas 1:10 000) töötlus käesoleva töö raames, eristades välja kindlalt aluspõhja olemasolule (muulakaardi koostamise uurimissügavus on ca 1m) viitavad mullaerimid: Kh' - väga õhuke paepealne muld, Kh'' - õhuke paepealne muld, Khg - gleistunud paepealsed mullad, Kh'g - gleistunud väga õhuke paepealne muld, Kh''g - gleistunud õhuke paepealne muld, Gh - paepealsed gleimullad, Gh1 - paepealne turvastunud muld, Gh'- väga õhuke paepealne gleimuld, Gh'' - õhuke paepealne gleimuld.

⁵ Mullateave kajastab eeskätt mullakaardi koostamise aegset situatsiooni. Digitaalse mullakaardi alusena kasutatud paberkaardid koostati ajavahemikus 1954–1988, nende koostamisel olid aluseks omaaegsete suurmajandite ja metskondade mullastiku kaardid.



Joonis 2 Kaitsmata põhjaveega alade ja paepealsete muldade levik Eesti põlevkivimaardlas

AS Mavese poolt 2010. a. läbi viidud uuringus „Rakendusuuring kaevandamistundlikkuse kategooriate määramiseks ja lähtudes kaevandamistundlikkusest põlevkivimaardla kasutamiseks“ (Tamm, Metsur, 2010) esitati **põlevkivimaardla kaevandamistundlikkuse määratlemise (rajoneerimise) formaalsed kriteeriumid lähtudes maapõueseadusest ja looduskaitseadusest**. Seega kajastavad need kaevandamistundlikkuse kategooriad ühetaoliste looduskaitseliste piirangutega alade esindatust põlevkivimaardlas.

Kaevandamistundlikkuse I kategooria hõlmab alasid, kus kaevandamine kahjustab olemasolevaid või projekteeritavaid loodus- või maastikukaitsealasid, kaitstavate liikide püsielupaiku, I kaitsekategooria liikide elupaiku, kaitsealuseid üksikobjekte ja nende kaitsevööndeid ning Natura linnu- ja loodusalasid (joon. 3).

Vastavalt maapõueseaduse § 34 lõike 1 punkt 3 kohaselt niisugustele aladele üldjuhul kaevandamisluba ei anta; allmaakaevandamise loa saamiseks peab olema tõestatud, et kaevandada saab ilma looduskaitseobjekti kahjustamata⁶, põlevkivi avakaevandamine on neil aladel välistatud⁷.

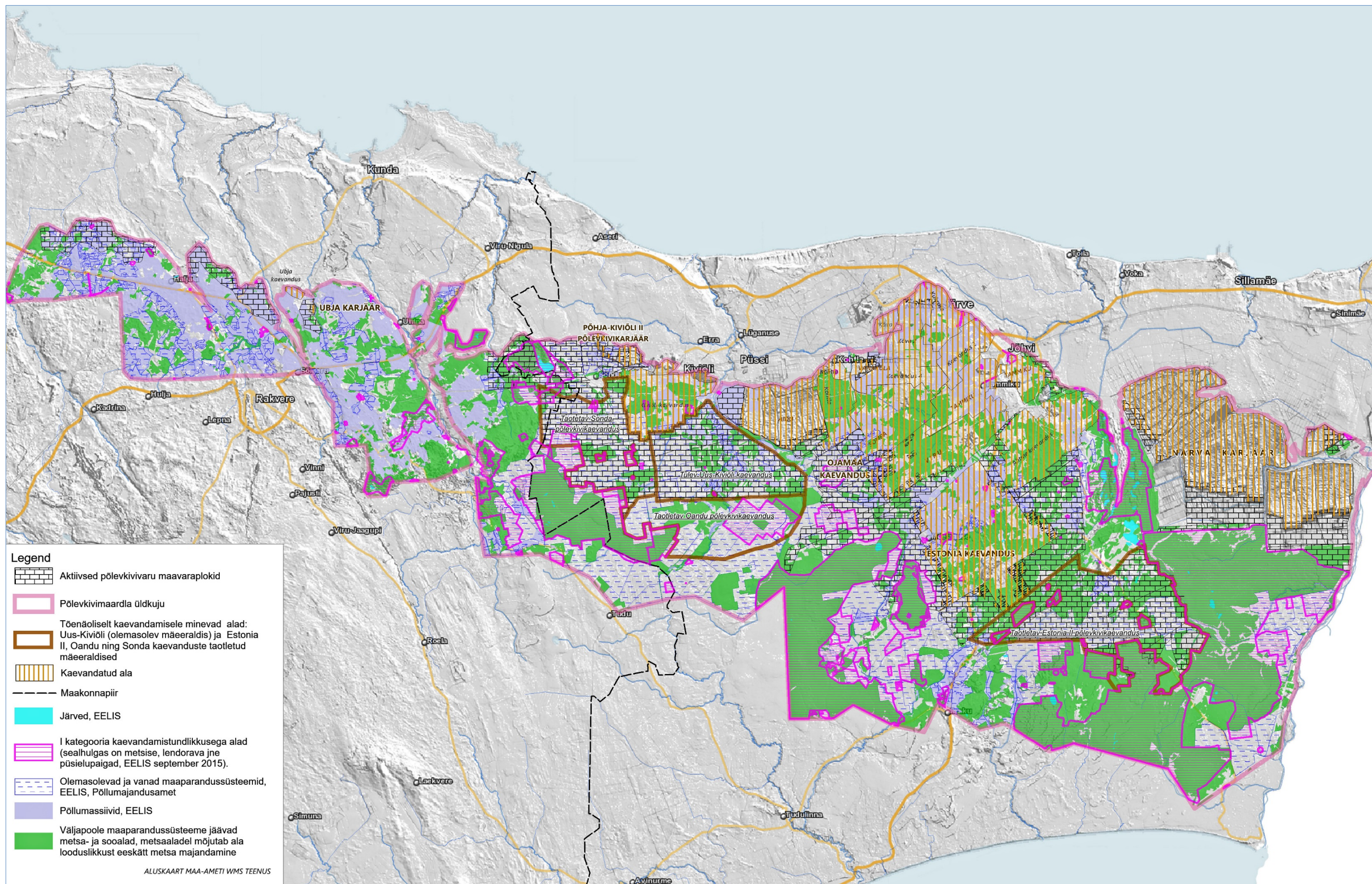
Kaevandamistundlikkuse II kategooria aladeks on II kaitsekategooria liikide (taimed, seened, samblikud, loomad) elupaigad, hoiualad, allikad ja allikaalad (peamiselt nitraaditundlikel aladel), mis pole üksikobjektina kaitse all. Valdavalt paiknevad II kaevandamistundlikkuse kategooria alad I kaevandamistundlikkuse kategooria alade piires.

Kaevandamistundlikkuse III kategooriasse kuuluvad III kaitsekategooria liikide elupaigad, poollooduslikud kooslused, lõhejõed ning karstialad. Enamuses paiknevad III kaevandamistundlikkuse kategooria alad Eesti põlevkivimaardlas I ja II kaevandamistundlikkuse kategooriaga alade piires.

Kaevandamistundlikkuse IV kategooria alade hulka kuuluvad vääriselupaigad, kaitsmata põhjaveega alad, üleujutusohuga või jääkreostusega alad, seirejaamad, kaitsestaatusega liigid, Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituudi poolt koostatud „Eesti ürglooduse raamatu“ objektid, jahipiirkonnad, erinevate projektide ja inventuuride alad ning leiud (vt. "Metsandusliku pärandkultuuri kaitse ja rakendamine", „Eesti märgalade kaitse ja majandamise strateegia“, Pärandkoosluste Kaitse Ühingu poolt märgitud niidud, Eesti Looduse Fondi koostatud Natura inventuuride tulemused). Enamuses paiknevad IV kaevandamistundlikkuse kategooria alad I, II ja III kaevandamistundlikkuse kategooriaga alade piires.

⁶ MPS § 34. Kaevandamisloa andmisest keeldumine. Lõige 1 punkt 19. Keskkonnamõju hindamise tulemusel selgub, et kaevandamisega kaasneb oluline keskkonnamõju ja seda ei ole võimalik ära hoida ega leevendada.

⁷ MPS § 34. Kaevandamisloa andmisest keeldumine. Lõige 1 punkt 2. Loa taotleja kavatseb kasutada avakaevandamist ja kaitstava loodusobjekti kaitse-eeskiri keelab maavara kaevandamise või kaevandamine kahjustab loodusobjekti, mille kaitse alla võtmine on menetluses;



Joonis 3 Kaevandustundlikkuse I kategooria alade ja looduslike alade paiknemine Eesti põlevkivimaardlas

3 Kaardipõhise analüüsi tulemused

Metsaregistri metsaeraldiste järgi on ligi 49% põlevkivimaardlast on kaetud metsaga, koos puis- ja lagesoodega hõlmavad looduslikult säilinud alad territooriumist 58%. Aktiivse varuna arvel olevate maavaraplokkide pindalast (464.85 km²) moodustab mets 55%, koos soodega 57%, mis näitab elusloodusele sobivate metsaelupaikade rohkust seni kaevandamata alal.

Põlevkivimaardla Lääne-Virumaale jääval alal on metsaga kaetud 40%, põllumajanduses kasutatava maa osakaal on 39%, Ida-Virumaal on põlevkivimaardla piires metsadega kaetud 51%, põllumaadega aga 8% territooriumist.

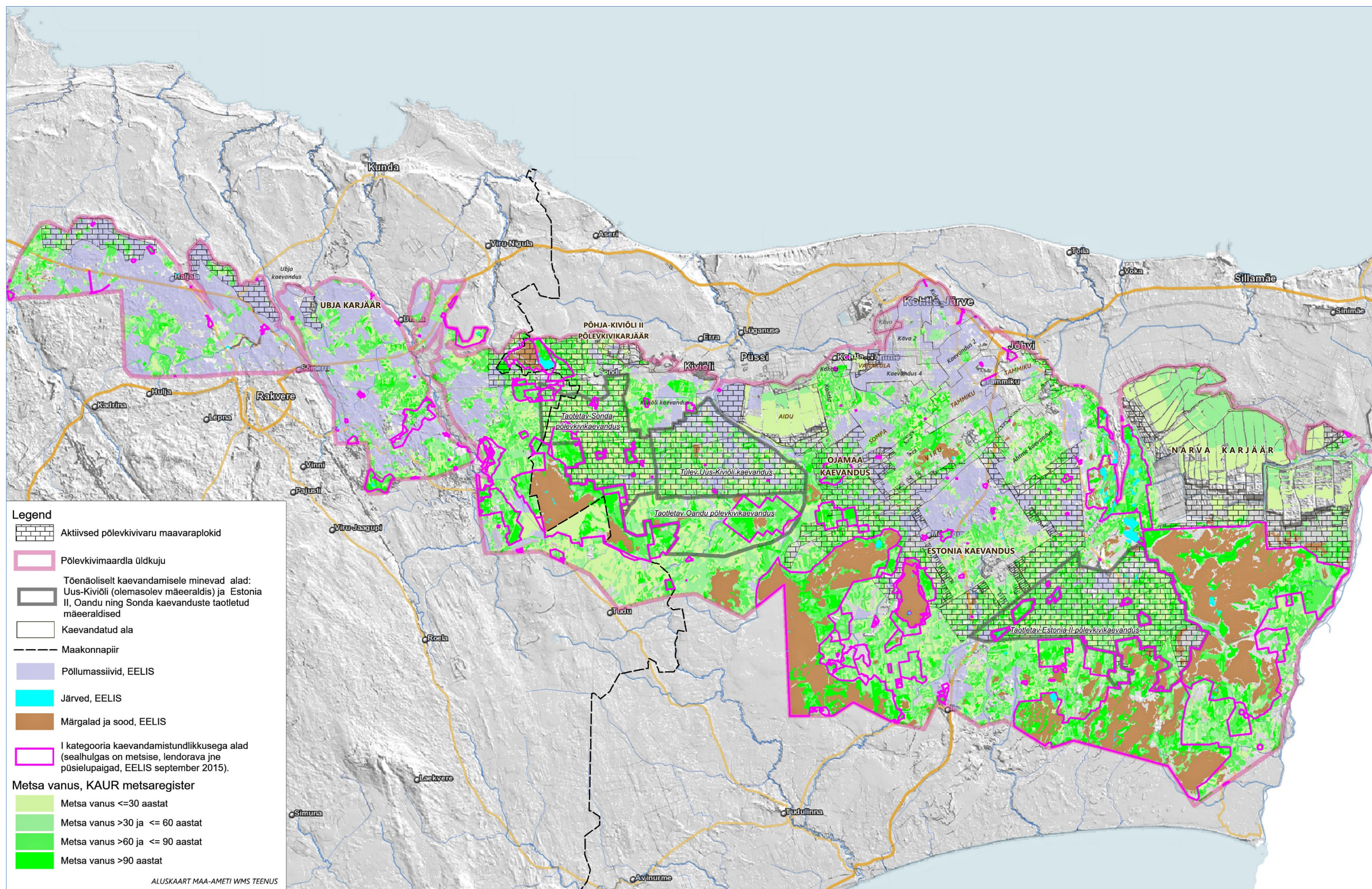
2010. a. oli I kategooria kaevandamistundlikkusega alasid põlevkivimaardlas kokku 456 km² (tabel 1) Need paiknesid 205-I maavaravaru plokil 390-st, hõlmates maavaravaru plokkide pindalast 28% (Tamm, Metsur, 2010). 2015. a. hõlmavad I kategooria kaevandamistundlikkusega alad Eesti põlevkivimaardlast juba 475 km², kusjuures viimasel kahel aastal on lisandunud peamiselt taime- või loomaliikide püsielupaiku. Aktiivsena arvel olevatest maavaraplokkide pindalast moodustavad kaevandamistundlikkuse I kategooria alad 14.77 km² ehk 3%, neist 67% on kaetud metsaga. Lisades juurde sood, hõlmavad looduslikuna säilinud alad 85%.

Tabel 1 Erineva kaevandustundlikkusega alade pindalad Eesti põlevkivimaardlas (1647 km², aastatel 2010/2015)

Kaevandamistundlikkuse kategooria	Pindala aastatel 2010/2015 km ²	Kaevandamistundlikkuse kategooria objektideta maavaravaru plokkide pindalad aastatel 2010/2015, km ²
Kaevandamistundlikkuse I kategooria ala	456/475	1192/1172
Kaevandamistundlikkuse I+II kategooria ala	467/499	1181/1149
Kaevandamistundlikkuse I+II+III kategooria ala	472/509	1176/1138

Eesti põlevkivimaardlas on I kaevandamistundlikkuse kategooria aladel pea eranditult tegemist eluslooduse objektidega. Nende seisundit ja arengut mõjutavad mitmed tegurid; allmaakaevandamisel on neist elusloodusele olulised eeskätt veerežiimi muutus, müra ja heited välisõhku. Kaitstavatele liikide säilimise seisukohast on määrav metsade ja märgalade olemasolu, olulised on seejuures ka metsade vanus ja kasvukohatüüp.

Suuremad eeldused looduskaitseks väärtuslike elupaigatüüpide püsimiseks või kujunemiseks ja kaitsealuste liikide levikuks on eeskätt vanemates metsades, seejuures on vanad puistud noorematest kaevandamistundlikumad. Põlevkivimaardla metsade vanus peapuuliikide kaupa on esitatud joonisel 4.



Joonis 4 Põlevkivimaardla territooriumil kasvavate metsade vanus

Põlevkivimaardlast 29% hõlmavad kuivendatud⁸ alad, mis moodustavad aktiivse põlevkivivaru pindalast 40%. . Tõenäoliselt kaevandamisele minevatest aladest – Uus-Kiviõli, Estonia II, Oandu ning Sonda kaevanduste olemasolevad või taotletud mäeeraldiste alad – on juba kuivendatud 48% (kavandatava Sonda kaevanduse taotletaval mäeeraldisel kuni 81%).

Maatulundusmaa kuivendamiseks rajatud maaparandussüsteemid juhivad alalt ära liigvett. Kuivendatud ala liigid ja elupaigad on enamasti väiksema tundlikkusega kaevandamisest johtuval veerežiimile muutusele. Oluline on siinjuures silmas pidada, et maaparandusega eelnevalt juba muudetud metsi ei tohi kaevandustundlikkusest võrdsustada kuivendamata kooslustega, sest kaevandamisest tulenev täiendav kuivenduse mõju ei pruugi sel juhul olla enam kuigi märkimisväärne. Põhimõtteliselt sama kehtib ka raiesmike, noorendike ja hooldusraietega majandatud metsakultuuride kohta – sel juhul on metsamajanduslik mõju puistute struktuurile kaevandamisest tulenevast mõjust tavaliselt hoopiski ulatuslikum.

Kuivendatud ala polegi sageli enam looduslik elupaik ja seal rakenduvad eeskätt liigikaitsest (püsielupaigad) tulenevad piirangud. Teatud tingimustel (nt. püsiva märgala tekkel, metsa kasvamisel puistangule) võivad kaitsealustele liikidele sobivad elupaigad kujuneda ka sekundaarselt.

Kuivenduse, aga ka müra või muu mõju elusloodusele ja elupaikadele ei pruugi avalduda kohe, vaid viibega. Märgatavad muutused metsakooslustes võivad ilmned 10 või enama aasta pärast. Kaevandamisega kaasnevad müra, vibratsioon ja heited välisõhku kaevandamise lõppedes lakkavad ja need mõjutegurid on küllalt paindlikult ohjatatavad kaevandamisajal keskkonnanõu tingimuste abil.

Põlevkivimaardla seni kaevandamata alade metsadest kuuluvad 55% niiskusrežiimi muutusele tundlikesse kasvukohatüüpidesse (vt. ptk. 5.3). Samas tuleb metsade kaevandamistundlikkuse määratlemisel arvestada ka teiste teguritega – mulla ja selle lähtekivimi infiltratsioonivõime ja dreeneritus, maaparanduse, metsa- ja põllumajanduse mõju – mis oluliselt mõjutavad konkreetse ala vastupanuvõimet niiskusrežiimi muutusele.

Aktiivse varu alal on metsaregistri metsaalal praegu toimivaid maaparandussüsteeme palju (48.8% aktiivse varu ala pindalast) ja nende mõjul on kunagised soometsad muutunud kõdusoometsadeks. Kõdusoometsade kujunemine on pikaajaline protsess kui soode ja soostunud metsade pinnasevee tase alaneb, piirkond muutub kuivemaks ning turvas hakkab mineraliseeruma. Eestis on kõdusoo metsade kujunemine seotud eeskätt metsade ja soode kuivendamisega. Sellistel puhkudel paiknevad kõdusoo metsad kuivendussüsteemide aladel.

Kokku on allmaakaevandatud alal kõdusoometsi 1868 hektaril (tabel 2), mis moodustavad allmaakaevandatud ala kõigest metsadest 17.6%.

Tabel 2 Kõdusoometsade levik põlevkivimaardlas

	Metsaregistri metsaeraldised, kokku ha	Kõdusoometsade (MO+JO+KS) pindala ha ja osakaalu %
Põlevkivimaardla piires	105181	16808, 16.0%
	sh MPS ala 35622 (33.9%)	sh MPS ala 8302 (39.4%)
Aktiivse varu alal	26428	5483, 20.7%

⁸ maaparandussüsteemide registris praegused ja kunagised endised maaparandusehitised ning metsaregistris kuivendatuna tähistatud metsaalad kokku

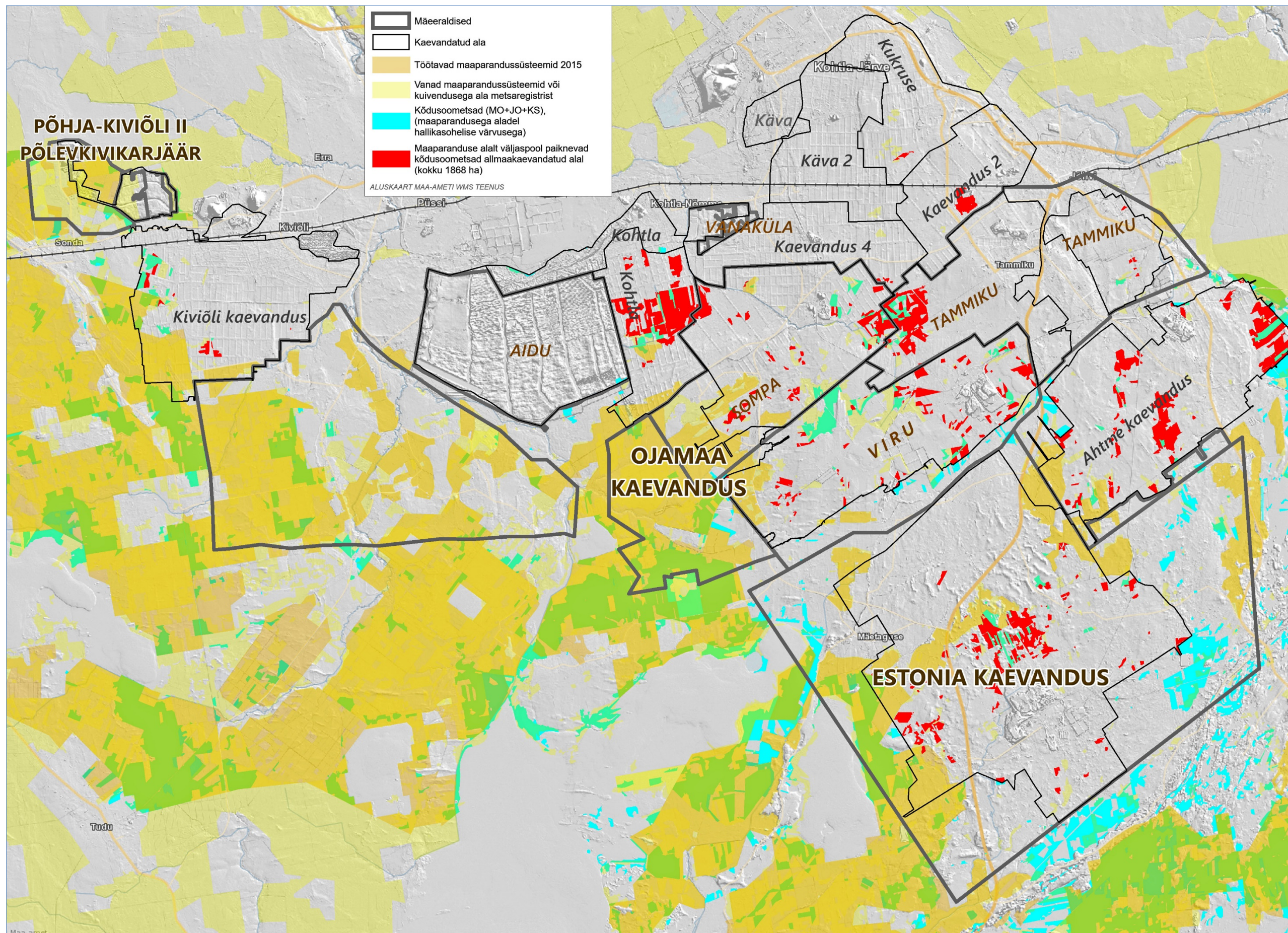
	sh MPS ala 12906 (48.8%)	sh MPS ala 3529 (64.4%)
Kaevandatud alal (karjäärid + kaevandused)	19078	1889, 9.9%
	sh MPS ala 620 (3.2%)	sh MPS ala 86 (4.6%)
Allmaakaevandatud alal (vaid kaevandused)	10598	1868, 17.6%
	sh MPS ala 519 (4.9%)	sh MPS ala 86 (4.6%)

MPS – maaparandussüsteemid 2015, MO – mustika-kõdusoo, JO – jänesekapsa-kõdusoo, KS – kõdusoo metsakasvukohatüüp.

Maaparanduse osakaal on tänaseks allmaakaevandatud aladel väike (4.9% pindalast). Analüüsidest allmaakaevanduse piirkonda detailsemalt, selgub et põlevkivi allmaakaevandamise piirkonnas on kõdusoometsade levik küllaltki laiaulatuslik. Enamasti on nendele aladele rajatud erinevatel aegadel kuivendussüsteeme. Siiski leidub piirkondi, kus kuivendussüsteemid kas puuduvad või on kraavide võrk väga hõre. Allmaakaevandatud ala kõdusoometsade (1868 ha) detailsema analüüsi kohaselt esineb allmaakaevandatud aladel 78 hektaril vanu maaparandussüsteeme ja metsaregistris on allmaakaevandatud aladel kuivendatuina märgitud 395 ha metsaeraldisi. Kokku jääb järgi 1395 ha kõdusoometsi, millede osas ei saa soometsade kõdusoometsadeks muutumise põhjusena nimetada maaparandust (joon. 5). Nendel aladel peab veerežiimi muutus ja põhjavee taseme langus olema seotud muudest põhjustest. Samas ei ole metsaaladel muid aktiivseid veerežiimi mõjutavaid tegevusi teada.

Seega on neil aladel algselt kasvanud soometsad teisenenud kõdusoometsadeks allmaakaevandamisest tuleneva kuivenduse mõjul.

Kuna kõdusoometsade kujunemine on pikaajaline protsess, mis võtab aega aastakümneid, siis on nende kasvukohatüüpide muutumist selle algusfaasis metsade inventeerimisel raske registreerida. Allmaakaevandatud aladel on metsade inventeerijad aasta-aastalt järjest enam registreerinud kuivendatud aladele iseloomulikke muutusi (alustaimestik, mulla struktuuris jmt).



Joonis 5 Kõdusoometsade levik allmaakaevanduste piirkonnas

4 Ohustatud, kaitsealused ja kaitsekorralduslikult huvipakkuvad liigid

4.1 Elupaiku ja liike mõjutavad olulised ohutegurid

Eesti loodusoludes, nagu kogu parasvöötmes üldiselt, on elupaikade ja neis kujunevate ökosüsteemide või taimekoosluste omaduste kujunemisel kõige suurem tähtsus niiskuse- ja toitetingimustel. Niiskustingimusi muudetakse inimtegevuse käigus suurtes piirides ja suurtel aladel kuivendussüsteemide rajamisega, toitetingimusi aga väetamisega. Kerge lõimisega muldade veemahtuvus on väiksem ja need on kuivendusest rohkem mõjutatavad kui savika lõimisega mullad.

Kaevandusaladel võib mulla veetase drastiliselt langeda ka selle tõttu, et vesi valgub tekkinud lõhede kaudu allmaakaevanduse poolt tekitatud tühikutesse. Lõhkamistöõde tagajärjel võivad lõhed tekkida ka algselt vettpidavatesse kivimikihtidesse. Avatud karjääriviisilise kaevandamise puhul aga võib toimuda karjääriga külgnevate ülemiste pinnasekihtide vee valgumine karjääri.

Kaevanduse mõju hindamise muudab keerukaks samuti metsade majandamisest, aga ka õhusaastest tulenev koosluste struktuuri (rinnete täiuse ja vitaalsuse, liigilise koosseisu) muutumine (Paal et al., 2013; Vellak et al., 2013, 2014; Paal & Degtjarenko, 2015). Põlevkivirajoon paikneb aluselise õhusaaste piirkonnas, mille allikateks on põlevkivil töötavad ja töötanud katlamajad, soojuselektrijaamad ning ka Kunda tsemendivabrik. Tänu viimastel aastakümnetel paigaldatud filtritele on korstnate kaudu õhku paisatava aluselise tuha kogused küll märgatavalt vähenenud, aga eelnevalt mulda kogunenud saasteainete mõju ulatub mullas 40-50 cm sügavusele (Teras, 1984; Kokk, 1988, 1992) ja selle toime kestab veel kaua.

Rabades on aluselise õhusaaste tagajärjel kohati toimunud ülemise turbahorisoni nii ulatuslik leelistumine, et neis kasvavad paljud karbonaatide poolt rikaste kasvukohtade taimed (Karofeld et al., 2007, 2008; Vellak et al., 2013, 2014). Need taimeliigid suurendavad küll rabade liigirikkust, aga kuna need liigid ei ole vastavatele looduslikus seisundis kasvukohtadele omased, on siin tegemist hoopiski liigilise reostusega. Sama nähtus avaldub selgesti ka Kunda ja Kohtla-Järve ümbruse metsakoosluste puhul (Paal et al., 2013)

Allmaakaevandamise üheks peamiseks elustikku mõjutavaks teguriks on sageli ennustamatu muutus mulla veerežiimis. Muutuse ulatus sõltub mulla all olevate Kvaternaarisetete veejuhtivusest, olles vettjuhtivamate pinnaste (lokaalmoreen, liivpinnased jm.) levikualal suurem ja kergemini jälgitav ning vett halvasti juhtivate savipinnaste levikualal väiksem või pole eristatav. Kuigi mulla veerežiimi muutused ei pruugi olla suured, võivad need pikkade aastate jooksul siiski põhjustada muutusi taimede liigilises koosseisus, suhtelises arvukuses ja levikus ning sellega muutub ka liikidevaheline konkurents. Taimestikis toimuvad muutused kutsuvad esile analoogilised muutused ka putukafaunas.

4.2 Senine andmestik

Keskkonnaregistri andmetel esineb määratletud uurimisalal **seitse I kaitsekategooria** liiki: virgiinia võtmehein (*Botrychium virginianum*), lehitu pisikäpp (*Epipogium aphyllum*), väikekonnakotkas (*Aquila pomarina*), must-toonekurg (*Ciconia nigra*), rabapüü (*Lagopus lagopus*), kalakotkas (*Pandion haliaetus*) ja lendorav (*Pteromys volans*).

II kaitsekategooriasse kuulub 26 liiki: kollane virvesamblik (*Dimerella lutea*), rohe-tilksamblik (*Biatoridium monasteriense*), karvane kruupsamblik (*Micarea hedlundii*); roheline kaksikhammas (*Dicranum viride*); karvane maarjalepp (*Agrimonia pilosa*), kummeli-võtmehein (*Botrychium multifidum*), õrn tarn (*Carex disperma*), sagristarn (*Carex irrigua*), kaunis kuldking (*Cypripedium calceolus*), sookäpp (*Hammarbya paludosa*), soohilakas (*Liparis loeselii*), väike käopöll (*Listera cordata*), madal unilook (*Sisymbrium supinum*); mustlaik-apollo (*Parnassius mnemosyne*); kanakull (*Accipiter gentilis*), valgeselg-kirjurähn (*Dendrocopos leucotos*), rohunepp (*Gallinago media*), mustsaba-vigle (*Limosa limosa*), laanerähn (*Picoides tridactylus*), metsis (*Tetrao urogallus*), põhja-nahkhiir (*Eptesicus nilssonii*), veelendlane (*Myotis daubentonii*), hõbe-nahkhiir (*Vespertilio murinus*), suurkõrv (*Plecotus auritus*) ja tõmmu- või habelendlane (*Myotis brandtii/mystacinus*).

III kaitsekategooria liikidest on uurimisalal registreeritud järgmised: harilik kopsusamblik (*Lobaria pulmonaria*), taiga-peenpoorik (*Skeletocutis odora*); sulgjas õhik (*Neckera pennata*), suurelehine porella (*Porella platyphylla*), Lindbergi turbasammal (*Sphagnum lindbergii*), Wulfi turbasammal (*Sphagnum wulfianum*); balti sõrmkäpp (*Dactylorhiza baltica*), vööthuul-sõrmkäpp (*Dactylorhiza fuchsii*), kahkjaspunane sõrmkäpp (*Dactylorhiza incarnata*), kuradi-sõrmkäpp (*Dactylorhiza maculata*), tumepunane neiuvaip (*Epipactis atrorubens*), laialehine neiuvaip (*Epipactis helleborine*), soo-neiuvaip (*Epipactis palustris*), roomav öövilge (*Goodyera repens*), harilik käoraamat (*Gymnadenia conopsea*), harilik ungrukold (*Huperzia selago*), siberi võhumõök (*Iris sibirica*), suur käopöll (*Listera ovata*), karukold (*Lycopodium clavatum*), pruunikas pesajuur (*Neottia nidus-avis*), väike vesiroos (*Nymphaea candida*), kahelehine käokeel (*Platanthera bifolia*), aas-karukell (*Pulsatilla pratensis*), künnapuu (*Ulmus laevis*); hiireviu (*Buteo buteo*), sookurg (*Grus grus*), suurkoovitaja (*Numenius arquata*), tiigikonn (*Rana lessonae*), kasetriibik (*Sicista betulina*), händkakk (*Strix uralensis*), teder (*Tetrao tetrix*), laanepüü (*Tetrastes bonasia*), mudatilder (*Tringa glareola*), heletilder (*Tringa nebularia*) ja punajalg-tilder (*Tringa totanus*).

I kaitsekategooria liikide leiukohti on 21, millest 1 asub kaevandatud ala peal ja 14 perspektiivsetel kaevandusaladel või nende vahetus läheduses (tabel 3). II kaitsekategooriasse kuuluvate liikide leiukohti on kokku 76, millest 6 asub kaevandatud ala peal, 8 karjäärides ning 40 perspektiivsetel kaevandusaladel (tabel 3). III kaitsekategooriasse kuuluvad suhteliselt tavalisemad liigid, kelle leiukohti leidub hajusalt üle kogu uurimisala. Et need on sageli jäänud keskkonnaregistrisse kandmata, ei esita me ka tabelis 3 vastavat statistikat.

Tabel 3 Seni teadaolevad andmed uuringuala I ja II kategooria kaitsealuste liikide koosseisu ning jaotumuse kohta kaevandusaladel

Liik	Kaitse-kategooria	Leiukohti kokku uuringualal	Leiukohti 2012. a. kaevandatud alal	Leiukohti karjäärides	Leiukohti perspektiivsel alal
Virgiinia võtmehein	I	3	1 (Kohtla)	0	2 (1. plokk)
Lehitu pisikäpp	I	1	0	0	1 (18. plokk)
Rabapüü	I	2	0	0	
Must-toonekurg	I	2	0	0	1 (18. plokk) 1 (4. plokk)
Kalakotkas	I	2	0	0	1 (5. plokk)
Väike-konnakotkas	I	1	0	0	1 (25. plokk)
Lendorav	I	10	0	0	1 (13. plokk) 2 (6. plokk) 1 (15. plokk) 3 (25. plokk)
Karvane kruupsamblik	II	1	0	0	1 (6. plokk)
Kollane virvesamblik	II	1	0	0	0
Rohe-tilksamblik	II	1	0	0	0
Roheline kaksikhammas	II	1	1 (Estonia)	0	0
Väike käopõll	II	7	0	0	3 (8. plokk) 3 (18. plokk)
Soohiilakas	II	1	0	0	1 (18. plokk)
Sookäpp	II	2	0	0	1 (18. plokk) 1 (5. plokk)
Kaunis kuldking	II	8	0	4 (Kohtla)	1 (1. plokk)
Õrn tarn	II	1	0	0	1 (9. plokk)
Sagristarn	II	1	0	0	1 (5. plokk)
Kummeli-võtmehein	II	1	0	0	1 (1. plokk)

Liik	Kaitse-kategooria	Leiukohti kokku uuringualal	Leiukohti 2012. a. kaevandatud alal	Leiukohti karjäärides	Leiukohti perspektiivsel alal
Madal unilook	II	2	0	1 (Narva Viivikonna) 1 (Narva Sirgala)	0
Karvane maarjalepp	II	1	0	0	0
Mustlaik-apollo	II	1	0	0	0
Metsis	II	15 mängu	0	0	1 (6. plokk) 2 (15. plokk) 1 (25. plokk) 1 (8. plokk) 2 (11. plokk) 1 (9. plokk) 1 (18. plokk) 2 (5. plokk) 1 (6. plokk)
Kanakull	II	7	1 (Kiviõli) 1 (Viru)	0	1 (15. plokk)
Rohunepp	II	1	0	0	1 (25. plokk)
Mustsaba-vigle	II	3	0	0	2 (4. plokk) 1 (5. plokk)
Valgeselg-kirjurähn	II	1	0	0	1 (25. plokk)
Laanerähn	II	8	1 (Kiviõli)	1 (Kohtla)	3 (3. plokk) 1 (18. plokk)
Põhja-nahkhiir	II	6	1 (Tammiku) 1 (Estonia)	1 (Kohtla)	1 (6. plokk) 1 (5. plokk)
Veelendlane	II	1	0	0	1 (5. plokk)
Hõbe-nahkhiir	II	2	0	0	1 (5. plokk)
Tõmmu- või habelendlane	II	1	0	0	0
Suurkõrv	II	2	0	0	0

4.3 Taimestiku inventuuri käigus kogutud andmed ja järeldused

2014. a. geobotaanilise ja 2015. a. floristilise inventuuri käigus registreeriti uurimisaladel kahe I kaitsekategooria taimeliigi – virgiinia võtmeheina ja villtulika, 12 II kaitsekategooria liigi ning 24 III kaitsekategooria liigi kasvamine (lisa 2).

Mõned neist leidudest võivad kattuda juba keskkonnaregistrisse kantud leiukohtadega, kuid üldjuhul ei seatud kummagi aasta välitöödel eesmärgiks teadaolevate leiukohtade üle kontrollimist. Kõik 2014. a. tuvastatud kaitstavad liigid registreeriti geobotaaniliste analüüside tegemise käigus. Neid leiukohti ei saa siiski pidada juhuslikeks, sest geobotaaniliste analüüside tegemise paikadeks püüti valida kõigi põlevkivibasseinis esindatud metsakasvukohatüüpide võimalikult esinduslikke, s.t. väljakujunenud ja muust inimtegevusest vähe mõjutatud kooslusi.

2015. a. püüti floristilist ülevaadet saada võimalikult kõigist põlevkivibasseinis esinevatest kasvukohatüüpidest, hõlmates ka tugeva inimõju all olevaid (põllud, teeservad, ruderaalkooslused jms.) ja suisa inimtekkelisi (puistangud) elupaiku. Kõik seisuveekogud jäeti mõlemal aastal teadlikult vaatluse alt välja, kuid neid polegi uurimisalal märkimisväärselt; kraavide ja ojade taimestikku 2015. a. kuigivõrd siiski kirjeldati. Suhteliselt vähe tähelepanu pöörati ka sooelupaikadele, sest need inventeeriti täielikult alles 2009.–2012. a.

Niisiis ei ole järgnevalt tegemist kõigi põlevkivibasseinis leiduvate kaitstavate taimeliikide leiukohtade võimalikult ammendava loendiga, milline töö nõudnuks paar suurusjärku rohkem aega ja tööjõudu, kuid see polnud ka töö eesmärk. Käesolevas aruandes on haruldaste/ohustatud liikide esinemist püütud võimaluste piires iseloomustada üldistatumalt kasvukohatüüpide kaupa. Kõik käsitletavat taimeliigid on järjestatud kaitsekategooriate kaupa, nende sees aga vastavalt leiukohtade arvule, mis peaks andma ülevaate nende suhtelisest esinemissagedusest. Tuleb siiski silmas pidada, et osa kaasa korjatud isendeid ootab alles määramist, mistõttu esitatud huvipakkuvate liikide nimekiri võib veidi pikeneda. Kõigi haruldaste/huvipakkuvate liikide leiukohad edastatakse ettenähtud korras Keskkonnaregistrisse kandmiseks.

4.3.1 I kategooria kaitsealused soontaimeliigid

Virgiinia võtmehein (*Botrychium virginianum*) registreeriti kahes kasvukohas: endise kaevanduse pealses vajunud maapinnaga jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüüpi metsas ning perspektiivsel kaevandusalal metsatee-äärses kilpjalastus. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Villtulika (*Ranunculus lanuginosus*) kasvukoht tuvastati endise kaevanduse pealses, ent vajumata maapinnaga naadi kasvukohatüüpi metsas. **Kui ala peaks hiljem kaevandamise tõttu vajuma, võivad seal niiskustingimused muutuda selle taime isenditele sobimatuteks.**

4.3.2 II kategooria kaitsealused soontaimeliigid

II kaitsekategooria liikidest leiti kõige enam **kaunist kuldkinga (*Cypripedium calceolus*)** – 11 kasvukohas, mille hulgas on nii karjääripuistanguid, endisi allmaa-kaevandusalasid kui ka parajasti kaevandatavaid või perspektiivseid alasid. Kahes kasvukohas, mis asuvad ammendatud kaevandusalal, on maapind vajunud, kusjuures kraavituse mõju on seal väike või puudub. Kolmel juhul on tegemist karjääripuistangule istutatud puistuga; neli kasvukohta

kuuluvad naadi metsakasvukohatüüpi, kahe kasvukohaga on esindatud sinilille, ühega pohla ja mustika metsakasvukohatüübid. **Seega ei ole kaunis kuldking kasvukoha tingimuste suhtes väga tundlik ning seetõttu on selle liigi levikuala puhul raske näha otsest kaevandamistundlikkuse mõju; ilmselt on määrav eeskätt sobivate mikrokasvukohtade olemasolu.**

Laialehist nestikut (*Cinna latifolia*) tuvastati üheksas leiukohas, mis kõik asuvad uurimisala lääneosas perspektiivsel kaevandusalal. Viis kasvukohta kuuluvad sõnajala metsakasvukohatüüpi, kusjuures osa neist on üleminekuga angervaksa kasvukohatüübiks; kaks leiukohta esindavad kuivendatud angervaksa ja kaks jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüüpi. **Kõdusoo metsakasvukohatüüpi kuuluvatel aladel on see liik säilinud jäänukina kuivenduseelsest perioodist, tulevikus ta neilt aladelt tõenäoliselt kaob** (nn. väljasuremisvõlg⁹ – extinction debt, s.t. viivitus liikidega kadumisel pärast keskkonningimuste muutumist (Kuussaari et al., 2009)).

Näiteks Mustajõel asuva püsielupaiga niiskusrežiim on piirneva Narva karjääri toimele tugevasti muutunud: kunagine soostunud mets on muutunud tunduvalt kuivemaks, laialehine nestik jäänud vegetatiivseks ja peaaegu kadunud, nagu ka samas kasvav **nokktarn** (*Carex rhynchophylla*). Mõlemad liigid on väga kaevandamistundlikud.

Õrna tarn (*Carex disperma*) leiti seitsmes kasvukohas, milles kolm asuvad endisel ja neli perspektiivsel kaevandusalal. Kolm ala on kuivendusest mõjutatud, neist üks tugevasti – viimane paikneb ammendatud kaevandusalal, kus kraavitust ei ole ja seega tuleneb kuivenduse mõju ilmselt kaevandusest. Kaks ala kuulub lodumetsa, üks madalloometsa ja üks siirdesoometsa kasvukohatüüpi, mis on selle liigi tüüpiliseks kasvukohaks, üks aga mustikakõdusoo- ning kaks jänesekapsa-kõdusoometsa kasvukohatüüpi. Kuivendatud ja/või kõdusoo metsakasvukohatüüpi kuuluvatel aladel on see liik säilinud jäänukina kuivenduseelsest perioodist, tulevikus ta neilt aladelt tõenäoliselt kaob.

Madal unilook (*Sisymbrium supinum*) kasvas kokku viies paigas, millest neli asub karjäärides ja üks kaevandataval kaevandusalal. Nagu sellele liigile omane, on kõik kasvukohad inimtekkelised: savikas või kruusane karjääritee, autode parkimisala või kurioosumina Narva karjääri kontori esine muruplats. Liik ei ole kaevandamistundlik, otse vastupidi - ta on kaevandamistegevuse tulemusena uusi leiukohti juurde saanud.

Sagristarna (*Carex irrigua*) registreeriti neljas kasvukohas, neist üks asub endisel, kolm perspektiivsel kaevandusalal. Ühe perspektiivsel kaevandusalal asuva kasvukoha läheduses (<100 m), mis kuulub siirdesoometsa kasvukohatüüpi, esineb kraave. Teised kasvukohad kuuluvad madalsoo, sinika ja naadi metsakasvukohatüüpi. Metsaaluste veesoonte kohal ja nõvades kasvav liik on veerežiimi muutumise suhtes kindlasti tundlik.

Kahar parthein (*Glyceria lithuanica*) kasvas neljal perspektiivsel kaevandusalal, millest kaks on kuivendusest mõõdukalt mõjutatud ja kuuluvad kuivendatud angervaksa kasvukohatüüpi, kaks aga on oluliselt rikkumata veerežiimiga ala, mis esindavad vastavalt sõnajala ja angervaksa metsakasvukohatüüpi. Niisketes metsades ja ojakallastel kasvav liik on veerežiimi muutumise suhtes kindlasti tundlik.

Muid II kaitsekategooria taimeliike leiti vaid ühes kasvukohas.

⁹ Väljasuremisvõlg tähendab seda, et kasvutingimuste muutumise järel ei toimu taimkatte liigilise koosseisu muutumine järsku, vaid mõningase ajalise viibega, erinevatel liikidel on vastavalt nende ökoloogilisele amplituudile erinev reageerimisaeg

Roomav akakapsas (*Ajuga reptans*) kasvas ammendatud vajunud kaevandusalal, mis kuulub sinilille metsakasvukohatüüpi (üleminekuga jänesekapsa kkt.-ks). Tegemist ei ole primaarse kasvukohaga, vaid liik on siia levinud piirnevatest aedadest. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Kõdu-koralljuur (*Corallorhiza trifida*) leiti karjääripuistangul hõredas segametsas endisel Sirgala kaeveväljal. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata, ent arvestades varasematki leidu Sirgala puistangult võiks arvata, et liik suudab juhuslikult püsida ka ebasoodsates oludes (põhileiukohad on siiski siirdesoode servadel).

Soovalk (*Malaxis monophyllos*) kasvas käigusoleval kaevandusalal niiskemal laigul keset kuivendusest mõjutamata jänesekapsa kasvukohatüüpi metsa. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Kuninga-kuuskjalg (*Pedicularis sceptrum-carolinum*) kasvas mitme kogumikuna perspektiivsel kaevandusalal teeservas vastu raba- või siirdesoomännikut. Soodes ja niisketes harvikutes kasvav liik on veerežiimi muutumise suhtes kindlasti tundlik.

Tumedat nokkheina (*Rhynchospora fusca*) leiti ohtralt Kalina rabaserva kuivanud järvi põhjast. See leiukoht jääb ammendatud kaevandusalale. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Juurduv kõrkjas (*Scirpus radicans*) kasvas perspektiivsel kaevandusalal metsatee ääres tuletõrjetiigi serval. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

4.3.3 III kategooria kaitsealused soontaimeliigid

III kaitsekategooria taimeliikidest registreeriti kõige enam **laialehist neuuvaipa** (*Epipactis helleborine*) – 98 kasvukohas, millest 37 asusid endisel, 19 kaevandataval ja 24 perspektiivsel kaevandusalal, 16 karjääripuistangutel ning 2 karjääri mõjualas. Kasvukohtade tüpoloogiline varieeruvus on suur – lisaks puistangumetsadele on esindatud kokku 15 metsakasvukohatüüpi. Kõige sagedamini (18 korral) leiti seda taimeliiki naadi, sinilille ja jänesekapsa-kõdusoo (kummaski 8 korral), pohla ja kuivendatud angervaksa (kummaski 6 korral) ning angervaksa (5 korral) kasvukohatüübi metsades, ent 12 juhul ka tee- või kraavipervel. 2014. a. inventeeritud 50 leiukohast enamikul (26) kuivenduse mõju puudus, nõrka kuivenduse mõju võis märgata 7 alal, mõõdukat 8 alal ja tugevat 9 alal. Kaks ammendatud kaevandusala olid niisugused, kus kraavitus puudus, ent ilmnes nõrk kuivenduse mõju, kolmel alal tuvastati aga isegi mõõdukas kuivenduse mõju. Võib eeldada, et kuivendamine on siin toimunud kaevandusest tulenevalt. 10 ammendatud kaevandusala on vajunud. **Kokkuvõttes võib laialehist neuuvaipa pidada üsna hästi kaevandamist taluvaks liigiks.**

Halli käppa (*Orchis militaris*) tuvastati kokku 94 paigas, millest koguni 89 on seotud karjäärade puistangute, tranšeede ja mõjualaga ning vaid 5 jääb ammendatud maa-aluse kaevanduse alale. Kuid ka viimased paiknevad tegelikult inimtekkelisel maastikul: Kiviõli poolkoksiplatoo lamedal tipul ja märke viival jalgteel, Kohtla-Nõmme lähedal raudtee kõrval klibul, Kohtla ja Sompaa aherainemägedel jne. Seega sai veelkord kinnitust, et **varem Kesk- ja Ida-Virumaal üldse puudunud liik on siia levinud alles põlevkivitööstuse toimimise ajal ning kohati (Kiviõli platoo, vanad karjääripuistangud) muutunud väga rohkearvuliseks.**

Suur käöpõll (*Listera ovata*) kasvas kokku 50 alal, millest 30 asus karjääripuistanguil ja 1 selle mõjualas, 12 perspektiivsel ja 8 endisel maa-aluse kaevanduse alal, kus kuivenduse mõju

enamasti puudus. Kasvukohatüüpide varieeruvus on sellegi liigi puhul suur – kokku on sekundaarsete puistangu-elupaikade kõrval esindatud 13 tüüpi. Eelistatult kasvab see liik kas kuivendusest mõjutamata või nõrgalt mõjutatud naadi või mustika kasvukohatüüpi metsades, parasniisketel pärisaruniitudel ja teepervedel. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Vööthuul-sõrmkäppa (*Dactylorhiza fuchsii*) tuvastati 49 kasvukohas, neist 11 asus endisel (3 ühtlasi vajunud), 2 kaevandataval ja 34 perspektiivsel kaevandusalal ning 2 karjääri mõjualal. Enamikul 2014.a. inventeeritud 31 leiukohast kraavitus puudus (15 ala) või see esines <100 m läheduses (11 ala) ja vastavalt sellele oli suurem osa alasid ilma kuivenduse mõjuta (19 ala); tugevat kuivenduse mõju täheldati vaid kahel alal ja mõõdukat viiel alal. Vööthuul-sõrmkäppa kasvab tüpoloogiliselt väga laialt varieeruvates elupaikades, sagedamini leiti teda teeservak kasvukohtadest (8 korral), metsadest aga sinihelmika ja mustika (mõlemas 5 korral), samuti naadi, siirdesoo, jänesekapsa-mustika, angervaksa ja kuivendatud angervaksa (igaühes neist 3 korral) metsakasvukohatüübi puistutes. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Roomavat öövilget (*Goodyera repens*) registreeriti 40 alal, millest 5 olid endised (vajunud 1), 10 kaevandatavad ja 15 perspektiivsed kaevandusalad. Valdavalt on need alad kraavituseeta ja kuivenduse mõjuta, kuid roomav öövilge kasvab meelsasti ka kõdusoometsades jm. kuivendatud puistutes, vältides seevastu niiskeid ja märgi kasvukohti. Tüpoloogiliselt kuuluvad kasvukohad enamasti pohla (9 ala), mustika-kõdusoo (7 ala), mustika (6 ala), jänesekapsakõdusoo (4 ala) või karusambla-mustika (3 ala) metsakasvukohatüüpi. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Kahelehist käokeelt (*Platanthera bifolia*) leiti kokku 38 kasvukohas; neist 15 asuvad endisel, 4 kaevandataval ja 16 perspektiivsel kaevandusalal, lisaks leiti seda taime veel 2 karjääripuistangul ja 1 karjääri mõjualal. Leiukohtade arv on suurem põlevkivimaardla kesk- ja kaguosas. Kasvukohtade tüpoloogiline varieeruvus on sellegi liigi puhul ulatuslik; mõneti sagedamini tuvastati teda pohla (5 alal), sinika, sinihelmika ja mustika (igaühes 4 alal) kasvukohatüübi metsades ning pärisaruniitudel ja rabametsas (kummaski 3 alal). 2014. a. uuritud 27 alast polnud kuivenduse mõju märgata 16 alal, nõrk või mõõdukas oli see 8 alal ja tugev 3 alal. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Tumepunane neiuvaip (*Epipactis atrorubens*) kasvas 31 paigas, millest enamik (20) asus karjääripuistangutel. Lisaks leiti seda liiki 6 ammendatud, 4 kaevandataval ja ühel perspektiivsel maa-aluse kaevanduse alal. Viimastestki olid kolm seotud Ahtme aherainemäe ning üks killustikuse teeservaga. Looduskooslustest registreeriti tumepunast neiuvaipa neljal juhul pohla ning ühekordselt sinihelmika ja naadi metsakasvukohatüübis ja parasniiskel pärisaruniitudel. Kõike seda arvestades on ilmne, et **liigi levik Ida-Virumaal on karjääripuistangute tekkega pigem laienenud. Kuivade kasvukohtade taimena pole ta ka looduskooslustes kaevandamistundlik.**

Pruunikas pesajuur (*Neottia nidus-avis*) kasvas 30 alal, millest 14 paiknes endisel (neist 60% vajunud), 5 kaevandataval ja 9 perspektiivsel kaevandusalal, 1 karjääris ja 1 viimase mõjualal. Valdav osa alasid oli kuivenduse mõjuta. Tüpoloogiliselt kuulus enam alasid sinilille (7 ala) ja naadi (6 ala) kasvukohatüüpi; jänesekapsa, kuivendatud angervaksa ja jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüüpi esindas igaüht 3 ala. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Kuradi-sõrmkäpp (*Dactylorhiza maculata*) esines 19 kasvukohas, millest 4 olid endised, 1 kaevandatav ja 13 perspektiivsed allmaakaevandusalad, 1 aga endise Sirgala karjääri tranšeesse tekkinud allikaline ala. Leiukohtade sagedus suureneb läänest itta. Suurem osa (13) alasid olid kuivendamise mõjudeta. Seda liiki esines kokku kaheteistkümnes kasvukohatüübis,

mis ootuspäraselt esindasid peamiselt soostunud ja soometsi, nt. siirdesoometsades leiti kuradisõrmkäppa 5 ja rabametsades 3 korral, karusambla-mustika kasvukohatüübi metsades ja õõtsiksiirdesoodes kummaski 2 korral. **Et kuradi-sõrmkäpp püsib üksnes kasvava turbasamblaga pinnasel, võib kaevandamisest tulenev kuivendamine tema kasvukohti tõsiselt ohustada.**

Harilikku ungrukolda (*Huperzia selago*) leiti 16 kasvukohas; neist 3 olid endised (2 vajunud), 1 kaevandatav ja 12 perspektiivsed kaevandusalad. Tüpoloogiliselt olid sagedasemad jänesekapsa-kõdusoo (7 ala), vähem kuivendatud angervaksa (3 ala) ning sõnajala ja angervaksa (à 2 ala) kasvukohatüübid. Niisiis pole harilik ungrukold ilmselt kaevandamistundlik, sest ta kasvab ka kuivendatud aladel – 2014. a. leiukohtadest 6 olid tugeva ja 1 mõõduka ja 3 nõrga kuivenduse mõjuga; 8 ala olid ümbritsetud kraavidega ja 2 alal oli lisaks ka veel seda läbiv kraav.

Soo-neiuvaipa (*Epipactis palustris*) leiti 15 kasvukohas, millest 10 olid karjääripuistanguile või teeservadesse kujunenud sekundaarsed kooslused, 2 endised, 1 kaevandatav ja 2 perspektiivsed maa-aluse kaevandamise alad. Karjäärides on liik seotud teeservade, puistangulohkude, sekundaarse allikasoo või salumetsa jms. kasvukohtadega. Mujalgi olid 3 kasvukohta sekundaarsed, 1 siirdesoometsas ja 1 õõtsik-siirdesoo. Nii nagu mõne teisegi sooliigi puhul tuleb aga arvestada, et soo-neiuvaiba primaarseid elupaiku – madal- ja siirdesoid – käesoleva inventuuri käigus peaaegu ei külastatud. Soodes ja sooharvikutes kasvav liik on veerežiimi muutumise suhtes kindlasti tundlik, kuid suudab asustada ka puistangutele tekkinud sekundaarseid märgalasid. Seetõttu on liigi kaevandamistundlikkus teadmata.

Harilikku käöraamatut (*Gymnadenia conopsea*) leiti viies paigas, millest 3 jäävad perspektiivsele ja 1 ammendatud kaevandusalale ning 1 karjääripuistangule. Seda liiki esines väga erinevates kasvukohatüüpides – hõredas loomännikus, parasniiske pärisaruniidu servas, jänesekapsa-kõdusoometsas jne. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Virumaal varem väga väheste leiukohtadega **rohekat käokeelt (*Platanthera chlorantha*)** registreeriti samuti 5 paigas, millest 3 jääb perspektiivsele, 1 kaevandatavale ja 1 ammendatud kaevandusalale. Kaks leiukohta asus kultuuristatud ja üks parasniiskel pärisaruniidul, neljas sinilille ja viies pohla kasvukohatüüpi esindavas puistus. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Balti sõrmkäppa (*Dactylorhiza baltica*) tuvastati 4 paigas, millest 3 olid seotud Narva karjääriga (klibunõlval, strekatee serval, sihil) ja 1 Ahtme tuhamäega. **Seega pole liik üldse kaevandamistundlik**, pigem tundub, et karjääriviisilise kaevandamisega maapinnale pööratud paesubstraat sobib talle hästi ning liik on oma levikuala Virumaal laiendanud.

Kahkjaspunast sõrmkäppa (*Dactylorhiza incarnata*) leiti üksnes 3 paigas, millest 2 asuvad perspektiivse kaevandusala rohumaadel ja kolmas kaevandatava ala võsastuval soostunud niidul. Kui inventeerimisaladeks oleks valitud ka Kuremäe-lähiseid ja -taguseid madalsoid, oleks selle eeldatavasti kaevandamistundliku liigi leiukohtade arv tulnud eeldatavasti suurem. Metsades kahkjaspunast sõrmkäppa aga enamasti ei leidu.

Karukolda (*Lycopodium clavatum*) tuvastati 3 leiukohas perspektiivsel kaevandusalal – karusambla kasvukohatüüpi metsas, määratlemata tüüpi segametsas ning metsasihil. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Mets-vareskolda (*Diphasiastrum complanatum*) leiti kahel perspektiivsel kaevandusalal uurimisala kaguosas, millest üks esindab pohla, teine mustika metsakasvukohatüüpi. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Põdrajuure-soomukat (*Orobancha bartlingii*) vaadeldi ammendatud kaevandusalal kahes kohas keset heinamaad asuval metsasel künkal. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Metskevadik (*Draba nemorosa*) leiti ühest kohast – Maidla mõisa kiviaialt, mis jääb ammendatud kaevanduse mõjualasse vaid teoreetiliselt. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Valget vesiroosi (*Nymphaea candida*) kasvas ohtralt Kalina järves, **väikest vesiroosi (*Nymphaea candida*)** vähesel määral Jõuga Pesujärves. Et need liigid võivad asustada ka inimtekkelisi veekogusid (uurimisala läheduses näiteks Oru ammendatud freesturbaväljale tekkinud järvikuid), on nende kaevandamistundlikkus teadmata.

Ohakasoomuka (*Orobancha pallidiflora*) ainus tuvastatud kasvukoht jäi kuivenduse mõjuta ammendatud kaevandusalale siirdesoometsa. Eeldatavasti pole liik kaevandamistundlik.

Künnapuu (*Ulmus laevis*) kasvas perspektiivsel kaevandusalal Tarumaal majavareme kõrval. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Lodukannikest (*Viola uliginosa*) leiti Narva karjäärist lõuna poole jäävast kuivendatud siirdesoomännikust, s.t. alalt, kuhu varsti jõuab esi. On ilmne, et praeguseks tugeva inim mõjuga kasvukoht (kaevandamiseks ettevalmistatav ala) pole liigile juba keskpikas perspektiivis jätkusuutlik. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

4.3.4 Muud kaitsekorralduslikult olulised või haruldased soontaimeliigid

Kaitsekorralduslikust ja taimegeograafilisest seisukohast pakuvad inventeerimisaladel leitud taimeliikidest huvi veel järgmised soontaimeliigid.

Kolmeõiest madarat (*Galium triflorum*) tuvastati vähemalt 15 kasvukohas, millest 8 olid endised (6 vajunud), 2 kaevandatavad ja 5 perspektiivsed kaevandusalad. Kuivenduse mõjuta oli 4 ala, nõrga kuivenduse mõjuga 3 ala, mõõduka ja tugeva kuivenduse mõjuga vastavalt 2 ja 6 ala. Tüpoloogiliselt olid enam esindatud jänsekapsa-kõdusoo (6 ala), kuivendatud angervaksa (2 ala) ja jänsekapsa-mustika (2 ala) metsakasvukohatüübid. Kahel endisel vajunud ja tugeva kuivenduse mõjuga alal kraavitus puudus, seda ei olnud ka ala lähiümbruses. Kolmeõiene madar näib hästi toime tulevat kõdusoo- ja kuivendatud soovikumetsades, mistõttu **teda ei saa pidada kaevandamistundlikuks.**

Harilik talvik (*Chimaphila umbellata*) esines 13 alal, neist 3 olid endised, 1 kaevandatav ja 9 perspektiivsed kaevandusalad. Ühelgi alal kuivenduse mõju ei olnud märgata. Alad kuuluvad kas pohla (8 ala) või mustika (5 ala) kasvukohatüüpi. Eeldatavasti pole tegemist kaevandamistundliku liigiga.

Karedat kellukat (*Campanula cervicaria*) leiti viies paigas: endisse karjääri viiva tee serval, ammendatud kaevanduse pealsel kuival pärisaruniidul ning kolmel juhul perspektiivsel kaevandusalal metsasihil või teeservas. Eeldatavasti pole tegemist kaevandamistundliku liigiga.

Ida-Eestis harvaesinevat **maokeelt (*Ophioglossum vulgatum*)** kohati samuti viies paigas: Narva karjääri puistangulohus ja strekitee serval, ammendatud kaevandusala söödil ning

perspektiivse kaevandusala teeservas ja parasniiskel niidul. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Kuu-võtmeheina (*Botrychium lunaria*) tuvastati kolmes leiukohas, mis jäävad uurimisala kesk- ja kaguossa. Neist kaks jäävad perspektiivsele kaevandusalale, kolmas kaevandatavale alale. Liik kasvas tüüpilistel kasvukohtadel: liivasel nõlval, kuival teeserval või metsatee-äärses rohustikus. Eeldatavasti pole tegemist kaevandamistundliku liigiga.

Pikk madar (*Galium palustre* ssp. *elongatum*) kasvas ühel käigusoleval kaevandusalal, millel kraavitus puudus, kuid esines nõrk kuivenduse mõju. Ala kuulub tüpoloogiliselt angervaksa kasvukohatüüpi. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Männasmünti (*Mentha x verticillata*) leiti ühel käigusoleval kaevandusalal, millel kraavitus puudus, kuid esines nõrk kuivenduse mõju. Ala kuulub angervaksa metsakasvukohatüüpi. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Muda-ajakapsas (*Peplis portula*) tuvastati ühel niiskel pärisaruniidul. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

Robirohuliigi *Rhinanthus alectorolophus* leid perspektiivsel kaevandusalal – Puujala küla lähedase kultuurrohumaa kuivapoolisel põndakul – **on selle liigi esmaleiuks Eestis**. Liigi kaevandamistundlikkus on teadmata.

4.3.5 Vähenenud levilaga taimeliigid

Eesti taimede levikuatlase (Kukk & Kull, 2005) andmetel on alates 1970. aastatest põlevkivibasseinis oluliselt ahenenud järgmiste looduslikele ja/või poollooduslikele kooslustele omaste soontaimeliikide levila:

muskuslill *Adoxa moschatellina*, magus hundihammast *Astragalus glycyphyllos*, kuu-võtmehein *Botrychium lunaria*, soovõhk *Calla palustris*, kare kellukas *Campanula cervicaria*, jõhvart *Carex capillaris*, keratart *Carex globularis*, ääristart *Carex hostiana*, sagristart *Carex irrigua*, nokktart *Carex rhynchophysa*, Russowi sörmkäpp *Dactylorhiza russowii*, nõmm-vareskold *Diphasiastrum tristachyum*, metskevadik *Draba nemorosa*, õievähene alss *Eleocharis quinqueflora*, lehitu pisikäpp *Epipogium aphyllum*, laialehine villpea *Eriophorum latifolium*, keeljas emajuureke *Gentianella amarella* subsp. *lingulata*, kahar parthein *Glyceria lithuanica*, sinine kuslapuu *Lonicera caerulea*, jusshein *Nardus stricta*, kollane vesikupp *Nuphar lutea*, kuninga-kuuskjalg *Pedicularis sceptrum-carolinum*, muda-ajakapsas *Peplis portula*, harilik sinilatv *Polemonium caeruleum*, lapi paju *Salix lapponum*, mustikpaju *Salix myrtilloides*, kollane kivirik *Saxifraga hirculus*, turd-tähthein *Stellaria crassifolia*.

4.3.6 Kokkuvõte ja järeldused

Põlevkivirajoonis seni teadaolevalt kahaneva levikuga või hävinud liikidest on kuu-võtmehein (*Botrychium lunaria*), kare kellukas (*Campanula cervicaria*) ja metskevadik (*Draba nemorosa*) uurimisalal senini olemas; need liigid jäid eelmise taimeatlase koostamise ajal nähtavasti lihtsalt kahe silma vahele. Vähesel määral ja paiguti leidub senini ka sagristarna (*Carex irrigua*), kaharat partheina (*Glyceria lithuanica*), kuninga-kuuskjalga (*Pedicularis sceptrumcarolinum*) ja muda-ajakapsast (*Peplis portula*), kuid nende olukorda ei saa Ida-Virumaal pidada kuigi kindlaks. Ülejäänud peatükis 4.2 nimetatud liigid jäid ka meie poolt uurimisalal registreerimata, ent mõnigi leidis Ida-Virumaa teistes piirkondades.

Muidugi ei saa kõigi nende liikide vähenemises või kadumises süüdistada põlevkivikaevandamist – neist mitmete esinemine on vähenenud üle Eesti, teiste häbumisel on muud põhjused. Võib siiski arvata, et nii mõnigi kahanenud levilaga mainitud niiskete kasvukohtade või märgalade liik (nt. soovõhk *Calla palustris*, jõhvturn *Carex capillaris*, keratarn *Carex globularis*, ääristarn *Carex hostiana*, sagristarn *Carex irrigua*, nokktarn *Carex rhynchophysa*, Russowi sõrmkäpp *Dactylorhiza russowii*, õievähene als *Eleocharis quinqueflora*, lehitu pisikäpp *Epipogium aphyllum*, laialehine villpea *Eriophorum latifolium*, kahar parthein *Glyceria lithuanica*, kollane vesikupp *Nuphar lutea*, kuninga-kuuskjalg *Pedicularis sceptrum-carolinum*, muda-ajakapsas *Peplis portula*, harilik sinilav *Polemonium caeruleum*, lapi paju *Salix lapponum*, mustikpaju *Salix myrtilloides*, kollane kivirik *Saxifraga hirculus*, turd-tähthein *Stellaria crassifolia*) on Kiviõli–Jõhvi–Mäetaguse piirkonnast kadunud siiski just kasvukohtade kuivenemise või otseselt hävinud pealmaakaevanduste, aherainemägede, õhusaaste, tee-ehituse või mõne muu põlevkivikaevandamise ja -tööstusega seotud teguri mõjul.

Enamik uurimisalal registreeritud ohustatud või siis kaitsekorralduslikult huvipakkuvaid soontaimeliike pole stenotoopsed, s.t. kitsa ökoloogilise amplituudiga, vaid kasvavad erinevate omadustega kasvukohtades, mida kajastab viimaste ulatuslik tüpoloogiline varieeruvus. Kuigi mõned kasvukohad esinevad ka endistel vajunud kaevandusaladel, kus ilmneb küll kuivenduse mõju, aga kraavitus puudub – s.t. kuivendus on toimunud ilmselt kaevandamise tulemusena –, pole niisuguste alade hulk nende liikide muude kasvukohtadega võrreldes kuigi suur. Selle põhjal võiks järeldada, et kaevandamise mõju eelmainitud ohustatud taimeliikidele ei ole vähemalt käesoleva ajani kuigi märkimisväärne.

Taimede kasvukohad võivad muutuda kuivemaks nii maa-aluse kaevandamise kui ka tavalise metsakuivenduse tagajärjel. Arvestades siiski tõika, et maa-alune kaevandamine võib põhjavee taseme alanemist põhjustada ka paigus, mida melioratsioonitööd ei ole oluliselt mõjutanud, tuleb kaevandamistundlikeks pidada järgmisi soontaimede liike:

laialehine nestik *Cinna latifolia* – tundlik nii metsakuivendusest kui ka kaevandamisest põhjustatud veerežiimi muutuste suhtes. Liati on see üks väheseid loodusdirektiivi II lisas nimetatud Eestis kasvavaid taimeliike, kelle elupaiku teadvalt kahjustada ei tohi;

kuradi-sõrmkäpp *Dactylorhiza maculata* – püsib üksnes kasvava turbasambлага pinnasel, mistõttu on veerežiimi muutuste suhtes tundlik;

õrn tarn *Carex disperma*, nokktarn *Carex Rhynchophysa*, sagristarn *Carex irrigua*, kahar parthein *Glyceria lithuanica*, villtulikas *Ranunculus lanuginosus*, lodukannike *Viola uliginosa* – need on kõik niiskete looduslike puistute ja harvikute liigid ning veerežiimi muutuste suhtes tundlikud;

kahkjaspunane sõrmkäpp *Dactylorhiza incarnata* ja kuninga-kuuskjalg *Pedicularis sceptrum-carolinum* – liigirikaste madalsoode tüüpilised liigid, kelle ohtrus veerežiimi muutustest tingitud elupaikade kvaliteedi kahanemise järel enamasti kahaneb.

Kõiki neid liike tuleks pidada kaevandamistundlikeks.

Aru- ja kuivendatud metsade liigid eeldatavasti taluvad kaevandamist ja pärastist maapinna vajumist hästi, kui nende kasvukohtadesse just ei hakka ümbruskonnast ülemäära valguma pinnavesi ning selle tulemusena ei alga soostumine. Kui sellise sekundaarse soostumise tõttu peaks mõne liigi mõni kasvukoht hävimagi, ei tule seda siiski pidada ülemäära traagiliseks, sest ühtki erilist haruldust selline saatus ei näi ootavat. Teisalt pakuvad sekundaarsed märgalad omakorda elupaika sooliikidele, kellele kasvukohti põlevkivibasseinis pigem napib.

Enamik leitud kaitstavatest jt. kaitsekorralduslikult olulistest liikidest pole esimese kategooria haruldused. Kui väärtuslike taimekoosluste esinduslikumad alad õnnestub negatiivsetest hüdroloogilistest muutustest säilitada, peaksid need tagama ka enamiku mainitud liikide püsivuse põlevkivimaardlas, ilma et tuleks hakata liigikaitselisest seisukohast veel täiendavaid kaevandustervikuid kavandama. Kahtlemata tuleb aga liigikaitselist aspekti kaevandamiseks mitte sobivate alade määratlemisel taustana kogu aeg arvestada.

4.4 Põlevkivimaardla alal esinevate lendorava elupaikade inventuur

4.4.1 Metoodika

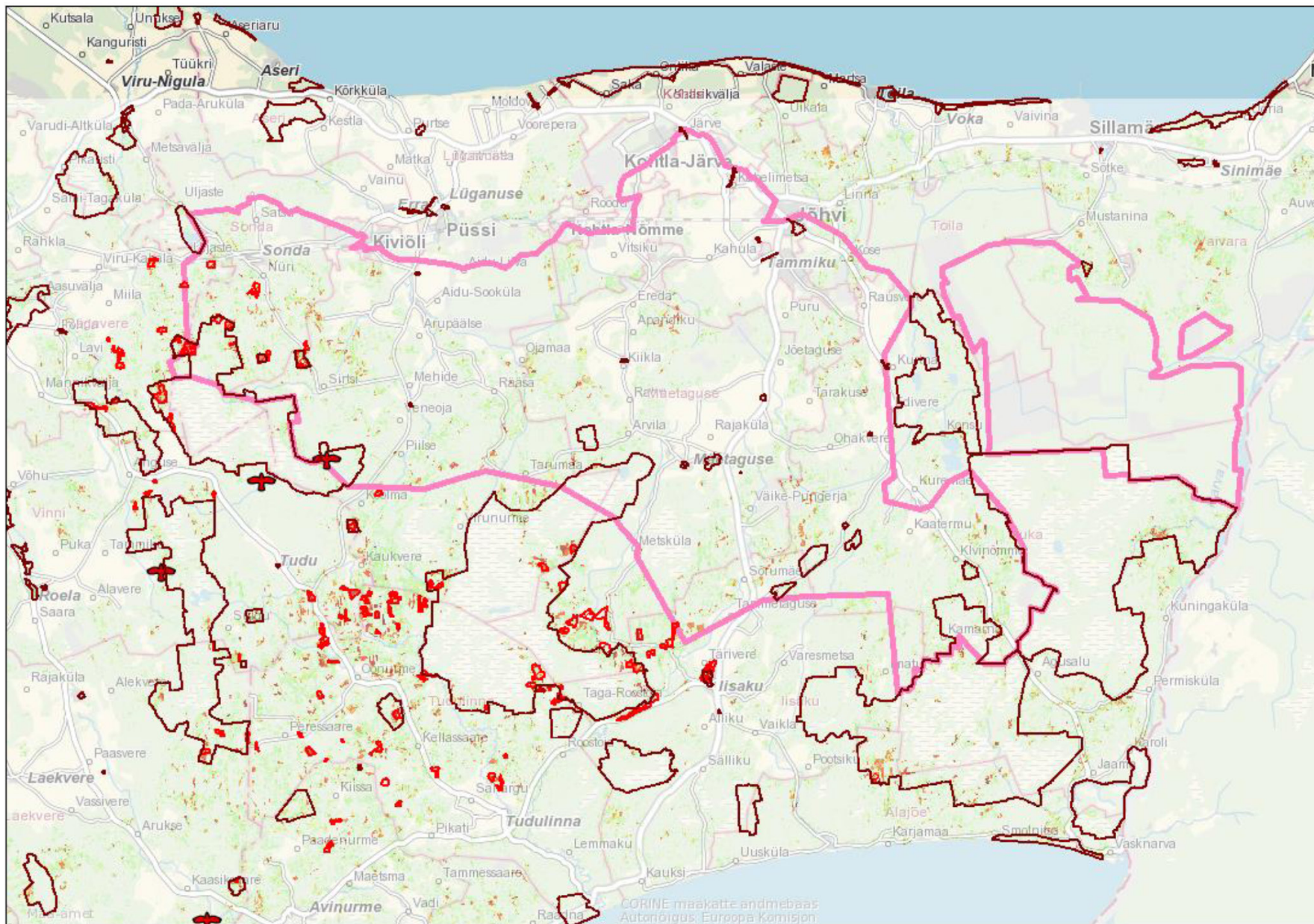
Lendoravale sobivate metsade inventuuri välitööde ettevalmistamiseks koostati lendoravale sobivate metsade hindamise mudel. Lendoravate eelistatud elupaikadeks on vanemad, üle 65 aastaste õõnsate haabadega segametsad, kus puistu koosseisus on vähemalt teises rindes kuusk. Puhtaid haavikuid vaatamata õõnsuste esinemisele lendorav siiski reeglina ei asusta.

Lendoravale eriti sobivateks on jänesekapsa-mustika, naadi, mustika ja karusambla-mustika kasvukohatüüpide metsad (Rennel et al. 2008). Lendoravale elupaigaks sobiv metsaosa peab olema suurem kui 3,5 hektarit ning moodustama osa suuremast metsalaamast (Timm 2008a).

Mudeli koostamisel lähtuti teadaolevate leiukohtade metsade iseloomulikest omadustest: puistu koosseis, haabade esinemine, puistu vanus, kuuse esinemine esimeses ja teises rindes jm., samuti LIDARi andmetest ja satelliititelt saadud infost.

Lähteandmete alusel koostas Meelis Leivits elupaigamudeli, mis hindab kaugseire andmetest lähtuvalt metsade lendoravale sobivuse klassid. Rasterpildil kujutatakse lendoravatele sobivaid alasid erineva värvitooniga – punasest valgeni, kusjuures punane värv tähistab sobivaid elupaiku, valge aga lendoravatele sobimatuid alasid (joonis 6, uuringupiirkond on kaardil ümbritsetud pideva roosa joonega, punasega on tähistatud lendorava teadaolevad leiukohad).

Välitöö kaartidele lisati vanemate kui 50 aastaste haabadega metsaeraldiste kaardikiht, mida võrreldi kõige värskema ortofotoga. Nii eemaldati valikust need metsaeraldised, kus peale metsainventuuri teostamist on mets maha raiutud (joonis 7).



Joonis 6 Lendrava elupaigamudeli põhjal ettevalmistatud rasterpilt



Joonis 7 Lendorava inventuuri välitöökaart

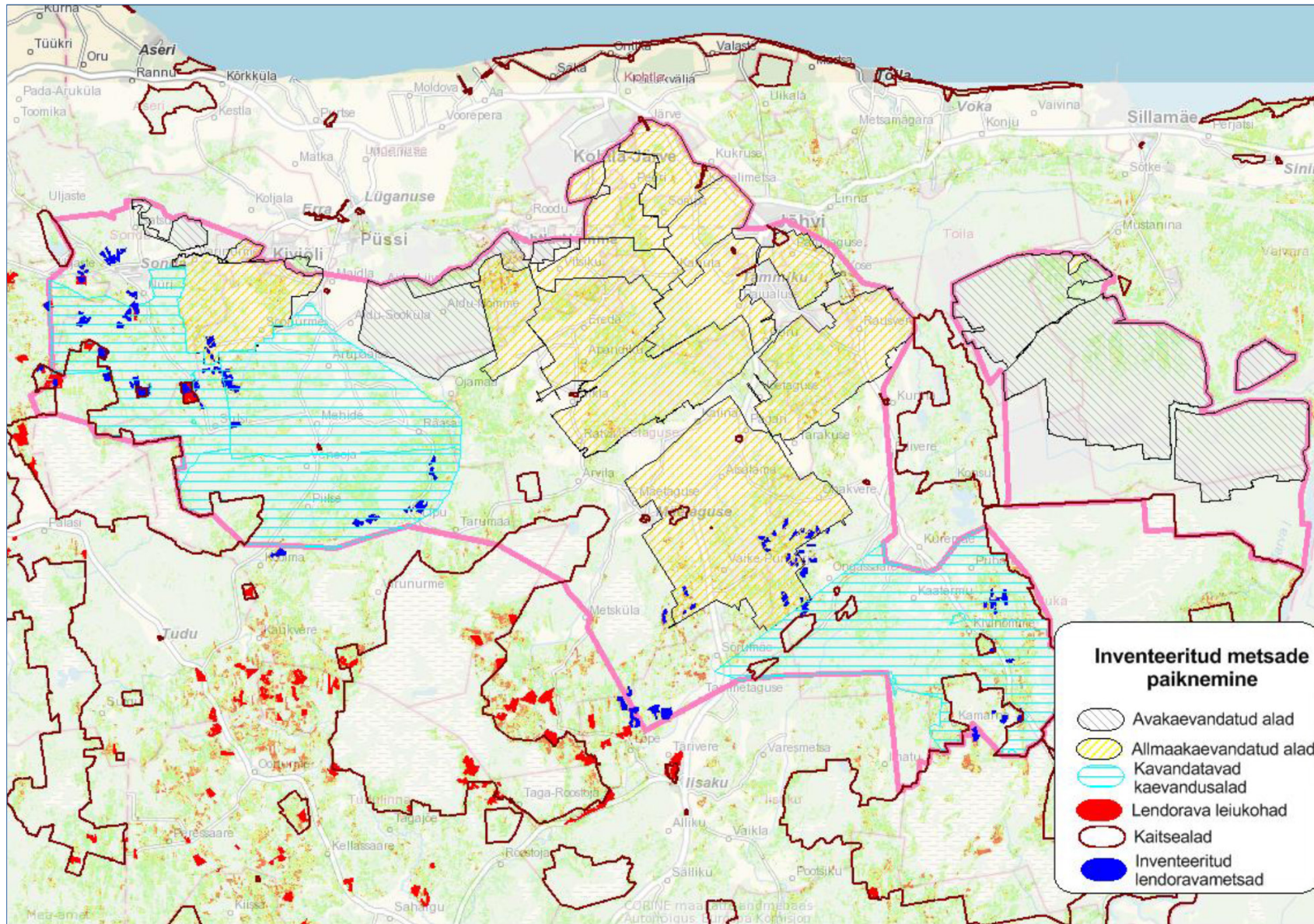
Ortofoto alusele on lisatud lendorava elupaigamudeli põhjal saadud tulemused. Punasega on märgitud lendorava teadaolevad leikukohtad. Rohelisega on märgitud ka metsaeraldised, kus esineb erineva vanusega haaba.

Raadiotelemeetriiliste uuringute käigus on selgunud, et lendoravad vajavad küllalt suuri kodupiirkondi. Emasloomade kodupiirkonna suurus on keskmiselt 8-10 hektarit, millest olulise osa moodustab vana, üle 65 aastaste õõnsate haabadega mets. Emasloomade kodupiirkonnad reeglina üksteisega ei kattu. Isasloomade kodupiirkonnad on märgatavalt suuremad (mõnikord üle 100 hektari) ning katavad lähestikku paiknevaid emasloomade kodupiirkondi.

Nendest teadmistest lähtudes valiti välioludes inventeerimiseks eelisjärjekorras välja elupaigamudeli järgi lendoravale sobivad suurema pindalaga metsad ja lähestikku paiknevate sobivate metsaosade kogumikud, samuti keskkonnaregistris olevatest leiukohtadest kuni 2 km kaugusele jäävad eeldatavasti sobivad metsad. Viimastes on lendoravate uute leiukohtade leidmise tõenäosus kõige suurem, sest eduka paljunemise korral hajuvad noorloomad reeglina sünnikohast kuni 2 kilomeetri kauguseni.

Kuna samaaegselt toimusid välitööd lendorava riikliku seireprogrammi ja Keskkonnaameti poolt tellitud lendorava elupaikade inventuuri raames, siis kooskõlastati kontrollitavate alade valik kattumise vältimiseks eelnevalt erinevate tööde läbiviijatega. Seiretööde käigus keskenduti eelkõige teadaolevate leiukohtade asustatuse kontrollimisele, seetõttu käesoleva töö raames keskkonnaregistrisse kantud lendorava elupaikade metsi (väljaarvatud Jalastu ja Nüri 2 lendorava leiukohas) ei inventeeritud.

Samas vahetasid välitööde tegijad üksteisega infot erinevate tööde käigust ning jooksvatest tulemustest. Selline tööde koordineerimine võimaldas 2015. aastal saada terviklikuma ülevaate kogu Virumaa lendorava asurkonna kohta ja inventeerida kokku oluliselt suurema ala. 2015. aastal inventeeriti käesoleva töö raames kokku 238 metsaeraldist ja seni inventeerimata lendoravale elupaigaks sobivat metsaosa. Ühtekokku kontrolliti Virumaal erinevate tööde käigus 1082 metsaeraldist ja lendoravale elupaigaks sobivat varasemalt inventeerimata metsaosa, millest 288 jäid praeguse uuringu piirkonda (joonis 8).



Joonis 8 Lendoravale sobivate inventeeritud metsade paiknemine

4.4.2 Lendorava inventuuri tulemused

Uuringualal või sellega vahetult piirneval alal on keskkonnaregistris registreeritud 13 lendorava elukohta (tabel 4). 2015. aastal oli nendest asustatud vaid viis: uuringuala lääneosas asuvad Uljaste-Liiva, Matsi ja kõrvuti paiknevad Kaanissoo ning Kaanissoo 2 elukohad.

Lisaks leiti lendorava tegevusjärgi uuringuala lõunapiiril paiknevas Suuremurru elukohas ning sellest kirdesse jäävates metsades. Kuna uus leitud elukoht piirneb 2014. aastal registreeritud Suuremurru elukohaga, siis vormistati uued lendorava poolt asustatud metsaosad juba teadaoleva Suuremurru elukoha laiendusena.

Tabel 4 Uuringupiirkonnas asuvad lendorava elukohad ja nende asustatus 2015. aastal

Keskkonnaregistri kood	Elukoht	Asustatus 2015. a.
KLO9102405	Kaanissoo	+
KLO9102032	Nüri	-
KLO9102404	Vankrikasti	-
KLO9102403	Pohlaaru	-
KLO9102425	Nüri 2	-
KLO9110150	Kaanissoo 2	+
KLO9102031	Jalastu 2	-
KLO9102406	Jalastu	-
KLO9102029	Koolma (Piilse)	-
KLO9112698	Pohlaaru 2	-
KLO9117137	Uljaste-Liiva	+
KLO9118083	Matsi	+
KLO9118084	Suuremurru	+

Uuringupiirkonna metsade analüüs näitas, et lendoravale sobivaid metsi on selles piirkonnas säilinud vaid väga vähesel määral. Enamasti on need väikesepinnalised, keskmine suurusega alla 3,5 hektari. Suuremaid sobivaid metsi leidub vaid kaitstavatel aladel. Tihedamalt paikneb lendoravatele sobivaid metsi uuringuala lääneosas (Sonda ja Sirtsu vahelisel alal), kus põlevkivi kaevandamist pole seni toimunud.

Kohati on levikumudeli alusel lendoravale sobivaid metsi säilinud ka allmaakaevanduste piirkonnas, näiteks Estonia kaevanduse ümbruses, kuid need on reeglina esindatud vaid omavahel isoleeritud väikeste saarekestena. Avakaevandamise piirkondades (Viivikonna, Sirgala ja Narva) lendoravale sobivad metsad üldiselt puuduvad.

Siiski mõnedes kohtades prognoosib elupaigamudel lendoravatele sobivate metsade olemasolu ka seal. Vanemate avakaevanduste aladel Aidus külastati vaid mõnda mudeli kohaselt head lendorava metsa. Kahjuks selgus kohapeal, et nendes metsades puudusid siiski veel vajalikud õõnsad haavad.

Valdavalt ei ole avatud karjääradena kaevandatud aladele metsad jõudnud veel niisugusesse vanusjärku, et seal leiduks lendorava pesitsemiseks piisavalt suuri õõnsaid haabu. Lähemate aastakümnete jooksul potentsiaalselt lendoravale sobivaks kujuneda võivaid metsi on avakaevandatud aladel siiski väga vähe. Kui ajapikku neid peakski kujunema, raskendab nende võimalikku asustamist lendoravatega asjaolu, et praeguseks alles jäänud asustatud lendorava elupaigad paiknevad liiga kaugel.

Välitöödel keskenduti eelkõige seni kaevandamisest puutumata ja allmaakaevandamise piirkondade metsade kontrollimisele. Lendoravale potentsiaalselt sobivaid alasid esineb elupaigamudeli kohaselt nii allmaakaevandatud aladel kui kaevandamata aladel. Ajaloolistele andmetele toetudes, on lendoravad varem asustanud praeguseks allmaakaevandatud piirkondade metsi, näiteks Pagari Ohakvere ja Ongassaare piirkonnas (Timm, 2008b). Seni ei ole Eestis teada ühtki lendorava leiukohta, mis asuks allmaakaevandamise alal. Vaatamata sellele, et mitmed sealsed inventeeritud metsad osutusid ka kohapealsel vaatlusel lendoravatele igati sobivaiks, ei suudetud lendorava esinemist niisugustel aladel 2015. aasta inventuuride käigus tuvastada.

Kas lendoravate kadumine nendest piirkondadest on olnud seotud kaevandamisega või mitte, ei ole praegu enam kindlaks tehtav. Kuna allmaakaevandatavate alade metsad on tulundusmetsad, siis on seal enamasti toimunud tavapärane metsa majandamine.

Viimastel aastakümnetel on aga metsade raie põhjustanud lendoravatele sobivate puistute pindala kiire vähenemise ja killustumise. See omakorda on üheks olulisemaks lendorava levila vähenemise põhjuseks. Samas ei saa välistada kaevandamisega kaasneva müra ja vibratsiooni negatiivset mõju lendoravatele.

Metsade kuivemaks muutumine allmaakaevandamise aladel ei ole lendoravate elutingimusi ilmselt oluliselt halvendanud, sest näiteks Estonia kaevanduse ümbruses on säilinud mitmeid väga heas seisundis lendoravale elupaigaks sobivaid metsi, mida aga lendorav ometi ei asusta.

4.4.3 Kokkuvõtteks

Lendorava inventuuri tulemustele toetudes võib väita, et:

1. allmaakaevandatud aladel on lendorava elupaigaks sobivaid metsi kohati küll säilinud, kuid seni puuduvad tõendid, et lendoravad neis elaksid; põhjused, miks lendoravad neid metsi enam ei asusta, ei ole teada;
2. allmaakaevandamise käigus toimunud kuivendus ei ole lendoravate elupaigaks sobivuse seisukohast nende metsade kvaliteeti oluliselt mõjutanud;
3. avakaevandatud aladele ei ole Eestis seni veel uusi lendoravale sobivaid elupaiku (vanu õõnsate haabadega kuuse-segametsi) kujunenud;
4. uute allmaakaevanduste rajamisele, eriti lendorava leiukohtade läheduses (eeskätt Sonda ja Sirtsu vaheline piirkond), **on vajalik kaevandamise võimalike mõjude hindamiseks seirata piirkonnas asuvate lendoravate asurkondade seisundit;**
5. seni, kuni pole teada allmaakaevandamise mõju (vibratsioon, müra) lendoravate asurkonna seisundile, tuleb lendorava leiukohtade alt kaevandamist vältida.

Tänaste teadmiste juures ei saa sätestada kaevandamisele minevate alade osas lendorava elupaiga all kaevandamise lubamiseks vastavaid tingimusi, mis kaevandamisel peavad olema järgitud.

4.5 Linnustiku uuring

4.5.1 Kaitsealuste liikide esinemine ja arvukus

Linnustiku uuring keskendus Eesti põlevkivimaardla aktiivse varuga aladel esinevate ohustatud ja kaitset vajavate linnuliikide elupaikade tundlikkuse hindamine allmaakaevandamise suhtes.

Uuringualal on Keskkonnaregistris 31.08.2015 seisuga registreeritud 26 kaitsealuse linnuliigi kohta 97 elupaika (tabel 5). Kaitstavatest lindudest kuulub I kaitsekategooriasse 4 liiki, II kaitsekategooriasse 7 liiki ja III kaitsekategooriasse 15 liiki. Langeva arvukusega (Elts et al. 2013) on neist 11 liiki (42%), stabiilse arvukusega 10 liiki (39%) ning suureneva arvukusega 5 liiki (19%; tabel 6). Arvestades erinevate liikide elupaigaeelistust (tabel 5) ning elupaikade levikut projektialal, on eeltoodud liikide elupaigaline jaotus järgmine.

Arumetsadega on seotud 8 liiki (must-toonekurg, väike-konnakotkas, kanakull, valgeselg-kirjurähn, laanerähn, laanepüü, hiireviu, händkakk), soometsadega 2 liiki (kalakotkas, metsis), lagerabade ja -siirdesoodega 11 liiki (rabapüü, mustsaba-vigle, mudanepp, sookurg, hallõgija, väikekoovitaja, rüüt, teder, mudatilder, heletilder, punajalg-tilder), luhtadega 3 liiki (rohunepp, hänilane, täpikhuik), põõsastikega 1 liik (punaselg-õgija) ning peamiselt põllumajandusmaastikuga 1 liik (suurkoovitaja).

Seega on erinevat tüüpi märgaladega, mis on kõige tundlikumad veerežiimi muutuste osas, seotud projektialal esinevatest kaitsealustest liikidest kokku 16 liiki ehk 62%. Langeva arvukusega neist on 6 liiki, stabiilse arvukusega 6 liiki, suureneva arvukusega 3 liiki ja 1 liik on fluktuueruva arvukusega.

Tabel 5 Keskkonnaregistris registreeritud kaitsealused linnuliigid ja nende elupaikade hulk uurimisalal

Jrk nr	Liik	Kaitse- kate- gooria	Elupaik	KKR olevate elupaikade arv
1.	Must-toonekurg <i>Ciconia nigra</i>	I	Arumetsad. Keskmise metsasus 3 km raadiuses pesast on 74±16%, mis on tugevasti kõrgem Eesti keskmisest. Must-toonekured eelistavad inimtegevusest kaugel ja jõgede läheduses asuvaid puistuid ning väldivad pesitsemist metsaservas. Võrreldes puistutega pesast 200–700 m kaugusel on pesitsuspuistus palju suuremad puud.	2
2.	Väike- konnakotkas <i>Aquila pomarina</i>	I	Arumetsad. Väike-konnakotkas pesitseb nii okas, leht- kui ka segametsades, kuid reeglina väldib männikuid. Puistu vanust peegeldab tavaliselt pesapuu vanus, milleks on enamasti 80–100 a. 92,5% Eesti konnakotkapesadest paikneb vähemalt 200 ha suuruses metsamassiivis, asudes selle äärealal: 47% pesadest on massiivi servale lähemal kui 200 m ja 90% lähemal kui 800 m. Suured massiivid ei ole väikestest metsafragmentidest eelistatumad.	1
3.	Kalakotkas <i>Pandion haliaetus</i>	I	Soo- ja arumetsad. Kalakotka pesapaigaks on Eestis üldjuhul raba- ja metsamaastik, kus pesalt avaneb	2

Jrk nr	Liik	Kaitse- kate- gooria	Elupaik	KKR olevate elupaikade arv
			vaade ümbritsevale mitme kilomeetri ulatuses. Kalakotka pesad asuvad kõrgematel puudel või raielankidele jäetud seemnemändidel.	
4.	Rabapüü <i>Lagopus lagopus</i>	I	Rabapüü pesitseb suurtes rabades, kus leidub ulatuslikke avatud kooslusi. Oluline tähtsus elupaigana on puisrabadel.	2
5.	Kanakull <i>Accipiter gentilis</i>	II	Arumetsad. Kanakull ehitab oma pesa peamiselt okasmetsa ning valib selleks eelistatult suuremad metsaalad. Pesitsuspuistu suurus on positiivses seoses pesa asustatusega ning ehkki kanakullid võivad pesitseda ka väikestes fragmentides, on sigimisedukus väiksemates metsalaikudes madalam. Reeglina hoitakse eemale metsaservadest ja teistest potentsiaalsetest häiringuallikatest – pesa rajatakse keskmiselt 350 m kaugusele metsaservast ning 350 m kaugusele noorest metsast. Suurematest teedest on pesad keskmiselt 1,6 km kaugusel ning asulatest 4,9 km kaugusel. Samas pesitseb ka suuremates linnaserva-parkmetsades.	8
6.	Valgeselg- kirjurähn <i>Dendrocopos leucotos</i>	II	Aru- ja lammimetsad. Valgeselg-kirjurähn asustab Eestis peamiselt suuremaid metsamassiive, kuid pesitseb ka mosaiikmaastikus, nt suuremates parkides, puisniitudel, jõgedäärsetes puuderibades, väiksemates metsatukkades ja talumaastikul. Ta asustab peamiselt vanemaid niiskeid leht- ja segametsi. Elupaigavalikul on talle tähtsaim piisava hulga pehkinud (surnult seisvate) lehtpuude olemasolu. Seetõttu asustab ta sageli veekogudeäärseid metsi, kus liigniiskuse tõttu on rohkelt seisvaid surnud puid ning raiepiirangute tõttu on enamasti ka vanad puistud.	1
7.	Rohunepp <i>Gallinago media</i>	II	Rohunepile on iseloomulikuks pesitsemise üleujutatavatel luhtadel (lamminiitudel), kuid ta pesitseb ka teistel niisketel niitudel (niisketel aruniitudel), madal- ja siirdesoodes, harvem poldritel ja raiesmikel.	1
8.	Mustsaba-vigle <i>Limosa limosa</i>	II	Pesitseb älverabades jm. soodes (eelistatult siirdesoodes), rannaniitudel ja luhtadel, kohati ka rannalähedastel laidudel. Kaasajal pesitseb ca 2/3 Eesti mustsaba-vigle asurkonnast soodes.	3
9.	Mudanep <i>Lymnocyptes minimus</i>	II	Mudanep pesitseb üksnes lagedates õõtsik-siirdesoodes.	1

Jrk nr	Liik	Kaitse- kate- gooria	Elupaik	KKR olevate elupaikade arv
10.	Laanerähn <i>Picoides tridactylus</i>	II	Arumetsad. Laanerähn on kohastunud eluks vanades (>80 aastastes) küpsetes metsades (eriti kuusikutes), kus leidub olulisel määral üraskite kahjustustest või üleujutustest põhjustatud surnuid ja kahjustatud puid.	8
11.	Metsis <i>Tetrao urogallus</i>	II	Soo- ja arumetsad. Mängupaik asub männikus, kus puude vanus on kõige sagedamini 81–126 aastat. Suuremad mängud aladel, kus raba ja siirdesoo kkt osakaal 1 km raadiuses >54%. 60 a vanuse metsa osakaal peab olema min 50%, 80. a metsa >25% ja vähemalt 100 a metsa osakaal >10%. Metsise pesakonnal on kindel eelistus toituda vanas loodusmetsas, peamiselt niiskes ökotonis raba servaalal, kus puhmarindes domineerib mustikas. Metsise poolt eelistatud metsa kasvukohatüüpideks on raba, siirdesoo, sinika, karusambla, karusambla-mustika, kanarbiku, sambliku, mustika ja pohla kasvukohatüüp.	18 ¹⁰
12.	Laanepüü <i>Tetrastes bonasia</i>	III	Aru- ja soometsad. Laanepüüd kasutavad väga erinevaid metsabiotoope, eelistades sinilille ja jänese kapsa kasvukohatüüpe, siirdesoometsi, kuivendatud soo- ja rabapuistuid.	4
13.	Hiireviu <i>Buteo buteo</i>	III	Aru- ja soometsad. Hiireviu eelistab pesitseda mosaiikmaastikul, kus metsad vahelduvad põldude ja niitudega. Pesa sageli metsa servaala läheduses.	6
14.	Sookurg <i>Grus grus</i>	III	Sookurg pesitseb mitmesugustel märgaladel, peamiselt madal- ja siirdesoodes ning liigniiskete metsade raiesmikel. Võib pesitseda ka taimestunud karjäärides, kui seal on madalaveeline püsiveekogu.	9
15.	Punaselg-õgija <i>Lanius collurio</i>	III	Pesitseb poolavatud, inimese poolt mõjutatud aladel – puisniitudel, põõsastunud niitudel, raiesmikel, karjamaadel, niiduservade põõsastikes, parkides, kalmistutel, aedades, metsaservades.	2
16.	Hällõgija <i>Lanius excubitor</i>	III	Pesitseb üksnes suurematel rabadel.	1
17.	Hänilane <i>Motacilla flava</i>	III	Pesitseb peamiselt niiskematel ranna-, lammi- ja soostunud niitudel, kuid ka niiskematel aruniitudel.	1
18.	Suurkoovitaja <i>Numenius arquata</i>	III	Pesitseb põllumajandusmaastikul, kus põllud vahelduvad rohumaadega, ranna- ja lamminiitudel ning rabades.	2
19.	Väikekoovitaja	III	Pesitseb üksnes suurematel lagerabadel.	4

10

Metsise puhul on keskkonnaregistris toodud elupaikade arv

Jrk nr	Liik	Kaitse- kate- gooria	Elupaik	KKR olevate elupaikade arv
	<i>Numenius phaeopus</i>			
20.	Rüüt <i>Pluvialis apricaria</i>	III	Pesitseb üksnes suurematel lagerabadel.	2
21.	Täpikhuik <i>Porzana porzana</i>	III	Eestis eelistab täpikhuik pesitseda tihedas tarnastikus või roostikus, seega madal- ja siirdesoodes, soostunud niitudel, eutroofsete järvede kallastel.	1
22.	Händkakk <i>Strix uralensis</i>	III	Aru- ja soometsad. Eelistab pesitseda okas- ja segametsades.	2
23.	Teder <i>Tetrao tetrix</i>	III	Mängud toimuvad lagedatel aladel pesitsemiseks sobivate kohtade lähedal, peamiselt rabades, siirdesoodes, madalsoodes ja vähem heinamaadel, soonitudel, põldudel, metsalagendikel, raiesmikel. Pesakondadele on optimaalsed biotoobid, kus esineb erineva kõrgusega mitmekesist rohttaimestikku, käbuspõõsaid, rikkalikku putukafaunat, päikesepaistelisi lagedaid laiike ja maapinnani ulatuvate võradega noori puid ning põõsaid. Kõige olulisemaks elupaigaks poegade kasvatamisel on sooservad. Kasutamist võivad leida ka puissood ja võsastunud heinamaad.	3
24.	Mudatilder <i>Tringa glareola</i>	III	Pesitseb lagerabadel laugastike ja älvete piirkonnas ning siirdesoodes.	4
25.	Heletilder <i>Tringa nebularia</i>	III	Pesitseb siirdesoodes, harva ka suurematel lagerabadel laugastike ja älvete piirkonnas.	5
26.	Punajalg-tilder <i>Tringa totanus</i>	III	Pesitseb laidudel, ranna- ja lamminiitudel ning rabades laugastike piirkonnas.	4

Tabel 6 Arvukuse trend uuringualal keskkonnaregistri kohaselt registreeritud kaitsealustel liikidel.
(allikas: Elts et al. 2013)

Arvukuse muutus	Kaitse- kategooria	Liigid
Tugev langus (>50%)	I	Rabapüü
	II	Metsis
	III	-
Möödukas langus (10-50%)	I	Must-toonekurg
	II	Kanakull, mustsaba-vigle
	III	Punaselg-õgija, hänilane, suurkoovitaja, händkakk, teder, punajalg-tilder
Stabiilne	I	Väike-konnakotkas

Arvukuse muutus	Kaitse-kategooria	Liigid
	II	Valgeselg-kirjurähn, rohunepp, mudanepp
	III	Laanepüü, hiireviu, hallõgija, rüüt, täpikhuik, mudatilder
Stabiilne, mõõdukas tõus (10-50%)	I	-
	II	Laanerähn
	III	-
Mõõdukas tõus (10-50%)	I	Kalakotkas
	II	-
	III	Sookurg
Fluktueeruv	III	Väikekoovitaja
Arvatav tõus	I	-
	II	-
	III	Heletilder

Lähtuvalt alljärgnevas tabelis 7 toodud eksperthinnagust, ei ole allmaakaevandamisest tulenevate häiringute suhtes tundlikud 4 liiki (valgeselg-kirjurähn, laanerähn, punaselg- ja hallõgija), kellest hallõgija on seotud märgaladega. Valgeselg-kirjurähn ja laanerähn on seotud valdavalt arumetsadega ning nende populatsioonid ja arvukus sõltuvad pesitsemiseks sobivate metsade olemasolust – s.t. nende säilimist mõjutab negatiivselt eeskätt metsamajanduslik tegevus. Punaselg-õgija on tüüpiline nn servaliik, kes pesitseb sageli metsaservades, noorendikes ja puisrabades ning teda ohustavad tegurid peituvad pigem kas rändeteel või talvitusaaladel Aafrikas. Hallõgija pesa paikneb rabamändidel ning ta võib pesitseda ka kuivendusest mõjutatud rabades või puisrabades.

Tabel 7 Keskkonnaregistris registreeritud liikide tundlikkuse võimalike kaevandusmõjude suhtes (eksperthinnang).

Tähistus: “-“ – mõju puudub või ei ole teada, “+” – mõju olemas

Jrk nr	Liik	Müra	Vibratsioon (lõhketööd)	Veerežiimi muutus	Kommunikatsioonide rajamine (el. liinid, teed)	Maapinna vajumine	Liigi tundlikkus
1.	Must-toonekurg <i>Ciconia nigra</i>	-	+	+	+	-	väga tundlik
2.	Väike-konnakotkas <i>Aquila pomarina</i>	-	+	+	+	-	tundlik
3.	Kalakotkas <i>Pandion haliaetus</i>	-	+	-	+	-	tundlik
4.	Rabapüü <i>Lagopus lagopus</i>	-	+	+	+	-	väga tundlik
5.	Kanakull <i>Accipiter gentilis</i>	-	+	-	+	-	tundlik
6.	Valgeselg-kirjurähn <i>Dendrocopos leucotos</i>	-	-	-	-	-	ei ole tundlik
7.	Rohunepp <i>Gallinago media</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
8.	Mustsaba-vigle <i>Limosa limosa</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
9.	Mudanepp	-	-	+	+	-	väga tundlik

Jrk nr	Liik	Müra	Vibratsioon (lõhketööd)	Veerežiimi muutus	Kommunikatsioonide rajamine (el. liinid, teed)	Maapinna vajumine	Liigi tundlikkus
	<i>Lymnocyptes minimus</i>						
10.	Laanerähn <i>Picoides tridactylus</i>	-	-	-	-	-	ei ole tundlik
11.	Metsis <i>Tetrao urogallus</i>	-	+	+	+	-	väga tundlik
12.	Laanepüü <i>Tetrastes bonasia</i>	-	+	+	+	-	tundlik
13.	Hiireviu <i>Buteo</i>	-	+	-	-	-	vähettundlik
14.	Sookurg <i>Grus</i>	-	+	+	+	-	väga tundlik
15.	Punaselg-õgija <i>Lanius collurio</i>	-	-	-	-	-	ei ole tundlik
16.	Hallõgija <i>Lanius excubitor</i>	-	-	-	-	-	ei ole tundlik
17.	Hänilane <i>Motacilla flava</i>	-	-	+	-	-	tundlik
18.	Suurkoovitaja <i>Numenius arquata</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
19.	Väikekoovitaja <i>Numenius phaeopus</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
20.	Rüüt <i>Pluvialis apricaria</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
21.	Täpikhuik <i>Porzana</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
22.	Händkakk <i>Strix uralensis</i>	-	+	-	-	-	vähettundlik
23.	Teder <i>Tetrao tetrix</i>	-	+	+	+	-	väga tundlik
24.	Mudatilder <i>Tringa glareola</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
25.	Heletilder <i>Tringa nebularia</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik
26.	Punajalg-tilder <i>Tringa totanus</i>	-	-	+	+	-	väga tundlik

Vähettundlikeks (mõjutab üksnes vibratsioon) võib pidada hiireviud ja händkaku. Tegemist on valdavalt arumetsades pesitsevate röövlindudega ning kelle peamiseks toiduobjektideks on kahepaiksed, hiired või väikelinnud, keda jahitakse kas põldudel, heinamaadel või metsas. Suurte lindudena on nad tundlikud eeskätt lõhketöödega kaasneva müra suhtes, kuid ilmselt ei mõjuta nende elupaiku võimalik veerežiimi muutus ega ka kommunikatsioonide rajamisega kaasnevate sihtide ja teede rajamine.

Tundlikeks liikideks (mõjutab nii vibratsioon kui ka kommunikatsioonide rajamine) võib pidada väike-konnakotkast, kalakotkast, kanakulli, laanepüüd ja hänilast. Väike-konnakotkas, kanakull ja laanepüü pesitsevad peamiselt arumetsades, kalakotkas aga kõrgematel mändidel rabamaastikus. Väike-konnakotka peamiseks toiduobjektiks on hiired, keda ta jahib enamasti rohumaadel, kanakull aga toitub peamiselt metsamaastikul, põlluservades või ka asulates väikelindudest. Kalakotkas käib saagijahil kalarikastel veekogudel, mis võivad pesapaigast

jääda paljude kilomeetrite kaugusele. Kalakotka pesapaigavalikut ei mõjuta elupaiga niiskusrežiim, vaid pesa ehitamiseks sobiva ladvaga puude esinemine. Laanepüü on maas pesitsev liik, kes elab aastaringselt suhteliselt väikesel territooriumil (ca 20 ha).

Kõik eelmainitud liigid on suurte lindudena tundlikud lõhketöödega kaasneva müra suhtes ning kuna tegemist on inimtegevuse suhtes tundlike liikidega, siis ka kommunikatsioonide rajamise suhtes, millega kaasneb elupaikade killustumine. Hänilane on seotud niiskete niitudega ning aktsepteerib teatud ulatuses ka kuivenemise mõju.

Väga tundlikeks liikideks (mõju avaldub veerežiimi muutus koos lõhketööde ja kommunikatsioonide rajamisega) on liigitatud must-toonekurg, rabapüü, rohunepp, mustsaba-vigle, mudanepp, metsis, sookurg, suur- ja väikekoovitaja, rüüt, täpikhuik, teder, muda-, hele- ja punajalg-tilder.

Nende kõigi suhtes on kõige olulisemaks ohuteguriks muutused veerežiimis, mis põhjustab negatiivseid muutusi elupaigas ja/või toitumisaladel. Lisaks võib kommunikatsioonide rajamine põhjustada elupaikade killustumist ja samuti kuivenemist (veerežiimi muutmine kommunikatsioonide rajamiseks ja/või hooldamiseks vajalike juurdepääsuteede tõttu), lõhketööd aga üldist häiringut linnu tegevuses.

Allmaakaevandamine tõenäoliselt ei mõjuta (neutraalne kategooria, kus negatiivne mõju puudub) arumetsades pesitsevate lindude elupaika.

Allmaakaevandamine tõenäoliselt mõjutab elupaiku oluliselt ja negatiivselt suure tõenäosusega luhtadel, madal- ja siirdesoodes, lagerabades ja soometsades pesitsevate lindude elupaika juhul, kui kaevanduse tulemusena avaldub kuivenduse mõju.

Allmaakaevandamise mõju elupaikadele on praeguste teadmiste põhjal ebaselge sooviku- ja rabastuvates metsades elunevatele linnuliikidele.

4.6 Metsis

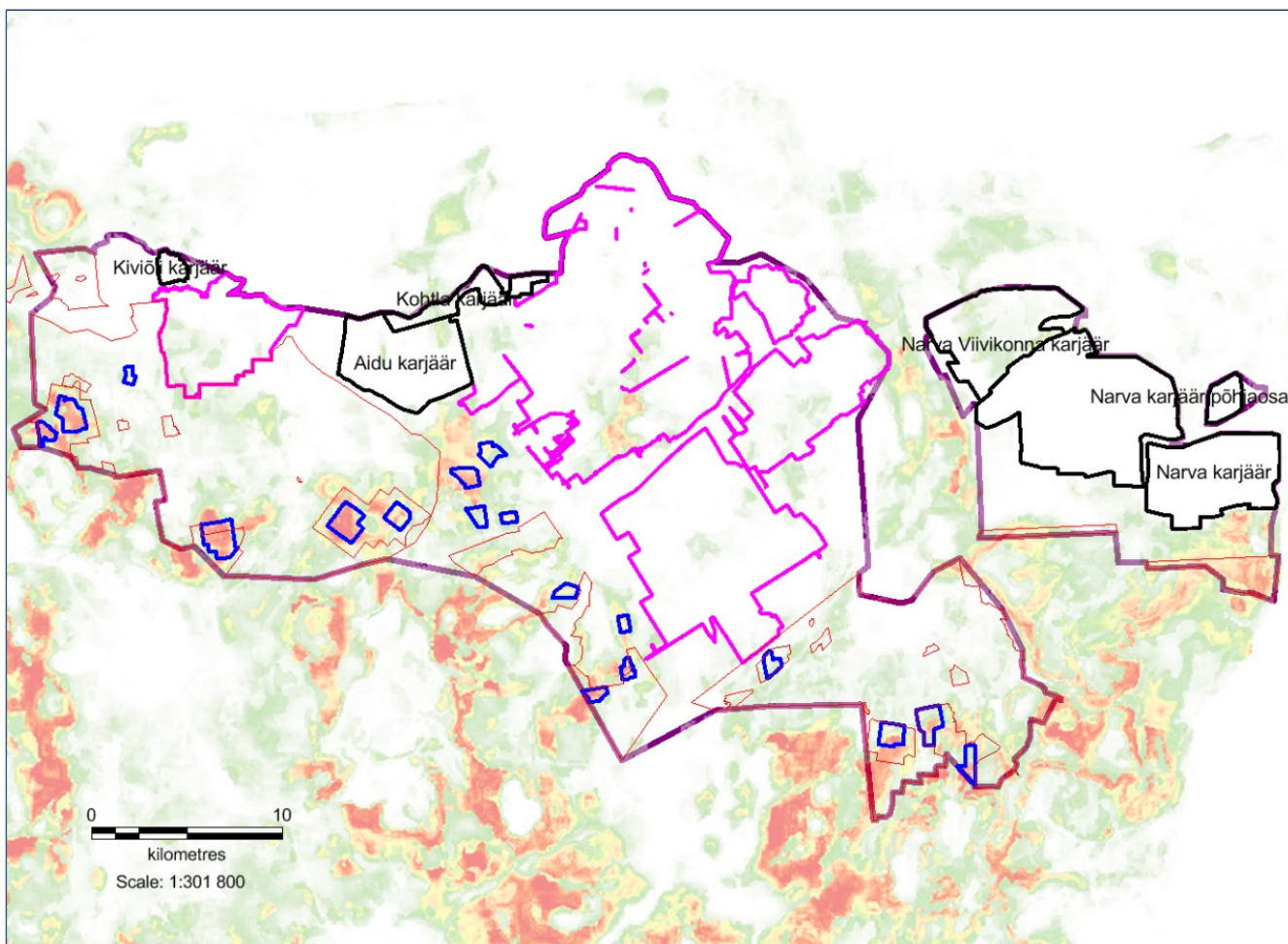
Ammendatud ja üleujutatud kaevandustega aladel ning korrastatud karjäärialadel ohustatud ja kaitset vajavate liikide elupaikade inventeerimine tehti eeskätt metsise näitel.

4.6.1 Metsisemängude ja mänguaegsete elupaikade levik uuringualal

Uuringualal on keskkonnaregistri kohaselt teada 18 metsisemängu (joonis 9), mis kõik paiknevad uuringuala lõunapoolses servas. Ühegi registrijärgse mängu piirkonnas allmaakaevandusi rajatud ei ole. Lähimad allmaakaevandamisele olevad metsisemängud on Nüri (kaugus kaevandusest 1,7 km), Kiikla (1,3 km), Väike-Pungerja (0,9 km), Miiloja (0,7 km) ja Kivinõmme (0,4 km).

Kättesaadav ajalooline materjal metsisemängude ruumilise paiknemise kohta käsitleb üksikuid mängu 1987. aastast ning enamike kohta on olemas materjalid alates 1995. aastast. Need andmed kattuvad täielikult kaasaegse metsisemängude levikuga (joonis 9). Siiski on ilmselt metsamajanduse tulemusena kadunud Jalastu metsisemäng, kus 2000. aastal märgiti mängimas 3 kukke. Rohkem andmeid metsisekukkede esinemise kohta sellel alal pole.

Küll aga leiti 2011. aastal alalt kaks uut metsisemängu: Linnassaare soo ja Miiloja (tabel 8). Aruande koostajal puudub faktiline materjal metsisemängude varasema esinemise kohta allmaakaevandamise aladel.



Joonis 9 Teadaolevate metsisemängude (sinised kastid) ja potentsiaalsete metsisemängudeks sobivate alade levik uuringualal.

(Leivits 2014; punase joonega alad tähistavad metsisemängu esinemist kõige suurema tõenäosusega)

Olemasolevad loendusandmed (tabel 8) võimaldavad kõrvutada omavahel kolme ajaperioodi: 1995. a, 2002. a ning aastad 2009–2012. Uurimisalal registreeritud mängudes loendati 1995. aastal 15 mängus 61 kukke, 2002. aastal 13 mängus 49 kukke ning 2009–2012. aastal 17 mängus 51 kukke. Keskmise mängu suurus oli vastavatel aastatel 4,0, 3,7 ja 3,0, mis näitab nii mängu suuruse vähenemist 20 aasta jooksul keskmiselt ühe kuke võrra kui ka üldist populatsiooni kahanemist. Positiivse trendiga on märgitud 2 mängu, stabiilse trendiga 6 mängu, negatiivse trendiga 8 mängu ning teadmata on 2 mängu trend.

Uuringualal asuvast 18 metsisemängust on vaid 2 kaitseriimiga (Nüri ja Linnassaare soo) ning kolm mängu paiknevad olemasoleval või projekteeritaval kaitsealal (Väike-Pungerja, Miiloja, ka Selisoo 2; tabel 9). Lisaks tabelis 9 toodud ohuteguritele toimib antud alal kiskluse surve (2015. a välitööde tulemus), kuid seda ei ole võimalik iga mängu suhtes eraldi hinnata.

Võib arvata, et kiskluse surve on erinevates piirkondades erinev, kuid tegelikult toimib erinevate ohutegurite kombinatsioon, milles ei ole võimalik eristada nende tähtsust. Ka kuivenduskraavide esinemine mängualal ei seostu kindlalt mängu negatiivse trendiga. Võimalik, et parema seletuse võib anda kuivenduse intensiivsus (kraavide kilometraaž näiteks 1 km raadiuses ümber mängupaiga) ning kuivendussüsteemi vanus.

Seetõttu puudub esialgsel hinnangul mängude trendi ja ohutegurite esinemise vahel selge seos.

Tabel 8 Uuringualal esinevate metsisemängude loendusandmed.

Trend on hinnatud stabiilseks (0), kui muutus võrreldes esimese loendusaastaga on ± 1 kukke, negatiivseks (-), kui trend on vähemalt -2 kukke ja positiivseks (+), kui trend on vähemalt $+2$ kukke. Trend on teadmata (?), kui on ainult ühe loendusaasta andmed.

Jrk nr	Metsisemängu nimi	Keskkonna-registri kood	Loendusaastad ja tulemused	Trend
1.	Pohlaaru	948 404 596	1995:1-3 kukke, 2002: 1-3 kukke, 2004:2 kukke; 2010: 0 kukke, 2011:2 kukke	0
2.	Kullikünka	-1 371 417 770	1987: 2 kukke, 1995:8 kukke, 2002:8 kukke, 2011:4 kukke	+
3.	Nüri	-404 273 600	1995: 1 kukk, 2002: 1 kukk, 2010: 2 kukke	0
4.	Koolma	1 635 171 900	1987: 8 kukke, 2002: 5 kukke, 2010: 8 kukke	0
5.	Kaasiksoo 1	346 848 739	1987: 12 kukke, 1995: 8 kukke, 2002: 10 kukke, 2010: 2 kukke	-
6.	Kaasiksoo 2	-231 951 190	1995: 4 kukke, 2002: 2 kukke, 2012: 1 kukk	-
7.	Linnassaare soo	146 378 310	2011: 3 kukke	?
8.	Kiikla	193 152 343	1995: 4 kukke, 2002: 4 kukke, 2003: 4 kukke, 2012: 2 kukke	-
9.	Arvila 1	-450 096 408	1995: 4 kukke, 2002: 2 kukke, 2011: 0 kukke, 2012: 1 kukk, 2013: 1 kukk	-
10.	Arvila 2	-652 256 692	1995: 1 kukk, 2002: 1 kukk, 2010: 2 kukke	0
11.	Ratva	2 102 492 266	1995: 4 kukke, 2002: 4 kukke, 2009: 4 kukke, 2014: 5 kukke	0
12.	Väike-Pungerja	1 951 103 322	1995: 4 kukke, 2002: 4 kukke, 2009: 2 kukke, 2014: 2 kukke	-
13.	Miiloja	-773 356 976	2011: 4 kukke	?
14.	Selisoo 2	868 816 086	1995: 4 kukke, 2002: 2 kukke, 2009: 3 kukke, 2014: 2 kukke	-
15.	Kivinõmme	1 422 602 451	1995: 4 kukke, 2012: 0 kukke	-
16.	Kõnnu	-883 611 880	1995: 8 kukke, 2002: 4 kukke, 2011: 2 kukke	-
17.	Kullamäe	1 280 033 542	1995: 4 kukke, 2011: 0 kukke, 2012: 3 kukke	0
18.	Kuivassaare	-1 643 598 833	1995: 1 kukk, 2011: 6 kukke	+

Tabel 9 Uuringualal registreeritud mängude kaitseriim ja kaardimaterjali (ortofotod 2005 ja 2013) abil eristatavad ohutegurid.

Trendi tingmärkide seletust vaata tabel 8. Ohuteguri esinemist/mitte esinemist vastaval alal suhtes tähistab tabelis “-“ või “+”.

Jrk nr	Metsisemängu nimi	Kaitseriim	Trend	Elupaikade killustumine	Sobivate potentsiaalsete elupaikade otsene kadu	Kuivenduse mõjul elupaiga kvaliteedi langus
1.	Pohlaaru	Sirts LKA, skv	0	+	+	+
2.	Kullikünka	Sirts LKA, skv	+	-	-	+
3.	Nüri	Puudub	0	+	+	+
4.	Koolma	Sirts LKA, skv	0	-	-	+
5.	Kaasiksoo 1	Kaasiksoo pep	-	-	-	+
6.	Kaasiksoo 2	Kaasiksoo pep	-	-	-	+
7.	Linnassaare soo	Puudub	?	+	+	+
8.	Kiikla	Kiikla pep	-	-	-	+
9.	Arvila 1	Arvila pep	-	+	+	+
10.	Arvila 2	Muraka LKA, skv	0	+	+	+
11.	Ratva	Muraka LKA, skv Ratva pep	0	-	-	+

Jrk nr	Metsisemängu nimi	Kaitserežiim	Trend	Elupaikade killustumine	Sobivate potentsiaalsete elupaikade otsene kadu	Kuivenduse mõjul elupaiga kvaliteedi langus
12.	Väike-Pungerja	Selisoo LKA, skv	-	-	-	+
13.	Miiloja	Selisoo LKA, skv	?	-	-	-
14.	Selisoo 2	Selisoo LKA, skv	-	-	-	+
15.	Kivinõmme	Kivinõmme MKA, skv	-	-	-	-
16.	Kõnnu	Kamarna pep	-	+	-	-
17.	Kullamäe	Agusalu LKA, skv	0	-	-	-
18.	Kuivassaare	Agusalu LKA, skv	+	-	-	-

4.6.2 Metsise uurimisega seotud välitööde metoodika 2015. a.

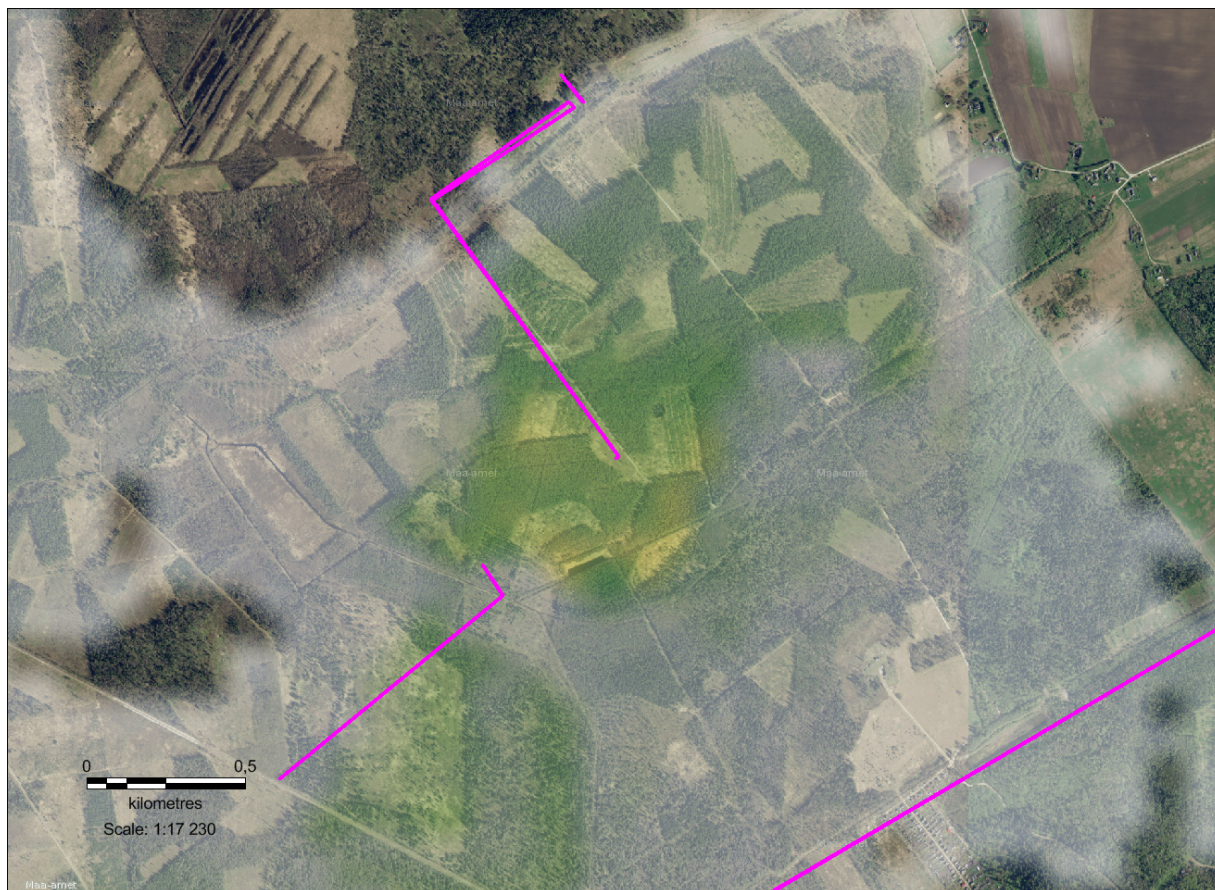
Allmaakaevandamise aladel võimalike metsisemängude leidmiseks kasutati Meelis Leivitsa (2014) poolt loodud potentsiaalsete metsisemängualade leviku kaardikihti. Nimetatud kaardikihti võrreldi metsa majandamist (lageraiete levikut) peegeldava 2013. aasta ortofotoga. Intensiivse metsamajandusega alad (näiteks joonised 10 ja 11) langesid inventuurist välja. Inventuuriks valiti välja mõnevõrra vähem läbiraiutud Rohukabja soo, Kalina ning Tarakuse piirkonnad (joonis 12 ja joonis 13). Rohukabja soo asub potentsiaalsel kaevandusalal, Kalina uuringuala maapõu kaevandati 1980. aastatel ning Tarakuse uuringuala paikneb kunagise Ahtme kaevanduse vahetus (ca 300-400 m) läheduses.

Lisaks külastati uuringualal eeskätt kuivendusmõjude hindamiseks seitset mänguala: Kullikünka, Pohlaaru, Kiikla, Arvila 2, Ratva, Väike-Pungerja, Miiloja.

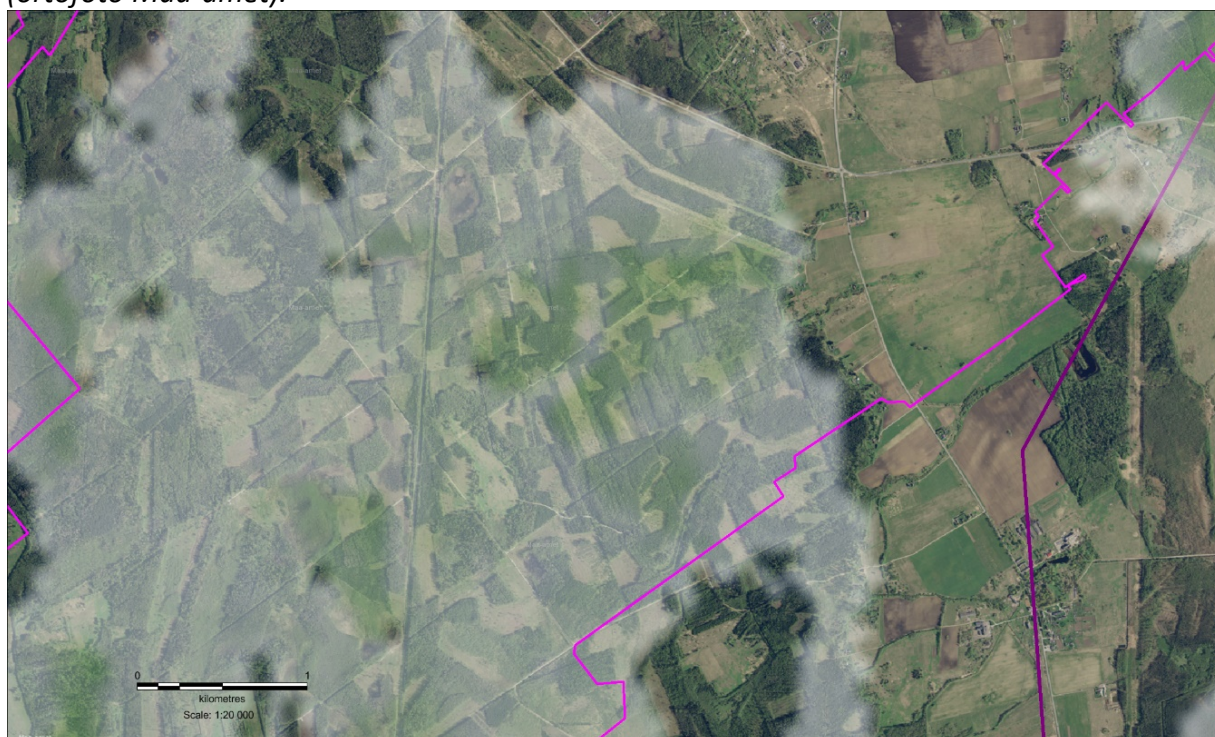
4.6.3 Välitööde tulemused

Rohukabja soo on metsise poolt asustatud, millele viitab selle lääneservast leitud metsisekana selle aasta tiivasulg. Metsisemängu konkreetset paika siiski tuvastada ei õnnestunud. Küll aga vaadeldi augustis soost 2 km kaugusel ühte metsisekukke. Arvestades teadaolevate metsisemängude asukohti, metsisekukkede hajumist ning ka ümbruskonna potentsiaalsete metsisemängualade majandatust, võis tegemist olla just Rohukabja soo mänguga seotud linnuga.

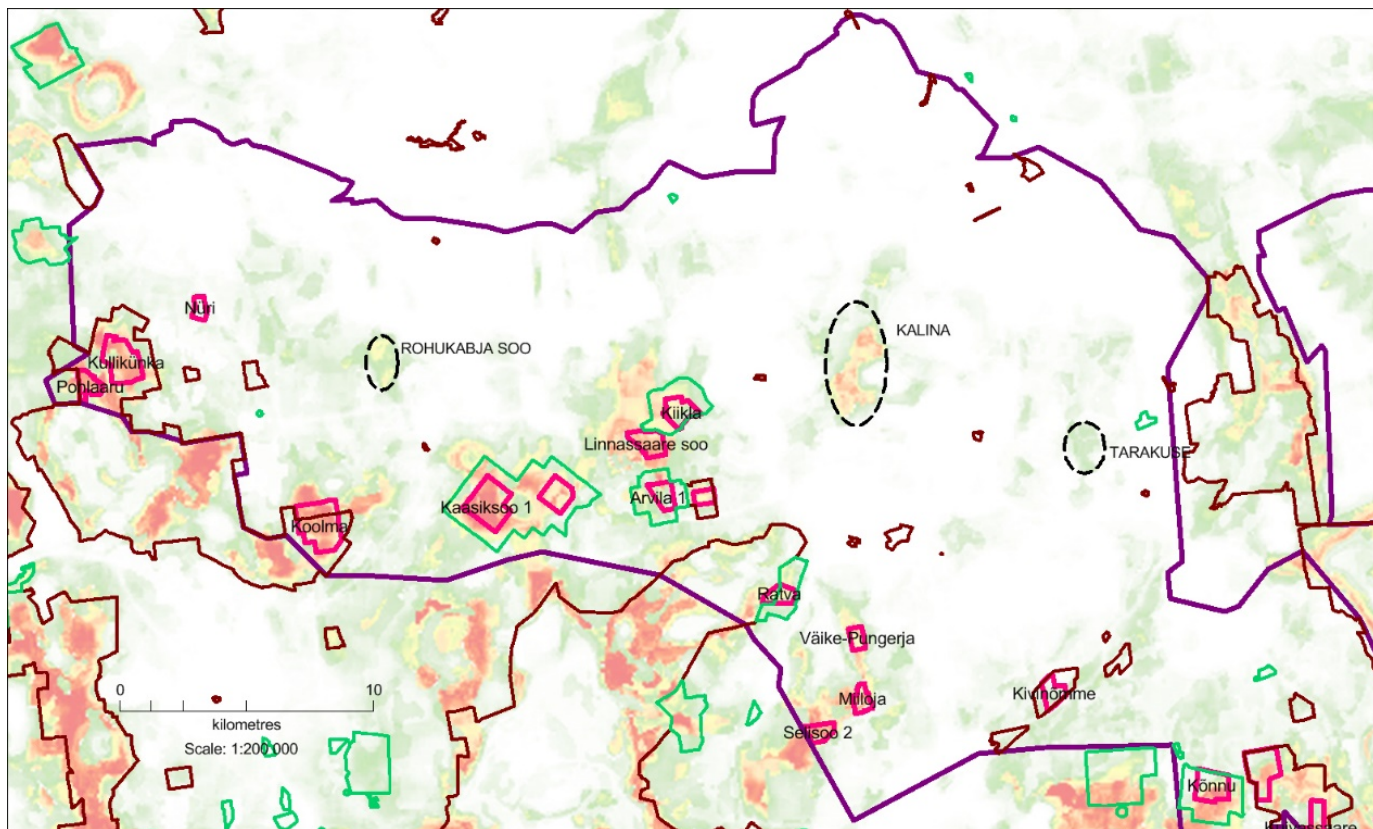
Kalina uuringualalt leiti uus, seni teadmata metsisemänguala (joonis 13, fotod 1-2), mida asustab vähemalt 2–3 metsisekukke. Kuna alalt leiti ka metsisekana tiivasulg (foto 3), siis on tegemist toimiva sigimisüksusega, mida külastavad ka metsisekanad. Mänguala metsas on märgata kuivendusmõjusid (noored kuused, normaalsest tihedam siirdesoomets).



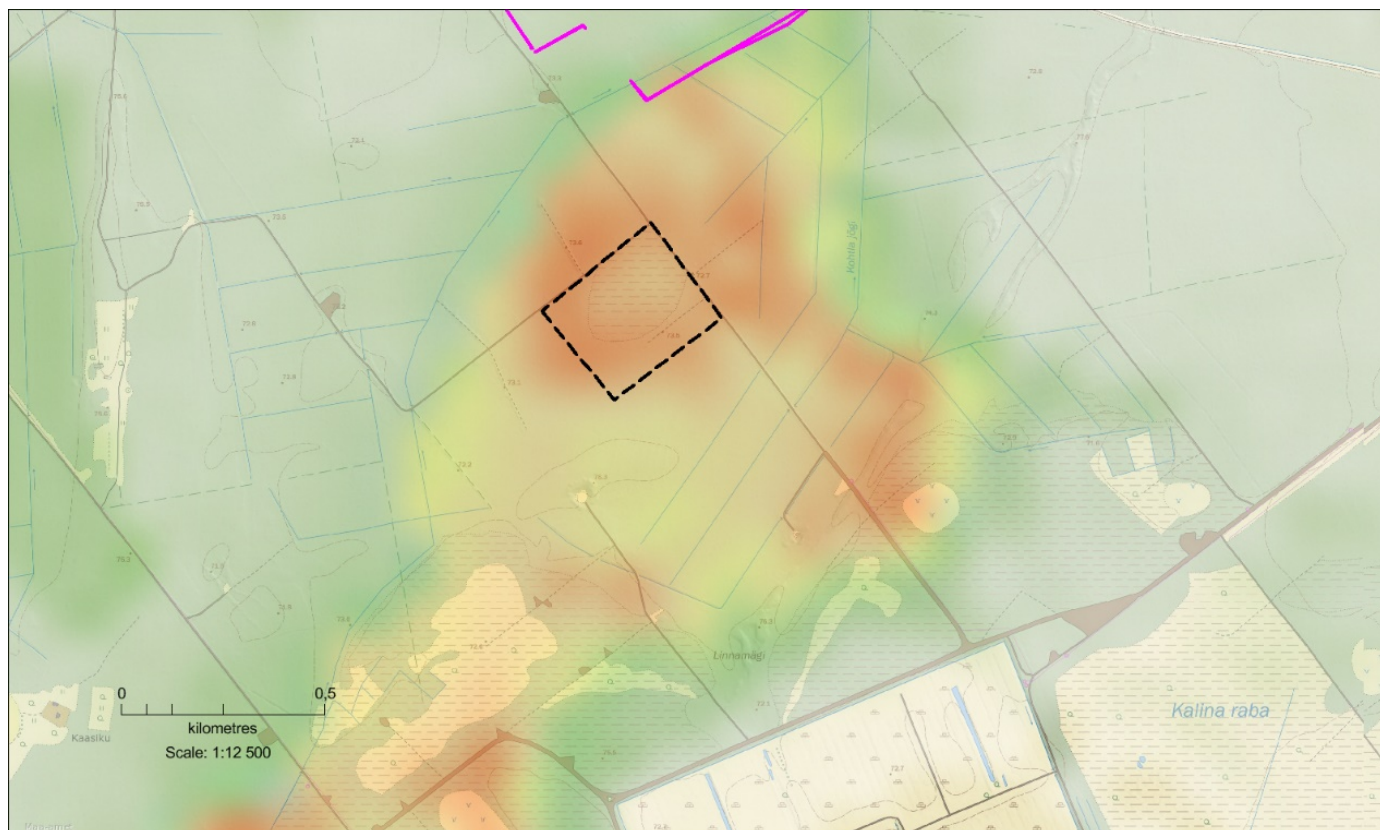
Joonis 10 Metsisele elupaigaks metsamajanduse tõttu mittesobiv elupaigalaik (kollakasroheline ala). Soonerme küla, Lügane vald. Violetsed jooned tähistavad allmaakaevandamise ala (ortofoto Maa-amet).



Joonis 11 Metsisele elupaigaks metsamajanduse tõttu mittesobiv elupaigalaik (helerohelised alad). Puru küla, Jõhvi vald. Violetsed jooned tähistavad allmaakaevandamise ala (ortofoto Maa-amet).



Joonis 12 Metsisemängude otsimiseks välja valitud alad (piiritletud katkendjoonega) koos teadaolevate ja potentsiaalsete metsisemängude levikuga



Joonis 13 Kalina metsisemänguala. Mänguala on piiritletud katkendjoonega. Taustaks potentsiaalsete metsisemängude prognooskaart

Tarakuse uuringualalt metsisemängu ega ka metsiste tegevusjälgi ei leitud. Küll aga esines metsisemänguks põhimõtteliselt sobivat metsa, kuid see oli tugevate kuivendusmõjudega (fotod 4 ja 5) vaatamata kuivenduskraavide puudumisele.

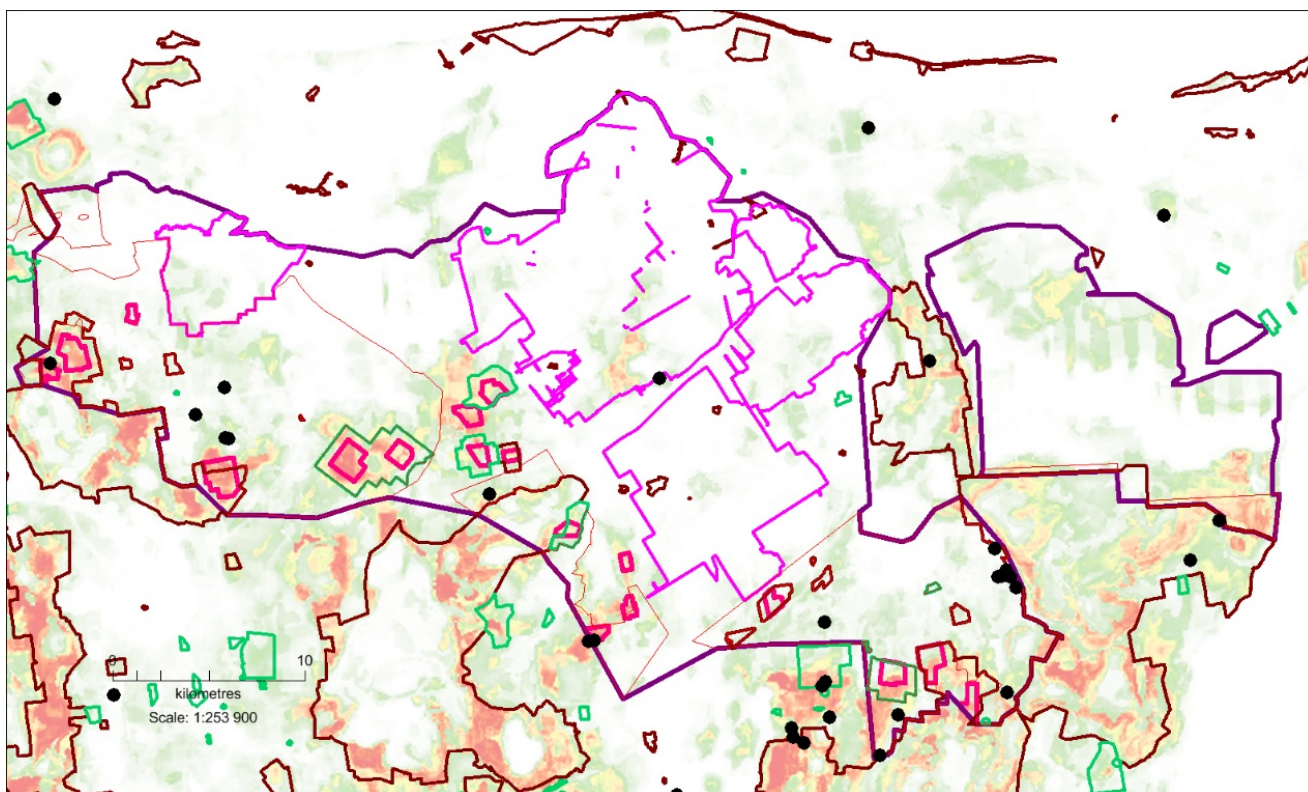
Varem teada olnud mängualade (Kullikünka, Pohlaaru, Kiikla, Arvila 2, Ratva, Väike-Pungerja, Miiloja) inventeerimisel nenditi kuivenduskraavide esinemisel nende selget negatiivset mõju ehk mets oli juba kasvanud tihedaks või oli see protsess (metsa tihenemine eeskätt noorte kuuskede ja kaskedega) hõredama kraavitusega aladel toimumas.

Miiloja mänguala vahetus läheduses kraavitus puudus ning see oli heas seisus ning mängualana kestav ka pikas (>10 aasta) ajaperspektiivis. Arvila 2 mänguala asub 50 ha suurusel kuivendamata metsas, mida piiravad kuivendussüsteemid. Seetõttu ulatus kuivendusmõju ka mängualale, kus oli näha noore kase leviku selget laienemist otseselt kuivendamata alal.

4.6.4 Metsiste juhuvaatlused

Üks võimalus metsise leviku kirjeldamiseks uuringualal on ka linnuvaatlejate poolt tehtud juhuvaatluste kasutamine. Seda võimaldas Agu Leivits Keskkonnaametist, kes tegi väljavõtte e-Elurikkuse andmebaasist seisuga 24.08.2015 (teatavasti on kaitsealuste liikide info piiratud juurdepääsuga).

Joonisel 14 toodud metsise juhuvaatluste levik kinnitab liigi esinemist teadaolevate mängude piirkonnas. Metsise juhuvaatlus on olemas ka välitööde käigus leitud uue Kalina metsisemängu lähistel. See andmekogu kinnitab samuti metsise puudumist uurimisalal olevatel ammendatud kaevandusaladel.



Joonis 14 Metsiste juhuvaatlused (mustad täpid) uuringualal seisuga 24.08.2015 (andmed e-Elurikkus)

4.6.5 Metsise kokkuvõte

Metsise mägualade seisundit mõjutab peamiselt metsakuivenduse tagajärjel toimunud või toimuv metsa tihenemine, mis muudab konkreetset mägualad kukkedele sobimatuks. Metsise mäguala suurus sõltub selles osalevate kukkede arvust, kuid ka mõne kukega mägus on see vähemalt kümnekond hektarit.

Kuna ammendatud kaevandusaladelt on teada vaid üks metsisemäng, kus esines samuti kuivenduskraavide võrgustik, siis ei ole võimalik eristada allmaakaevandamise mõju veerežiimile ning kaudseid mõjusid metsale.

Metsise mägude puudumist tänapäeval laialdastelt allmaakaevandamise aladelt ei saa seostada üheselt kaevandusega, kuna:

- puudub faktiline materjal mägude esinemise kohta nendel aladel enam kui 40 aasta eest;
- kõrvuti kaevandamisega toimus ka metsade kuivendamine, mis on Eestis laiemalt põhjustanud mägude kolimist või kadumist;
- ilmselt on paralleelselt kuivendusega suurenenud ka teiste ohutegurite (näiteks kisklus, metsade laialdane majandamine lageraietega) surve metsisele. Kuigi puudub faktiline materjal mägude esinemise kohta varasematel aastakümnetel, ei ole ka alust öelda, et metsise mänge alal enne kaevanduste ulatuslikku laienemist ei olnud.
- Tõenäoliselt on allmaakaevandamine olnud siiski üheks komponendiks, mis on põhjustanud metsise leviku ja arvukuse kahanemist, kuid selle osakaalu ei ole võimalik hinnata.

Kuigi antud juhul puudub üheselt mõistetav seos mägus negatiivse trendi ja kuivendussüsteemi esinemise vahel, on siiski kuivendusest tulenevad muutused metsakoosluses peamiseks põhjuseks, miks mägud hääbuvad või kolivad uude piirkonda. Viimasel juhul kaovad mägud sageli "silmapiirilt" ning need mägud arvatakse sageli olevat kadunud, kuid realselt eksisteerivad võib-olla mõne kilomeetri kaugusel endisest alast.

Metsise kaitse tegevuskavas (vaata tabel 10) on toodud mägude kaitsekorralduslik prioriteetsus lähtuvalt igale mägule antavast hindest. Metsise elupaikade taastamistöde planeerimisel Keskkonnaameti ja/või Keskkonnaagentuuri poolt lähtutakse eelkõige mägude paiknemisest metsise leviku tuumaladel või nn astmelaudadel (liigi levikut võimaldavad elupaigad tuumalade vahel). Seejärel arvestatakse mägude trendi ehk elupaiga taastamistöde planeerimisel on prioriteetsemad negatiivse trendiga mägualad.

Metsise kaitse tegevuskava kohaselt on uuringualal vaid kaks mägus (Linnassaare soo ja Nüri), mis ei asetse metsise leviku tuumalal ehk kuhu esialgse teabe kohaselt elupaiga taastamistöid ei planeerita. Metsisemäng Linnassaare soo jääb perspektiivsest kaevandusalast väljapoole. Metsisemäng Nüri asetseb perspektiivse 1. ploki piirkonnas, mis on juba mõjutatud kuivenduskraavidest.

Tabel 10 Metsise kaitse tegevuskava lisa 6, väljavõte tabelist 6. Uuringualal esinevate metsisemängude kaitsekorralduslik prioriteetsus.

Järjestatud hinde järgi (maksimaalne väärtus on metsise kaitse tegevuskava lisa 6 antud 41). Kasutatud lühendid: LD – Loodusdirektiiv, PEP – püsielupaik, LK – looduskaitseala, “-“ – info, elupaigad, kaitsestaatus vmt puudub.

Jrk nr	Metsisemängu nimi	Keskkonna-registri kood	Trend	Sidusus	Hinne	Kaitse	LD elupaigad	Omand
1.	Ratva	2 102 492 266	-1,3	Tuumala	40	PEP	+	Riigiomand
2.	Pohlaaru	948 404 596	-2,8	Tuumala	39	LK	-	Riigiomand
3.	Arvila 2	-652 256 692	-2,6	Tuumala	33	LK	+	Riigiomand
4.	Kullamäe	1 280 033 542	-2,3	Tuumala	33	LK	-	Riigiomand
5.	Kuivassaare	-1 643 598 833	-	Tuumala	29	LK	-	Riigiomand
6.	Kaasiksoo 2	-231 951 190	-2,6	Tuumala	27	PEP	+	Riigiomand
7.	Selisoo 2	868 816 086	-2,1	Tuumala	27	LK	+	Riigiomand
8.	Väike-Pungerja	1 951 103 322	-2,0	Tuumala	27	LK	+	Riigiomand
9.	Kiikla	193 152 343	-1,8	Tuumala	27	PEP	+	Riigiomand
10.	Kaasiksoo 1	346 848 739	-1,8	Tuumala	27	PEP	+	Riigiomand
11.	Miiloja	-773 356 976	-	Tuumala	23	LK	+	Riigiomand
12.	Arvila 1	-450 096 408	-2,9	Tuumala	23	PEP	+	Riigiomand
13.	Koolma	1 635 171 900	-0,7	Tuumala	23	PEP	+	Riigiomand
14.	Kullikünka	-1 371 417 770	0,0	Tuumala	23	PEP	+	Riigiomand
15.	Kõnnu	-883 611 880	-	Tuumala	22	PEP	+	Riigiomand
16.	Kriska (Kivinõmme)	1 422 602 451	-	Tuumala	12	LK	+	Riigiomand
17.	Nüri	-404 273 600	-2,7	-	16	-	-	Riigiomand
18.	Linnassaare soo	146 378 310	-	-	-	-	-	-

Juhul, kui on olemas Keskkonnaameti ja/või Keskkonnaagentuuri kinnitus, et selle metsisemängu piirkonnas ei planeerita elupaiga taastamist, võib põhimõtteliselt allmaakaevandust laiendada Nüri mängu alla¹¹. Kuna antud elupaik on juba kuivendusest mõjutatud, siis ilmselt ei mõjuta allmaakaevandamise laiendus enam oluliselt antud mänguala veerežiimi.

Kuna teised metsisemängud paiknevad liigi leviku tuumalal ja on negatiivse trendiga, on esialgse info kohaselt need arvatud alade hulka, kus hakatakse elupaiku taastama.

Kuivendusest mõjutatud metsisemängualade taastamiseks on kõige kindlam samaaegselt kujundusraiega sulgeda olemasolevad kuivenduskraavid (v.a eesvoolud). Taastamise eesmärgiks on saavutada metsise mängualal metsa seisund, mis püsib pikas ajaperspektiivis ilma pideva vajaduseta teostada täiendavaid hooldustöid. Kujundusraietega saavutatakse liigile sobiv metsa täius (0,5-0,7) ning vähendatakse looduslikku transpiratsiooni taset.

Kraavide sulgemise tulemusena tõuseb mulla horisondis veetase, mis hakkab limiteerima puistu järelkasvu tekkimist ja/või selle kasvu kiirust.

¹¹ Nüri metsisemängu all ei tohiks teha lõhkamistöid vahemiku kella 17:00st kuni 09:00ni järgmisel hommikul, s.o aeg, mil kuked ja kanad on seotud mänguplatsiga ja see piirang kehtiks siis 1. aprillist kuni 5. maini, s.t perioodil, mil toimub kõige aktiivsem metsisemäng (Sonda kavandatava kaevanduse maavaravaru plokk 56702).

Iga metsise mänguala taastamise protsessi tuleb käsitleda eraldi sõltuvalt looduslikest tingimustest (mullastik, kraavitus, metsa kasvukohatüüpide levik) ning kaitseväärtustest.

Metsisemängude seire toimub riikliku seire raames, mille eesmärgiks on saada iga mänguala kohta andmed vähemalt korra 6-aastase perioodi jooksul. Täpsemaks olukorra kaardistamiseks piiratud alal nii suure sammuga seire ei sobi. Kui on soov saada võrreldavad andmed kiirema ajaperioodi jooksul, mida oleks võimalik seostada toimuvate majandusprotsessidega, tuleb seiret teostada vähemalt 2-aastase sammuga, kattes seireaastal kõik metsisemängud. Seda saab kombineerida riikliku seirega, et ühel aastal ei toimuks kahekordset loendust.

Lisaks kukkede kevadisele loendamisele mängudest, tuleb moodustada vähemalt 5-10 km² suurused lausloenduse alad 3-5 piirkonda, et hinnata metsiste sigimisedukust.



Foto 1 Kalina metsisemängu ala. Ühe kuke territoorium. Foto: Ivar Ojaste



Foto 2 Kalina metsisemängu ala. Teise kuke territoorium. Foto: Ivar Ojaste



Foto 3 Kalina metsisemängu alalt leitud metsisekana sulitud tiivasulg. Foto: Ivar Ojaste.



Foto 4 Kuivendumõjudega siirdesoomets Tarakuse uuringualal. Foto: Ivar Ojaste



Foto 5 Kuivendumõjudega siirdesoomets Tarakuse uuringualal. Foto: Ivar Ojaste

4.7 Karjääripuistangute liigiline mitmekesisus

Nagu peatükis 2 juba mainiti, hävitatakse karjääriviisiliselt kaevandamisel looduslik taimkate ja mullakiht ning tasandatud puistangutel valitsevad uue taimkatte kujunemiseks ekstreemsed kasvutingimused – pinnas on kivine, vähese lämmastiku ja orgaanilise aine sisaldusega, leeliseline ning rikitud veerežiimiga (põuakartlik). Kuna pinnase omaduste tõttu on karjääripuistangute rekultiveerimine põllumaaks raskendatud, nad enamasti metsastatakse (Kaar, 2002; Lõhmus *et al.*, 2006). Sellega taastatakse taimkate ja mulla viljakus, samuti on metsad efektiivsed süsihappegaasi sidujad, võimaldades tasakaalustada antropogeenset CO₂ emissiooni, millel on suur lokaalne ja ka globaalne tähtsus (Kuznetsova, 2011).

Alates 1960. aastatest on metsastatud ca 13000 ha endisi põlevkivikarjääre. Need metsad on reeglina isegi paremate kasvuomadustega kui seal varem kasvanud (Kaar, 2002). Enamasti (86%) on metsastamiseks kasutatud harilikku männi (*Pinus sylvestris*), ent suured männikultuurid on tuleohtlikud, lisaks on neis suur putukarüüstete ja seenkahjustuste oht. Seetõttu soovitatakse männi kultiveerimist vähendada ja istutada enam eeskätt arukaske (*Betula pendula*), hübriidleppa (*Alnus incana* x *A. glutinosa*) ja sangleppa (*Alnus glutinosa*); lehtpuude osakaalu soovitatakse puistangutele rajatavates istandikes suurendada 40-60%-ni (Kaar, Raid, 1992; Kaar, 2002; Uri *et al.*, 2002; Vares *et al.*, 2004; Lõhmus *et al.*, 2007). Kahjuks on suurtel pindaladel kasutatud metsastamiseks ka võõrliike nagu paplid (*Populus* spp.) ja lehised (*Larix* spp.).

Lisaks metsastamisele on tehniliselt rekultiveeritud (tasandatud) karjääride alternatiivseks looduslikkuse taastamise viisiks nende looduslik taimestumine. Kuigi see võtab kauem aega kui puistangu taimestumine metsastamisel (Reintam, Kaar, 2002), on kujuneva taimkatte eeliseks selle suurem mitmekesisus (Hodačová, Prach, 2003; Pensa *et al.*, 2004; Karu *et al.*, 2005). Puistangute looduslikku taimestumist mõjutavad paljud tegurid – puistangusse sattuva katendi koostis ja selle asetus puistangus, kaeve sügavus, toitainesisaldus puistangu materjalis, niiskusrežiim, aeg kaevandamise lõpetamisest, kaugus taimkattega aladest, puistangutes toimuv erosioon jm. (Kaar, 2010).

Loodusliku taimestumise käigus ilmuvad tasandatud puistangule pioneerliikidena harilik kadakkaer (*Cerastium fontanum*), Gallia koerasinep (*Erucastrum gallicum*), võilill (*Taraxacum* coll.), harilik puju (*Artemisia vulgaris*), paiseleht (*Tussilago farfara*) ja kaitsealasustest liikidest madal unilook (*Sisymbrium supinum*). 3-5 aasta möödudes lisanduvad kõrrelised: jäneskastik (*Calamagrostis epigeios*), lamba-aruhein (*Festuca ovina*), luht-kastevars (*Deschampsia caespitosa*), harilik nurmikas (*Poa trivialis*). Laiguti ilmub metsmaasikas (*Fragaria vesca*), hajusalt harilik kuldvits (*Solidago virgaurea*), põldohakas (*Cirsium arvense*), põdrakanep (*Epilobium angustifolium*). Madalamates niiskemates lohkudes esinevad harilik luga (*Juncus effusus*) ja osjad (*Equisetum* spp.) Kõigi nende liikide katteväärtus on väike ja seetõttu koguneb maapinnale esialgu väga vähe orgaanilisi taimejäänuseid (Kaar, Raid, 1992).

Kui istutatud ja/või isetärganud puistu on sirgunud 3-4-meetriseks, kujuneb välja ka põõsarinne. Selles on palju pajuliike (*Salix* spp.), samuti tänu lindudele levivad viirpuud (*Crataegus* spp.) ja paakspuu (*Frangula alnus*). Võõrliikidest on paiguti istutatud astelpaju (*Hippophae rhamnoides*) ja suurt läätspuud (*Caragana arborescens*). Kohati moodustab tiheda padriku harilik vaarikas (*Rubus idaeus*). Rohurindes valdavad eelmainitud liigid, kuid ilmuvad ka esimesed metsataimed nagu harilik lakkleht (*Orthilia secunda*), harilik linnukapsas (*Lapsana communis*), mets-seahernes (*Lathyrus sylvestris*) jt. (Kull, Otsus, 2005). Kaitsekorralduslikult

olulistest soontaimeliikidest on iseloomulikud hall käpp (*Orchis militaris*), tumepunane neuuvaip (*Epipactis atrorubens*), laialehine neuuvaip (*Epipactis helleborine*), kahelehine käokeel (*Platanthera bifolia*) ja suur käöpõll (*Listera ovata*), balti sõrmkäpp (*Dactylorhiza baltica*), üksikute leiukohtadena ka teised liigid.

Puistangualade servas väljaveoteede ääres paikneb ajutisi veekogusid, milledest mõnede servas leidub soostunud laike (mõned neist isegi allikasoo ilmelse taimkattega). Sellistes kooslustes võib leida massiliselt halli käppa, teisalt aga ka soostunud kasvukohtadele iseloomulikke taimi nagu soo-neuuvaip (*Epipactis palustris*), pääsusilm (*Primula farinosa*) jne. Selliseid soostunud kooslusi paikneb ka puistangulohkudes. Viimased on eriti olulised edaspidist bioloogilist mitmekesisust silmas pidades: nad on eelduseks soo(viku)metsalaikude kujunemiseks keset lausalisi männikultuure, samuti kasvukohana sootaimeliikidele.

Narva karjääri kõigi kaeveväljade põhjaosas on puistu juba liitunud ja välja kujunenud, kuigi (looduslike) metsatüüpe määratleda pole (veel) võimalik. Kuna tegemist on istutatud metsaga mittelooslikult kujunenud aluspinnal, puudub seal looduslik mullaprofiil ja veerežiim või need on alles kujunemisjärgus.

Valdavad männikultuurid, maastiku madalamates osades/lohkudes leidub üksikuid lehtpuusalusid kase või lepaga. Kohata võib tüüpilisi metsataimi nagu sõnajalad (*Dryopteris* spp.), leseleht (*Maianthemum bifolium*), sinilill (*Hepatica nobilis*), mets-nõianõges (*Stachys sylvestris*), salu-siumari (*Actaea spicata*) jt. Kuigi avakoosluste taimede arvukus on järk-järgult taandumas, esineb siingi kohati ohtralt jäneskastikut, arujumikat (*Centaurea jacea*), ohakaid (*Cirsium* spp.). Kaitsealustest liikidest võib mainida neuuvaipu, kõdu-koralljuurt (*Corallorhiza trifida*), suurt käöpõlle, sõrmkäppi, mõnes kohas isegi kaunist kuldkinga (*Cypripedium calceolus*) jmt.; halli käppa leidub siin juba vähe (Kull, Otsus, 2005).

Niisiis on taimestunud karjääripuistangute silmapaistvaks eripäraks kaitsealuste käpaliste ohtrus. Ehkki nad ei kasva siin iseloomulikes looduslikes kasvukohtades, on endised põlevkivikarjäärid spontaanselt kujunenud nende **genofondi säilitusaladeks**. Metsastumata puistangud omavad tähtsust ka loodusdirektiivi II lisa liigi madala unilooga (*Sisymbrium supinum*) kasvukohana.

Karjääripuistangute kaitsealustest **linnuliikidest on eriline tähtsus väikepistikul (*Falco columbarius*)**, kelle Eesti asurkonnast pesitseb siin üle 10%. Et pideva ja püsiva mullakihita puistangutel puuduvad pisinärlised, ei leidu siin ka hiiretoidulisi röövlindude ning vaba niši ongi hõivanud väikelindudest toituv I kaitsekategooria pistrikuliik.

Teistest kaitsekorralduslikult olulistest linnuliikidest on **puistangud olulised öösorrile (*Caprimulgus europaeus*), nõmmelõokesele (*Lullula arborea*), kohati ka tedrele (*Lyrurus tetrix*)**.

5 Taimekoosluste uurimine

5.1 Uuringute metoodika

Kriteeriumid inventeeritavate alade valimiseks olid järgmised:

1. alal peab olema säilinud kaevandamiseelne taimkate,
2. kui on tegemist metsakooslustega, sobivad inventeerimiseks vähemalt keskealised (üle 60 a vanad) puistud, milles puuduvad viimase paarikümne aasta vältel läbiviidud harvendus- või valikraie märgatavad jäljed. Nooremates puistudes võivad liialt avalduda veel eelnevast raiest tulenevad tunnused, s.t. puistu struktuur ei ole veel piisavalt välja kujunenud ning see muudab võimatuks kaevandamise võimaliku mõju tuvastamise,
3. kui metsaeralduses või -massiivis on kaardipõhiselt tuvastatav tihe kuivendusvõrk, siis sellised alad inventeerimiseks ei sobi, sest kraavituse/maapealse kuivenduse mõju on niisuguses metsas sedavõrd domineeriv, et varjutab kaevandamise võimaliku mõju,
4. kuna selle piirkonna kõik lage- ja puissookooslused (peamised kuivendamisest sõltuvad elupaigad) on 2009.-2012. a. seisuga inventeeritud, ei ole põhjust enam-vähem sama metoodika alusel nende üleinventeerimiseks, sest kasutada saab olemasolevaid andmeid ELFi andmebaasist.

Arvestades seda, et nii mahajäetud, töösolevate kui ka perspektiivsete kaeveväljade ala katab valdavalt mets (vaata joon. 4), ilmneb kaevandusmõju eelkõige metsakoosluste struktuuri (liigilise koosseisu, erinevate rinnete elujõulisuse, sanitaarse olukorra jm.) karakteristikute muutuse näol. Seepärast keskenduti 2014. a. välitööde käigus just metsakoosluste inventeerimisele.

Kuna pealmaakaevandamise järel muutuvad senised kasvukohatüübid totaalselt ja asenduvad uute, sekundaarsete kasvukohatüüpidega, jäeti kõik pealmaakaevandamise alad geobotaanilise inventuuri eelvalikust välja. Neid alasid analüüsiti 2015. a. suvel taimestiku inventuuri käigus, mille peamiseks eesmärgiks oli hinnata tekkivate koosluste potentsiaali ja olulisust kaitstavate taimeliikide jaoks, samuti püüti neid alasid hinnata karjäärialade korrastamise seisukohast.

Eelvalikust jäeti teadlikult kõrvale ka Mansika–Kamarna–Kassisaare ümbrus. See on suures osas kaetud looduskaitseliselt väärtuslike ja juba inventeeritud sookooslustega, millest osa on viimastel aastatel võetud ka kaitse alla ja lülitatud Natura 2000 võrgustikku.

Samuti ei kavandatud välitöid Permisküla perspektiivse uuringuvälja 1. ploki ja Puhatu uuringuvälja 2. ploki kohal (Puhatu looduskaitsealast põhja pool), mis on eraldi keskkonnamõju hindamise objektiks. Eelvalikust jäi välja ka endise kaevanduse nr. 2 maa-ala, sest seal ei tuvastatud kaardianalüüsil ühtki inventeerimisväärset objekti.

Kõigi eelvalikusse jäetud alade potentsiaalset loodusväärtust analüüsi Maa-ameti ortofotode, riigimetsade puistuplaanide (Lääne-Virumaa ja Ida-Virumaa metsaregistri andmed), Eestimaa Looduse Fondi (ELF) andmebaasi ja EELISE (Keskkonnaregistri) andmekihtide põhjal. Selle tulemusena eristati iga uurimisala piires esinduslikumad elupaigalaamad ja -laigud analüüside läbiviimiseks. Need paiknesid järgmiselt:

A. Ammendatud kaeveväljad

Kiviõli kaevandus	970 ha
Kohtla kaevandus	100 ha
Käva kaevandus	40 ha
Kukruse kaevandus	200 ha
Käva 2. kaevandus	250 ha
4. kaevandus	250 ha
Kohtla kaevandus	400 ha
Sompa kaevandus	970 ha
Viru kaevandus	1300 ha
Tammiku kaevandus	600 ha
Ahtme kaevandus	1400 ha
Estonia kaevandus	1400 ha

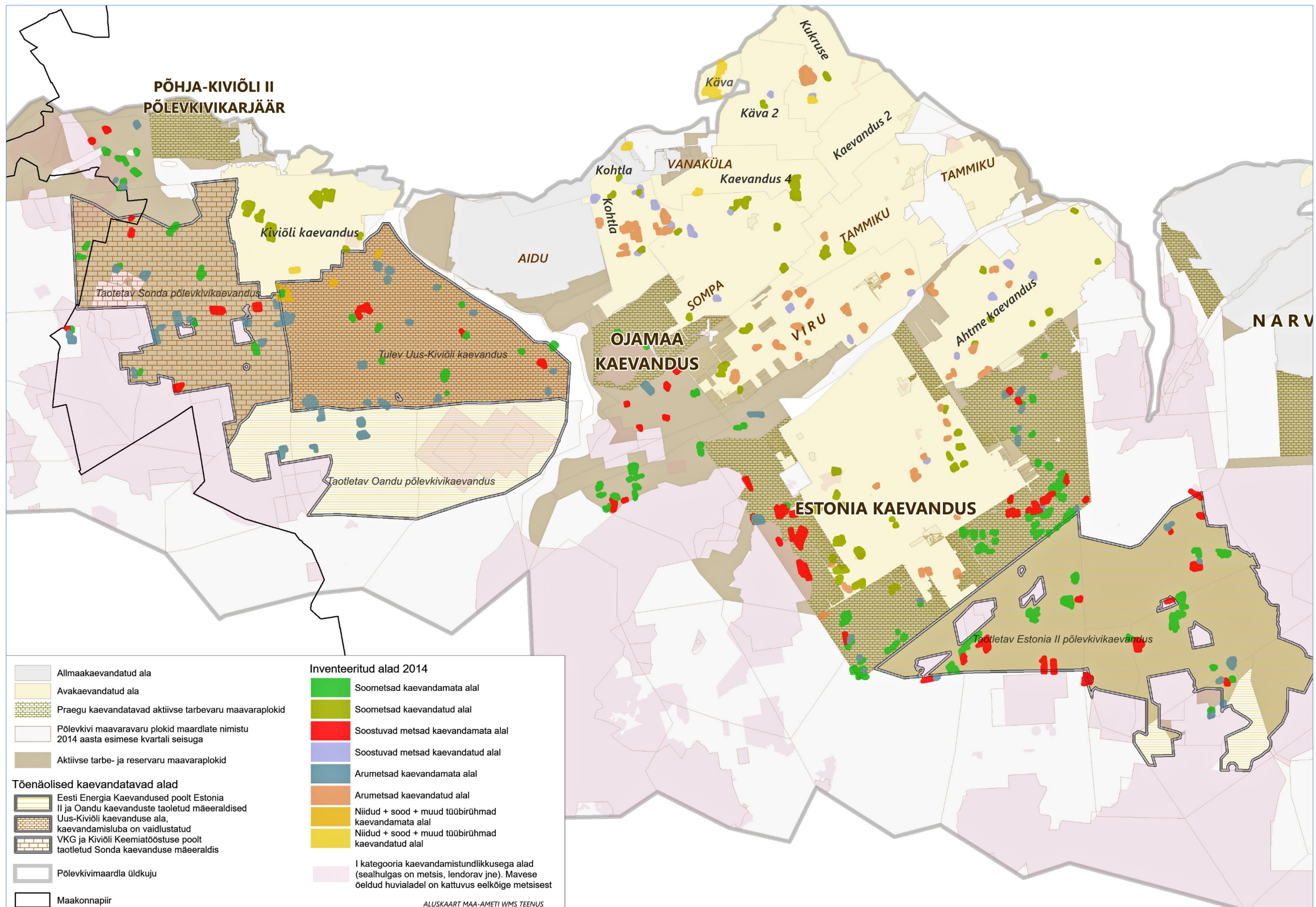
B. Parajasti kaevandatavad või kaevandamislubadega kaeveväljad

Estonia kaevandus	2500 ha
Ojamaa kaevandus	900 ha
Uus-Kiviõli uuringuväli	2330 ha

C. Perspektiivsed (planeeritavad) uuringuväljad

Oandu uuringuväli	290 ha
Uljaste uuringuväli	430 ha
Sonda uuringuväli	850 ha
Seli uuringuväli	220 ha
Estonia ammendamata kaeveväli	400 ha
Puhatu uuringuväli	700 ha

Kõigi nende eelvalikualade inventuurialade kohta prinditi täies ulatuses välja välitöökaardid mõõtkavas 1:20 000 ja ortofotod mõõtkavas 1:10 000. Samuti paljundati välitöödeks piisaval hulgal inventeerimisankeete – ELFi varasemates projektides kasutusel olnud metsa- ja märgala-ankeete, Eesti Pärandkoosluste Kaitse Ühingu (PKÜ) poolt välja töötatud rohumaa-ankeete ning Keskkonnaministeeriumi poolt Natura-loodusalade inventeerimiseks soovitatavaid Natura metsaelupaikade ankeete. 2014. a. inventeeritud alade paiknemine on esitatud joonisel 15. 2015. a. tegutsети floora uuringutel üle kogu uuringuala ja kõigi uuringu marsruutide täpsem esitamine kaardil ei ole võimalik ega otstarbekas.



Joonis 15 2014. aastal inventeeritud metsaalade asukoht

Väljaspool olemasolevaid kaitsealasid (need perspektiivsete kaevandusväljade hulka ei kuulu) olid uuringualal esindatud peamiselt majandatavad metsad ja kultuurmaastik. Kaevandatud aladel esines palju rohumaid, kuid need on valdavalt kultuurniidud ja -karjamaad, millel iseseisev looduskaitseväärtus puudub. Leidus siiski ka üksikuid huvipakkuvaid puiskarjamaid ja pärisaruniite. Soode arv ja pindala oli uuringualal märksa väiksem kui Eestis ja eriti Ida-Virumaal keskmiselt. Rohkem leidub soid Kuremäe–Ongassaare–Kivinõmme ümbruses (Estonia kaevevälja 18. plokk ja Puhatu uuringuvälja 4. plokk), samuti juba eelmainitud Mansika–Kamarna–Kassisaare piirkonnas (Puhatu uuringuvälja 7. plokk, Permisküla uuringuvälja 5. plokk).

2014. a. väliuuringute taustateave on tabeli kujul esitatud aruande lisas 1. Kokkuvõtvalt võib esile tuua järgmised iseloomulikud asjaolud:

- 39% inventuurialadest paiknes kaevandatud alal, neist 52% on veel kehtiv kaevandamisluba. Kaevandatud aladel paiknevatest inventuurialadest 5 jäi metsakuivendusobjektidele (Estonia kaevanduse alal);
- Ülejäänud, kaevandamata alal paiknenud inventuurialadest (kokku 235 inventuuriala) paiknes aktiivse põlevkivivaru alal 86%, neist 60% on veel kehtiv kaevandamisluba. Kaevandamata aladel paiknevatest inventuurialadest 100 ala (43%) jäi metsakuivendusobjektidele või paiknes vahetult nende kõrval. Seejuures paiknes 4 inventuuriala (Uljaste uuringualal) vanadel, kuid praegu registris maaparandusobjektina mitte arvel olevatel metsakuivendusobjektidel.

Kokku 144 inventeeritud metsaala paiknes piirkondades, kus kaevandamise tõttu võib mõjuteguriks olla põhjaveetaseme alanemine; neile võib lisada veel 15 inventuuriala, mis jäid kaevandatud alast vähem kui 300 m kaugusele. Kaugemal sõltub veetasemete mõju allmaakaevanduste korral konkreetse paiga kvaternaarisette veeläbilaskvusest ja mulla veemahtuvusest. 105 uuringualal (28%) analüüsiti metsakooslusi, mis asusid ühtlasi metsakuivenduse mõjupiirkonnas. Ükski inventuuriala ei paiknenud kaevandatud ala kirde- ja põhjaosas, kus Jõhvi kõrgustiku jalamil on kaevanduste veega täitumise järel taastunud põhjavee väljavool.

5.1.1 Natura inventuur Ojamaa ja Estonia kaevandusala ja varem kaevandatud aladel

Ehkki töövõtulepingus on nimetatud kaks tööloiku esitatud eraldi, osutus tööde kavandamisel otstarbekaks käsitleda neid koos. Seda nii logistilistel põhjustel (ei olnud mõttekas dubleerida välitöösoõite kõrvuti paiknevate elupaikade juurde nende kaevandatuse astmest sõltuvalt) kui ka arvestades asjaolu, et taimkatte inventuur teostati sama metoodika järgi nii ammendatud, töösolevatel kui perspektiivsetel kaeve- ja uuringuväljadel.

2014. a. juuni keskpaigas tehtud proovi-välitöödel leidsid kinnitust eelvalikualade määratlemise käigus tekkinud kahtlused, et eelvalikusse hõlmatud alade lausaline inventeerimine pole mõttekas ega põhjendatud. Kui raiesmikud, teede alla jäävad maad jms sai inventeerimisobjektide hulgast elimineerida juba ortofotode alusel, siis metsaelupaikade tegelik seisund (esinduslikkus) ilmnis paljudel juhtudel alles looduses.

Käesoleva töö lähteülesannet silmas pidades tuleb kõigil aladel lisaks kaevandamistundlikkusele arvestada veel muude mõjudega, nagu maaparandus (metsade kraavitamine ja sellest tulenev hüdroloogiline mõju), hooldus- ja valikraied, samuti õhusaaste (eelkõige Püssi, Ahtme ja Kohtla-Järve soojus- ja elektrihaamadest lähtunud/lähtuv aluseline saaste). Need mõjud on paljudel juhtudel elupaikade keskkonnatingimuste kujunemisel ja

muutumisel otsustavama tähtsusega kui sügaval maa all toimunud või toimuv põlevkivi kaevandamine.

Siinjuures võib tekkida mulje, et töö tulemusena koguti teavet märksa väiksemalt pindalalt kui algselt eeldati. Siiski tuleb osutada sellele, et kogu eeldatava uuringuala lauseline geobotaaniline inventeerimine pole selle projekti raames kavas olnudki – see eeldanuks vähemalt suurusjärgu võrra rohkem rahalisi vahendeid, kusjuures käesoleva töö eesmärkide suhtes oleks täiendavat teavet lisandunud minimaalselt. Lisaks kaevandamise mõju hindamisele oleks küll kogutud rohkesti informatsiooni eri tüüpi ja intensiivsusega raiete mõjust praegustele metsakooslustele, ent see ei annaks mingit alusteavet tegeliku kaevandamismõju kohta, halvemal juhul aga muudaks selle hindamise lootusetuks. Alternatiivse võrdluspildi saamiseks tegi üks inventeerijaist mõnedel eelvalikualadel siiski ka enam-vähem lausalist inventuuri.

5.1.2 Väliuuringute metoodika

Välitööde kaartideks olid väljavõtted Eesti põhikaardist mõõtkavas 1:20 000. See kaart on koostatud ortofotode alusel, on üsnagi detailne ning maastikulised üksused on sellel näha vajaliku selgusega. Täiendava kaardimaterjalina kasutati välitöödel ortofotosid.

Kui eelvaliku käigus tuvastatud ala osutus ka looduses valikukriteeriumidele vastavaks, eristati selles vastavalt puistu struktuurile ja alustaimestu iseloomule enam-vähem ühtlane puistuos. Et enamik meie elupaikadest pole hektarite kaupa monotoonselt samalaadsed, võis mõnel juhul inventeeritav ala siiski hõlmata ka teiste elupaikade osi (näiteks soovikulaigud keset arumetsa, siirdekooslus naaberelupaiga piiril vms.). Nagu hiljem ilmnes, ähmastab selline **soovimatu diversiteet** andmetöötlust ja võib viia eksijäreldusteni. Loodetavasti õnnestus viimastest siiski hoiduda.

Kui inventeerimiseks valitud ala taimkate vastas loodusdirektiivi mõne elupaigatüübi kriteeriumidele ja selle looduskaitse seisund oli kõrge, täideti selle kohta enamasti **Natura 2000 alade inventeerimise ankeet**, muudel juhtudel piirduti ELFi poolt metsade looduskaitse seisundi inventeerimiseks kasutatud ankeedi täitmisega. Mõlema ankeedi põhjal registreeriti järgmine info:

- * Eesti taimkate kasvukohatüüp Paal (1997) järgi;
- * loodusdirektiivi elupaigatüüp;
- * pöösa- ja puurinde seisund ning peamised liigid;
- * puhma-rohurindes täheldatavad muutused;
- * inimtegevuse mõju (kuivendamine, niitmine, karjatamine, põlemine jm mõju);
- * looduskaitse väärtused (taimekoosluse seisund, floristiline ja esteetiline väärtus, muud väärtused – hüdroloogiline, faunistiline, rekreatiivne, didaktiline jm);
- * kasvukoha esinduslikkus (kohalik, regionaalne, riiklik);
- * seisundi üldine hinnang (olulisus looduskaitse seisukohast).

Tuvastatud soontaimede liigid registreeriti mõlema ankeedi puhul Eesti flora koondblanketil liiginime allajoonimisega, dominantliikide puhul märgiti liiginime kõrvale ka selle ohtrushinnang 6-pallisel nn. Braun-Blanquet' skaalal (+ ... 5). Lisaks kirjutati koondblanketi servadele ka valdavate samblaliikide nimed ja nende ohtrushinnangud.

5.1.3 Andmebaasi ja geograafilise infosüsteemi arendamine

16. juunist 25. septembrini 2014. a. väldanud välitöötsükli jooksul täideti andmetöötluseks vajalikul täielikul kujul kokku 379 inventeerimisankeeti. Välitöödel osalesid üksnes kõrge kvalifikatsiooniga spetsialistid – Toomas Kukk, Thea Kull, Eerik Leibak, Meeli Mesipuu, Jaanus Paal, Elle Rajandu, Peedu Saar, Aat Sarv –, mis muutis kogutud andmete ühtlustamise ja tõlgendamise märksa hõlpsamaks kui see olnuks nt üliõpilasi jms vähese ettevalmistusega tööjõudu kasutades.

Kogu välitööankeetidele kirja pandud teave sisestati programmpaketi Visual FoxPro 6.0 rakenduse abil, mille kavandas ja programmeeris Lauri Lutsar. Paketi valikul lähtuti asjaolust, et FoxPro memo-tüüpi andmeväli võimaldas viia digitaalsele kujule ka kõiki vabas vormis tehtud kui tahes pikki märkusi. Andmesisestajaks oli Talis Lepik. Kokku sisestati 379 ankeedi andmed.

Geograafiline infosüsteem (GIS) arendati välja programmpaketi MapInfo Professional (versioonid 8.5 ja 10) põhjal. Alade kontuurid digitaliseeriti arvutiekraanil vastavalt välitöödel põhikaardile kantud andmetele, mille piire täpsustati ortofotode põhjal. Digitaliseerimise lõppedes toodi osa andmevälju relatsioonilisest FoxPro-andmebaasist üle MapInfo GISi, kus iga kirje sisaldab ruumiantmeid (ala piir) ja teatud valikut tekstilis-numbrilistest andmetest.

Andmed uuringualal paiknevate lage- ja puissookoosluste kohta lisati otse ELFi andmebaasi. Samas tuleb arvestada seda, et **soode absoluuthulk on selles piirkonnas suhteliselt väike, kusjuures enamik väärtuslikke sookooslusi on võetud kaitse alla ning jäävad perspektiivsetest kaeveväljadest väljapoole. Sama puudutab ka pärandkooslusi (poollooduslikke rohumaad), mis on perspektiivsetel kaeveväljadel esindatud väga napilt ning jäävad osalt külade- ja hoonete alustele tervikutele, s.t. on vahetute kaevandusmõjudeta.**

2015 aasta taimestiku inventuuri tulemused kanti floristilistele välitööblankettidele UTM-ruutude kaupa ning need andmed on lisatud täielikul kujul Eesti taimede levikuatlase andmebaasi. Kõigi kaitsealuste, haruldaste ja kaitsekorralduslikult oluliste taimeliikide leiukohtadest salvestati asukohakoordinaadid koos muu standardse teabega.

2014-2015 a. inventuuri tulemused on esitatud MapInfo kihtidena koos asukohainfoga Keskkonnaametile keskkonnaregistrisse kandmiseks.

5.1.4 Andmetöötlus

Analüüsitavast andmemassiivist jäeti kõrvale tosinkond rohumaade kirjeldust, s.t. analüüsid tehti üksnes metsakoosluste kirjete alusel. Inventeerimisankeetide põhjal koostati analüüsitavate metsakoosluste kohta nende tüüpi, seisundit ja inimõju tugevust iseloomustav tunnustemaatriks (tabel 11). Detailselt on taimestiku inventuuri andmetöötluse tulemused esitatud aruande peatükis 4.

Andmetöötlus viidi läbi neljas osas:

- 1) hõlmates kogu andmemassiivi (366 ala analüüsid),
- 2) üksnes arumetsade raames, hõlmates palu- ja laanemetsad koos salumetsadega (175 analüüsi) ja 2a) ilma salumetsadeta (77 analüüsi),
- 3) hõlmates üksnes kuivendatud angervaksa kasvukohatüübi ning kõdusoo-tüübirüma metsi (114 analüüsi) ning

- 4) tehes valimi kõigist soostunud ja soometsadest (76 analüüsi); viimasest eraldati veel omaette analüüsiks 4a) üksnes soovikumetsad (17 analüüsi), 4b) rabastuvad metsad (29 analüüsi) ja 4c) soometsad (22 analüüsi).

Statistiliselt usaldusväärsemate tulemuste tagamiseks jäeti analüüsist välja liigid, mis vastavas andmemassiivis esinesid vähem kui kolm korda.

Tabel 11 Metsakoosluste seisundit iseloomustav tunnustemaatriks (näidis).

Ala nr	S	V	Ku03	Ku01	Kr03	Kr01	Tüüp P97	Tüüp klass	SV	SVKu03	SVKu01	SVKr03	SVKr01	SVKr01T
1	3	0	0	0	0	0	1132	1	30	300	300	300	300	3001
2	3	0	0	0	0	0	1131	1	30	300	300	300	300	3001
3	3	0	0	0	1	0	1141	1	30	300	300	301	300	3001
4	3	0	1	0	2	1	1312k	4	30	301	300	302	301	3004
8	3	0	0	0	1	0	1132	1	30	300	300	301	300	3001
9	3	0	2	1	2	1	11628	5	30	302	301	302	301	3015

Tähistused: **S** – ala seisund (1 – ammendatud, 2 – kaevandatav, 3 – perspektiivne), **V** – ala vajumine (0 – puudub, 1 – esineb), **Ku03** – kuivenduse mõju (0 – puudub, 1 – nõrk, 2 – mõõdukas, 3 – tugev), **Ku01** – kuivenduse mõju (0 – Ku03 0 + 1, 1 – Ku03 2 + 3), **Kr03** – kraavituse esinemine (0 – puudub nii alal kui selle läheduses, 1 – puudub alal, kuid esineb <100 m läheduses, 2 – ala ümbritsetud kraavidelga, 3 – ala ümbritsetud kraavidelga + ala läbib kraav), **Kr01** – kraavituse esinemine (0 – Kr03 0 + 1, 1 – Kr03 2 + 3), **Tüüp P97** – kasvukohatüüp Paal, 1997 järgi (number 8 koodi lõpus märgib ‚kuivendatud‘), **Tüüp klass** – kasvukohatüübid (Paal, 1997) üldistatult: 1 – 1131 & 1132 (palumetsad) + 1141 & 1142 (laanemetsad), 2 – 11328 & 11418 & 11428 (kuivendatud palu- ja laanemetsad), 3 – 1161 C 1162 (salumetsad), 4 – 11618 (kuivendatud sinilille kasvukohatüübi – KKT – metsad), 5 – 11628 (kuivendatud naadi KKT metsad), 6 – 1311 & 1312 (soostunud metsade TR, 7 – 1321 & 1323 (rabastunud metsade TR), 8 – 1411 & 1412 (madalloometsade TR, 9 1421 & 1431 (siirdesoo- ja rabametsade TRd), 10 – 1311 (mustikakõdusoometsade KKT, 11 - 1512 (jänesekapsa-kõdusoometsade KKT), **SV** – ala seisund + vajumine, **SVKu03** – ala seisund + vajumine + Ku03, **SVKu01** – ala seisund + vajumine + Ku01, **SVKr03** – ala seisund + vajumine + Kr03, **SVKr01** – ala seisund + vajumine + Kr01, **SVKr01T** – ala seisund + vajumine + Kr01 + Tüüp klass.

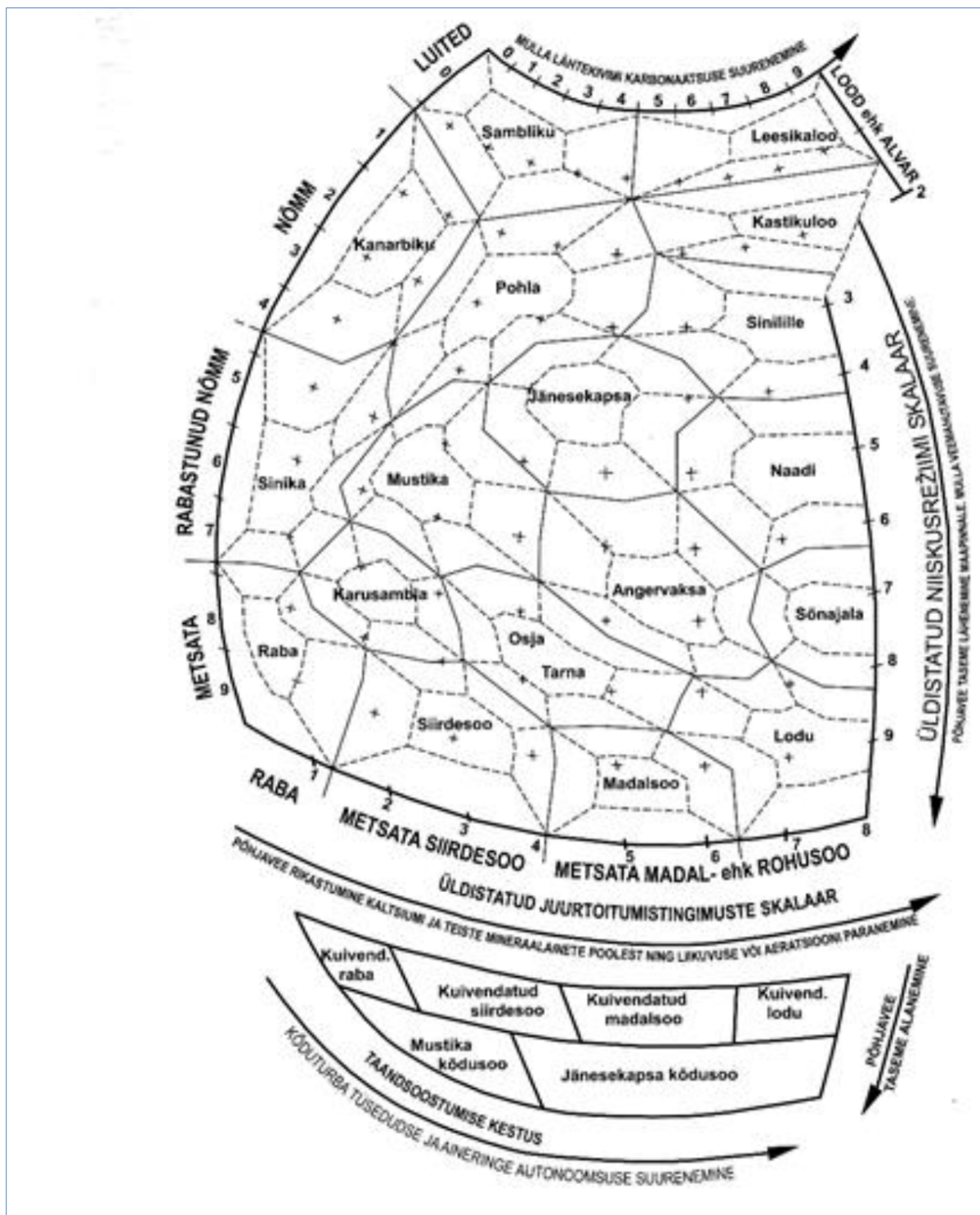
Liikide ja koosluste ordinatsiooniks kasutati trendivaba vastavusanalüüsi (*detrended correspondence analysis*; McCune, Mefford, 1999), erinevaid kirjeterühmi iseloomustavad indikaatorliigid tuvastati M. Dufréne'i ja P. Legendre'i (1997) meetodil. Liikide indikaatorväärtuste statistilist olulisust hinnati Monte Carlo permutatsioonitestiga (McCune, Mefford, 1999). Kirjeterühmade liigilise koosseisu erinevust hinnati mitmese vastuse permutatsioonitestiga (*multiple response permutation procedure*; McCune, Grace, 2002).

5.2 Kaevandamise ja kuivenduse mõju taimkattele

5.2.1 Kõik metsakooslused

Pärast inventeeritud alade andmetest niidukoosluste eemaldamist jäi analüüsitavasse valimisse 366 inventeerimisala taimkatte kirjet.

Kogu uurimisala metsade mitmekesisusest ülevaate saamiseks rühmitasime need vastavalt kasvukohatüüpidele.



Joonis 16 Eesti metsakasvukohatüüpide ordinatsiooniskeem (Lõhmus, 2004)

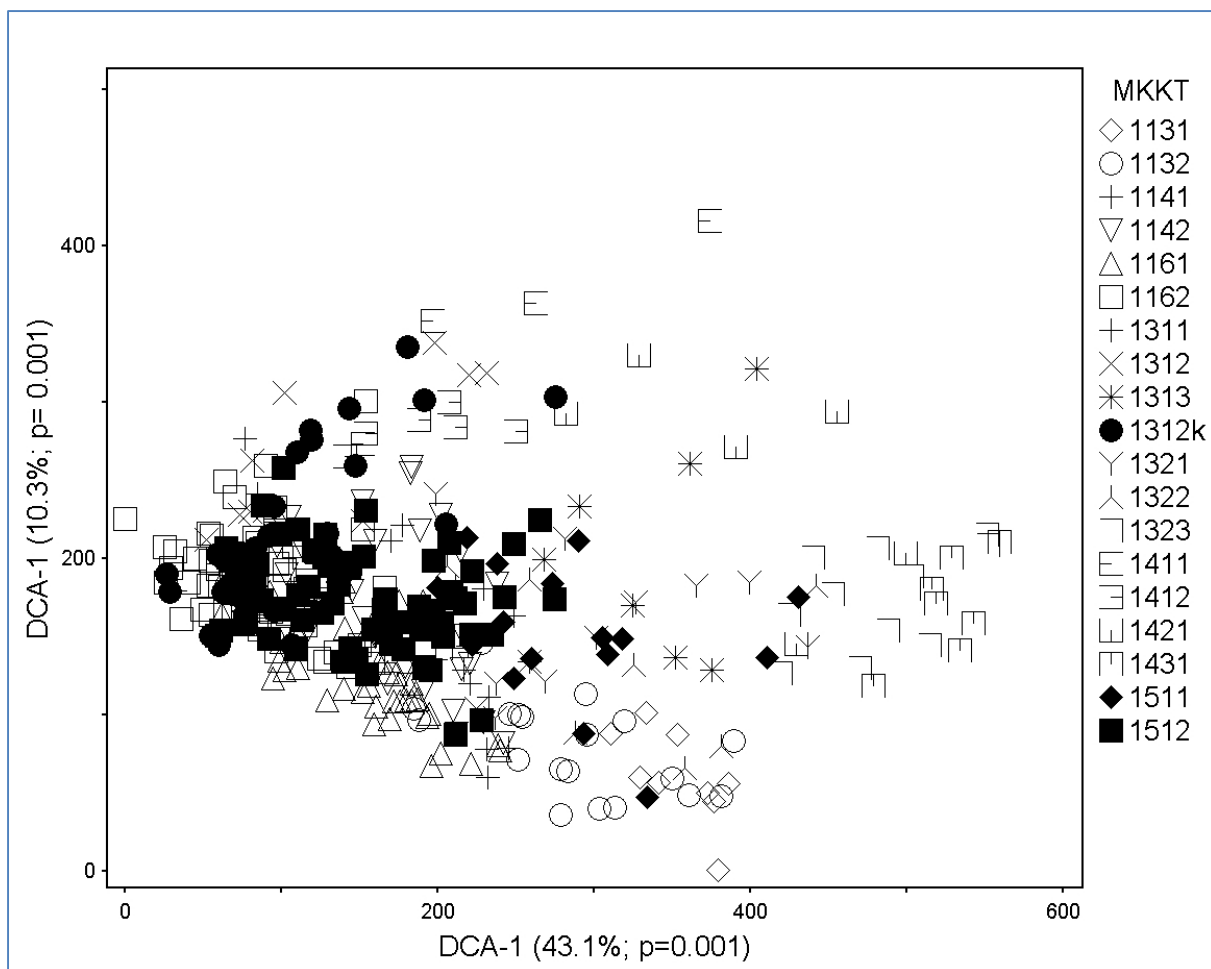
Analüüsitud valimis on esindatud 18 metsakasvukohatüüpi, lisaks eristasime omaette kasvukohatüübina veel kuivendatud angervaksa KKT metsad (tüüp 1312k¹²). Andmete vähesuse tõttu (3 kirjet) jäid analüüsist eraldi üksusena välja sürjametsad, mis liideti sinilille kasvukohatüübi metsadega. Seega võib tõdeda, et kaevanduspiirkonna metsakooslused hõlmavad väga ulatuslikku kasvukohatingimuste diapasooni, milles on esindatud suurem osa Eestile omastest metsakasvukohatüüpidest; puuduvad vaid loo-, nõmme- ja lammimetsad.

Erinevatesse kasvukohatüüpidesse kuuluvate metsakoosluste liigiline koosseis on mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal valdaval osal juhtudest statistiliselt usaldatavalt erinev (Lisa 3.1), samas kui indikaatorliikide analüüsi põhjal sinika KKT metsades statistiliselt olulisi indikaatorliike esile ei tulnud (Lisa 3.4); mitmete KKTde puhul (1142 – jänsekapsa, 1161 – naadi, 1321 – karusambla-mustika, 1322 – karusambla, 1511 – mustika-kõdusoo, 1512 – jänsekapsa-kõdusoo) tuvastati vaid üks indikaatorliik, mille olulisustõenäosus on alla usaldatava taseme 0.05.

Erinevatesse kasvukoha-tüübirühmadesse kuuluvate alade vastastikuseid suhteid tunnusruumis illustreerib joonis 17. Rabastunud (1323) ja rabametsad (1431) paiknevad ordinatsiooniskeemi äärmises parempoolses osas ning on omavahel ning ka muudesse kasvukohatüüpidesse kuuluvatest aladest üsnagi selgelt eristunud; serva pidi kattuvad nendega vaid mõned karusambla-mustika, karusambla ja mustika-kõdusoo KKT alad.

Suhteliselt omaette piirkonna hõlmavad joonise allosa keskel mustika KKT metsad (1132); küllaltki kompaktselt paiknevad joonise vasakpoolses alaservas samuti sinilille (1161) ja naadi KKT (1162) esindavad alad, ent sinilille KKT aladega kattub ulatuslikult jänsekapsa-kõdusoometsadele (1512) vastavate alade paiknemine, naadi KKT aladega on osaliselt läbisegi kuivendatud angervaksa tüüpi (1312k) alad.

¹² Metsakasvukohatüüpide koodinumbrid on esitatud Paal (1997) järgi



Joonis 17 Kaevanduspiirkonna kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsiooniskeem, alade rühmitamine kasvukohatüüpidesse ning nende vastastikune suhe tunnusruumis.

Tähistused: MKKT – metsakasvukohatüüp; 1131 – pohla, 1132 – mustika, 1141 – jänesekapsa-mustika, 1142 – jänesekapsa, 1161 – sinilille, 1162 – naadi, 1311 – sõnajala, 1312 – angervaksa, 1312k – kuivendatud angervaksa, 1313 – sinihelmika, 1321 – karusambla-mustika, 1322 – karusambla, 1323 – sinika, 1411 – madalsoometsa, 1412 – lodumetsa, 1421 – siirdesoometsa, 1431 – rabametsa, 1511 – mustika-kõdusoometsa, 1512 – jänesekapsa-kõdusoometsa KKT.

Ühendades parema statistilise esindatuse tagamiseks üksikud metsakasvukohatüübid tüübirühmadeks (v.a. kuivendatud angervaksa ja kõdusoo KKTd), on nende liigiline koosseis ootuspäraselt kõigi paarikaupa võrdluste puhul statistiliselt oluliselt erinev (tabel 12). Indikaatorliikide analüüsi tulemustest (lisa 3.5) pälvib tähelepanu statistiliselt oluliste indikaatorliikide peaaegu täielik puudumine rabastunud metsade kasvukoha-tüübirühmas – üksnes keratarna *Carex globularis* indikaatorväärtuse olulisus on piiripealselt aktsepteeritav. Silmatorkav on indikaatorliikide vähesus ka soovikumetsade puhul: alla 0.05 olulisustõenäosusega eristusid selles kasvukoha-tüübirühmas vaid harilik toomingas *Padus avium* ja ojamõõl *Geum rivale*. Kuivendatud angervaksa kasvukohatüübi metsi iseloomustab mitmete tüüpiliste salutaimede – salu-tähtheina *Stellaria nemorum*, koldnõgese *Galeobdolon luteum*, lõhnava madara *Galium odoratum* – kõrge indikaatorväärtus.

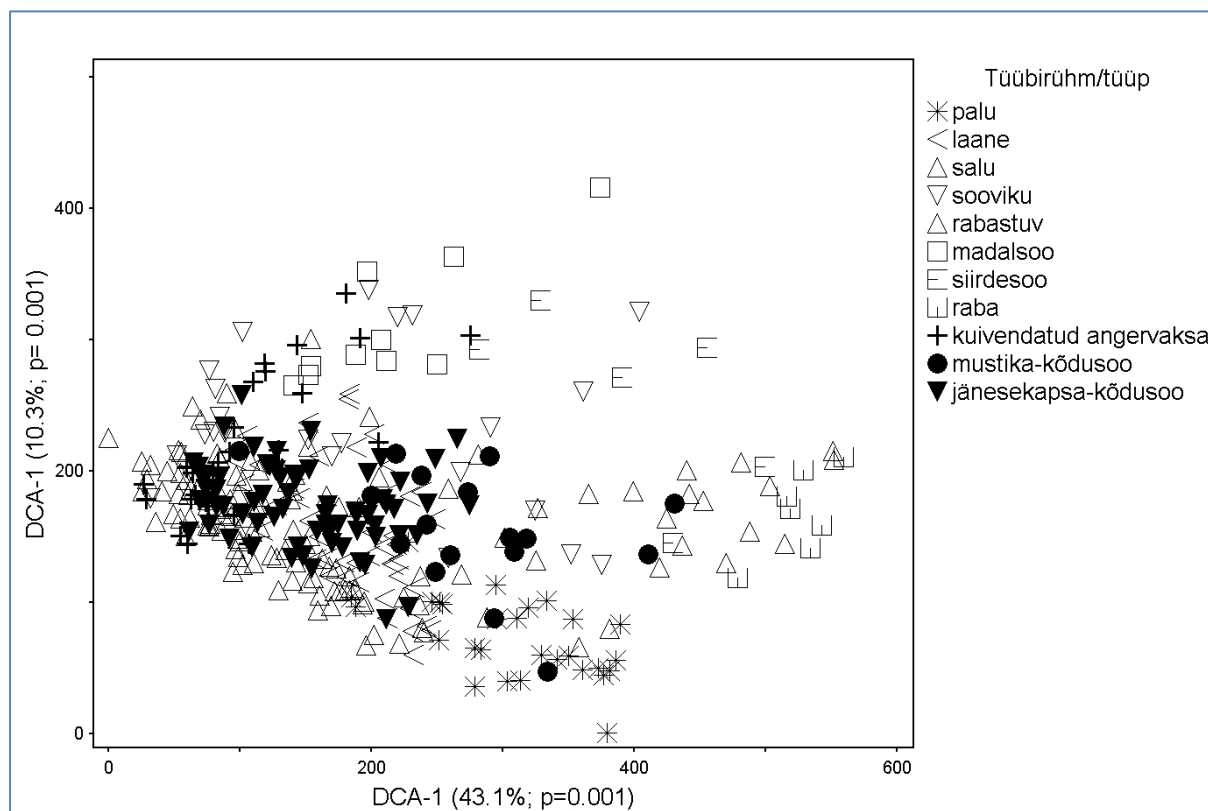
Tabel 12 Metsakasvukoha-tüübirühmade taimkatte liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.

Tähistused: T – erinevuse määra hindav T-statistik (mida negatiivsem väärtus, seda suurem erinevus), A – A-statistik, mis hindab rühmadevahelist liigilise koosseisu kattuvust, p – olulisustõenäosus (p väärtus alla 0.05 kinnitab erinevuse statistilist olulisust).

Võrreldavad tüübirühmad ja tüübid	Statistikud		
	T	A	p
Palu versus laane	-26.222	0.072	<0.001
Palu versus madalsoo	-15.019	0.087	<0.001
Palu versus jänesekapsa-kõdusoo	-43.278	0.095	<0.001
Palu versus kuivendatud angervaksa	-28.162	0.139	<0.001
Palu versus sooviku	-18.585	0.078	<0.001
Palu versus salu	-51.888	0.088	<0.001
Palu versus rabastunud	-8.337	0.032	<0.001
Palu versus siirdesoo	-16.198	0.091	<0.001
Palu versus mustika-kõdusoo	-5.426	0.026	0.001
Laane versus madalsoo	-12.205	0.034	<0.001
Laane versus jänesekapsa-kõdusoo	-15.854	0.021	<0.001
Laane versus kuivendatud angervaksa	-17.621	0.042	<0.001
Laane versus sooviku	-15.043	0.035	<0.001
Laane versus salu	-27.429	0.033	<0.001
Laane versus rabastunud	-25.582	0.066	<0.001
Laane versus siirdesoo	-27.246	0.087	<0.001
Laane versus mustika-kõdusoo	-10.956	0.029	<0.001
Madalsoo versus jänesekapsa-kõdusoo	-13.721	0.026	<0.001
Madalsoo versus kuivendatud angervaksa	-7.221	0.038	<0.001
Madalsoo versus sooviku	-1.988	0.010	0.045
Madalsoo versus salu	-16.31	0.026	<0.001
Madalsoo versus rabastunud	-9.812	0.051	<0.001
Madalsoo versus siirdesoo	-9.06	0.076	<0.001
Madalsoo versus mustika-kõdusoo	-8.056	0.053	<0.001
Jänesekapsa-kõdusoo versus kuivendatud angervaksa	-8.957	0.015	<0.001
Jänesekapsa-kõdusoo versus sooviku	-15.055	0.025	<0.001
Jänesekapsa-kõdusoo versus salu	-14.872	0.014	<0.001
Jänesekapsa-kõdusoo versus rabastunud	-39.514	0.078	<0.001
Jänesekapsa-kõdusoo versus siirdesoo	-33.389	0.071	<0.001
Jänesekapsa-kõdusoo versus mustika-kõdusoo	-18.182	0.036	<0.001
Kuivendatud angervaksa versus sooviku	-6.921	0.026	<0.001
Kuivendatud angervaksa versus salu	-8.339	0.011	<0.001
Kuivendatud angervaksa versus rabastunud	-24.494	0.102	<0.001
Kuivendatud angervaksa versus siirdesoo	-18.803	0.110	<0.001
Kuivendatud angervaksa versus mustika-kõdusoo	-16.073	0.078	<0.001
Sooviku versus salu	-18.46	0.025	<0.001
Sooviku versus rabastunud	-11.521	0.044	<0.001
Sooviku versus siirdesoo	-12.147	0.061	<0.001
Sooviku versus mustika-kõdusoo	-7.294	0.034	<0.001
Salu versus rabastunud	-50.281	0.077	<0.001
Salu versus siirdesoo	-36.771	0.060	<0.001
Salu versus mustika-kõdusoo	-26.7	0.041	<0.001
Rabastunud versus siirdesoo	-3.887	0.021	0.004

Võrreldavad tüübirühmad ja tüübid	Statistikud		
	T	A	p
Rabastunud versus mustika-kõdusoo	-3.997	0.019	0.003
Siirdesoo versus mustika-kõdusoo	-9.736	0.073	<0.001

Kompaktsema kogumiku moodustavad ordinatsiooniskeemi (joonis 18) alaosas paiknevad palu- ja laanemetsad. Ühelt poolt jänesekapsa-kõdusoometsade, teiselt poolt aga kuivendatud angervaksa KKT metsade kattumine salumetsadega on nüüd veelgi silmatorkavam kui joonisel 17. Ulatuslik varieerumine on iseloomulik sooviku- ja madalloometsadele.



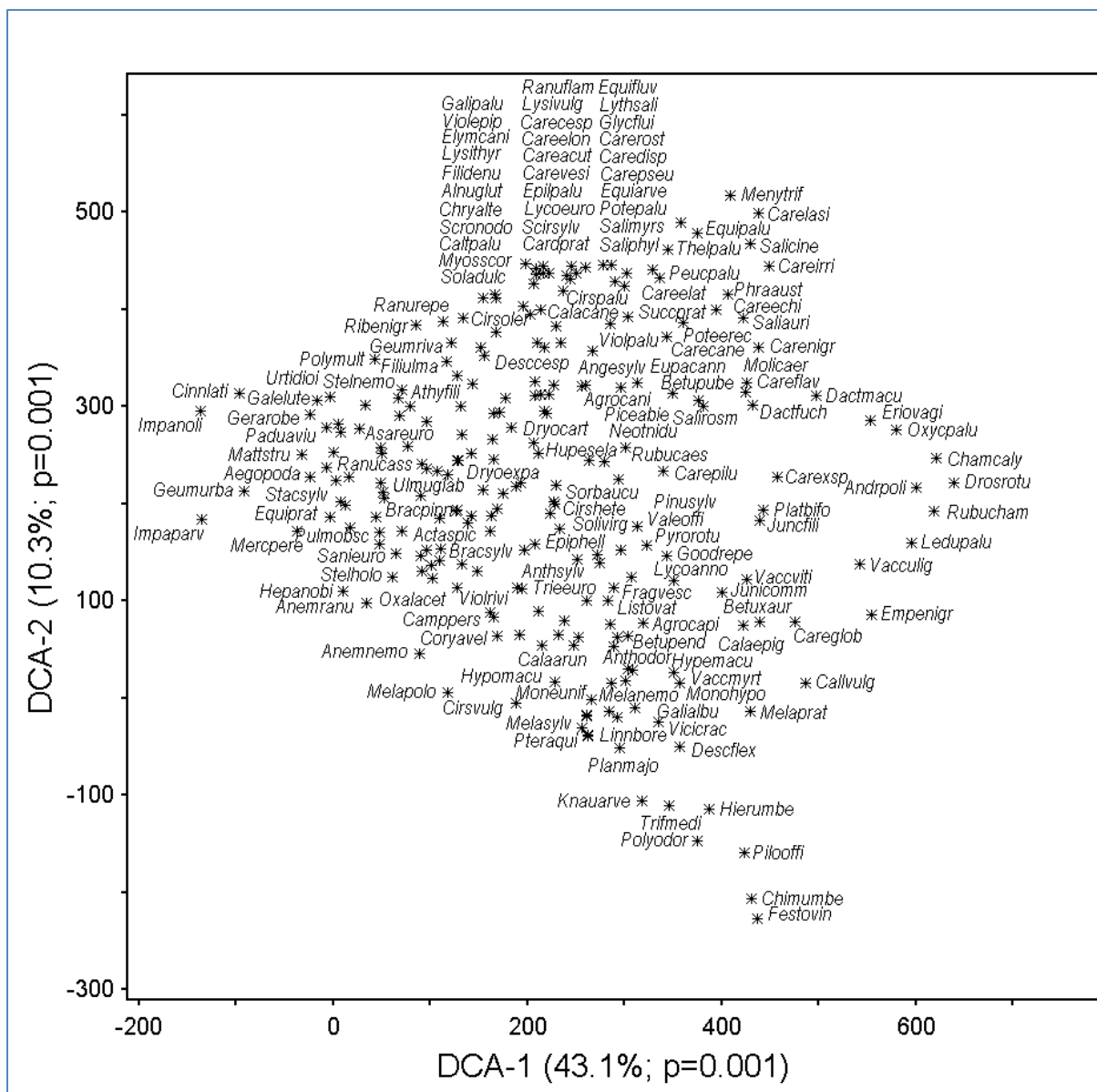
Joonis 18 Kaevanduspiirkonna kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsiooniskeem, alade rühmitamine kasvukoha-tüübirühmadesse/tüüpidesse ning nende vastastikune suhe tunnusruumis

Liikide ordinatsiooniskeemi (joonis 19) põhjal on võimalik ordinatsioonitelgi üsna hästi ka ökoloogiliselt interpreteerida. Esimese ordinatsioonitelje (abstsissi) vasakpoolses otsas paiknevad parasniiskete hea troofsusega kasvukohtadele omased liigid – õrn lemmalts *Impatiens noli-tangere*, väikeseoiene lemmalts *Impatiens parviflora*, koldnõges *Galeobdolon luteum*, püsik-seljarohi *Mercurialis perennis*, harilik laanesõnajalg *Matteuccia struthiopteris*, harilik sinilill *Hepatica nobilis* jt., sama telje parempoolses otsas aga toitevaeste rabade liigid – hanevits *Chamaedaphne calyculata*, rabamurakas *Rubus chamaemorus*, ümaralehine huulhein *Drosera rotundifolia*, sookail *Ledum palustre*, harilik jõhvikas *Oxycoccus palustris*, harilik küüvits *Andromeda polifolia* jt. Vastavalt sellele kajastab esimene ordinatsioonitelg kasvukohtade toiterikkuse gradienti.

Teise ordinatsioonitelje (ordinaadi) negatiivses otsas on esindatud kuivade kasvukohtade liigid – lamba-aruhein *Festuca ovina*, harilik talvik *Chimaphila umbellata*, harilik karutubakas

Pilosella officinarum, sarik-hunditubakas *Hieracium umbellatum*, harilik kuutöverohi *Polygonatum odoratum* jt. Ordinaattelje teises otsas vastanduvad neile märgade kasvukohtade liigid – sootulik *Ranunculus flammula*, mätastarn *Carex cespitosa*, sale tarn *Carex acuta*, pikk tarn *Carex elongata*, põistarn *Carex vesicaria*, pudeltarn *Carex rostrata*, mustjas paju *Salix myrsinifolia*, kahevärvine paju *Salix phylicifolia*, metskõrkjas *Scirpus sylvaticus*, harilik maavits *Solanum dulcamara* jt.

Seega paiknevad liigid ja alad piki teist ordinatsioonitelge vastavalt kasvukohtade niiskuse gradiendile.



Joonis 19 Kaevanduspiirkonna kõigi inventeeritud metsaalade liikide ordinatsiooniskeem

Rühmitades kõik taimkatteanalüüsid kaevandusalade seisundi ja vajumise järgi, võib indikaatorliikide põhjal (tabel 13) märgata tendentsi, et perspektiivsetele kaevandusaladele on iseloomulik suurem hulk niiskete/märgade kasvukohtade taimi (nt. mätastarn *Carex cespitosa*, pikk tarn *C. elongata*, põistarn *C. vesicaria*, niitjas tarn *C. lasiocarpa*, kõrvpaju *Salix aurita*, tuhkur paju *S. cinerea*, sookastik *Calamagrostis canescens*, soomadar *Galium palustre*, soopihl *Potentilla palustris*, ubaleht *Menyanthes trifoliata*, tupp-villpea *Eriophorum*

vaginatum jt.) kui varem kaevandatud või kaevandamisel olevatel aladel. Sellest võib järeldada, et üldjuhul kaasneb kaevandamisega alade kuivendamine.

Võrreldes omavahel vajumata ning vajunud endisi kaevandusalasid ilmneb, et vajumata alade indikaatorliikide seas on niiskete/märgade kasvukohtade taimi (nt. soo-osi *Equisetum palustre*, pajud *Salix* sp., õrn tarn *C. disperma*, rabamurakas *Rubus chamaemorus*) säilinud enam kui vajunud aladel, mis kinnitab seda, et kaevandusjärgse maapinna vajumisega kaasneb kasvukohtade kuivendamine.

Tabel 13 Indikaatorliigid, nende indikaatorväärtus, suhteline sagedus ja ohtrus alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud taimkatteanalüüsid.

Tähistused: Max gr. – rühm, milles liigi indikaatorväärtus on maksimaalne (10 – endised (ammendatud), vajumata alad, 11 – endised, vajunud alad, 20 – kaevandatavad, vajumata alad, 30 – perspektiivsed, vajumata alad), p – olulisustõenäosus (esitatud on liigid, mille $p < 0.1$). Liikide täisnimed vt. lisa 3.4.

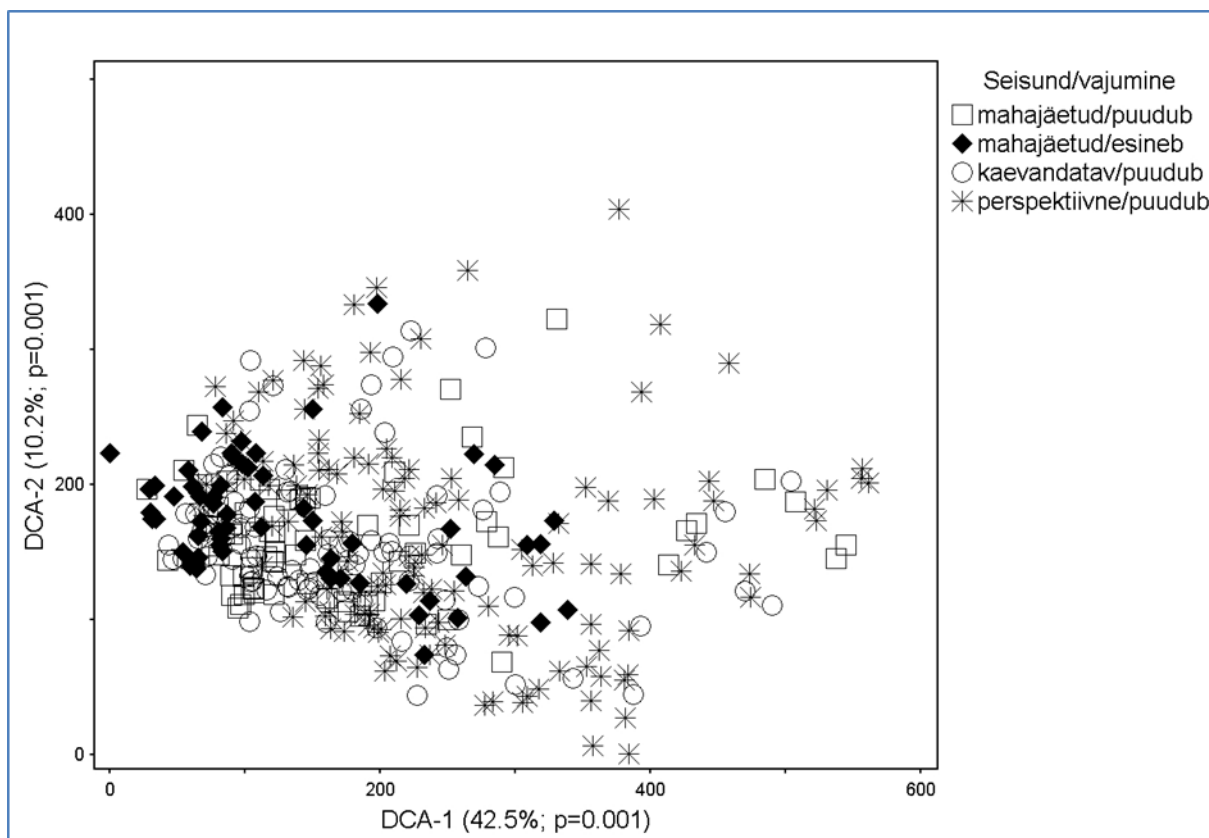
Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad											
			10	11	20	30	10	11	20	30	10	11	20	30
			Analüüside arv											
			73	62	92	139	73	62	92	139	73	62	92	139
Indikaatorväärtus														
<i>Eurhangu</i>	10	<0.001	19	0	3	0	25	5	17	1	79	5	15	1
<i>Plagaffi</i>	10	<0.001	12	0	1	0	15	2	11	1	80	7	12	1
<i>Cirri sp.</i>	10	0.001	13	0	7	0	23	0	18	3	55	0	36	10
<i>Bracsylv</i>	10	0.002	6	0	0	0	7	0	1	0	86	0	14	0
<i>Galeosp.</i>	10	0.003	5	0	0	0	5	0	0	0	100	0	0	0
<i>Viola sp.</i>	10	0.012	7	1	0	0	10	5	2	1	74	16	7	2
<i>Fraxexce</i>	10	0.013	24	18	16	2	60	68	58	27	40	26	28	6
<i>Equipalu</i>	10	0.018	5	0	0	0	5	0	1	2	93	0	2	5
<i>Thuid sp.</i>	10	0.024	4	0	0	0	5	0	1	1	75	0	15	10
<i>Salix sp.</i>	10	0.033	3	0	0	0	4	0	0	1	85	0	0	15
<i>Circalpi</i>	10	0.046	10	2	4	0	18	8	22	7	56	20	18	6
<i>Epiphell</i>	10	0.051	11	4	1	2	26	16	12	8	42	25	10	23
<i>Hepanobi</i>	10	0.054	19	14	14	6	63	50	57	36	30	28	25	16
<i>Rubucham</i>	10	0.065	6	0	0	1	10	3	4	4	60	4	5	30
<i>Caredisp</i>	10	0.077	4	0	0	0	4	0	0	3	88	0	0	12
<i>Caresylv</i>	10	0.087	12	3	7	3	44	11	28	14	28	26	25	20
<i>Hyllocsp.</i>	10	0.093	3	0	1	0	4	0	2	0	65	0	35	0
<i>Piceabie</i>	10	0.095	35	11	17	34	97	94	99	99	36	12	18	34
<i>Ulmuglab</i>	11	<0.001	6	22	4	1	26	42	24	9	23	53	16	8
<i>Dryofili</i>	11	<0.001	7	23	4	1	30	47	24	12	22	49	18	10
<i>Gymncono</i>	11	<0.001	0	9	0	0	0	10	0	2	0	98	0	2
<i>Dactglom</i>	11	0.001	0	10	1	0	0	13	4	3	0	79	13	8
<i>Geumurba</i>	11	0.001	0	12	0	0	3	13	8	1	2	92	5	0
<i>Agros sp.</i>	11	0.001	0	6	0	0	0	6	0	0	0	100	0	0
<i>Gerarobe</i>	11	0.001	1	12	1	1	7	21	10	6	11	59	10	20
<i>Ranuacri</i>	11	0.002	0	9	0	0	4	11	2	2	8	83	4	4
<i>Aegopoda</i>	11	0.003	15	25	7	5	58	56	47	35	27	44	14	15
<i>Listovat</i>	11	0.003	0	7	0	0	0	8	0	4	0	86	0	14
<i>Impanoli</i>	11	0.003	2	10	0	0	7	16	7	2	26	61	6	7

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad											
			10	11	20	30	10	11	20	30	10	11	20	30
			Analüüside arv											
			73	62	92	139	73	62	92	139	73	62	92	139
			Indikaatorväärtus											
<i>Tarax sp.</i>	11	0.005	0	5	0	0	0	5	0	0	0	100	0	0
<i>Valeoffi</i>	11	0.006	0	7	0	0	3	11	2	3	14	59	11	15
<i>Pariquad</i>	11	0.009	11	26	12	6	55	61	61	32	19	42	19	20
<i>Salicapr</i>	11	0.012	0	10	1	2	4	24	9	6	7	43	15	34
<i>Riberubr</i>	11	0.012	0	7	0	0	3	8	1	1	10	81	4	5
<i>Moneunif</i>	11	0.015	0	6	0	0	1	6	1	2	2	94	2	3
<i>Paduaviu</i>	11	0.016	21	22	11	2	66	66	45	21	32	33	25	9
<i>Verocham</i>	11	0.018	1	9	1	1	7	15	8	6	7	64	8	20
<i>Siledioi</i>	11	0.019	0	5	0	1	0	10	0	1	0	55	0	45
<i>Stelmedi</i>	11	0.020	0	6	0	1	1	10	2	3	4	65	6	25
<i>Filidenu</i>	11	0.023	1	13	2	9	10	44	11	23	12	29	22	37
<i>Ranucass</i>	11	0.026	8	15	5	3	38	34	29	15	22	45	17	17
<i>Lonixylo</i>	11	0.031	11	24	11	10	56	63	59	44	19	39	19	23
<i>Urtidioi</i>	11	0.036	7	17	6	6	33	42	40	22	21	40	15	25
<i>Stacsylv</i>	11	0.039	6	8	0	0	21	15	5	3	29	58	3	10
<i>Stelnemo</i>	11	0.052	1	11	1	8	10	26	13	18	6	42	6	45
<i>Ribealpi</i>	11	0.065	8	18	5	9	38	52	29	37	21	36	18	25
<i>Galitrfl</i>	11	0.065	0	4	0	1	1	8	1	3	14	53	11	23
<i>Pyrorotu</i>	11	0.066	8	14	2	3	29	27	23	22	27	50	10	13
<i>Carepilu</i>	11	0.073	0	3	0	0	1	3	1	0	2	96	2	0
<i>Agrocapi</i>	11	0.081	1	6	0	0	5	8	2	4	11	76	4	9
<i>Hypncupr</i>	20	<0.001	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	100	0
<i>Linnbore</i>	20	<0.001	0	0	20	10	8	2	36	24	5	0	56	39
<i>Anemnemo</i>	20	0.001	10	4	24	5	47	21	59	28	22	17	41	19
<i>Brach sp.</i>	20	0.002	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0	100	0
<i>Stacoffi</i>	20	0.006	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	100	0
<i>Rhyttriq</i>	20	0.006	15	0	15	1	32	6	40	12	48	7	38	8
<i>Caredigi</i>	20	0.010	15	6	24	9	62	48	61	38	25	13	40	22
<i>Rubuidae</i>	20	0.015	18	19	27	8	73	76	82	49	25	25	33	17
<i>Mycemura</i>	20	0.017	15	15	25	6	70	55	75	34	21	27	34	18
<i>Convujaja</i>	20	0.019	17	8	24	13	64	50	71	50	26	15	33	25
<i>Pyromino</i>	20	0.020	0	0	6	0	0	2	8	2	0	8	82	10
<i>Betupend</i>	20	0.021	4	7	13	4	19	27	37	21	18	26	35	20
<i>Eurhhian</i>	20	0.029	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	100	0
<i>Galiu sp.</i>	20	0.031	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	100	0
<i>Gymndryo</i>	20	0.038	14	4	19	7	48	26	59	30	29	15	33	23
<i>Dryocart</i>	20	0.050	11	17	28	23	79	74	88	75	13	24	32	31
<i>Scutgale</i>	20	0.059	0	0	3	0	1	0	4	0	24	0	76	0
<i>Plagcu sp</i>	20	0.094	6	1	7	0	15	3	16	2	38	20	41	1
<i>Carece sp</i>	30	<0.001	0	0	0	14	0	3	0	14	0	3	0	97
<i>Vaccviti</i>	30	<0.001	8	6	12	28	41	32	51	73	20	17	24	39
<i>Calacane</i>	30	0.002	1	3	1	14	11	16	11	22	11	16	9	64
<i>Saliauri</i>	30	0.002	0	0	0	10	1	2	1	12	1	1	18	79
<i>Pinusylv</i>	30	0.003	16	10	13	31	71	58	65	77	22	18	20	40
<i>Descflex</i>	30	0.004	2	0	5	15	12	6	16	32	15	8	29	49

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad											
			10	11	20	30	10	11	20	30	10	11	20	30
			Analüüside arv											
			73	62	92	139	73	62	92	139	73	62	92	139
Indikaatorvärtus														
<i>Luzupilo</i>	30	0.005	8	10	10	28	55	47	55	62	14	22	18	45
<i>Rubusaxa</i>	30	0.006	16	4	22	27	68	39	74	73	24	9	30	37
<i>Careelon</i>	30	0.011	0	0	1	9	3	3	5	12	1	1	22	76
<i>Salicine</i>	30	0.018	1	0	0	10	10	6	2	13	10	7	2	80
<i>Tilicord</i>	30	0.019	0	1	1	11	5	8	8	17	4	15	19	62
<i>Melaprat</i>	30	0.022	2	1	4	14	18	6	20	31	12	22	21	45
<i>Ptilicris</i>	30	0.024	0	0	0	5	0	0	1	5	0	0	2	98
<i>Equiarve</i>	30	0.039	0	0	0	5	0	0	2	5	0	0	6	94
<i>Calaarun</i>	30	0.039	13	7	17	23	58	39	65	66	22	18	25	35
<i>Galipalu</i>	30	0.041	0	1	4	10	7	8	13	19	3	15	29	53
<i>Pteraqui</i>	30	0.046	0	2	7	11	10	11	20	27	5	18	35	41
<i>Chimumbe</i>	30	0.053	0	0	0	5	0	3	1	6	0	12	4	84
<i>Potepalu</i>	30	0.053	0	0	0	6	3	3	2	9	13	3	20	63
<i>Polyodor</i>	30	0.054	0	0	0	3	0	0	1	4	0	0	20	80
<i>Cirspalu</i>	30	0.055	1	2	1	8	8	13	7	13	10	16	8	65
<i>Menytrif</i>	30	0.062	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	100
<i>Galelute</i>	30	0.063	0	3	2	8	4	11	9	17	5	23	27	45
<i>Scirsylv</i>	30	0.063	0	0	2	5	0	0	4	8	0	0	35	65
<i>Cinnlati</i>	30	0.065	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	100
<i>Eriovagi</i>	30	0.068	4	0	1	7	12	3	5	12	33	1	10	56
<i>Callpalu</i>	30	0.069	0	0	0	4	0	0	1	4	0	0	9	91
<i>Carevesi</i>	30	0.072	0	0	0	4	0	3	2	4	0	4	3	94
<i>Junicomm</i>	30	0.081	0	0	1	6	3	3	3	9	4	5	21	69
<i>Festovin</i>	30	0.091	0	0	0	4	0	2	1	6	0	4	24	73
<i>Carelasi</i>	30	0.092	0	0	0	4	4	0	0	4	7	0	0	93

Taimkatteanalüüside ordinatsiooniskeemi põhjal (joonis 20) võib täheldada, et kui kõigi seisundirühmade vajumata alad on esindatud üle kogu ordinatsioonitasandi selle kõigis osades, s.t. nad hõlmavad kogu keskkonnatingimuste varieerumise amplituudi, siis endised vajunud kaevandusalad moodustavad hajusa kogumiku skeemi vasakpoolses osas, mis viitab nende mõningasele eripärale ülejäänud aladega võrreldes. Siinjuures tuleb siiski arvestada, et samas piirkonnas paikneb suurem osa analüüsitud alasid, s.t. just selles piirkonnas asub analüüsitava tunnusruumi raskuskese. Mitmese vastuse permutatsioonitesti kohaselt on liigiline koosseis kõigis eristatud rühmades statistiliselt usaldatavalt erinev (tabel 14).

Lisades rühmitamise kriteeriumiks binaarse tunnuse (0 – kuivenduse mõju puudub + nõrk kuivenduse mõju, 1 – mõõdukas + tugev kuivenduse mõju) veel **mõjutatuse kuivendusest**, saame omavahel võrrelda kuut inventeerimisalade rühma. Liigilise koosseisu erinevus inventeerimisalade rühmade vahel osutub sel juhul peaaegu kõigi võrdluspaaride korral statistiliselt oluliseks, kusjuures iga rühma iseloomustavad ka statistiliselt olulised indikaatorliigid (lisa 3.6).



Joonis 20 Kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsioon nende taimkatte põhjal, alade rühmitamine nende seisundi ja vajumise järgi ning vastavate rühmade vastastikune suhe tunnusruumis

Tabel 14 Alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud taimkatteanalüüside liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal

Alade võrreldavad rühmad (seisund/vajumine)	Statistikud		
	T	A	p
Perspektiivne/puudub versus endine/esineb	-23.117	0.021	<0.001
Perspektiivne/puudub versus endine/puudub	-18.102	0.015	<0.001
Perspektiivne/puudub versus kaevandatud/puudub	-15.298	0.012	<0.001
Endine/esineb versus endine/puudub	-4.200	0.005	0.002
Endine/esineb versus kaevandatud/puudub	-5.538	0.006	<0.001
Endine/puudub versus kaevandatud/puudub	-2.083	0.002	0.040

Ehkki ordinatsiooniskeemil (joonis 21) paiknevad endised vajunud kuivenduse mõjuta (110) ja mõjuga (111) kaevandusalad läbiseigi, on nende taimkatte liigilise koosseisu erinevuse olulisustõenäosus 0.025 (tabel 15). Alade esimese rühma peamisteks indikaatorliikideks on maamõõl *Geum urbanum*, suur käopõll *Listera ovata*, kuningakübar *Moneses uniflora*, harilik ussilakk *Paris quadrifolia*, põngastarn *Carex pilulifera*, must sõstar *Ribes nigrum* jt.; teist rühma iseloomustavad eeskätt harilik käoraamat *Gymnadenia conopsea*, vesihein *Stellaria media*, salu-tähthein *Stellaria nemorum*, maarja-sõnajalg *Dryopteris filix-mas*, harilik naat *Aegopodium podagraria*, laiuv sõnajalg *Dryopteris expansa* jt. (lisa 3.6).

Veelgi suuremat huvi pakub vajunud (110) ja vajumata (100) kuivendamata endiste kaevandusalade võrdlus, sest sel juhul on loogiline arvata, et erinevused on – lisaks võrreldavate metsakoosluste ja kasvukohtade valimi tüpoloogilisele erinevusele – põhjustatud

just kaevandusalade vajumisest. Vajumata ja kuivendamata alad paiknevad ordinatsiooniskeemil (joonis 21) laialdaselt pea kogu esimese ordinatsioonitelje väärtuste ulatuses. Liigilise koosseisu erinevuse olulisustõenäosus on nende kahe alade rühma vahel 0.05 (tabel 15), seega vägagi märkimisväärne. Vajumata alade puhul on olulisteks indikaatorliikideks soo-osi *Equisetum palustre*, rabamurakas *Rubus chamaemorus* ja harilik kukemari *Empetrum nigrum*, statistiliselt ebaolulistena lisanduvad veel mitmed soometsade liigid – kahkjass tarn *Carex pallescens*, tupp-villpea *Eriophorum vaginatum*, õrn tarn *C. disperma*, sookail *Ledum palustre*, sinikas *Vaccinium uliginosum* (lisa 3.6). Vajunud aladele on iseloomulikud maamõõl *Geum urbanum*, suur käopõll *Listera ovata*, kuningakübar *Moneses uniflora*, harilik ussilakk *Paris quadrifolia*, põngastarn *Carex pilulifera*, kibe tulikas *Ranunculus acris*, statistiliselt ebaolulistena ka mõned saluliigid – harilik metspipar *Asarum europaeum*, euroopa metsputk *Sanicula europaea*, aga ka kaunis kuldking *Cypripedium calceolus* (lisa 3.6).

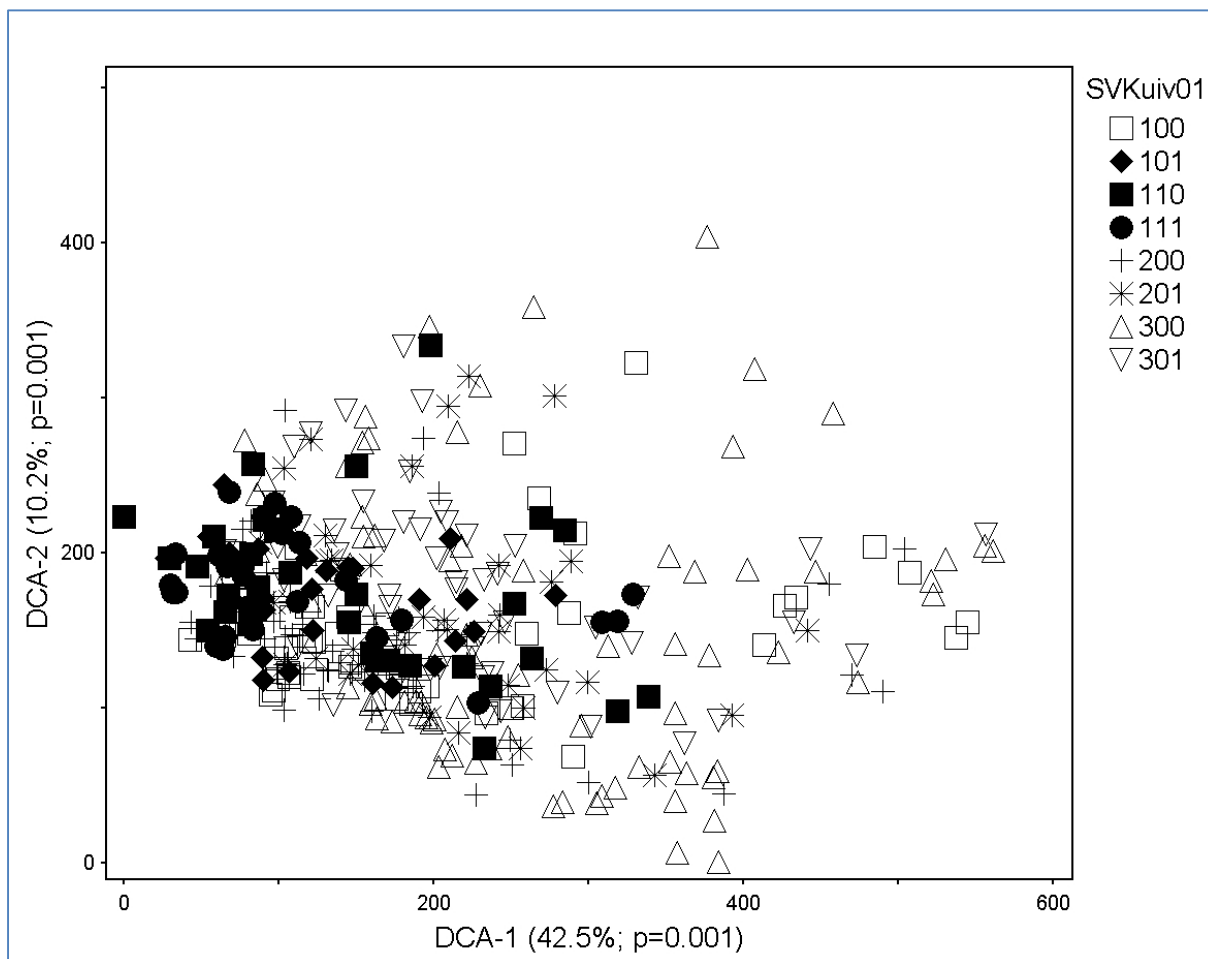
Selle põhjal võib väita, et **endiste kaevandusalade vajumine on sealsete taimkatte kasvukohtade niiskusrežiimi mõnevõrra muutnud – seal kasvavad jätkuvalt küll taimede kasvu seisukohast parasniiskete kasvukohtade taimed, kuid kadunud on rida soiste elupaikade taimeliike.**

Tabel 15 Alade seisundi, vajumise ja kuivenduse mõju järgi rühmitatud taimkatteanalüüside liigilise sarnasuse võrdlus mitmese vastuse permutatsioonitestide põhjal.

Rühmade koodinumbrid nagu joonisel 21, muud tähistused nagu tabelis 12.

Võrreldavad rühmad	T	A	p
300 versus 301	-5.30	0.007	0.001
300 versus 110	-13.21	0.021	<0.001
300 versus 111	-19.73	0.035	<0.001
300 versus 100	-10.83	0.015	<0.001
300 versus 101	-13.75	0.023	<0.001
300 versus 201	-7.75	0.012	<0.001
300 versus 200	-17.21	0.024	<0.001
301 versus 110	-5.91	0.011	<0.001
301 versus 111	-11.36	0.024	<0.001
301 versus 100	-7.63	0.012	<0.001
301 versus 101	-6.88	0.013	<0.001
301 versus 201	-1.76	0.003	0.061
301 versus 200	-10.68	0.017	<0.001
110 versus 111	-2.47	0.007	0.025
110 versus 100	-3.63	0.007	0.005
110 versus 101	0.30	-0.001	0.552
110 versus 201	-4.36	0.010	0.001
110 versus 200	-2.92	0.006	0.013
111 versus 100	-6.23	0.015	<0.001
111 versus 101	-1.41	0.004	0.092
111 versus 201	-7.80	0.021	<0.001
111 versus 200	-4.84	0.011	0.001
100 versus 101	-2.09	0.005	0.039
100 versus 201	-5.86	0.011	<0.001
100 versus 200	-1.47	0.003	0.086

Võrreldavad rühmad	T	A	p
101 versus 201	-4.21	0.010	0.002
101 versus 200	-1.27	0.003	0.109
201 versus 200	-6.56	0.012	<0.001



Joonis 21 Kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsioon nende taimkatte põhjal.

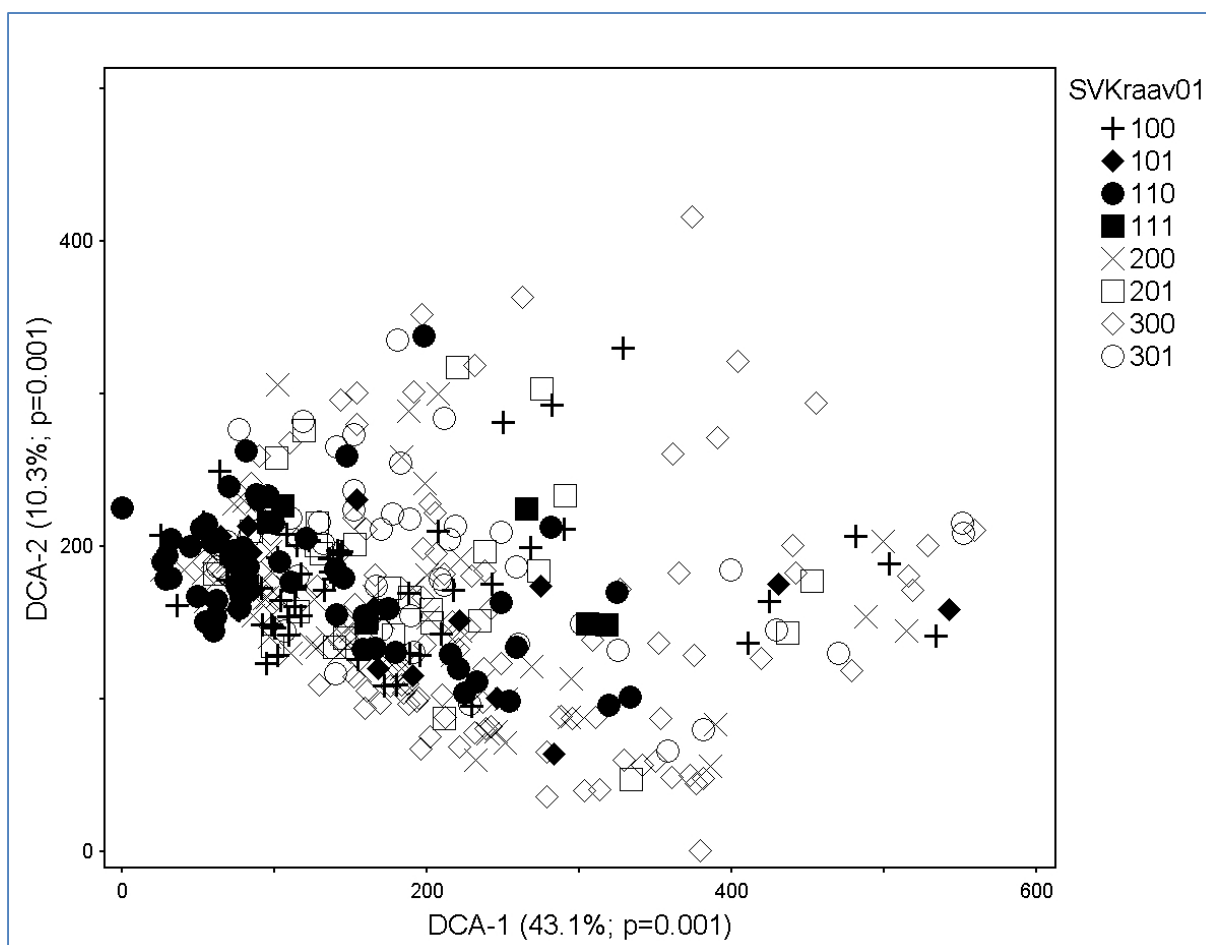
Rühmade koodi esimene number märgib ala seisundit (1 – ammendatud, 2 – kaevandatav, 3 – perspektiivne kaevandusala), teine ala vajumist (0 – vajumine puudub, 1 – vajumine esineb), kolmas number aga kuivenduse mõju esinemist (0 – kuivenduse mõju puudub + nõrk kuivenduse mõju, 1 – mõõdukas + tugev kuivenduse mõju).

Liigilise koosseisu poolest oluliselt erinevad on samuti endised, kuid vajumata, kuivenduse mõjuta (100) ja mõjuga (101) kaevandusalad ($p = 0.039$; tabel 15). Viimase alade rühma olulisteks indikaatorliikideks on kannikesed *Viola* sp. ja pajud *Salix* sp., harilik toomingas *Padus avium*, harilik kullerkupp *Trollius europaeus*, aga ka laialehine neuvaip *Epipactis helleborine* (lisa 3.6).

Kuivenduse mõjuta alad paiknevad enam-vähem ühtlaselt üle kogu ordinatsiooniskeemi, kuivendusest mõjutatud alad aga on esindatud kompaktsema kogumikuna skeemi vasakpoolses alumises osas (joonis 21). Nimetatud liikide alusel on kuivenduse mõju täheldada siiski üsna problemaatiline, sest tegemist on hoopiski parasniisketele või niisketele kasvukohtadele omaste taimedega. Ilmselt varjutab siin kuivenduse mõju kasvukohtade tüpoloogiline varieeruvus, sest kui võrrelda joonisel 21 endiste vajumata, kuivendusest

mõjutatud alade poolt ordinatsiooniskeemil hõlmatud pinda joonisel 17 kujutatud erinevat tüüp kasvukohtade ordinatsioonanalüüsi tulemustega, võib tõdeda, et need alad kuuluvad mitmetesse kasvukohatüüpidesse.

Kasutades rühmitamise kolmanda tunnuseks kuivenduse mõju asemel **kraavituse olemasolu** (0 – kraavitus puudub nii alal kui selle läheduses või kraavitus esineb <100 m läheduses, 1 – ala ümbritsetud kraavidena või lisaks on alal veel ka seda läbiv kraav), on ka nüüd ordinatsiooniskeemil (joonis 22) märgata vajunud maapinnaga (nii kraavidena kui ka kraavideta) endiste kaevandusalade koondumine läbisegi joonise vasakusse poolde. Vajumata ja kraavideta endised kaevandusalad, nagu ka kaevandatavad ja perspektiivsed alad on esindatud üle kogu ordinatsioonipinna.



Joonis 22 Kõigi inventeeritud metsaalade ordinatsioon nende taimkatte põhjal

Rühmade koodi esimene number märgib ala seisundit (1 – endine, 2 – kaevandatav, 3 – perspektiivne kaevandusala), teine ala vajumist (0 – puudub, 1 – esineb), kolmas number aga kraavituse olemasolu (0 – kraavitus puudub nii alal kui selle läheduses või kraavitus esineb <100 m läheduses, 1 – ala ümbritsetud kraavidena või lisaks on alal ka veel seda läbiv kraav).

Indikaatorliikide analüüs (lisa 3.7) tõendab, et alade neljal rühmal statistiliselt usaldatavad indikaatorliigid puuduvad. Võib siiski tõdeda, et niiskete/märgade kasvukohtade taimi esineb sagedamini ja suurema ohtrusega kaevandatavatel kraavideta aladel (rühm 200; nt. harilik angervaks *Filipendula ulmaria*, väikeseõiene lemmalts *Impatiens parviflora*, ussilill *Lysimachia thysiflora*) ja perspektiivsetel, nii kraavideta (rühm 300; nt. tuhkur paju *Salix cinerea*, ubaleht *Menyanthes trifoliata*, niitjas tarn *Carex lasiocarpa*, harilik kukesaba *Lythrum salicaria*, soopihl

Potentilla palustris, põistarn *Carex vesicaria*) kui ka kraavidega aladel (rühm 301; nt. sanglepp *Alnus glutinosa*, sookastik *Calamagrostis canescens*, mätastarn *Carex cespitosa*, pikk tarn *Carex elongata*, soovõhk *Calla palustris*, harilik metsviits *Lysimachia vulgaris*). Kaevandavatele kraavidega aladele (rühm 201) on ootuspäraselt iseloomulikud mitmed kõdusoo kasvukohatüüpidele omased taimed – kattekold *Lycopodium annotinum*, harilik harakkuljus *Linnaea borealis*, väike uibuleht *Pyrola minor*, harilik sinihelmikas *Molinia caerulea*.

Rühmade liigilise koosseisu võrdlus mitmese vastuse permutatsioonitestide alusel (tabel 16) osutab sellele, et vajumata maapinnaga endistel kaevandusaladel taimkatte liigiline koosseis kraavideta ja kraavidega aladel (100 versus 101) ei erine.

Sama tulemuse annab ka vajunud (nii kraavideta kui ka kraavidega) endiste kaevandusalade (110 versus 111) võrdlemine, mis viitab kas tõigale, et (1) maapinna vajumise korral toimub kasvukoha kuivendamine igal juhul, vaatamata sellele, kas ala on kraavitatud või mitte, või siis (2) infomürale, mis tuleneb käsitletavate rühmade laialdasest ökoloogilisest ning tüpoloogilisest varieeruvusest ja vastastikusest osalisest kattuvusest tunnusruumis, mida kinnitab joonistel 17 ning 21 esitatud ordinatsiooniskeemide võrdlemine.

Tabel 16 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud taimkatteanalüüside liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.

Rühmade koodinumbrid nagu joonisel 22, muud tähistused nagu tabelis 12.

Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
300 versus 301	-7.04	0.009	<0.001
300 versus 110	-25.34	0.032	<0.001
300 versus 111	-4.69	0.009	0.001
300 versus 100	-19.81	0.023	<0.001
300 versus 101	-3.88	0.006	0.004
300 versus 200	-17.03	0.020	<0.001
300 versus 201	-9.50	0.014	<0.001
301 versus 110	-8.10	0.014	<0.001
301 versus 111	-1.03	0.004	0.142
301 versus 100	-7.50	0.012	<0.001
301 versus 101	-1.09	0.003	0.134
301 versus 200	-7.61	0.012	<0.001
301 versus 201	-1.94	0.005	0.048
110 versus 111	-0.50	0.002	0.254
110 versus 100	-3.46	0.005	0.006
110 versus 101	-0.88	0.002	0.168
110 versus 200	-4.32	0.006	0.002
110 versus 201	-6.30	0.013	<0.001
111 versus 100	-1.23	0.003	0.114
111 versus 101	-0.31	0.002	0.307
111 versus 200	-2.31	0.006	0.032
111 versus 201	-1.30	0.006	0.105
100 versus 101	1.19	-0.003	0.929
100 versus 200	-2.02	0.003	0.044
100 versus 201	-5.31	0.010	<0.001
101 versus 200	1.02	-0.002	0.890
101 versus 201	-2.02	0.007	0.041

Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
200 versus 201	-5.67	0.011	<0.001

Indikaatorliikide analüüs (lisa 3.7) toetab pigem viimast järeldust: kui vajunud, aga kraavituseeta rühma 110 iseloomustab peamiselt salumetsadele omaste liikide (nt. harilik käopõll *Listera ovata*, harilik naat *Aegopodium podagraria*, harilik metspipar *Asarum europaeum*, mäge sõstar *Ribes alpinum*) esinemine, siis kraavitusega alade (rühm 110) indikaatorliikide seas leiab üsna erinevate kasvukohanõudlustega liike – tüüpilistest soometsataimedest (nt. kahevärvine paju *Salix phylicifolia*, kraavtarn *Carex pseudocyperus*, kahkjastarn *C. pallescens*, pudeltarn *C. rostrata*, hallikas tarn *C. canescens* jt.) kuni salutaimedeni (nt. salu-tähthein *Stellaria nemorum*, harilik jalakas *Ulmus glabra*, võsaülane *Anemone nemorosa* jt.); kraavitusest lähtuvalle kõdustumisele viitab alade selles rühmas vaid ümaralehise uibulehe *Pyrola rotundifolia* oluline indikaatorväärus.

Kaevandatavatel ja perspektiivsetel aladel on taimkatte liigiline koosseis kraavideta ja kraavidega aladel oluliselt erinev (200 versus 201, $p < 0.001$; 300 versus 301, $p < 0.001$; tabel 16). Kaevandatavatel kraavideta aladele (rühm 200) on iseloomulik võsaülase *Anemone nemorosa*, hariliku angervaksa *Filipendula ulmaria*, väikeseõiese lemmaltsa *Impatiens parviflora* suhteliselt sage esinemine ja ohtrus, kraavitud aladele (rühm 201) aga kõdustumisele viitavate hariliku harakkuljuse *Linnaea borealis*, väikese uibulehe *Pyrola minor*, sinihelmika *Molinea caerulea* ja keratarna *Carex globularis* suhteliselt kõrge indikaatorväärus või sagedus (lisa 3.7).

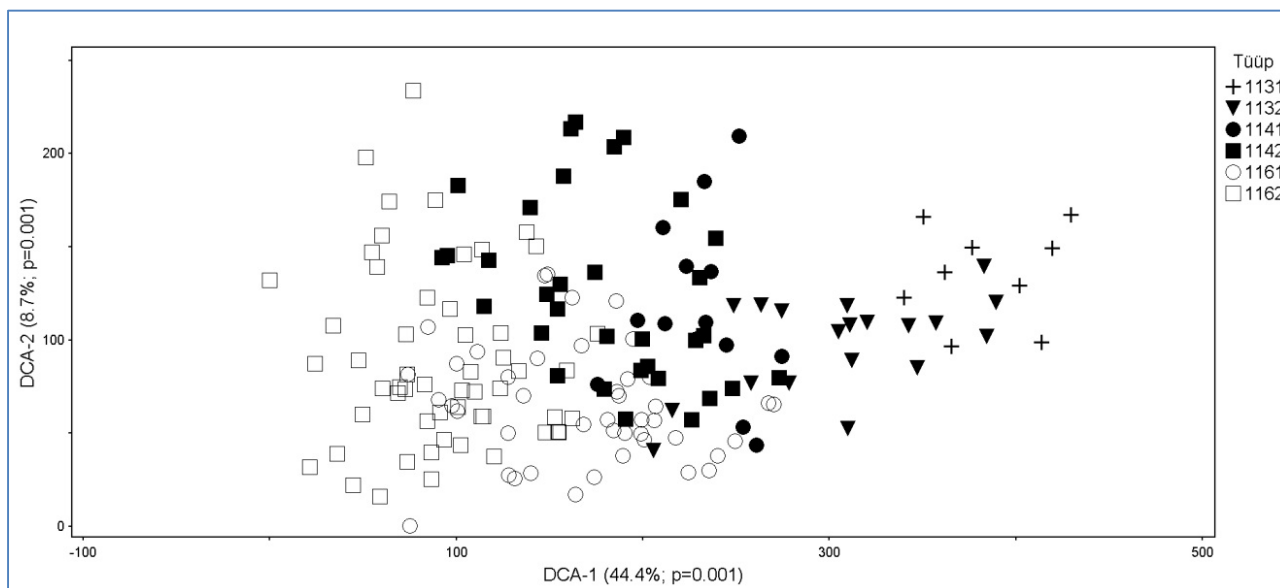
Kraavitamata perspektiivsete kaevandusalade rühma (300) jaoks valimi laiast ökoloogilisest amplituudist tulenevalt statistiliselt olulisi indikaatorliike esile ei tulnud, kraavitud alad (rühm 301) aga iseloomustavad eeskätt lodumetsadele omased liigid – sanglepp *Alnus glutinosa*, hallikas tarn *Carex canescens*, mätastarn *C. cespitosa*, pikk tarn *C. elongata*, soovõhk *Calla palustris* jt. Nende liikide püsimine kraavitusega metsades on seletatav nn. väljasuremisvõlaga (Kuussaari et al., 2009).

5.2.2 Arumetsad

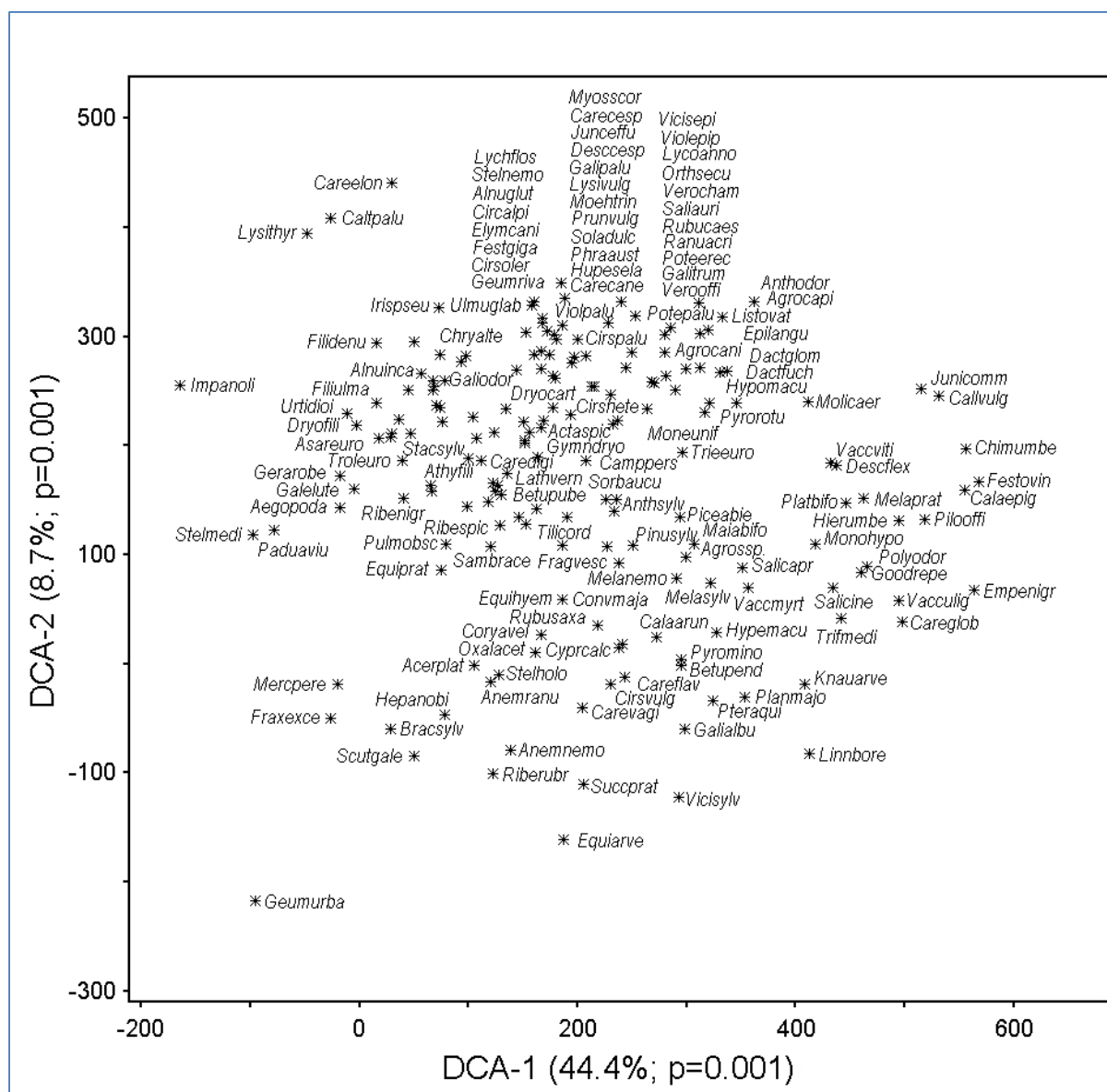
Arumetsad (palu-, laane- ja salumetsad) on analüüsitavas valimis esindatud 175 kirjega. Nende alade ordinatsiooniskeemil (joonis 23) on hästi jälgitav erinevatesse kasvukohatüüpidesse kuuluvate alade üsna selgepiiriline järgnevus piki esimest ordinatsioonitelge: kõige vasakpoolses osas paiknevad naadi KKT metsad (1162), neile järgnevad sinilille (1161) ja jänese kapsa (1142), siis jänese kapsa-mustika (1141), mustika (1132) ning pohla (1131) KKT puistud.

Joonis 24 illustreerib seda troofsuse gradienti liikide tasemel: esimese ordinatsioonitelje vasakpoolsesse otsa on paigutunud toiterikaste kasvukohtade liigid (väikeseõiene lemmalts *Impatiens noli-tangere*, maamõõl *Geum urbanum*, harilik saar *Fraxinus excelsior*, püsikseljarohi *Mercurialis perennis*, harilik naat *Aegopodium podagraria* jt.), telje parempoolsesse otsa on projitseerunud toitevaestel muldadel kasvavad liigid (lamba-aruhein *Festuca ovina*, jäneskastik *Calamagrostis epigeios*, harilik kukemari *Empetrum nigrum*, harilik karutubakas *Pilosella officinarum* jt.). Teine ordinatsioonitelg kirjeldab liigiandmete üldisest varieeruvusest vaid 8,7% ning selle ökoloogiline interpreteerimine on ebaselge ja praegusel juhul põhjendamatu.

Erinevatesse kasvukohatüüpidesse kuuluvate alade liigiline koosseis on kõigil juhtudel statistiliselt oluliselt erinev (tabel 17) ning neile on omased ka kindlad indikaatorliigid (lisa 3.8); usaldatavad indikaatorliigid puuduvad vaid sinilille kasvukohatüüpi metsades.



Joonis 23 Erinevatesse metsakasvukohatüüpidesse kuuluvate arumetsade ordinatsiooniskeem



Joonis 24 Arumetsaliikide ordinatsiooniskeem

Tabel 17 Arumetsade erinevatesse kasvukohatüüpidesse kuuluvate alade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.

Tähistused vaata tabel 12.

Võrreldavad metsakasvukohatüübid	Statistikud		
	T	A	p
Laane versus palu	-7.941	0.070	<0.001
Laane versus jänesekapsa-mustika	-6.513	0.041	<0.001
Laane versus jänesekapsa	-18.644	0.078	<0.001
Laane versus sinilille	-23.831	0.089	<0.001
Laane versus naadi	-38.235	0.126	<0.001
Palu versus jänesekapsa-mustika	-12.864	0.141	<0.001
Palu versus jänesekapsa	-20.091	0.103	<0.001
Palu versus sinilille	-24.065	0.103	<0.001
Palu versus naadi	-30.786	0.106	<0.001
Jänesekapsa-mustika versus jänesekapsa	-3.631	0.013	0.006
Jänesekapsa-mustika versus sinilille	-10.408	0.033	<0.001

Võrreldavad metsakasvukohatüübid	Statistikud		
	T	A	p
Jänesekapsa-mustika <i>versus</i> naadi	-25.229	0.068	<0.001
Jänesekapsa <i>versus</i> sinilille	-9.567	0.021	<0.001
Jänesekapsa <i>versus</i> naadi	-26.964	0.054	<0.001
Sinilille <i>versus</i> naadi	-24.061	0.043	<0.001

Arumetsad üldjuhul kuivendamist ei vaja. Kraavitust võib arumetsades või nende naabruses esineda seoses teede piirdekraavidena ning sellega, et arumetsade vahele või neist kaugemale jäävate metsakasvatuseks liigniiskete alade kuivendamiseks kaevatud kraavid läbivad kraavivõrgu pikkuse vähendamiseks ka arumetsi. Et kuivendamine arumetsi kuigi oluliselt ei mõjuta, pole seetõttu nende puhul kuivenduse mõju hindamisel mõtet ning on sisukam keskenduda maapinna vajumise ja kraavituse mõju hindamisele.

Rühmitades alad nende **seisundi, vajumise ja kraavide esinemise** põhjal ning võrreldes omavahel kõigepealt vajumata (100) ning vajunud (110) maapinnaga endisi kraavideta kaevandusalasid, osutub nende taimkatte liigiline koosseis oluliselt erinevaks ($p=0.036$; tabel 18).

Erinevuse olulisustõenäosus kraavideta (100) ja kraavidena (101) vajumata maapinnaga endiste kaevandusalade liigilise koosseisu vahel ületab veidi konventsionaalset aktsepteeritavuse taset 0.05 ($p=0.067$), s.t. statistika seisukohast on tegemist ebaolulise erinevusega. Siinjuures tuleb siiski silmas pidada ka võrreldavate rühmade ebavõrdset mahtu: vajumata, kraavideta endiste kaevandusalade rühma kuulus 27 ala, vajumata, kraavidena alade rühma 6 ala (lisa 3.9), millest tulenevalt võib esimese rühma sisemine varieeruvus varjutada teise rühma erinevust.

Kui võrrelda lisaks ka vajunud maapinnaga ning kraavitusega endisi kaevandusalasid (110 *versus* 101), siis nende taimkatte liigiline koosseis osutub sarnaseks ($p=0.434$; tabel 18). Arvestatavaid indikaatorliike üheski kolmes käsitletud rühmas ei ole (lisa 3.9).

Kui võrrelda vajumata, kraavideta (100) ning vajunud, kraavidena (111) endisi kaevandusalasid, võib eeldada, et sellisel juhul on liigilise koosseisu erinevus veel selgem, sest alade teises rühmas mõjub taimkattele kaks inimtegevusega seotud faktorit. Osutub siiski, et sellise võrdluse puhul liigiline koosseis oluliselt ei erine ($p=0.197$; tabel 17).

Niisugune mõneti ootamatu tulemus on seletatav jällegi võrreldavate rühmade väga erineva mahuga (27 *versus* 3 ala; lisa 3.9), s.t. esimese rühma varieeruvus katab teise rühma eripära, seda vaatamata viimast rühma iseloomustavatele arvukatele indikaatorliikidele (lisa 3.9).

Tabel 18 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud arumetsade taimkatteanalüüside liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal.

Tähistused vaata tabel 12 ja lisa 3.5, rühmade koodinumbrid vt. lisa 3.7.

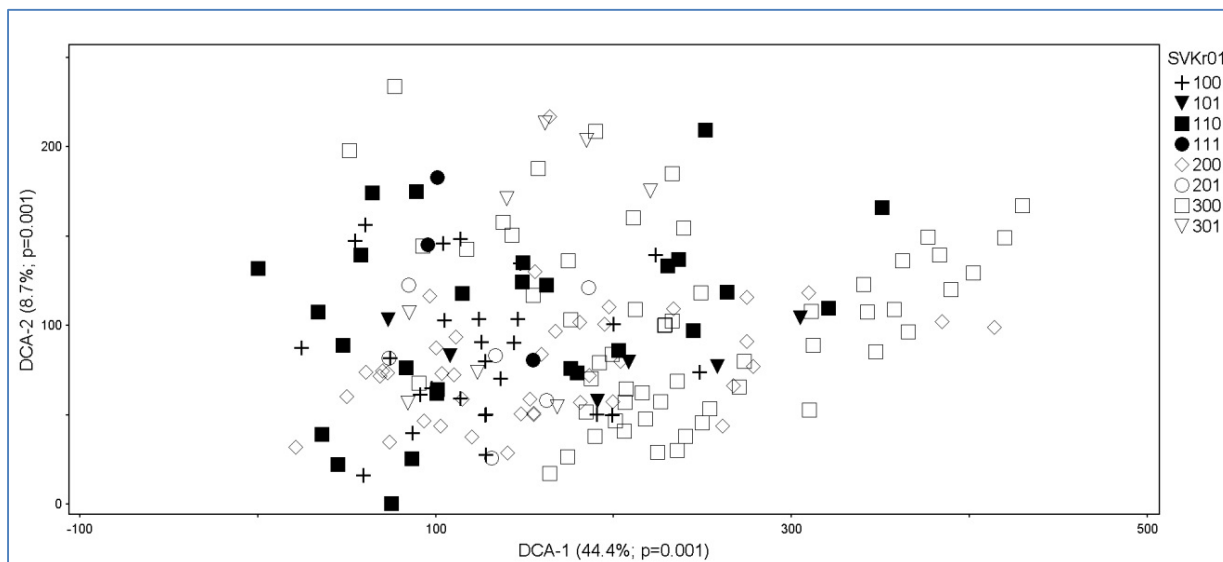
Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
300 versus 301	-4.916	0.016	0.001
300 versus 110	-11.563	0.027	<0.001
300 versus 111	-2.500	0.010	0.024
300 versus 100	-16.184	0.039	<0.001
300 versus 101	-0.209	0.001	0.335
300 versus 200	-12.063	0.026	<0.001
300 versus 201	-5.843	0.021	<0.001
301 versus 110	-1.847	0.009	0.053
301 versus 111	-0.908	0.017	0.169
301 versus 100	-1.706	0.009	0.063
301 versus 101	-1.473	0.022	0.085
301 versus 200	-1.684	0.008	0.068
301 versus 201	-0.593	0.010	0.240
110 versus 111	0.357	-0.002	0.580
110 versus 100	-2.127	0.007	0.036
110 versus 101	0.033	0.000	0.434
110 versus 200	-1.911	0.006	0.052
110 versus 201	-1.706	0.009	0.063
111 versus 100	-0.744	0.005	0.197
111 versus 101	-0.213	0.005	0.364
111 versus 200	-1.199	0.007	0.118
111 versus 201	-1.401	0.030	0.090
100 versus 101	-1.671	0.010	0.067
100 versus 200	-1.844	0.005	0.055
100 versus 201	-1.156	0.007	0.126
101 versus 200	-0.110	0.001	0.362
101 versus 201	-1.706	0.031	0.054
200 versus 201	-0.613	0.003	0.223

Kirjeldatud tulemuste põhjal saab järeldada, et arumetsadega kaetud endistel kaevandusaladel toimub maapinna vajumise tagajärjel alade kuivendamine ning et maapinna vajumisega seonduva kuivenduse ning kraavitusest tuleneva kuivenduse mõju taimkattele on üldjoontes sarnane. See mõju ei ole siiski sedavõrd tugev, et ilmneks konkreetsete indikaatorliikide tasemel, vaid on tuvastatav üksnes metsakoosluste kogu liigilise koosseisu põhjal.

Kraavideta (200) ja kraavidega (201) kaevandatavate alade liigiline koosseis statistiliselt ei erine ($p=0.223$; tabel 18). Indikaatorliike neis rühmade esile ei tulnud (lisa 3.9). Samasuguste perspektiivsete kaevandusalade (300 versus 301) võrdlemine aga kinnitab nende alade erinevust ($p=0.001$; tabel 18). Kui esimeses rühmas olulised indikaatorliigid puuduvad, siis teises esineb neid rohkesti. Et aga see alade rühm hõlmab üsna laia ökoloogilist amplituudi (joonis 25), on ka indikaatorliikide koosseis ökoloogiliselt väga varieeruv (lisa 3.9) – soometsale iseloomulikest liikidest (nt. harilik pilliroog *Phragmites australis*, mätastarn *Carex cespitosa*,

soomadar *Galium palustre*) saluliikideni (nt. harilik heinputk *Angelica sylvestris*, metstarn *Carex sylvatica*, harilik pärn *Tilia cordata*). Sooliikide esinemine kuivendatud aladel on seotud nende väljasuremisvõlga endistes soostunud mikrokooslustes (koosluse laikudes).

Niisugune tulemus võib viidata sellele, et taimkatte algne kraavitusest põhjustatud liigilise koosseisu erinevus hakkab kaevandatavatel aladel taanduma, sest seal avaldab aegamööda järjest enam mõju kaevandamine, mille efekt on sarnane kraavitusele ning mis katab kraavituse mõju.

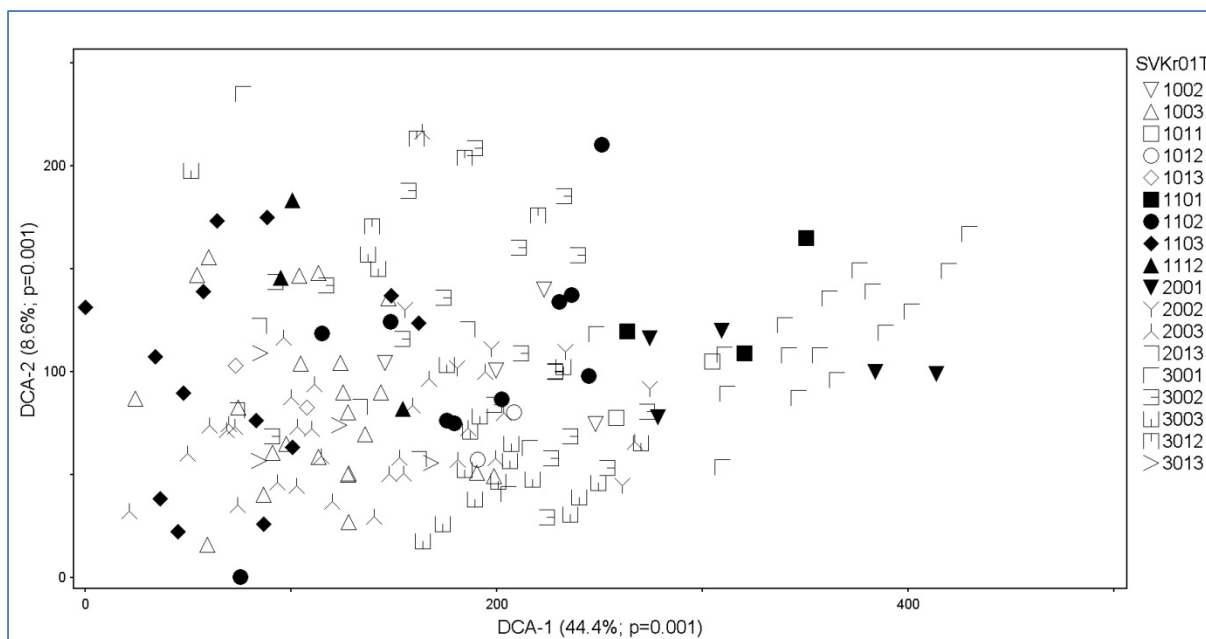


Joonis 25 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud arumetsade ordinatsiooniskeem.

Rühmade koodi esimene number märgib ala seisundit (1 – ammendatud, 2 – kaevandatav, 3 – perspektiivne kaevandusala), teine ala vajumist (0 – vajumine puudub, 1 – vajumine esineb), kolmas number aga kuivenduse mõju esinemist (0 – kuivenduse mõju puudub + nõrk kuivenduse mõju, 1 – mõõdukas + tugev kuivenduse mõju).

Vajumata maapinnaga, kraavideta endiste kaevandusalade (100) ja perspektiivsete kraavideta kaevandusalade (300) taimkatte liigiline koosseis on selgelt erinev ($p=0.001$; tabel 18); vajumata maapinnaga, kraavideta endiste kaevandusalade (100) ning kaevandatavate kraavideta alade (200) liigilise koosseisu erinevuse olulisustõenäosus on aktsepteeritavuse tasemest veidi kõrgem ($p=0.055$; tabel 18). Siit võib järeldada, et **kaevandamise käigus hakkab taimkate muutuma ammendatud kaevandusaladel olevate koosluste sarnaseks.**

Lisades alade **seisundile, vajumisele ja kraavituse esinemisele** rühmitamise tunnusena veel **kasvukoha-tüübirühma** (1 – palumetsad, 2 – laanemetsad, 3 – salumetsad), muutub ordinatsiooniskeem (joonis 26) juba raskesti loetavaks. Siiski eristuvad ülejäänud rühmadest joonise parempoolses servas üsna kompaktselt paiknevad perspektiivsete kaevandusalade kraavideta palumetsad (3001), samuti joonise allosa keskele jäävad perspektiivsete kaevandusalade kraavideta salumetsad (3003).



Joonis 26 Alade seisundi, vajumise, kraavituse esinemise ja kasvukoha-tüübirühma kuuluvuse järgi rühmitatud arumetsade ordinatsiooniskeem.

Rühmade koodi esimese kolme numbriga tähendab nagu joonisel 25, viimane number tähistab kasvukoha-tüübirühma (1 – palumetsad, 2 – laanemetsad, 3 – salumetsad).

Selle valimi puhul on nelja tunnuse võimalike kombinatsioonide arv suur ning seetõttu on alade mitmed rühmad esindatud vaid kahe või kolme kirjega, paljud kombinatsioonid aga hoopiski puuduvad (lisa 3.10). Siiski pakub piisava arvu aladega rühmade võrdlemine võimaluse vähemalt osaliselt hinnata kaevanduse mõju metsakasvukoha-tüübirühmade kaupa.

Palumetsade puhul leiab kinnitust liigilise koosseisu erinevuse puudumine endiste vajunud ja perspektiivsete kaevandusalade vahel (1101 versus 3001; $p=0.625$; lisa 3.11); seega nende metsaalade **taimkatet mõjutab kaevandamisele järgnev maapinna vajumine vähe**.

Kraavideta vajumata ja vajunud endistel kaevandusaladel kasvavate **laanemetsade** (1002 versus 1102) liigiline koosseis ei erine ($p=0.516$; lisa 3.11). Vajumise mõju ei avaldu ka vajunud, kraavideta endiste ja kraavideta kaevandatavate alade (1102 versus 2002) võrdlemisel ($p=0.222$; lisa 3.11). Järelikult **mõjutab ka laanemetsade kasvukoha-tüübirühma aladel kaevandamine ja sellele järgnev maapinna vajumine taimkatet vähe**.

Kraavituse mõju endiste kaevandusalade kraavituse ja kraavitusega laanemetsade taimkatte liigilise koosseisu võrdlemisel esile ei tule (1002 versus 1012; $p=0.683$; lisa 3.11), küll aga perspektiivsetel kaevandusaladel (3002 versus 3012; $p=0.021$; lisa 3.11). Esimesel juhul võib võrdluse ebaolulisus tuleneda võrreldud rühmade väiksusest (4 ja 2 kirjet); indikaatorliikidest on siinjuures märkimisväärne vaid mets-härghein *Melampyrum sylvaticum* kraavidega metsades (lisa 3.11).

Endiste kaevandusalade kraavitatud laanemetsades on olulisi indikaatorliike rohkesti (lisa 3.10); neist mitmed – nt. harilik metsvits *Lysimachia vulgaris*, harilik pilliroog *Phragmites australis*, mätastarn *Carex cespitosa*, sookastik *Calamagrostis canescens*, sanglepp *Alnus glutinosa*, soomadar *Galium palustre* – on tüüpilised soometsadele, st. need on säilinud laanemetsades esinenud mikrokoosluste laikudes, kus kasvutingimused ei ole kraavitusele

vaatamata väga järsult muutunud või on tegemist lihtsalt viibega nende liikide kadumisel, st. väljasuremisvõlaga. Kaevandatavatel aladel kraavitusega laanemetsi inventeerimisalade hulgas ei olnud.

Kokkuvõtvalt võib tõdeda, et **kraavituse mõju on laanemetsade taimkattele suhteliselt tagasihoidlik; see võib avalduda ajapikku vaid endiste soostunud mikrokoosluste liigilise koosseisu muutumises.**

Vajumata ja vajunud maapinnaga endiste kraavitusega **salumetsadega** kaevandusalade taimkatte liigilise koosseisu erinevuse olulisustõenäosus on aktsepteeritavast 0.05 tasemest veidi kõrgem (1003 *versus* 1103; $p=0.062$; lisa 3.11), kuid kraavitusega, vajunud endiste kaevandusalade võrdlemine kaevandatavate ja perspektiivsete kraavitusega aladega kinnitab nende liigilise koosseisu erinevust (1103 *versus* 2003; $p=0.013$ ja 1103 *versus* 3003; $p<0.001$; lisa 3.11). Ühelgi osutatud alade rühmal olulisi indikaatorliike ei ole (lisa 3.10). Siit saab järeldada, et **kaevandusega kaasnev maapinna vajumine põhjustab salumetsade kasvukohatüübirühma taimekooslustes nende liigilise koosseisu muutumise, aga see on tuvastatav üksnes kogu liigilise koosseisu põhjal, mitte konkreetsete indikaatorliikide tasemel.**

Vajumata maapinnaga kraavitusega ja kraavitusega salumetsadega endiste kaevandusalade võrdluse põhjal osutub nende taimkate sarnaseks (1003 *versus* 1013; $p=0.130$; lisa 3.11). Taimkatte liigiline koosseis ei erine ka kaevandatavatel kraavideta ja kraavitusega aladel (2003 *versus* 2013; $p=0.152$; lisa 3.11), vastavatel perspektiivsetel kaevandusaladel aga ilmneb liigilise koosseisu erinevus (3003 *versus* 3013; $p=0.004$; lisa 3.11). Käesoleval juhul on usutavasti jällegi tegemist taimkatte muutumise viibega (väljasuremisvõlaga): perspektiivsetel kaevandusaladel on sealsete kraavitatud salumetsade soostunud mikrokooslustes säilinud märgadele kasvukohtadele iseloomulikke taimeliike (nt. kollane tarn *Carex flava*, harilik varsakabi *Caltha palustris*; lisa 3.10), ent **kaevandatavatel ja ammendatud kraavitamata ja kraavidega kaevandusaladel liigiline koosseis ühtlustub, st. väljasuremisvõlg väheneb.**

5.2.3 Soostuvad ja soometsad

Soostuvaid (sõnajala, angervaksa, sinihelmika, karusambla-mustika, karusambla, sinika KKT) ja soometsi (madal soo, lodu, siirdesoo, raba KKT) oli analüüsitavas valimis 76. Vajumata (100) ja vajunud (110) maapinnaga kraavideta endiste kaevandusalade taimkatte liigiline koosseis on nendes metsades oluliselt erinev ($p=0.002$; tabel 19).

Tabel 19 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud soostuvate ja soometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.

Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
301 versus 300	-1.320	0.006	0.102
301 versus 110	-1.925	0.014	0.049
301 versus 200	-1.606	0.011	0.073
301 versus 201	0.320	-0.003	0.552
301 versus 100	-1.313	0.010	0.103
300 versus 110	-3.010	0.017	0.011
300 versus 200	-3.884	0.020	0.003
300 versus 201	0.487	-0.003	0.638
300 versus 100	-1.403	0.008	0.092
110 versus 200	-0.207	0.001	0.363
110 versus 201	-0.589	0.007	0.248
110 versus 100	-3.636	0.032	0.002
200 versus 201	-0.137	0.002	0.365
200 versus 100	-2.085	0.020	0.041
201 versus 100	1.234	-0.021	0.937

Rühmade koodi esimene number märgib ala seisundit (1 – ammendatud, 2 – kaevandatav, 3 – perspektiivne kaevandusala), teine ala vajumist (0 – vajumine puudub, 1 – vajumine esineb), kolmas number aga kuivenduse mõju esinemist (0 – kuivenduse mõju puudub + nõrk kuivenduse mõju, 1 – mõõdukas + tugev kuivenduse mõju). Muud tähistused vt. tabel 12.

Esimest rühma iseloomustavad eeskätt soometsade liigid – soo-osi *Equisetum palustre*, õrn tarn *Carex disperma*, rabamurakas *Rubus chamaemorus*, vööthuul-sõrmkäpp *Dactylorhiza fuchsii*, suhteliselt suur on neil aladel ka konnaosja *Equisetum fluviatile*, tupp-villpea *Eriophorum vaginatum*, kollase tarna *Carex flava* jt. sagedus. Vajunud aladel on lisaks harilikule sarapuule *Corylus avellana* ja karvasele sõstrale *Ribes spicatum* tüüpilised veel mitmed nemoraalsed liigid – harilik naat *Aegopodium podagraria*, harilik kopsurohi *Pulmonaria obscura*, metstulikas *Ranunculus cassubicus* jt. (lisa 3.12). Liigiline koosseis erineb ka vajumata maapinnaga, kraavitamata endiste ja kaevandatavate alade vahel (100 vs. 200; $p=0.041$; tabel 19).

Kaevandatavate alade ainsaks oluliseks indikaatorliigiks on longus helmikas *Melica nutans*, ülejäänud suurema indikaatorväertusega liikide seas leidub nii tüüpilisi salumetsade taimi – nt. võsaulane *Anemone nemorosa*, harilik vaher *Acer platanooides* – kui ka soometsade liike, nt. harilik angervaks *Filipendula ulmaria*, turvaskannike *Viola epipsila*, sanglepp *Alnus glutinosa* jt. (lisa 3.12).

Nende tulemuste põhjal saab järeldada, et **soostuvates ja soometsades põhjustab kaevandamine, eriti märgatavalt aga ammendatud kaevandusalade maapinna vajumine**

taimkatte kasvukohtade kuivendamist ning sealse turbalasundi mineraliseerumist, mis omakorda kutsub esile salumetsadele omaste taimeliikide asumise nendele aladele, samuti juba olemasolevate saluliikide ohtruse suurenemise.

Kraavituseeta ja kraavidega kaevandatavatel ning samasugustel perspektiivsetel kaevandusaladel (200 *versus* 201 ja 300 *versus* 301) osutus taimkatte liigilise koosseisu erinevus ebaoluliseks ($p=0.365$ ja $p=0.102$; tabel 19); vajumata maapinnaga, aga kraavitusega endiste kaevandusalade metsi siin võrdluseks kasutada ei saa, sest neid oli valimis ainult üks. Seletus peitub siin asjaolus, et võrreldavate alade jagamine rühmadeks on praegusel juhul liialt robustne – ühte rühma on hõlmatud väga erineva ökoloogilise taustaga kooslused ja see varjutab kraavituse mõju. Siinset väidet kinnitab alljärgnev detailsem analüüs, milles on rühmitamisel arvestatud ka seda, millisesse kasvukoha-tüübirühma alad kuuluvad.

Võttes rühmitamise tunnuseks täiendavalt arvesse **kasvukoha-tüübirühma** (soostuvad/sooviku-, rabastuvad-, madalsoo-, siirdesoo-, rabametsad), tuleb silmas pidada, et selle tulemusena jaotub analüüsiv valim väikesearvulisteks rühmadeks (lisa 3.13), mille liigilise koosseisu erinevuse statistiline hindamine pole sageli põhjendatud, mitmel rühmal puuduvad ka olulised indikaatorliigid.

Vajumise mõju väljaselgitamiseks soovikumetsades saame omavahel võrrelda vajunud maapinnaga endisi kaevandusalasid kaevandatavate aladega (1103 *versus* 2003), mille puhul ilmneb taimkatte liigilise koosseisu ebaoluline erinevus ($p=0.207$; lisa 3.14). Mõlemas alade rühmas on indikaatorliikide seas mitmeid tüüpilisi salutaimi, ent kaevandatavatel aladel on indikaatorliikideks lisaks veel märgadele kasvukohtadele iseloomulik harilik angervaks *Filipendula ulmaria* ja sageli lodumetsade põõsarindes valitsev harilik toomingas *Padus avium* (lisa 3.13). Vajunud maapinnaga endiste kaevandusalade ja perspektiivsete kaevandusalade soovikumetsade liigiline koosseis statistiliselt ei erine (1103 *versus* 3003; $p=0.198$; lisa 3.14). Perspektiivsete kaevandusalade soovikumetsadel indikaatorliike ei ole. Esimene võrdlus osutab siiski **soovikumetsade vajunud aladel valitsevatele kuivematele kasvutingimustele analoogsete kaevandatavate aladega võrreldes.**

Rabastuvate metsadega vajumata ja vajunud maapinnaga endiste kaevandusalade taimkatte liigiline koosseis on oluliselt erinev (1004 *versus* 1104; $p<0.001$; lisa 3.14). Vajumata maapinnaga rabastuvate metsade indikaatorliikide seas tulevad esile harilik kukemari *Empetrum nigrum*, rabamurakas *Rubus chamaemorus*, ümaralehine uibuleht *Pyrola rotundifolia*; vajunud aladel on oluliseks indikaatorliigiks tähttarn *Carex echinata*, suhteliselt kõrge indikaatorväärtusega on ka harilik sarapuu *Corylus avellana*, harilik jänsekapsas *Oxalis acetosella* ja harilik jalakas *Ulmus glabra*, mis viitavad sealsete kasvukohtade turbalasundi toiterikkuse suurenemisele turbalasundi mineraliseerumise tagajärjel.

Vajunud endiste kaevandusalade rabastuvate metsade võrdlemine kaevandatavate ja perspektiivsete kaevandusalade rabastuvate metsadega liigilise koosseisu erinevust ei tuvastanud (1104 *versus* 2004; $p=0.280$ ja 1104 *versus* 3004; $p=0.495$; lisa 3.14). Seega ei ole kaevandatavatel aladel taimkatte liigiline koosseis veel märkimisväärselt muutunud – tegemist on muutuste ajalise viibega (liikide väljasuremisvõlaga). Vajumata maapinnaga endiste kaevandusalade ja perspektiivsete kaevandusalade rabastuvate metsade taimkate osutub oluliselt erinevaks (1004 *versus* 3004; $p=0.030$; lisa 3.14), kuid indikaatorliike viimases rühmas esile ei tulnud (lisa 3.13).

Kraavideta endiste kaevandusalade **rabastuvate metsade** võrdlemisel kraavidega käigusolevate ning kraavidega perspektiivsete kaevandusalade vastavate metsadega ilmneb

nende liigilise koosseisu sarnasus (1004 versus 2014, $p=1.000$ ja 1004 versus 3014, $p=0.453$; lisa 3.14). Liigilise koosseisu erinevus osutus ebaoluliseks ka kraavideta ja kraavidega kaevandatavate rabastuvate metsade puhul (2004 versus 2014, $p=0.457$). Selle põhjuseks võib olla rabastuvate metsade turbalasuundi suhteliselt aeglane mineraliseerumine soovikumetsadega võrreldes, kuid kuna tegemist on väga väikeste rühmadega (lisa 3.12), tuleb nendesse tulemustesse suhtuda kriitiliselt.

Oluline liigilise koosseisu erinevus ilmneb perspektiivsete kaevandusalade kraavideta ja kraavidega rabastuvate metsade võrdlemisel (3004 versus 3014, $p=0.043$; lisa 3.14), kuigi kummaski alade rühmas olulisi indikaatorliike ei ole (lisa 3.12). Lisaks erinevad taimkatte poolest oluliselt perspektiivsete kaevandusalade kraavideta ja kraavidega **madalsoometsad** (3005 vs. 3015; $p=0.031$; lisa 3.12).

5.2.4 Soovikumetsad

Soovikumetsade (sõnajala, angervaksa, sinihelmika KKT) valimisse kuulub ainult 17 ala, seetõttu on nende puhul erinevate tunnuste järgi rühmitamise võimalused piiratud. Võrreldes kõigepealt endiste ja perspektiivsete kaevandusalade liigilist koosseisu ilmneb, et nende erinevuse olulisustõenäosus on veidi kõrgem ($p=0.057$) tavapäraselt aktsepteeritavast tasemest $p=0.05$.

Endistele kaevandusaladele on iseloomulikud mitmed nemoraalsed liigid, nt. metstulikas *Ranunculus cassubicus*, imekannike *Viola mirabilis*, harilik naat *Aegopodium podagraria*, harilik jänesesalat *Mycelis muralis* jt. (tabel 20). Perspektiivsetel kaevandusaladel asuvatel soovikumetsadel olulised indikaatorliigid peale metsosja *Equisetum sylvaticum* puuduvad, kuid selles rühmas tulevad suurema indikaatorväärtuse poolest esile nendel aladel säilinud soometsadele omased liigid – turbasamblad *Sphagnum* spp., sookastik *Calamagrostis canescens* ja tuhkur paju *Salix cinerea*.

Tabel 20 Alade seisundi järgi rühmitatud soovikumetsade indikaatorliigid ($p < 0.5$), nende suhteline sagedus ja suhteline ohtrus.

Tähistused: inventeerimisalade rühm 1 – endised kaevandusalad, rühm 3 – perspektiivsed kaevandusalad, muud tähistused vt. tabel 12.

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad							
			1		3		1		3	
			Analüüside arv							
			7		10		7		10	
			Indikaatorväärtus		Suhteline sagedus		Suhteline ohtrus			
<i>Ranucass</i>	1	0.016	57	0	57	0	100	0		
<i>Violmira</i>	1	0.016	57	0	57	0	100	0		
<i>Aegopoda</i>	1	0.019	70	0	71	20	98	2		
<i>Paduaviu</i>	1	0.045	82	2	86	50	95	5		
<i>Coryavel</i>	1	0.045	67	1	71	20	94	6		
<i>Mycemura</i>	1	0.045	65	2	71	20	91	9		
<i>Epiphell</i>	1	0.055	43	0	43	0	100	0		
<i>Pyrorotu</i>	1	0.055	43	0	43	0	100	0		
<i>Ribespic</i>	1	0.055	43	0	43	0	100	0		
<i>Fraxexce</i>	1	0.080	56	1	57	20	97	3		
<i>Hepanobi</i>	1	0.103	55	1	57	30	96	4		
<i>Pulmobsc</i>	1	0.126	40	1	43	10	94	6		

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad					
			1	3	1	3	1	3
			Analüüside arv					
			7	10	7	10	7	10
			Indikaatorväärtus		Suhteline sagedus		Suhteline ohtrus	
<i>Lonixylo</i>	1	0.174	54	2	57	30	94	6
<i>Ribenigr</i>	1	0.240	40	1	43	20	94	6
<i>Caresylv</i>	1	0.245	40	1	43	20	94	6
<i>Fragvesc</i>	1	0.248	41	1	43	30	95	5
<i>Mercpere</i>	1	0.288	38	10	57	30	67	33
<i>Rubuidae</i>	1	0.332	51	14	71	50	72	28
<i>Caredigi</i>	1	0.443	27	1	29	10	94	6
<i>Angesylv</i>	1	0.462	50	18	71	60	70	30
<i>Urtidloi</i>	1	0.477	31	11	43	40	73	27
<i>Geumriva</i>	1	0.481	46	27	100	50	46	54
<i>Equisylv</i>	3	0.009	0	70	0	70	0	100
<i>Vaccmyrt</i>	3	0.073	1	54	14	60	9	91
<i>Rubusaxa</i>	3	0.179	5	64	57	70	8	92
<i>Sphagsp.</i>	3	0.194	0	40	0	40	0	100
<i>Solivirg</i>	3	0.222	3	54	29	60	10	90
<i>Linnbore</i>	3	0.228	0	30	0	30	0	100
<i>Galealute</i>	3	0.231	0	30	0	30	0	100
<i>Potepalu</i>	3	0.232	0	30	0	30	0	100
<i>Maiabifo</i>	3	0.245	5	62	43	70	11	89
<i>Luzupilo</i>	3	0.310	6	62	57	70	11	89
<i>Calacane</i>	3	0.311	0	39	14	40	2	98
<i>Poputrem</i>	3	0.351	16	43	43	70	38	62
<i>Poteerec</i>	3	0.390	1	29	14	30	4	96
<i>Milieffu</i>	3	0.417	1	36	14	40	10	90
<i>Creppalu</i>	3	0.438	10	39	29	60	36	64
<i>Dryoexpa</i>	3	0.477	1	28	14	30	6	94
<i>Dryocart</i>	3	0.479	15	44	57	60	26	74
<i>Salicine</i>	3	0.481	1	28	14	30	6	94

Ka vajumata ja vajunud maapinnaga soovikumetsade liigiline koosseis on statistika seisukohast piiripealselt eristumatu ($p=0.057$). Vajumata aladel asuvates soovikumetsades olulisi indikaatorliike ei eristunud (tabel 21), vajunud alade metsi iseloomustavad – nii nagu käsitletud kõiki soostuvaid ja soometsi hõlmava vajunud alade valimi korral – mitmed kasvukohtade head troofsust ning niiskuserohkust osutavad liigid – harilik saluhein *Milium effusum*, laiuv sõnajalg *Dryopteris expansa*, võsaülane *Anemone nemoralis*, harilik pärn *Tilia cordata*, harilik naistesõnajalg *Athyrium filix-femina* jt. (tabel 21).

Tabel 21 Alade vajumise järgi rühmitatud soostuvate metsade indikaatorliigid ($p < 0.5$), nende suhteline sagedus ja suhteline ohtrus.

Tähistused: inventeerimisalade rühm 0 – vajumata kaevandusalad, rühm 1 – vajunud kaevandusalad, muud tähistused vt. tabel 12.

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad							
			0		1		0		1	
			Analüüside arv							
			13		4		13		4	
			Indikaatorväärtus		Suhteline sagedus		Suhteline ohtrus			
<i>Pinusylv</i>	0	0.253	51	7	69	25	73	27		
<i>Convmaja</i>	0	0.282	38	0	38	0	100	0		
<i>Vaccviti</i>	0	0.302	38	4	46	25	82	18		
<i>Aegopoda</i>	0	0.372	44	1	46	25	96	4		
<i>Ranucass</i>	0	0.405	31	0	31	0	100	0		
<i>Violmira</i>	0	0.405	31	0	31	0	100	0		
<i>Salicine</i>	0	0.409	31	0	31	0	100	0		
<i>Lysivulg</i>	0	0.411	31	0	31	0	100	0		
<i>Sphagsp.</i>	0	0.420	31	0	31	0	100	0		
<i>Poteerec</i>	0	0.492	31	0	31	0	100	0		
<i>Milieffu</i>	1	0.002	0	98	8	100	2	98		
<i>Equisylv</i>	1	0.014	5	77	23	100	23	77		
<i>Dryoexpa</i>	1	0.018	0	74	8	75	1	99		
<i>Anemnemo</i>	1	0.020	1	68	8	75	9	91		
<i>Tilicord</i>	1	0.020	1	68	8	75	9	91		
<i>Athyfili</i>	1	0.025	4	67	38	75	10	90		
<i>Dryocart</i>	1	0.026	10	79	46	100	21	79		
<i>Urtidioi</i>	1	0.037	8	64	23	100	36	64		
<i>Ribealpi</i>	1	0.049	3	62	15	75	17	83		
<i>Soladulc</i>	1	0.084	0	49	8	50	1	99		
<i>Gymndryo</i>	1	0.089	0	49	8	50	1	99		
<i>Betupend</i>	1	0.093	5	57	23	75	24	76		
<i>Poputrem</i>	1	0.100	15	68	46	100	32	68		
<i>Galealute</i>	1	0.116	2	35	8	50	31	69		
<i>Stelnemo</i>	1	0.140	1	48	23	50	4	96		
<i>Ranurepe</i>	1	0.142	1	48	23	50	4	96		
<i>Caltpalu</i>	1	0.143	1	47	23	50	5	95		
<i>Calacane</i>	1	0.153	3	43	23	50	14	86		
<i>Melaprat</i>	1	0.179	4	38	15	50	24	76		
<i>Rubuidae</i>	1	0.195	17	63	46	100	37	63		
<i>Daphmeze</i>	1	0.218	4	38	15	50	24	76		
<i>Linnbore</i>	1	0.236	1	24	15	25	6	94		
<i>Aluinca</i>	1	0.250	9	53	31	75	29	71		
<i>Maiabifo</i>	1	0.293	10	61	54	75	18	82		
<i>Acerplat</i>	1	0.301	13	50	38	75	34	66		
<i>Rubusaxa</i>	1	0.342	20	62	54	100	38	62		
<i>Creppalu</i>	1	0.461	16	43	38	75	43	57		

5.2.5 Rabastuvad metsad

Omaette valimiks (kokku 29 ala) eraldatud rabastuvate (karusambla-mustika, karusambla, sinika KKT) metsade analüüsi põhjal selgus, et vajumata maapinnaga ja kraavituseeta endistel kaevandusaladel (100) on sooliigid säilinud. Selle rühma alade olulisteks indikaatorliikideks on rabamurakas *Rubus chamaemorus*, ümaralehine uibuleht *Pyrola rotundifolia* ja kahelehine käoheel *Platanthera bifolia*, lisaks on siin suurema indikaatorväärtusega kui muudes rühmades veel hanevits *Chamaedaphne calyculata*, harilik kukemari *Empetrum nigrum* ja vööthuul-sõrmkäpp *Dactylorhiza fuchsii* (tabel 22).

Vajunud maapinnaga, aga kraavituseeta endiste kaevandusalade metsades (110) on tüüpilised suhteliselt hea troofsusega kasvukohtade tavalised liigid – harilik jänesekapsas *Oxalis acetosella*, harilik sarapuu *Corylus avellana*, harilik paakspuu *Fragula alnus*, hall lepp *Alnus incana*, samuti laia ökoloogilise amplituudiga niiskete/märgade kasvukohtade liigid – hallikas tarn *Carex canescens*, soo-koeratubakas *Crepis paludosa*, harilik luga *Juncus effusus*. Statistilisest seisukohast on nende alade liigiline koosseis oluliselt erinev ($p < 0.001$; tabel 22).

See võrdlus toob selgesti esile **kaevandusest tuleneva maapinna vajumise mõju rabastuvate metsade taimkattele: algselt suhteliselt toitevaesed kasvukohad muutuvad turbalasundi mineraliseerumise tagajärjel sobivaks toiterikkuse suhtes nõudlikumatele taimeliikidele.**

Tabel 22 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud rabastuvate metsade indikaatorliigid ($p < 0.5$) ja nende suhteline sagedus.

Rühmade koodinumbrite tähendus vt. tabel 19, muud tähistused vt. tabel 12.

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad											
			100	110	200	201	300	301	100	110	200	201	300	301
			Analüüside arv											
			3	2	4	2	9	9	3	2	4	2	9	9
Indikaatorväärtus						Suhteline sagedus								
<i>Rubucham</i>	100	0.034	78	0	5	5	0	0	100	0	50	50	0	11
<i>Pyrorotu</i>	100	0.042	57	0	6	0	0	0	67	0	50	0	0	11
<i>Platbifo</i>	100	0.048	58	0	0	15	0	3	100	0	0	50	0	22
<i>Chamcaly</i>	100	0.099	43	0	0	11	1	1	67	0	0	50	22	11
<i>Empenigr</i>	100	0.102	49	0	6	26	0	0	100	0	25	100	11	22
<i>Dactfuch</i>	100	0.177	29	16	4	0	0	1	67	50	25	0	0	11
<i>Oxalacet</i>	110	0.015	0	65	7	0	9	0	0	100	50	0	44	33
<i>Coryavel</i>	110	0.021	2	74	0	0	2	4	33	100	0	0	33	22
<i>Franalnu</i>	110	0.068	2	66	1	4	3	11	67	100	50	100	89	56
<i>Alnuinca</i>	110	0.120	0	46	2	0	0	0	0	50	50	0	22	11
<i>Pteraqui</i>	110	0.123	0	43	1	0	1	1	0	50	25	0	33	11
<i>Carecane</i>	110	0.127	0	48	1	0	0	0	0	50	25	0	0	11
<i>Creppalu</i>	110	0.127	0	48	1	0	0	0	0	50	25	0	0	11
<i>Dryocart</i>	110	0.207	0	43	11	1	10	10	33	100	50	50	67	67
<i>Orthsecu</i>	110	0.208	0	38	0	0	1	10	0	50	0	0	33	44
<i>Juncfili</i>	110	0.233	0	34	0	0	0	7	0	50	0	0	0	22
<i>Acerplat</i>	110	0.246	4	35	2	9	7	4	33	100	25	50	44	33
<i>Junceffu</i>	110	0.311	0	33	8	0	0	0	0	50	25	0	11	0
<i>Betupend</i>	110	0.348	0	29	7	0	0	1	0	50	25	0	0	11
<i>Gymndryo</i>	110	0.380	0	29	7	0	1	0	0	50	25	0	11	0
<i>Cirsoler</i>	110	0.424	12	26	0	0	0	1	33	50	0	0	0	11
<i>Daphmeze</i>	110	0.432	12	26	0	0	0	1	33	50	0	0	0	11

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad											
			100	110	200	201	300	301	100	110	200	201	300	301
			Analüüside arv											
			3	2	4	2	9	9	3	2	4	2	9	9
Indikaatorväärtus						Suhteline sagedus								
<i>Athyfili</i>	110	0.443	0	30	7	0	1	4	0	50	25	0	33	44
<i>Sphagsp.</i>	200	0.013	1	1	87	1	1	2	33	50	100	50	44	56
<i>Hylospile</i>	200	0.050	0	0	49	0	0	0	0	0	50	0	22	0
<i>Desccesp</i>	200	0.119	0	2	47	0	0	0	0	50	50	0	22	22
<i>Andrpoli</i>	200	0.122	5	0	44	0	0	1	67	0	50	0	0	33
<i>Melasyly</i>	200	0.124	0	0	35	0	2	2	0	0	50	0	11	11
<i>Dicrpoly</i>	200	0.395	2	0	23	0	0	0	33	0	25	0	11	0
<i>Melaprat</i>	201	0.045	0	10	0	61	0	6	33	50	0	100	11	33
<i>Piceabie</i>	201	0.144	21	5	5	54	5	10	100	100	100	100	100	100
<i>Saliauri</i>	201	0.154	0	0	0	45	2	3	0	0	0	50	44	56
<i>Dactmacu</i>	201	0.196	2	4	0	41	0	0	33	50	0	50	11	11
<i>Careglob</i>	201	0.204	0	0	0	39	9	1	0	0	0	50	44	33
<i>Betuxaur</i>	201	0.265	0	0	0	30	6	1	0	0	0	50	22	11
<i>Betupube</i>	201	0.295	34	1	3	49	2	8	100	50	75	100	67	89
<i>Ledupalu</i>	201	0.384	13	4	10	30	0	11	67	50	50	100	33	56
<i>Descflex</i>	201	0.491	0	0	0	29	1	22	0	0	0	50	33	56
<i>Calacane</i>	300	0.262	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	33	11
<i>Dryoexpa</i>	300	0.484	0	6	1	0	28	0	0	50	25	0	33	0
<i>Salicapr</i>	301	0.278	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	33
<i>Solivirg</i>	301	0.399	0	3	1	0	22	32	0	50	25	0	67	56
<i>Luzupilo</i>	301	0.475	2	5	11	5	4	35	33	50	75	50	44	67

Tabel 23 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud rabastuvate metsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.

NaN – võrdlus pole rühmade vaiksuse tõttu võimalik; rühmade koodinumbrite tähendus vt. tabel 19, muud tähistused vt. tabel 12.

Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
301 versus 300	-1.957	0.026	0.043
301 versus 110	-1.102	0.039	0.127
301 versus 201	0.242	-0.008	0.513
301 versus 100	0.088	-0.002	0.452
301 versus 200	-0.701	0.017	0.209
300 versus 110	0.055	-0.001	0.483
300 versus 201	-0.679	0.017	0.228
300 versus 100	-2.218	0.045	0.030
300 versus 200	-1.168	0.023	0.123
110 versus 201	-1.410	0.094	NaN
110 versus 100	-1.788	0.110	<0.0010
110 versus 200	-0.394	0.034	0.271
201 versus 100	0.941	-0.063	1.000
201 versus 200	0.017	-0.001	0.448
100 versus 200	-0.665	0.025	0.238

Kaevandatavatel kuivendamata aladel (200) on olulise indikaatorliigina säilinud turbasamblad *Sphagnum* sp. ja ka harilik küüvits *Andromeda polifolia*; kaevandatavatel kraavidega aladel (201) aga kõrvpaju *Salix aurita*, kuradi-sõrmkäpp *Dactylorhiza maculata*, keratarn *Carex globularis* ja sookail *Ledum palustre*, mis viitab sellele, et neil aladel on algne taimkate veel vähemalt osaliselt säilinud, kauem kaevandatud aladel aga toimub turbahorisondi kõdustumine. Kogu liigilise koosseisu põhjal need alad siiski statistiliselt eristatavad ei ole ($p=0.448$; tabel 23).

5.2.6 Soometsad

22 soometsa (madalsoometsa, lodumetsa, siirdesoometsa ja rabametsa KKT) rühmitamisel alade seisundi, vajumise ning kraavituse esinemise põhjal nende rühmade liigiline koosseis ühegi paariviisilise võrdluse korral oluliselt erinevaks ei osutunud (tabel 24), mis tuleneb siinkohal jällegi liialt jämedast rühmitamisest, st. võrreldavates rühmades on läbisegi erinevate kasvukohatüüpide kooslused. Detailsemat kasvukoha-tüübirühmi arvestavat rühmitamist aga ei ole valimi väiksuse tõttu mõtet teha. Tuleb veel silmas pidada, et paljudes endistes soometsades on kuivendamise mõjul – tulenes see siis maaparandusest, kaevandamisest või mõlemast – kasvukohatüüp üldse kadumas.

Vajumata maapinnaga endistel kaevandusaladel (100) asuvates soometsades on olulise indikaatorliigina eristatav vaid soo-osi *Equisetum palustre*, suurem kui teistes rühmades on siin ka õrna tarna *Carex disperma*, konnaosja *Equisetum fluviatile* ja hariliku pilliroo *Phragmites australis* indikaatorväärtus (tabel 25). Kaevandatavate alade (200) soometsi iseloomustavate liikidena tulevad esile turvaskannike *Viola epipsila*, paiseleht *Tussilago farfara*, soo-lõosilm *Myosotis scorpioides* ja harilik kolmissõnajalg *Gymnocarpium dryopteris*, mis mingit ökoloogiliselt interpreteeritavat liigirühma ei moodusta.

Perspektiivsete kaevandamata alade rühmas on suurem indikaatorväärtus peamiselt sooliikidel, mis esindavad erinevat tüüpi soid (madalsoodest rabadeni). Seega käesolev analüüs mingeid täpsustavaid tulemusi kõiki soostuvaid ja soometsi hõlmava valimi analüüsiga võrreldes ei lisanud.

Tabel 24 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud soometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.

Rühmade koodinumbrite tähendus vt. tabel 19, muud tähistused vt. tabel 12.

Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
301 versus 300	-1.357	0.020	0.097
301 versus 200	0.922	-0.027	0.820
301 versus 100	-0.949	0.017	0.165
300 versus 200	0.139	-0.002	0.474
300 versus 100	-0.844	0.012	0.175
200 versus 100	0.580	-0.013	0.706

Tabel 25 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud soometsade indikaatorliigid ($p < 0.5$) ja nende suhteline sagedus.

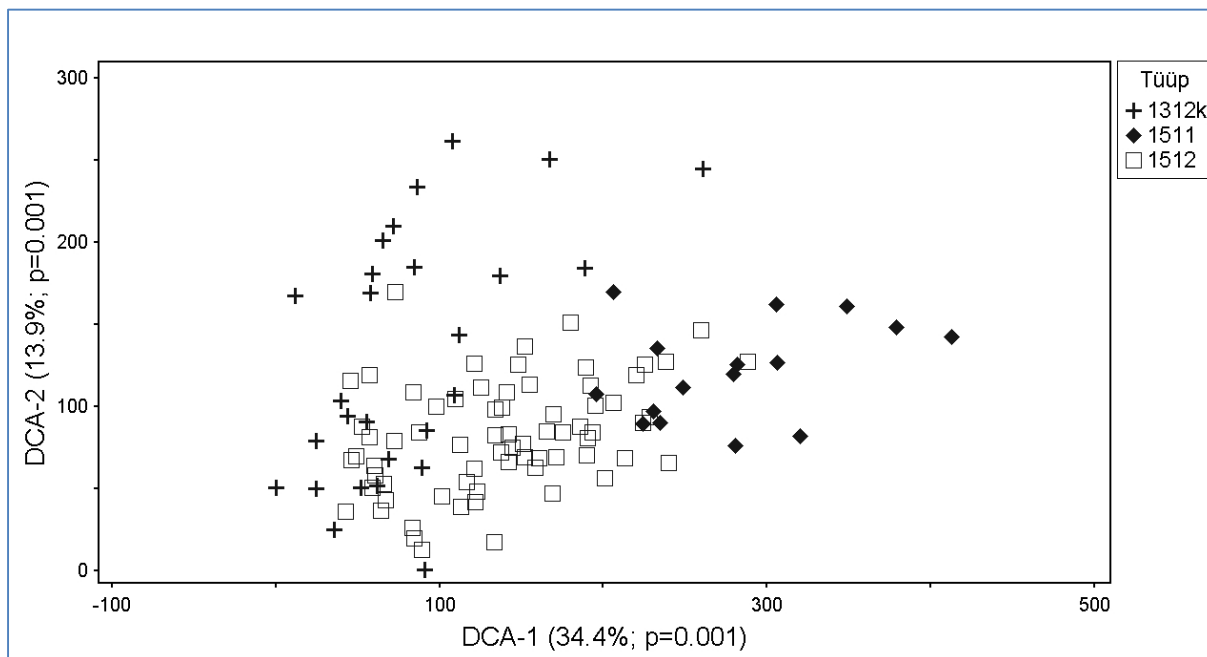
Rühmade koodinumbrite tähendus vt. tabel 19, muud tähistused vt. tabel 12.

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad											
			100	200	300	301	100	200	300	301	100	200	300	301
			Analüüside arv											
			4	3	11	4	4	3	11	4	4	3	11	4
Indikaatorväärtaus				Suhteline sagedus				Suhteline ohtrus						
<i>Equipalu</i>	100	0.0196	70	1	0	1	75	33	0	25	93	4	0	3
<i>Caredisp</i>	100	0.0650	46	0	1	0	50	0	18	0	93	0	7	0
<i>Lonixylo</i>	100	0.1590	33	0	0	8	50	0	0	25	67	0	0	33
<i>Orthsecu</i>	100	0.1864	30	13	0	0	50	33	0	0	60	40	0	0
<i>Pinusylv</i>	100	0.1930	34	15	22	8	100	67	82	50	34	22	27	17
<i>Alnuinca</i>	100	0.2068	44	0	1	4	50	0	18	50	89	0	3	8
<i>Equifluv</i>	100	0.2458	34	0	6	0	50	0	18	0	68	0	32	0
<i>Phraaust</i>	100	0.3241	34	21	8	0	75	67	36	25	45	32	22	1
<i>Fraxexce</i>	100	0.3769	29	27	0	1	50	67	0	25	57	40	0	3
<i>Querrobu</i>	100	0.3781	23	10	0	6	50	33	0	25	46	31	0	23
<i>Franalnu</i>	100	0.4777	34	11	13	2	75	67	36	75	45	16	36	3
<i>Virolepip</i>	200	0.0236	0	66	3	1	0	100	9	25	0	66	30	4
<i>Tussfarf</i>	200	0.0316	2	62	0	0	25	67	0	0	6	94	0	0
<i>Myosscor</i>	200	0.0352	0	58	2	0	0	67	18	0	0	88	13	0
<i>Gymndryo</i>	200	0.0478	0	61	0	2	0	67	9	25	0	91	2	6
<i>Convmaja</i>	200	0.1096	3	60	0	1	50	67	9	25	6	89	1	3
<i>Lycoeuro</i>	200	0.1242	0	50	4	3	0	67	18	50	0	74	20	5
<i>Galipalu</i>	200	0.1340	0	48	9	1	0	67	36	50	0	72	25	3
<i>Acerplat</i>	200	0.1820	5	49	0	11	50	67	9	75	10	73	2	15
<i>Lysivulg</i>	200	0.1826	0	43	9	1	0	67	27	25	0	64	34	2
<i>Lysithyr</i>	200	0.2294	0	30	0	2	0	33	9	25	0	91	2	7
<i>Sorbaucu</i>	200	0.2611	6	47	5	1	75	67	27	25	8	70	20	3
<i>Soladulc</i>	200	0.2655	1	41	9	2	25	67	27	50	2	61	32	4
<i>Alnuglut</i>	200	0.2975	2	48	4	4	50	67	18	75	3	72	20	5
<i>Junceffu</i>	200	0.3187	0	25	7	0	0	33	27	0	0	75	25	0
<i>Calaarun</i>	200	0.3275	1	31	0	1	25	33	9	25	3	92	1	3
<i>Solivirg</i>	200	0.3295	3	30	0	1	50	33	0	25	7	90	0	3
<i>Daphmeze</i>	200	0.3325	6	27	0	2	50	33	0	25	12	82	0	6
<i>Filidenu</i>	200	0.3589	0	23	1	4	0	33	9	25	0	70	13	17
<i>Betupube</i>	200	0.3793	21	54	12	5	75	100	91	100	28	54	13	5
<i>Scirsylv</i>	200	0.3793	0	29	21	0	0	67	36	0	0	43	57	0
<i>Dicrpoly</i>	200	0.3963	0	22	6	0	0	33	18	0	0	65	35	0
<i>Mycemura</i>	200	0.3967	0	24	4	1	0	33	18	25	0	73	22	5
<i>Luzupilo</i>	200	0.4455	1	33	7	8	25	67	18	75	3	50	37	10
<i>Cirsoler</i>	200	0.4949	18	30	1	18	75	67	9	75	24	45	8	24
<i>Oxycpalu</i>	300	0.0408	0	2	67	1	0	33	73	25	0	5	92	3
<i>Vaccmyrt</i>	300	0.0698	1	5	53	14	50	33	82	75	2	15	64	18
<i>Eriovagi</i>	300	0.0806	3	1	53	3	75	33	64	25	3	2	84	11
<i>Andrpoli</i>	300	0.2108	2	0	45	2	25	0	55	25	9	0	82	9
<i>Chamcaly</i>	300	0.2392	0	11	36	0	0	33	55	0	0	34	66	0
<i>Carelasi</i>	300	0.2505	1	0	35	0	25	0	36	0	4	0	96	0

Liik	Max gr.	p	Inventeerimisalade rühmad											
			100	200	300	301	100	200	300	301	100	200	300	301
			Analüüside arv											
			4	3	11	4	4	3	11	4	4	3	11	4
Indikaatorväärtus				Suhteline sagedus				Suhteline ohtrus						
<i>Carenigr</i>	300	0.2559	0	0	27	0	0	0	27	0	0	0	100	0
<i>Empenigr</i>	300	0.2887	1	0	35	0	25	0	36	0	5	0	95	0
<i>Peucpalu</i>	300	0.2953	0	0	33	2	0	0	36	25	0	0	92	8
<i>Dactmacu</i>	300	0.3119	4	0	38	0	25	0	45	0	16	0	84	0
<i>Poteerec</i>	300	0.3175	0	3	33	0	0	33	36	0	0	10	90	0
<i>Callvulg</i>	300	0.3181	1	0	40	1	25	0	45	25	6	0	89	6
<i>Menytrif</i>	300	0.3369	0	0	27	0	0	0	27	0	0	0	100	0
<i>Cirspalu</i>	300	0.3783	3	0	32	0	25	0	36	0	11	0	89	0
<i>Violpalu</i>	300	0.3867	2	0	31	2	25	0	36	25	7	0	85	7
<i>Molicaer</i>	300	0.4427	1	0	25	1	25	0	27	25	4	0	92	4
<i>Salicine</i>	300	0.4825	8	0	31	1	75	0	36	25	10	0	87	3
<i>Fragvesc</i>	301	0.0206	6	0	0	56	25	0	0	75	25	0	0	75
<i>Maiabifo</i>	301	0.0572	2	3	0	61	25	33	9	75	7	9	2	82
<i>Lycoanno</i>	301	0.1320	0	0	1	42	0	0	9	50	0	0	15	85
<i>Geumriva</i>	301	0.1912	2	4	5	54	50	67	27	75	4	6	18	72
<i>Oxalacet</i>	301	0.3447	5	22	3	31	50	67	18	75	9	34	15	42
<i>Dryocart</i>	301	0.3649	0	25	9	36	25	67	36	100	1	37	25	36
<i>Creppalu</i>	301	0.4767	1	2	3	27	25	33	9	50	5	6	35	53

5.2.7 Kuivendatud ja kõdusoometsad

Detailsemaks omaette analüüsiks eraldatud valim kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsadest hõlmab 114 ala. Ordinatsiooniskeemil (joonis 27) on näha mustika-kõdusoometsade üsna selge eristumine teistest käsitletavatest metsadest, samal ajal kui kuivendatud angervaksa ja jänesekapsa-kõdusoometsad omavahel osaliselt kattuvad. Mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel erineb kõigi kolme kasvukohatüübi metsade liigiline koosseis statistiliselt siiski väga olulisel määral (tabel 26).



Joonis 27 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade ordinatsiooniskeem. Rühmade koodinumbrid: 1312k – kuivendatud angervaksa, 1511 – mustika-kõdusoo, 1512 – jänesekapsa-kõdusoo metsakasvukohatüüp.

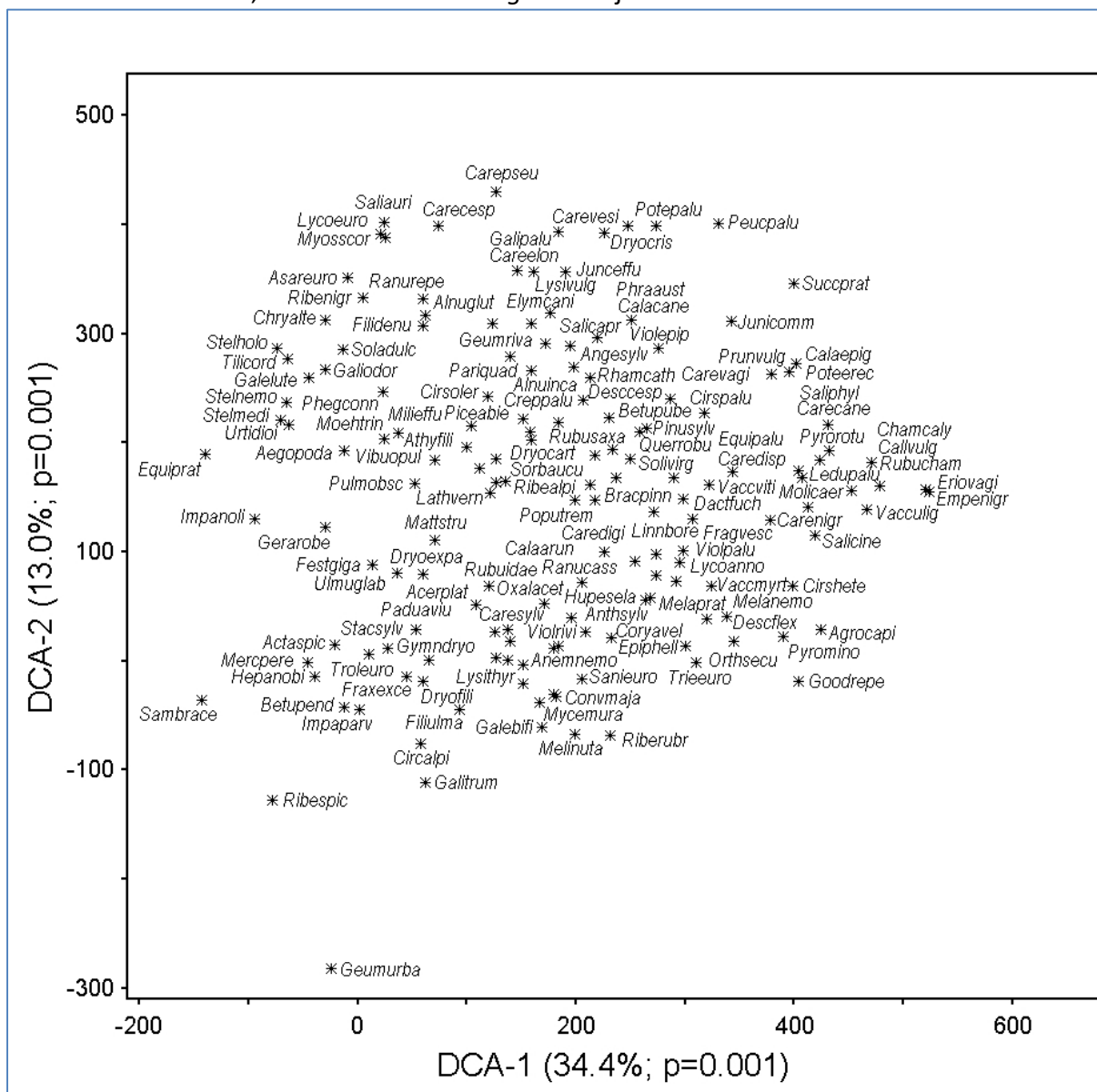
Tabel 26 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.

Rühmade koodinumbrid nagu joonisel 27, muud tähistused vt. tabel 12.

Võrreldavad tüübid	Statistik		
	T	A	p
1512 versus 1312k	-8.909	0.014	<0.001
1512 versus 1511	-20.702	0.041	<0.001
1312k versus 1511	-17.507	0.088	<0.001

Liikide ordinatsiooniskeem (joonis 28) kajastab ilmekalt esimese ordinatsioonitelje suunalist kasvukohtade toiterikkuse gradienti. Telje negatiivses osas paiknevad hea troofsusega kasvukohti eelistavad tüüpilised saluliigid – harilik metspipar *Asarum europaeum*, mets-tähthein *Stellaria holostea*, salu-tähthein *S. nemorum*, harilik pärn *Tilia cordata*, kõrvenõges *Urtica dioica*, aasosi *Equisetum pratense*, õrn lemmalts *Impatiens noli-tangere*, püsig-seljarohi *Mercurialis perennis*, sinilill *Hepatica nobilis* jt. **Need liigid on analüüsitavate kasvukohatüüpide metsadesse valdavalt ilmunud alles pärast kuivenduse avaldumist ja turba mineraliseerumist – olgu siis maaparanduse või kaevandamise tulemusena.**

Joonis 28 esimese telje positiivses otsas on eksponeeritud toitevaestele rabadele või siirdesoodele omased liigid – tupp-villpea *Eriophorum vaginatum*, harilik kukemari *Empetrum nigrum*, hanevits *Chamaedaphne calyculata*, harilik kanarbik *Calluna vulgaris*, rabamurakas *Rubus chamaemorus*, sinikas *Vaccinium uliginosum* jt.



Joonis 28 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsades kasvavate taimeliikide ordinatsiooniskeem

Kuivendatud angervaksa kasvukohatüübi metsadele on iseloomulik eeskätt hulk tüüpilisi salumetsade taimi, nt. harilik naat *Aegopodium podagraria*, salu-tähthein *Stellaria nemorum*, mets-tähthein *S. holostea*, koldnõges *Galeobdolon luteum*, harilik pärn *Tilia cordata*, harilik kopsurohi *Pulmonaria obscura* jt. (tabel 27).

Samas on neis metsades olulise indikaatorväertusega ka niiskete/märgade kasvukohtade liigid – paljalehine angervaks *Filipendula denudata*, harilik luga *Juncus effusus*, roomav tulikas *Ranunculus repens*, põistarn *Carex vesicaria*, mätastarn *C. cespitosa* jt., mille puhul on ilmselt tegemist liikide väljasuremisvõlaga.

Mustika-kõdusoo kasvukohatüübi metsade indikaatorliikideks on kuivendamiseelsetest raba- ja/või siirdesoometsadest säilinud tupp-villpea *Eriophorum vaginatum*, harilik kanarbik *Calluna vulgaris*, hanevits *Chamaedaphne calyculata*, sookail *Ledum palustre*, harilik kukemari *Empetrum nigrum*, rabamurakas *Rubus chamaemorus*, harilik tarn *Carex nigra*, soo-osi *Equisetum palustre* jt., kuid lisaks nendele ka enamasti kõduturbal kasvavad roomav öövilge *Goodyera repens* ja harilik harakkuljus *Linnaea borealis* (tabel 27).

Jänesekapsa-kõdusoometsades on statistiliselt olulisi indikaatorliike märgatavalt vähem ja need tõendavad selle kasvukohatüübi liikide nõudlust toiterikkama kasvukeskkonna järele eelmise tüübiga võrreldes. Iseloomulikeks liikideks on siin mitmed sõnajalad – harilik kolmissõnajalg *Gymnocarpium dryopteris*, maarja-sõnajalg *Dryopteris filix-mas*, samuti harilik laanesõnajalg *Matteuccia struthiopteris*, lisaks nendele harilik angervaks *Filipendula ulmaria*, harilik maikelluke *Convallaria majalis*, harilik jänesesalat *Mycelis muralis*, longus helmikas *Melica nutans* jt. (tabel 27).

Tabel 27 Kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade indikaatorliigid ($p < 0,5$), nende suhteline sagedus ja suhteline ohtrus inventeerimiselaladel.

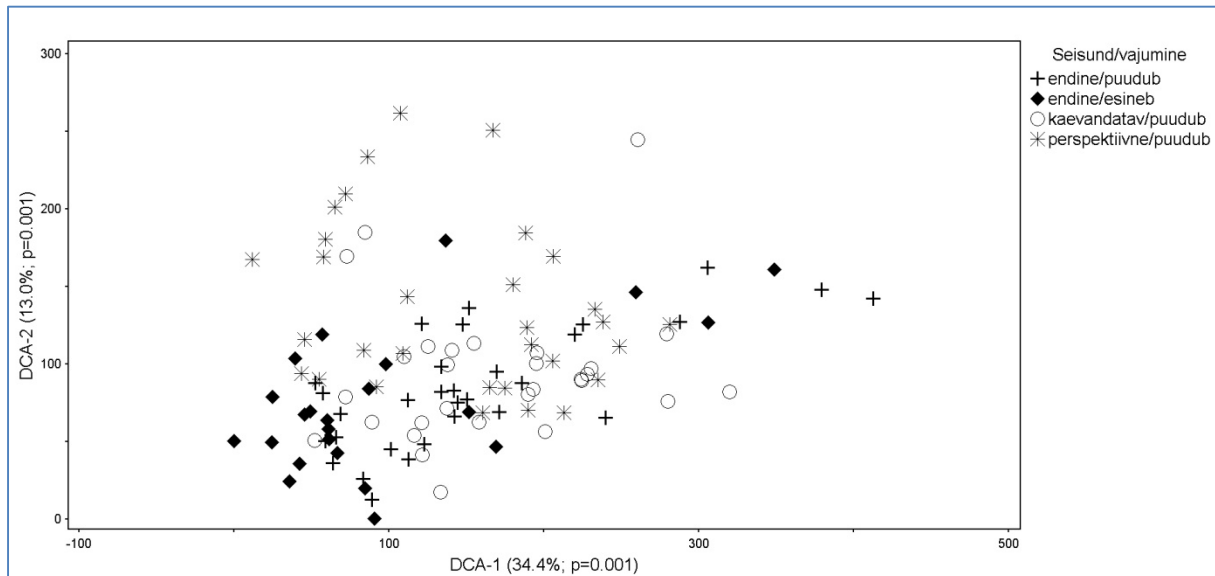
Rühmade koodinumbrid nagu joonisel 27, muud tähistused vt. tabel 12.

Liik	MKK tüüp	p	Metsakasvukohatüüp								
			1312k			1511			1512		
			Analüüside arv								
			27	16	71	27	16	71	27	16	71
			Indikaatorväärtsus			Suhteline sagedus			Suhteline ohtrus		
<i>Equiprat</i>	1312k	<0.001	43	0	3	56	0	13	77	0	23
<i>Filidenu</i>	1312k	<0.001	53	0	1	63	6	14	84	8	8
<i>Chryalte</i>	1312k	0.002	29	0	1	33	0	7	87	0	13
<i>Aegopoda</i>	1312k	0.002	51	1	10	70	19	48	72	7	20
<i>Ribenigr</i>	1312k	0.004	26	0	1	30	6	6	87	3	10
<i>Junceffu</i>	1312k	0.004	18	0	0	19	0	1	99	0	1
<i>Stelnemo</i>	1312k	0.004	33	0	4	44	0	15	75	0	25
<i>Stelholo</i>	1312k	0.004	18	0	0	19	0	1	97	0	3
<i>Galealute</i>	1312k	0.005	24	0	2	30	0	8	82	0	18
<i>Tillicord</i>	1312k	0.005	28	0	0	30	0	7	93	0	7
<i>Alnuglut</i>	1312k	0.008	43	3	3	56	19	38	77	15	8
<i>Urtidioi</i>	1312k	0.009	40	0	13	56	0	48	72	0	28
<i>Pulmobsc</i>	1312k	0.011	28	3	1	44	13	10	63	24	13
<i>Geumriva</i>	1312k	0.017	45	9	8	70	44	52	64	21	16
<i>Ranurepe</i>	1312k	0.020	28	1	0	37	6	17	75	22	3
<i>Carevesi</i>	1312k	0.021	14	0	0	15	6	0	98	2	0
<i>Carecesp</i>	1312k	0.022	18	0	0	19	6	6	96	2	2
<i>Athyfili</i>	1312k	0.028	42	3	23	74	25	69	56	10	34
<i>Galiodor</i>	1312k	0.028	26	0	2	30	6	20	88	2	10
<i>Hepanobi</i>	1312k	0.058	33	0	23	59	25	54	56	1	42
<i>Phegonn</i>	1312k	0.080	16	0	3	22	6	11	74	3	23
<i>Peucpalu</i>	1312k	0.095	7	0	0	7	0	1	99	0	1
<i>Saliauri</i>	1312k	0.110	7	0	0	7	6	0	96	4	0
<i>Asareuro</i>	1312k	0.122	7	0	0	7	0	1	98	0	2
<i>Alnuinca</i>	1312k	0.122	23	7	2	33	38	21	70	19	11
<i>Soladulc</i>	1312k	0.123	11	0	2	15	0	7	77	0	23
<i>Lycoeuro</i>	1312k	0.125	11	0	0	11	0	4	95	0	5

Liik	MKK tüüp	p	Metsakasvukohatüüp								
			1312k			1511			1512		
			Analüüside arv								
			27	16	71	27	16	71	27	16	71
			Indikaatorväärtus			Suhteline sagedus			Suhteline ohtrus		
<i>Cirsoler</i>	1312k	0.133	39	9	22	74	56	72	53	17	31
<i>Geumurba</i>	1312k	0.145	7	0	0	7	0	3	98	0	2
<i>Calacane</i>	1312k	0.155	17	11	1	30	31	14	58	35	7
<i>Sambrace</i>	1312k	0.157	6	0	0	7	0	1	84	0	16
<i>Milieffu</i>	1312k	0.171	21	0	12	37	0	28	57	0	43
<i>Salicapr</i>	1312k	0.177	11	2	0	15	13	6	73	19	8
<i>Myosscor</i>	1312k	0.188	7	0	0	7	0	4	97	0	3
<i>Lysivulg</i>	1312k	0.261	16	1	3	22	6	23	71	15	14
<i>Dryocart</i>	1312k	0.278	39	20	27	85	88	89	46	23	31
<i>Ulmuglab</i>	1312k	0.304	16	0	12	37	0	21	44	0	56
<i>Dryoexpa</i>	1312k	0.348	25	2	22	56	13	55	46	14	41
<i>Stelmedi</i>	1312k	0.351	8	0	2	11	0	7	69	0	31
<i>Careelon</i>	1312k	0.427	7	4	1	11	19	6	67	23	10
<i>Angesylv</i>	1312k	0.480	27	16	9	44	69	54	60	23	17
<i>Phraaust</i>	1312k	0.486	10	3	2	15	19	15	71	18	11
<i>Ribealpi</i>	1312k	0.493	23	1	21	44	13	48	52	4	44
<i>Eriovagi</i>	1511	<0.001	0	31	0	0	31	0	0	100	0
<i>Franalnu</i>	1511	<0.001	4	58	20	41	100	65	11	58	31
<i>Goodrepe</i>	1511	<0.001	0	36	0	0	38	6	0	96	4
<i>Molicaer</i>	1511	<0.001	0	51	3	4	69	20	11	75	15
<i>Pyrorotu</i>	1511	<0.001	0	45	3	0	50	28	0	90	10
<i>Vaccmyrt</i>	1511	<0.001	1	71	13	26	94	65	5	75	20
<i>Vaccviti</i>	1511	<0.001	1	80	5	15	100	44	8	80	12
<i>Carevagi</i>	1511	<0.001	0	35	0	4	38	6	2	94	3
<i>Callvulg</i>	1511	0.001	0	25	0	0	25	0	0	100	0
<i>Chamcaly</i>	1511	0.001	0	25	0	0	25	0	0	100	0
<i>Orthsecu</i>	1511	0.001	0	46	8	4	69	25	1	66	33
<i>Salicine</i>	1511	0.001	0	29	0	0	31	3	0	92	8
<i>Trieuro</i>	1511	0.001	0	48	12	11	69	44	3	70	27
<i>Ledupalu</i>	1511	0.002	0	22	0	0	25	3	0	90	10
<i>Cirspalu</i>	1511	0.003	1	31	0	11	38	7	10	84	6
<i>Empenigr</i>	1511	0.003	0	19	0	0	19	0	0	100	0
<i>Rubucham</i>	1511	0.003	0	19	0	0	19	0	0	100	0
<i>Poteerec</i>	1511	0.004	1	30	0	4	44	4	31	67	2
<i>Luzupilo</i>	1511	0.005	5	52	10	19	94	56	27	55	18
<i>Vacculig</i>	1511	0.005	0	18	0	0	19	1	0	98	2
<i>Carecane</i>	1511	0.008	1	16	0	4	19	0	16	84	0
<i>Querrobu</i>	1511	0.010	4	37	5	15	63	32	24	60	16
<i>Cirshete</i>	1511	0.014	0	23	0	4	25	8	2	92	5
<i>Junicomm</i>	1511	0.021	1	12	0	4	19	1	33	66	1
<i>Linnbore</i>	1511	0.022	1	28	6	11	44	24	11	65	24
<i>Calaepig</i>	1511	0.024	3	12	0	7	19	0	35	65	0
<i>Melaprat</i>	1511	0.025	0	17	4	0	25	11	0	69	31
<i>Carenigr</i>	1511	0.033	0	11	0	0	13	1	0	90	10
<i>Pinusylv</i>	1511	0.036	15	42	15	44	94	70	34	45	21

Liik	MKK tüüp	p	Metsakasvukohatüüp								
			1312k			1511			1512		
			Analüüside arv								
			27	16	71	27	16	71	27	16	71
			Indikaatorväärtus			Suhteline sagedus			Suhteline ohtrus		
<i>Caredisp</i>	1511	0.037	0	11	0	0	13	1	0	90	10
<i>Equipalu</i>	1511	0.037	0	11	0	0	13	1	0	90	10
<i>Saliphyl</i>	1511	0.040	0	11	0	0	13	1	0	90	10
<i>Maiabifo</i>	1511	0.041	2	38	23	22	69	65	9	56	35
<i>Fragvesc</i>	1511	0.052	6	40	18	41	69	65	14	58	29
<i>Dactfuch</i>	1511	0.056	0	10	1	0	13	3	0	82	18
<i>Rubusaxa</i>	1511	0.066	18	38	19	63	88	66	28	44	28
<i>Lycoanno</i>	1511	0.094	1	24	12	11	44	35	10	56	34
<i>Betupube</i>	1511	0.099	16	46	8	44	88	70	36	53	11
<i>Agrocapi</i>	1511	0.106	0	9	2	0	13	6	0	69	31
<i>Poputrem</i>	1511	0.142	15	24	4	52	44	28	29	56	16
<i>Descflex</i>	1511	0.155	0	10	2	0	13	8	0	78	22
<i>Solivirg</i>	1511	0.169	14	35	18	48	81	68	30	44	27
<i>Melasyylv</i>	1511	0.178	0	8	3	0	13	7	0	64	36
<i>Pyromino</i>	1511	0.190	0	6	0	0	6	3	0	96	4
<i>Salixsp.</i>	1511	0.329	0	4	1	0	6	3	0	69	31
<i>Ribessp.</i>	1511	0.340	0	4	1	0	6	3	0	69	31
<i>Sanieuro</i>	1511	0.406	1	6	3	4	13	8	15	51	34
<i>Succprat</i>	1511	0.436	3	6	0	4	25	3	73	25	3
<i>Filiulma</i>	1512	0.012	3	1	38	30	19	45	9	6	85
<i>Gymndryo</i>	1512	0.012	8	2	42	41	31	56	19	6	75
<i>Convmaja</i>	1512	0.015	1	26	42	30	69	73	4	38	58
<i>Circalpi</i>	1512	0.016	1	0	30	15	6	32	5	2	93
<i>Mycemura</i>	1512	0.026	1	23	44	22	56	79	3	41	56
<i>Dryofili</i>	1512	0.036	7	0	32	30	6	44	23	5	72
<i>Melinuta</i>	1512	0.040	0	2	25	0	13	30	0	15	85
<i>Violrivi</i>	1512	0.040	0	1	27	7	13	32	6	11	83
<i>Galebifi</i>	1512	0.047	0	0	14	0	0	14	0	0	100
<i>Paduaviu</i>	1512	0.063	19	1	36	56	19	56	34	3	63
<i>Fraxexce</i>	1512	0.095	23	1	36	70	19	56	32	3	65
<i>Violmira</i>	1512	0.134	6	4	29	22	19	52	25	20	55
<i>Rubuidae</i>	1512	0.148	37	8	40	89	50	94	41	16	43
<i>Caresylv</i>	1512	0.187	4	0	15	15	0	20	25	0	75
<i>Troleuro</i>	1512	0.248	1	0	8	4	0	11	25	0	75
<i>Acerplat</i>	1512	0.325	20	15	37	63	63	83	32	23	45
<i>Galitrum</i>	1512	0.338	1	0	8	7	0	8	9	0	91
<i>Violasp.</i>	1512	0.342	0	1	9	4	6	13	10	18	72
<i>Sorbaucu</i>	1512	0.374	32	15	39	81	88	90	39	17	43
<i>Anemnemo</i>	1512	0.391	2	8	15	11	25	28	14	32	53
<i>Impanoli</i>	1512	0.426	3	0	9	11	0	11	23	0	77
<i>Mattstru</i>	1512	0.478	0	0	4	0	0	4	0	0	100
<i>Pariquad</i>	1512	0.481	15	2	25	30	25	63	52	8	40
<i>Betupend</i>	1512	0.485	9	0	10	19	0	20	48	0	52

Rühmitades kuivendatud alad seisundi ja vajumise järgi, on need rühmad ordinatsiooniskeemil ulatuslikult kattuvad (joonis 29), kuid mitmese vastuse permutatsioonitesti põhjal osutub liigiline koosseis kõigis rühmades siiski oluliselt erinevaks (tabel 28).



Joonis 29 Alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade ordinatsiooniskeem

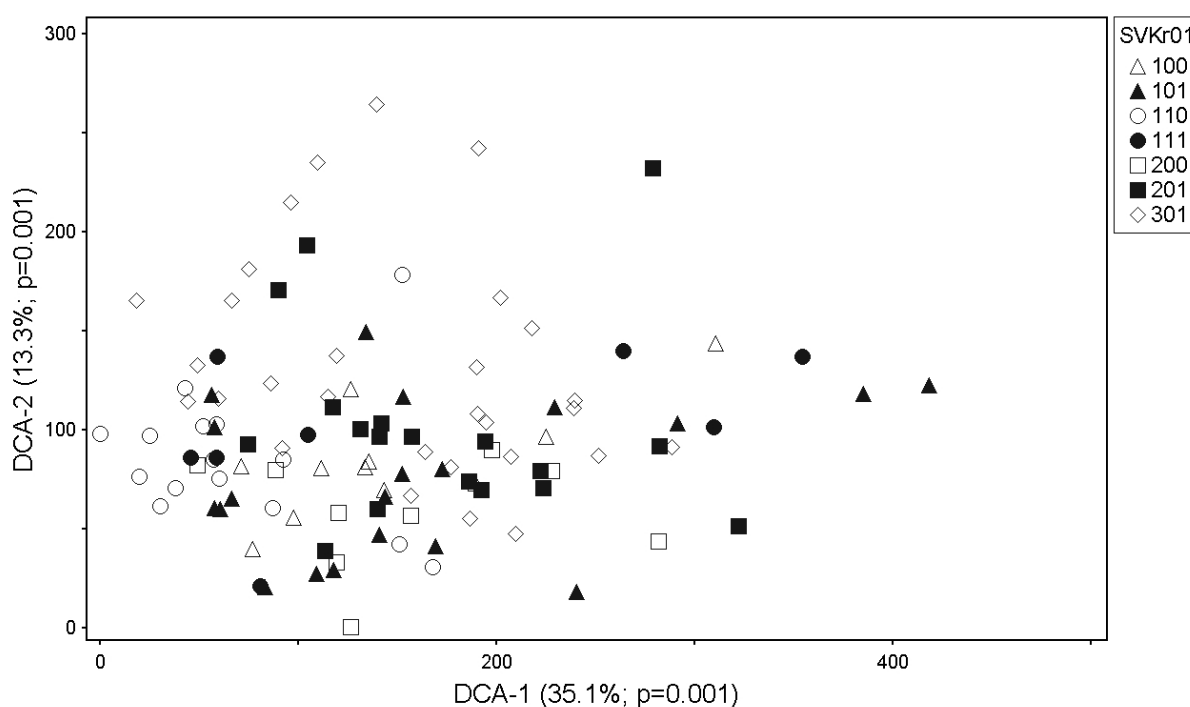
Tabel 28 Alade seisundi ja vajumise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänesekapsa-kõdusoometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.

Rühmade koodinumbrite tähendus vt. tabel 19, muud tähistused vt. tabel 12.

Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
30 versus 11	-7.297	0.026	<0.001
30 versus 10	-6.526	0.018	<0.001
30 versus 20	-2.563	0.007	0.020
11 versus 10	-2.366	0.009	0.030
11 versus 20	-4.875	0.017	0.001
10 versus 20	-2.438	0.007	0.025

Vajumata maapinnaga endiste kaevandusalade indikaatorliikideks on harilik angervaks *Filipendula ulmaria*, harilik toomingas *Padus avium*, metstarn *Carex sylvatica*, harilik pihlakas *Sorbus aucuparia* ja harilik kullerkupp *Trollius europaeus* (lisa 3.14), vajunud maapinnaga endistele kaevandusaladele on iseloomulikud kahevärvine paju *Salix phylicifolia*, arukask *Betula pendula* ja vesihein *Stellaria media*. Kaevandatavatel aladel on tüüpilised roomav öövilge *Goodyera repens*, harilik harakkuljus *Linnaea borealis*, harilik sinihelmikas *Molinia caerulea*, väike uibuleht *Pyrola minor* ja harilik jänesesalat *Mycelis muralis*. Perspektiivsetel kaevandusaladel kasvab olulisi ja seejuures erinevate ökoloogiliste nõudlustega indikaatorliike rohkesti – nt. mäta-starn *Carex cespitosa*, koldnõges *Galeobdolon luteum*, sanglepp *Alnus glutinosa*, pikk tarn *Carex elongata*, sookastik *Calamagrostis canescens*, harilik pärn *Tilia cordata*, mets-tähthein *Stellaria holostea* jt.

Täpsemalt saab kaevandamise mõju taimkattele hinnata, lisades rühmitamise tunnustele kraavituse olemasolu või puudumise. Kraavituseeta aladel said kuivendatud või kõdusoo metsakasvukohatüüpe esindavad kooslused kujuneda vaid kaevandamisest tuleneva kuivendamise mõjul. Ordinatsioonanalüüs praegusel juhul hästi interpreteeritavat tulemust ei anna: sama seisundiga kraavitamata ja kraavituse mõjuga alad paiknevad ordinatsiooniskeemil läbiseigi (joonis 30). Mitmese vastuse permutatsioonitestiga kontrollimine kinnitab, et vajumata maapinnaga endistel kaevandusaladel on kraavituseeta (100) ja kraavitusega (101) alade liigiline koosseis suhteliselt sarnane ($p=0.416$, tabel 29), mis tähendab seda, et **kuivenduse mõju ja kõdusoostumine võivad endistel kaevandusaladel avalduda ka siis, kui alad ei ole vajunud. Niisugusel juhul on kasvukohtade kuivendamine toimunud ilmselt muldkatte alla jäävates kivimites esinevate lõhede kaudu.**



Joonis 30 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänese kapsa-kõdusoometsade ordinatsiooniskeem.

Rühmade koodinumbrite tähendus vt. tabel 19, muud tähistused nagu tabelis 12.

Kraavituseeta, vajumata (100) ja vajunud (110) maapinnaga endistel kaevandusaladel, seega otseselt kaevandamisest tulenevalt, ilmneb liigilise koosseisu oluline erinevus ($p=0.004$; tabel 29). Kraavituseeta, vajumata endiste kaevandusalade statistiliselt olulisteks indikaatorliikideks on harilik pihlakas *Sorbus aucuparia*, metstarn *Carex sylvatica*, harilik kuldvits *Solidago virgaurea*, suhteliselt sagedased on neil aladel ka metsmaasikas *Fragaria vesca*, harilik sarapuu *Corylus avellana*, harilik angervaks *Filipendula ulmaria* jt. (lisa 3.15). Kraavituseeta, aga vajunud endistel kaevandusaladel statistiliselt olulisi indikaatorliike esile ei tule, mõneti suurem kui teistes rühmades on siin siiski maamõõla *Geum urbanum*, hariliku naadi *Aegopodium podagraria*, haisva kurereha *Geranium robertianum*, hariliku sinilille *Hepatica nobilis* ja metstulika *Ranunculus cassubicus* indikaatorväärus ja/või suhteline sagedus.

Tabel 29 Alade seisundi, vajumise ja kraavituse esinemise järgi rühmitatud kuivendatud angervaksa, mustika- ja jänese kapsa-kõdusoometsade liigilise koosseisu erinevus mitmese vastuse permutatsioonitesti alusel.

Rühmade koodinumbrite tähendus vt. tabel 19, muud tähistused vt. tabel 12.

Võrreldavad rühmad	Statistikud		
	T	A	p
301 versus 111	-1.581	0.007	0.074
301 versus 110	-8.714	0.041	<0.001
301 versus 100	-2.492	0.011	0.023
301 versus 101	-4.741	0.015	0.001
301 versus 201	-1.708	0.005	0.062
301 versus 200	-0.935	0.004	0.161
111 versus 110	-2.809	0.027	0.015
111 versus 100	-0.397	0.003	0.285
111 versus 101	0.862	-0.005	0.813
111 versus 201	-0.674	0.003	0.220
111 versus 200	0.436	-0.004	0.615
110 versus 100	-3.789	0.037	0.004
110 versus 101	-4.914	0.029	0.001
110 versus 201	-8.203	0.048	<0.001
110 versus 200	-2.071	0.021	0.043
100 versus 101	-0.015	0.001	0.416
100 versus 201	-1.347	0.007	0.099
100 versus 200	0.324	-0.003	0.564
101 versus 201	-2.715	0.010	0.015
101 versus 200	0.515	-0.003	0.645
201 versus 200	0.384	-0.002	0.603

Vajunud, kuid kraavituseeta (110) ja vajumata, aga kraavitusega (101) endiste kaevandusalade kuivendatud metsade võrdlemine kinnitab nende liigilise koosseisu olulist erinevust ($p=0.001$; tabel 29). Vajumata, kraavitusega endisi kaevandusalasid (101) – kus endine soo(viku)mets on kuivenenud juba maaparanduse mõjul – iseloomustab siiski vaid üks statistiliselt oluline indikaatorliik – harilik härghein *Melampyrum nemorosum*, veidi sagedasemad kui teistel kaevandusaladel on siin veel harilik kullerkupp *Trollius europaeus*, hall lepp *Alnus incana*, villohakas *Cirsium heterophyllum* jt. (lisa 3.15).

Need liigid mingit spetsiifilist ökograppi ei moodusta, vaid osutavad üksnes suhteliselt toiterikkale ja veega hästi varustatud kasvukeskkonnale. Vajunud maapinnaga, kraavituseeta endistel kaevandusaladel (110) on suurem (kuid ebaoluline) indikaatorvärtus maamõõlal *Geum urbanum*, harilikul naadil *Aegopodium podagraria*, harilikul sinilillel *Hepatica nobilis*, kõrvenõgesel *Urtica dioica* jt. (lisa 3.15), seega hea troofsusega kasvukohtade liikidel. Oluliselt erinev on taimkatte liigiline koosseis ka vajumata, kraavitusega ja vajunud, kraavituseeta endistel kaevandusaladel (110 vs 101; $p=0.001$; tabel 29). Need tulemused kinnitavad seda, et **maapinna vajumisest, st. kaevandamisest ja maaparandusest tuleneva kuivendamise mõjul muutub taimekoosluste koosseis mõneti erinevalt.**

Kaevandatavatel kraavituseeta (200) ja kraavitusega aladel (201) taimkatte liigiline koosseis oluliselt ei erine ($p=0.603$; tabel 29). Kraavituseeta aladel eristub kaks statistiliselt olulist indikaatorliiki – roomav öövilge *Goodyera repens* ja euroopa metsputk *Sanicula europaea*;

üsna kõrge on ka kasvukohtade niiskusele viitava ussilille *Lysimachia thyrsoflora* indikaatorväärtus. Kraavitusega aladel on indikaatorliigiks vaid harilik harakkuljus *Linnaea borealis*; alade selles rühmas on indikaatorväärtus suurim ka harilikul sinihelmikal *Molinia caerulea* ja kattedkollal *Lycopodium annotinum* (lisa 3.15). Need liigid osutavad mulla (turba) kõdustumisele kraavitud aladel.

Tuues täiendava rühmitamise tunnuseks sisse ala **metsakasvukohatüübi** ja püüdes sel viisil läbi viia veelgi detailsemat analüüsi, selgub, et nelja tunnuse (ala seisund, vajumine, kraavituse esinemine, kasvukohatüüp) mitmed kombinatsioonid esinevad analüüsitava valimis vaid ühel korral ja neid ei saa statistiliselt testida. Mitmel juhul on teatav tunnuste kombinatsioon esindatud 2-4 korral (lisa 3.16) ja ka nende alade puhul ei saa statistilise analüüsi tulemusi lugeda usaldusväärseteks. Piisavat esinduslikkust (analüüsitud arvu) silmas pidades on endiste kaevandusalade puhul võimalik võrrelda peamiselt erinevaid jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüüpi kuuluvaid alade rühmi.

Liigiline koosseis osutub oluliselt erinevaks vaid jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüüpi esindavate endiste vajunud, kuid kraavitusega (1109) ja vajumata, kraavitusega (1009) kaevandusalade vahel ($p=0.024$; lisa 3.17), samuti vajunud, kraavitusega (1109) ning vajumata, kraavitusega (1019) aladel ($p=0.027$; lisa 3.17), kuid olulisi indikaatorliike nende rühmade puhul esile ei tule.

Jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüübi (i) endiste vajunud, kraavitusega (1119) ja vajumata, kraavitusega (1009) kaevandusalade, (ii) endiste vajunud, kraavitusega (1119) ja vajumata, kraavitusega (1019) kaevandusalade, (iii) endiste vajumata, kraavitusega (1009) ja vajumata, kraavitusega (1019) kaevandusalade liigiline koosseis oluliselt ei erine (lisa 3.17), samuti puuduvad kõigil viidatud alade rühmadel statistiliselt usaldatavad indikaatorliigid (lisa 3.16). Samasuguse tulemuse annab ka jänesekapsa-kõdusoo kasvukohatüüpi kaevandatavate kraavitusega (2009) ja kraavitusega (2019) alade võrdlemine (lisa 3.16 ja 3.17).

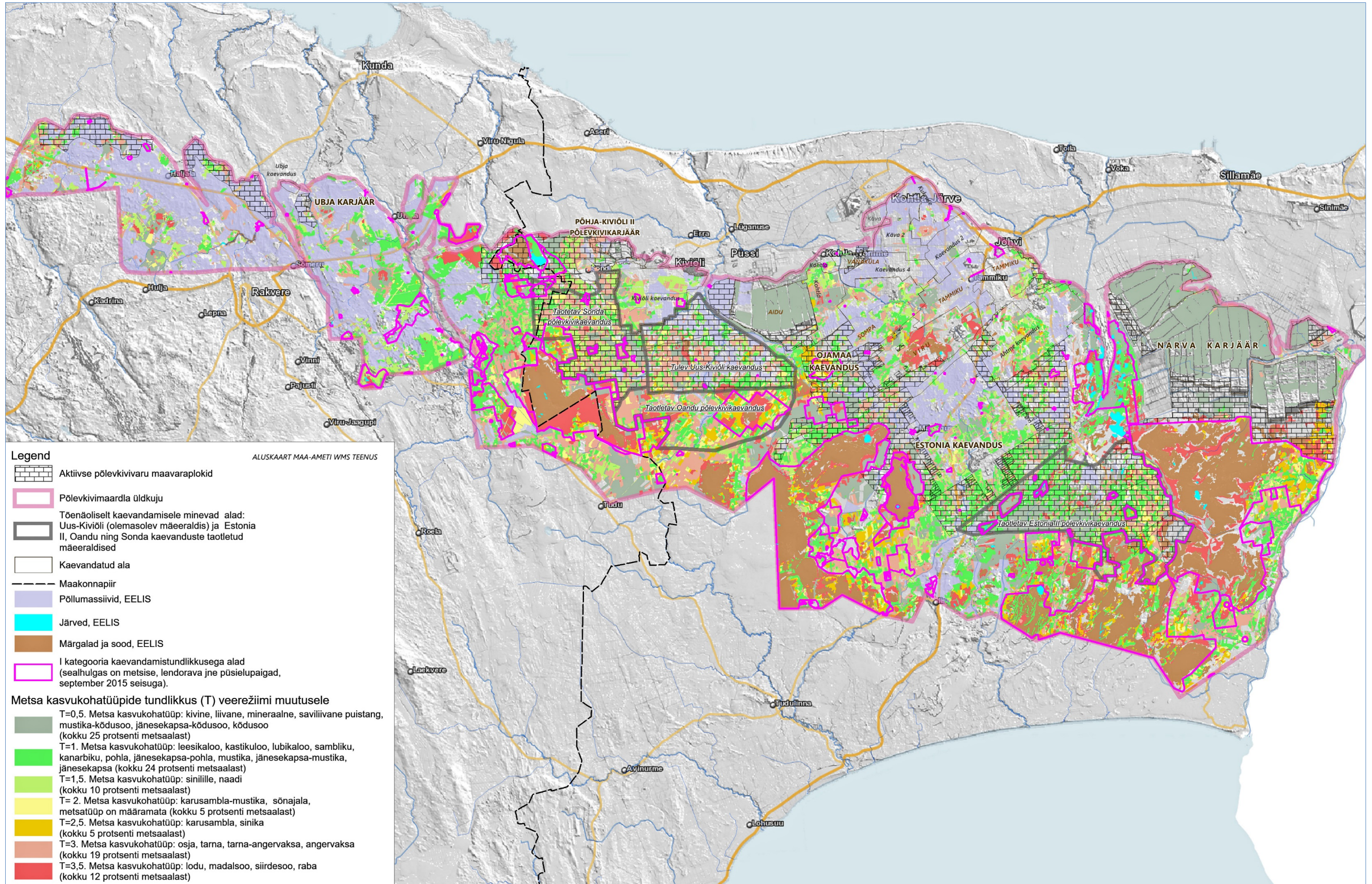
5.3 Metsade kaevandamistundlikkuse klassid

Eelpoolesitatud tulemuste põhjal on võimalik esitada erinevat tüüpi metsakasvukohtade järjestus nende kaevandamistundlikkuse alusel (tabel 30). Mõnedel juhtudel on inventeerimisankeetides jäänud metsakasvukohatüüp registreerimata; sel juhul omistasime vastavale alale tundlikkuseklassi 2. Metsa kasvukohatüübid eesti põlevkivimaardlas on esitatud joonisel 31.

Tabel 30 Erinevat tüüpi kasvukohtade tundlikkus kaevandamisest tulenevale kuivendamisele (kaevandamistundlikkuse klass) tundlikkuse suurenemise järjekorras

Kasvukohatüüp	Tähistus	Tundlikkuse klass (T joonisel 31)
Kivine puistang	KP	0,5
Liivane puistang	LP	0,5
Mineraalne puistang	MP	0,5
Saviliivane puistang	SP	0,5
Turbane puistang	TP	0,5
Mustika-kõdusoo	MO	0,5

Kasvukohatüüp	Tähistus	Tundlikkuse klass (T joonisel 31)
Jänesekapsa-kõdusoo	JO	0,5
Kõdusoo	KS	0,5
Kastikuloo	KL	1
Lubikaloo	LU	1
Sambliku	SM	1
Kanarbiku	KN	1
Pohla	PH	1
Jänesekapsa-pohla	JP	1
Mustika	MS	1
Jänesekapsa-mustika	JM	1
Jänesekapsa	JK	1
Sinilille	SL	1,5
Naadi	ND	1,5
Karusambla-mustika	KM	2
Sõnajala	SJ	2
Karusambla	KR	2,5
Sinika	SN	2,5
Osja	OS	3,0
Tarna	TR	3,0
Tarna-angervaksa	TA	3,0
Angervaksa	AN	3,0
Lodu	LD	3,5
Madal soo	MD	3,5
Siirdesoo	SS	3,5
Raba	RB	3,5



Joonis 31 Kaevandamisest tulenevale kuivendusele erineva tundlikkusega metsaalade paiknemine Eesti põlevkivimaardlas

5.4 Soode tüübid ja seisund

Nagu eespool märgitud, käesoleva projekti raames uurimisalale jäävaid sookooslusi ei inventeeritud, sest kõigi põlevkivirajoonis säilinud soode kohta on olemas inventuuriandmed aastaist 2006-2013, vaid väheseid objekte inventeeriti varem (1997. a.). Lisaks võeti analüüsitava valimisse ka kõigi teadaolevate soostunud niitude kirjed, sest viimaste taimestik erineb taimekoosluste poolest madalsoode omast vähe, peamine erinevus on turbakihi paksuses. Kõike seda arvesse võttes tuli objekte kokku 100.

Analüüsitud valimis on kokku 8 soostunud niidu- ja soo-kasvukohatüüpi:

2411 – liigivaesed soostunud niidud, 7 alal,

3111 – liigivaesed madalsood, 24 alal,

3112 – liigirikkad madalsood, 6 alal,

3121 – rohu-siirdesood, 33 alal,

3122 – õõtsik-siirdesood, 7 alal,

3221 – mättarabad, 19 alal,

3222 – älverabad, 2 alal,

3223 – laukarabad, 2 alal.

Kõige enam on kaevanduspiirkonnas esindatud rohu-siirdesood, liigivaesed madalsood ja mättarabad, samas kui älve- ja laukarabasad on kumbagi säilinud vaid kahel alal. Kombineerides kasvukohatüüpe kaevandusala seisundiga (mahajäetud, kaevandatavad, perspektiivsed) ja neil ilmneva kuivenduse mõjuga (mõju puudub, mõju esineb), jäävad mitmed kombinatsioonide rühmad moodustumata, s.t. vastavad soolad valimis puuduvad, või siis on esindatud vaid 1-2 alaga, mis on statistiliseks analüüsiks ebapiisav. Piirdume seepärast soode iseloomustamisel tabelis 31 esitatud soode inventuuri tulemustest (Paal, Leibak, 2013) tehtud väljavõttega.

Tabel 31 Soostunud rohumaade ja soode kuivendatus ning seisund põlevkivirajoonis

Ala seisund	Kasvukohatüüp Paal (1997) järgi	Kuivenduse mõju		Looduskaitseline seisund					Üldhinnang				Kokku alasad
		ei	jah	A	B	C	D	?	A	B	C	D	
Maha-jäetud	2411	2	0		1		1				1	1	2
	3111	10	0	4	6						2	8	10
	3122	2	2		1	3					1	3	4
	3221	0	1			1						1	1
	3222	1	0		1							1	1
Kaevan-datav	2411	0	2			1	1					2	2
	3111	0	1			1						1	1
	3121	5	5	5	2	1	1	1		5	3	2	10
	3122	2	0	2					1	1			2
	3221	1	0		1					1			1
	3223	1	0	1						1			1
Perspek-	2411	0	3			3					1	2	3

Ala seisund	Kasvukohatüüp Paal (1997) järgi	Kuivenduse mõju		Looduskaitseline seisund					Üldhinnang				Kokku alapid
		ei	jah	A	B	C	D	?	A	B	C	D	
tiivne	3111	5	8	1	6	5		1		6	7		13
	3112	3	3		3	3				2	1	3	6
	3121	13	10	3	1 6	4			2	4	1 3	4	23
	3122	1	0		1					1			1
	3221	8	9	1	6	9		1		3	1 2	2	17
	3222	1	0		1						1		1
	3223	1	0	1						1			1

Soode paiknemine kaevandusalal on väga ebaühtlane; neist enamik asub piirkonna lõunaosas, eriti selle kaguservas, kuhu ulatub Puhatu soostiku servaosa lage- ja puissoolappidega. Pindalalt suurimad objektid – Selisoo ja Ratva raba kirdeosa – jäävad kaevandusala lõunaservale. Põlevkivirajooni lääne- ja keskosas lage- või puissood peaaegu puuduvad.

Uurimisalal olevad lage- ja puissood on erineva seisundiga kaevandusaladel esindatud järgnevalt:

- ammendatud kaevanduste kohal 19 sood;
- kaevandatavate kaevanduste kohal 5 sood;
- perspektiivsete kaeveväljade kohal 67 sood;
- karjääride mõjualas 12 sood.

Ammendatud kaevanduste kohal on säilinud peamiselt liigivaeseid madalsookooslusi (koos soostunud niitudega 12 ala) ja neidki vaid väga väikesel pindalal. Rabakooslusi on siin vaid kahes paigas, õõtsik-siirdesoid neljal alal, muud tüüpi sood puuduvad (tabel 31). Käigusolevate kaevanduste kohal või karjääride mõjualas paikneb osaliselt või täielikult 16 sood – üks madalsoo, 10 rohu-siirdesood, kaks õõtsik-siirdesood, kaks raba ja ka üks soostuv rohumaa. Suurem osa soodest asub perspektiivsetel kaevandusaladel või kaevanduse mõjupiirkonda jäävatel aladel; arvukamalt leidub seal rohu-siirdesoid (23), mätтарabasid (17) ja liigivaeseid madalsoid (13).

Soode seisundi hinnangutest paistab silma, et paljudel juhtudel on nende looduskaitselise seisundi hinnangud kõrgemad kui üldise hinnangu väärtused Natura 2000 kriteeriumide kohaselt, eriti mahajäetud kaevanduste kohale asuvate liigivaeste madalsoode ja ka õõtsik-siirdesoodede puhul, samuti perspektiivsete kaevandusalade rohu-siirdesoodede ning mätтарabade korral. Ammendatud kaevanduste kohal praeguseeni säilinud sood on valdavalt keskmise looduskaitseväärtusega ja nende üldhinnang on enamasti madal.

Kaevandatavatel aladel on poolte soode looduskaitseline hinnang kõrge või keskmine, üldhinnang aga keskmine. Perspektiivsetel kaevandusaladel on mõlemad seisundihinnangud suuremalt jaolt kas keskmised või väikesed. Parajasti kaevandatavate mäeeraldiste kohal paikneb kaks kõrge looduskaitseväärtusega sood – Selisoo ja Mäetaguse raba (Ratva raba kirdesopp), mis asuvad looduskaitsealadel / Natura 2000 loodusaladel.

Kas ja kuivõrd on ammendatud kaevanduste kohal varem olnud rohkem lage- ja puissoid, pole teada. Seal on küll mitmeid turbaalaid (suurematest Maidla Murakasoo, Rutiku, Laiti, Peri, Tammiku, Puru, Ridaküla), kuid need võisid ka kaevandamiseelselt täielikult või peaaegu täielikult olla soometsad, mille taimekooslusi käsitlesime eespool.

Lahtiste põlevkivikarjääride mõjupiirkonda jäävatest soodest asub enamik Puhatu looduskaitsealal, kusjuures 7 objekti 12st on kõrge või väga kõrge looduskaitseväärtusega. Õnneks on siin peamiselt tegemist siirdesoodega, sh. õõtsik-siirdesoodega, mis saavad oma vee lõuna poolt ning mille säilimine peaks olema tagatud ka selle aja jooksul, mil Narva karjääri Sirgala kaevälja töös hoidmiseks on põhjaveetasel alandatud (toimib põhjavee depressioonilehter). Narva karjääri Narva kaevälja tagused sookooslused on praeguseks madala looduskaitseväärtusega ning neid pole Puhatu looduskaitsealasse arvatud.

Tuleb siiski märkida, et 1970.-1980. aastail olid viimasedki kõrge looduskaitseväärtusega madal- ja siirdesood, kuid neid on vahepeal pöördumatult kahjustanud põlevkivikarjääri ettevalmistusalal tehtud kuivendus, samuti elektrijaamade korstnatest pärinev aluselise lendtuha reostus.

Nii Narva kui ka Aidu karjääri rajamisel on olulisi lage- ja puissoid väga suurel pindalal täielikult hävitatud. Need objektid ei ole aga võrdlusmaterjalina kasutatavad, sest neid ei jõutud samasuguse meetodikaga inventeerida. Uusi lahtisi karjääre meie teada enam kavandamisel pole.

Perspektiivsetele kaeväljadele jäävad kõrge looduskaitseväärtusega sood paiknevad valdavalt uurimisala kaguservas (Permisküla uuringuvälja 4., 5. ja 23. plokk, Puhatu uuringuvälja 7. plokk ja nende vahele jäävad alad). Selles piirkonnas on soode kontsentratsioon kõrge ja väärtus sedavõrd suur, et nende plokkide alt kaevandamine pole tänapäevaste ja lähituleviku vahenditega mõeldav, ilma et soode veerežiimi ja taimekooslusi negatiivselt ei mõjutataks. Et osa kirjeldatud alast on juba arvatud üle-euroopalisse Natura 2000 võrgustikku, tuleb 7. plokis kaevandamisest täielikult loobuda. 4. ploki puhul võib osutuda võimalikuks kaevandamine selle põhjaosas, 23. ploki puhul kirdeosas ja 5. ploki puhul selle idatüki äärmises põhjaosas, kui keskkonnamõjude hinnang (sh. Natura 2000 hindamine) ei jõua teistsugusele tulemusele.

Väikesi väärtuslikke soid paikneb samuti Jõuga loodusala (praegu Kivinõmme maastikukaitseala lahustükk) ja selle lähiümbruses keset Estonia kaevälja 18. ploki. Kaitseala koos sellest vahetult lõuna poole jääva sooribaga tuleks kaevandamistegevusest välja jätta – nii nagu juba on uuringualadest välja jäetud Muraka ja Selisoo kaitsealad / Natura 2000 alad (vaid Selisoo loodusala lõunaosa jääb Seli uuringuvälja 4. ploki põhjaossa).

6 Allmaakaevandamise võimalused aktiivse põlevkivivaru aladel.

I, II ja III kategooria kaevandamistundlikkusega alasid on Eesti põlevkivimaardlas 95-st aktiivse varu maavaraplokist 39-I (vaata tabel 32). Neist 39-st on 31 maavaravaru ploki osas loodusobjekti tundlikkus allmaakaevandamise mõju osas ebaselge või tuleb kaevandamistundliku loodusobjekti olemasolu tõttu varuploki kaevandamisel arvestada oluliste piirangutega (terviku kaevandamata jätmisega, terviku piiritlemine koos puhvertsooniga, maapealsete kommunikatsioonide rajamise keeld, ajalised piirangud jne).

Seega võib kaevandamistundlikkust silmas pidades eelistada 64 aktiivse põlevkivivaru plokki, millel puuduvad allmaakaevandamist välistavad või kaevandamise mõjudele tundlikud kaitstavad loodusobjektid (vaata lisa 4 – Aruande GIS andmestik). 31 maavaravaru ploki alal on vaja läbi viia nende loodusväärtuste inventuur, mille kohta praegu puudub ülevaade (näiteks allikate seisund) ja täpsustada teavet tabelis 32 halli värviga tähistatud koosluste ning liikide tundlikkuse kohta allmaakaevandamise mõjule.

Looduskaitsete piiranguteta aktiivse põlevkivivarude aladest (vaata joonis 32) tuleb eelistada järgmiste maavaravaru plokide (varu ligi 70 miljonit tonni) kaevandamist:

- kunagises Sompas kaevanduses kaevandamata jäänud plokk 51103 ja Ojamaa kaevanduse ning Aidu karjääri vahel olevate maavaravaru plokid 56678 (Iõunaosa), 59474, 59473, 59476 ja 56661 (põhjaosa). Kaevandamine Ojamaa kaevanduse kaudu (vaata ka joonis 35).
- Kiviõli uuringuvälja plokid 47076, 47079 ja 47081. Kaevandamine Põhja-Kiviõli II karjääriga.
- Tammiku endises kaevanduses kaevandamata jäänud plokid 28966, 28979. Kaevandamine kavandatava Kose karjääriga.
- Suletud Viru kaevanduse kaevandamata jäänud jääkvaruplokk 59409. Kaevandamine Estonia kaevanduse kaudu.

Aktiivse varuga alal olevad Natura elupaigad, mis jäävad väljapoole kaevandamistundlikkuse I kategooriaga ala, on esitatud joonisel 33 ja elupaigatüüpide tundlikkus allmaakaevandamise mõjudele (veerežiimi muutus) tabelis 33; Tabelis 33 on mõjutatavus esitatud üksnes kasvukohatüübist lähtuvalt, võtmata arvesse igal konkreetsel talal olevaid või mitteolevaid kaitstavaid liike ja muid võimalikke väärtusi.

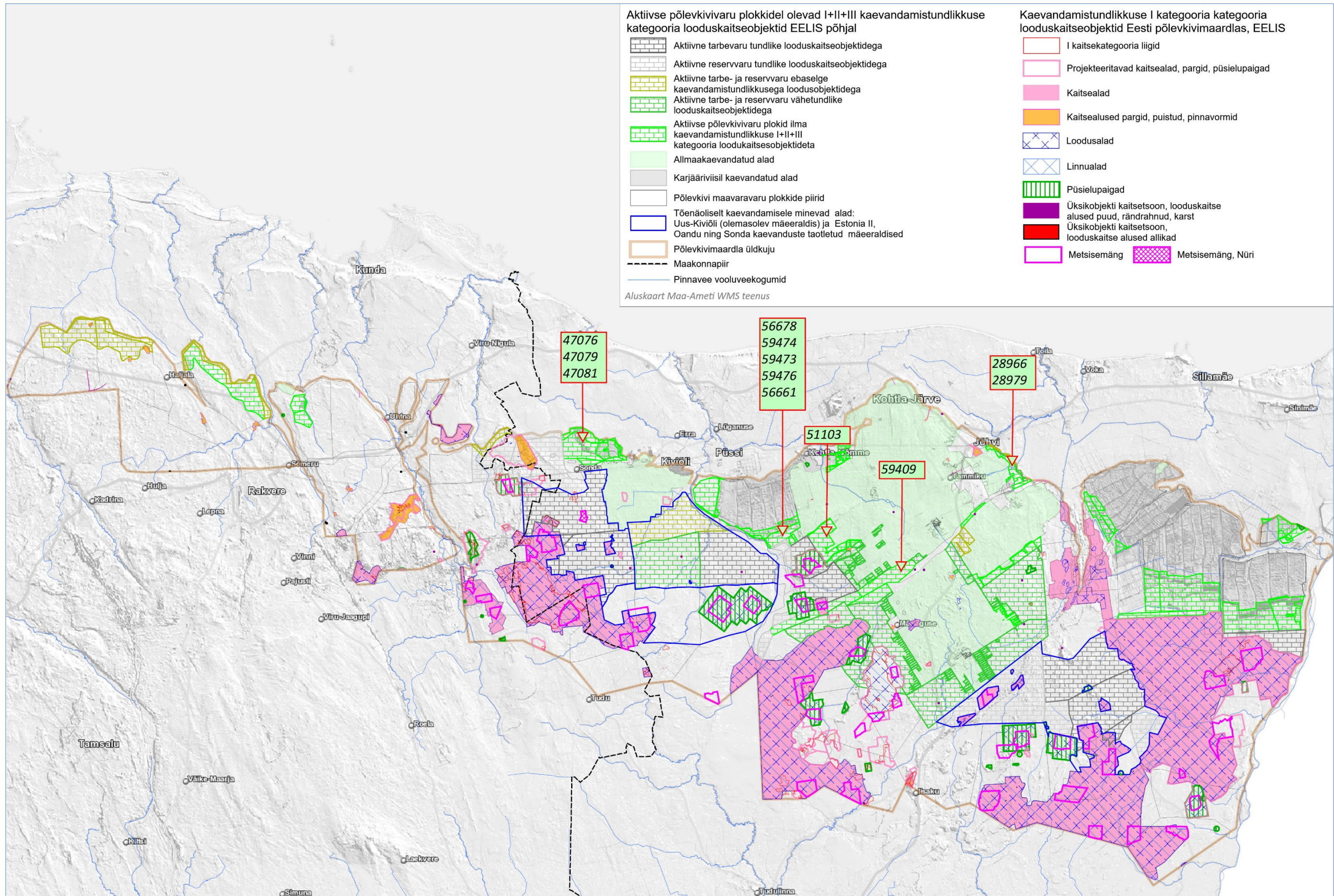
Tabel 32 Aktiivse põlevkivivaru plokkidel asuvad I+II+III kaevandamistundlikkuse kategooria loodusobjektid (EELISE põhjal) ja nende tundlikkus allmaakaevandamise suhtes.

Tähistused: I-V – Ida-Virumaa, L-V – Lääne-Virumaa, aT – aktiivne tarbevaru, aR – aktiivne reservvaru. Kollane taustavärv tähistab objekte mida allmaakaevandamisel kaasnev veerežiimi muutus mõjutab; roheline taustavärv märgib objekte mida allmaakaevandamine ei mõjuta; halli taustavärviga on märgitud loodusobjektid, millede puhul on praegu allmaakaevandamine mõju ebaselge.

Ploki ID	Maardla-osa nimi	Ploki nimi	Maa-kond	Ploki liik	Ploki pindala ha	Varu tuh. t	Kokku I kategooria kaevandamistundlikkusega EELIS objekte	Kokku II kategooria kaevandamistundlikkusega EELIS objekte	Kokku III kategooria kaevandamistundlikkusega EELIS objekte
40644	Permisküla uuringuväli 13205	1 plokk	I-V	aT	700.92	19645	Projekteeritav Puhatu looduskaitseala	Metsis KLO9106088. Mudanepp KLO9106991. Mustsaba-vigle KLO9119057	Balti sõrmkäpp KLO9316314, KLO9316288. Kahelehine käokeel KLO9303128, KLO9316367, KLO9316366. Kahkjaspunane sõrmkäpp KLO9316233, KLO9316308. Kuradi sõrmkäpp KLO9301749. Soo-neiuvaip KLO9302062. Sookurg KLO9106033, KLO9106484. Riivamisi: Heletilder KLO9107012, punaselg-tilder KLO9107014, mudatilder KLO9107011, täpikhuik KLO9107007, hänilane KLO9105996, punaselg-õgija KLO9106067.
40652		4 plokk	I-V	aR	684.67	20485	Projekteeritav Puhatu looduskaitseala	Mustsaba-vigle KLO9119052	Teder KLO9117444. Sookurg KLO9119053. Suurkoovitaja KLO9119054. Väikekoovitaja KLO9119051. Punajalg-tilder KLO9119062. Heletilder KLO9119063. Mudatilder KLO9119055. Rüüt KLO9120646.
40666		23 plokk	I-V	aT	254.04	8007	Agusalu looduskaitseala, Agusalu loodus- ja linnuala		Balti sõrmkäpp KLO9301374. Harilik käoraamat KLO9302281. Kuradi sõrmkäpp KLO9301754. Teder KLO9120393.
56658	Ojamaa uuringuväli 13741	1 plokk	I-V	aT	372.68	9072.09		Metsis KLO9101737, KLO9120397	
56660		2 plokk	I-V	aT	889.55	31624	Muraka looduskaitseala, Arvila metsise püsielupaik	Metsis KLO9120397, KLO9102273	
56661		3 plokk	I-V	aR	461.98	15572		Metsis KLO9120397	
56662		5 plokk	I-V	aT	353.41	11810	Kiikla metsise püsielupaik, projekteeritav Kiikla metsise püsielupaik		
56663		6 plokk	I-V	aT	77.39	2751	Muraka looduskaitseala, Muraka loodus- ja linnuala, Arvila metsise püsielupaik		
40671	Puhatu uuringuväli 13206	6 plokk	I-V	aR	584.49	17862	Agusalu loodus- ja linnuala, Kamarna metsise püsielupaik		
40677		4 plokk	I-V	aT	2258.53	73357	Projekteeritav ala nr 115 (see on looduskaitseala)		
40685		5 plokk	I-V	aT	2038	62073	Agusalu looduskaitseala	Nahkhiired veelendlane KLO9116032 ja suurkõrv KLO9116021	Poollooduslik kooslus ELP0007677 liigirikkad niidud lubjavaesel pinnal 6270*. Balti sõrmkäpp KLO9301374. Harilik käoraamat KLO9302281. Taigapeenpoorik KLO9600124, KLO9600155. Teder KLO9120393.
28979	Tammiku kaeveväli 12892	14 plokk	I-V	aR	39	638		Kaunis kuldking KLO9302901, KLO9302905	
28984		19 plokk	I-V	aR	19.32	316	Projekteeritav Kose lehitu pisikäpa püsielupaik		
48376	13430	1 plokk	I-V	aT	240.05	8047		allika VEE4315300 toiteala*	
56702	Sonda uuringuväli 13744	6 plokk	I-V	aT	2269.38	68626	Sirtsu looduskaitseala, Sirtsu loodus- ja linnuala, I kat liik lendorav	Metsis KLO9102267. Laanerähn KLO9120360, KLO9110153. Nahkhiirlane KLO9113096, KLO9113078.	Sulgjas õhik KLO9400398, KLO9400451, KLO9400399. Harilik ungrukold KLO9321620, KLO9322323. Harilik kopsusamblik KLO9700233. Hiireviu KLO9110151. Laanepüü KLO9110146.
56710		10 plokk	I-V	aR	318.96	9645	I kat liik lendorav	Nahkhiirlane KLO9113096	
56713		13 plokk	L-V	aT	404.54	12233	Uljaste metsise püsielupaik, projekteeritav Uljaste metsise ja Uljaste-Liiva lendorava püsielupaigad, I kat liik lendorav	Metsis KLO9102201	
56714		14 plokk	L-V	aR	201.92	6106	Projekteeritav Uljaste-Liiva lendorava püsielupaik, I kat liik lendorav		Sulgjas õhik KLO9400764
56715		15 plokk	I-V	aT	162.65	4554	Sirtsu looduskaitseala, Sirtsu loodus- ja linnuala		
56725		25 plokk	I-V	aT	2263.28	67446	Projekteeritav ala nr 114 (see on looduskaitseala), Sirtsu rändrahn	Valgeselg-kirjurähn KLO9120254, KLO9120255, KLO9110144. Rohunepp KLO9120838, KLO9107837	Poollooduslik kooslus ELP0014447 aas-rebasesaba ja ürt-punanupuga niidud 6510, ELP0014446 lamminiidud 6450. Sulgjas õhik KLO9400401, KLO9400402, KLO9400928, KLO9400931, KLO9400932, KLO9400934, KLO9400936, KLO9400938, KLO9400940, KLO9400941, KLO9400942, KLO9400943. Harilik ungrukold KLO9334777. Harilik kopsusamblik KLO9700232, KLO9700234, KLO9700235, KLO9700499, KLO9700741, KLO9700742. Musträhn KLO9120256. Laanepüü KLO9120205, hiireviu KLO9110152.
56747	Uus-Kiviõli uuringuväli	1 plokk	I-V	aT	1617.15	54155		allikas VEE4315100*	
56748		2 plokk	I-V	aT	2219.77	74584	Mehide männid		

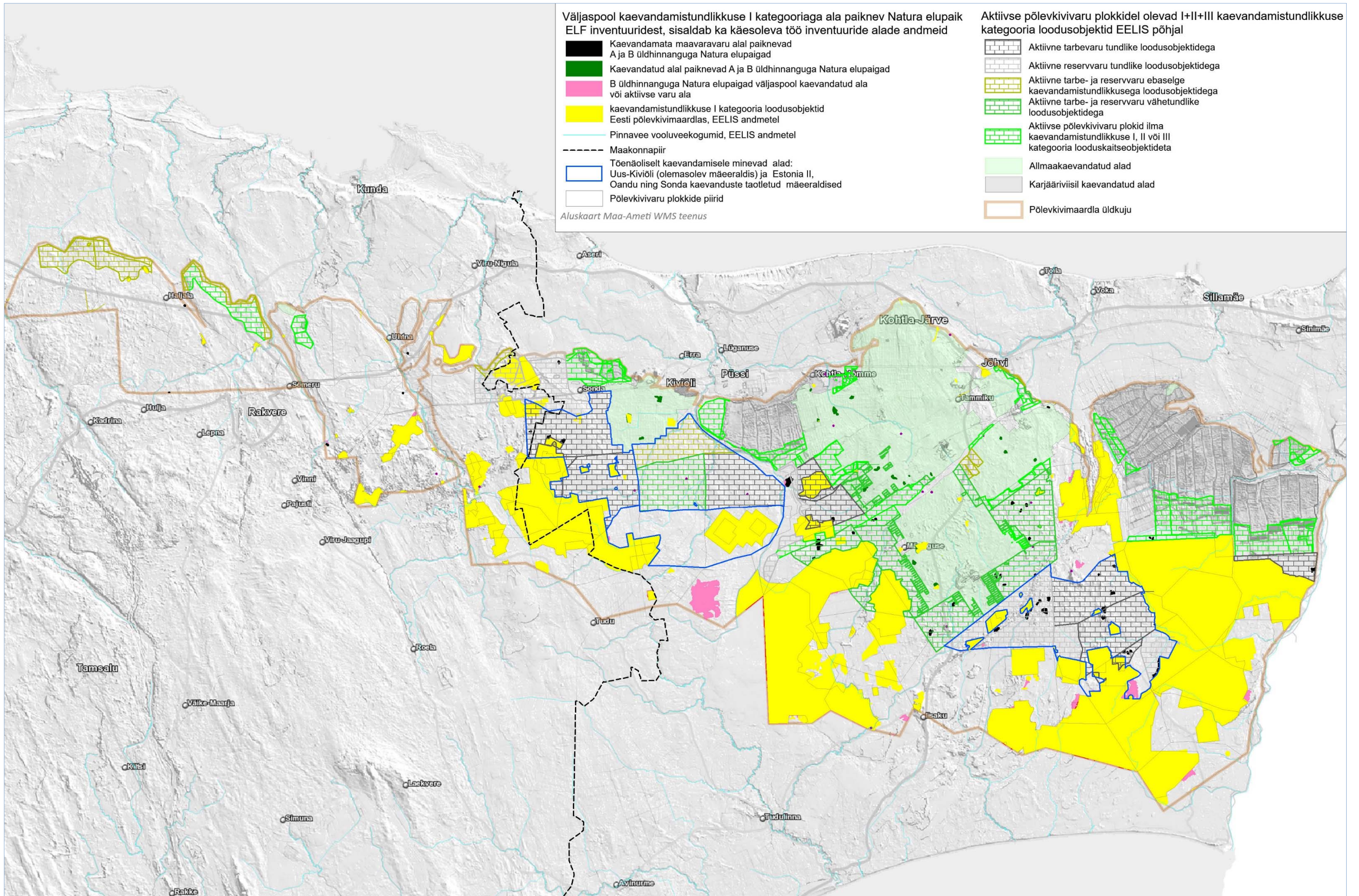
Ploki ID	Maardla-osa nimi	Ploki nimi	Maa-kond	Ploki liik	Ploki pindala ha	Varu tuh. t	Kokku I kategooria kaevandamistundlikkusega EELIS objekte	Kokku II kategooria kaevandamistundlikkusega EELIS objekte	Kokku III kategooria kaevandamistundlikkusega EELIS objekte
56750	13745	3 plokk	I-V	aT	2366.79	79027	Rääsa kadakas	allikas VEE4315200*, Metsis KLO9120397, Laanerähn KLO9114290, KLO9114291, KLO9114293.	Suur käopõll KLO9301093, KLO9308822, Harilik käoraamat KLO9308825, Kuradi sõrmkäpp KLO9301686, Kahkjaspunane sõrmkäpp KLO9308823, Vööthuul-sõrmkäpp KLO9308824.
59408	Viru kaeveväli 13808	1 plokk	I-V	aT	554.48	3349.1		Kanakull KLO9112356	
56756	Seli uuringuväli 13746	1 plokk	I-V	aT	1127.71	32275	Projekteeritav Arvila virgiinia võtmeheina püsielupaik, 2 korda I kat liik virgiinia võtmehein	Kummeli-võtmehein KLO9310281, Kaunis kuldking KLO9305586	Laialehine neiuvaip KLO9326543, KLO9326294, KLO9322466, Pruunikas pesajuur KLO9326545, KLO9326546, Sulgjas õhik KLO9400555, Roomav õõvilge KLO9326544.
29196	Uljaste uuringuväli 12905	3 plokk	I-V	aR	848.98	28752	Projekteeritav Uljaste MKA, Uljaste loodusala	Uljaste järvede hoiuala KLO2000093	Pruunikas pesajuur KLO9329723, KLO9329722, Sulgjas õhik KLO9400766, KLO9400765, Laanepüü KLO9117146.
29197		1 plokk	I-V	aR	389.37	12043	Projekteeritav Uljaste MKA, Uljaste loodusala	Uljaste järvede hoiuala KLO2000093	
29199		5 plokk	L-V	aR	291.39	9869	Projekteeritav Uljaste MKA, I kat liik lendorav		
29200		2 plokk	L-V	aR	456.75	14127	Projekteeritav Uljaste MKA, I kat liik lendorav	allikas VEE4308800*	Lõhejõgi Pada jõgi VEE1071900, Harilik ungrukold KLO9334617.
29207		8 plokk	I-V	aR	159.31	3046	Projekteeritav Uljaste MKA		Sulgjas õhik KLO9400768, Laanepüü KLO9117147.
29209		10 plokk	L-V	aR	163.89	3133			Lõhejõgi Pada jõgi VEE1071900
40600	Haljala uuringuväli 13201	1 plokk	L-V	aT	801.63	17294		allika VEE4307800 toiteala*	
40604		7 plokk	L-V	aR	534.27	11723		allikad VEE4308000* ja VEE4308100*, allika VEE4307800 toiteala*	Lõhejõgi Selja VEE1074600
40606		2 plokk	L-V	aT	632.83	14277	Vanamõisa männik (park)	allikate VEE4308000*, VEE4308100*, VEE4307800* toiteala	
64352	Estonia kaeveväli 13938	1 plokk	I-V	aT	1485.43	31316.75			Harilik ungrukold KLO9335032, KLO9335031, Wulfi turbasammal KLO9400847, Harilik kopsusamblik KLO9700642.
64354		10 plokk	I-V	aT	2180.46	60110.26	Illuka mõisa park, Kurtna rohe-tilksambliku ja kollase virvesambliku püsielupaik, Ristimänd	allikas VEE4315300*, Rohe-tilksamblik KLO9700011, kollane virvesamblik KLO9700010,	Sulgjas õhik KLO9400287, Suurelehine porella KLO9400286.
64357		16 plokk	I-V	aT	2811.24	60780.53	Pilliroosoo rändrahn piiranguvöönd ja Sõrumäe männid		Laialehine neiuvaip KLO9308870, Hiireviu KLO9118828, Tiigikonn KLO9118737 (elab Rebase liivakarjääris).
64359		18 plokk	I-V	aR	2865.54	95752	Projekteeritav Jõuga maastikukaitseala	Metsis KLO9102279	Nõmmelõoke KLO9120351, KLO9120341.
64364		13 plokk	I-V	aT	28.51	967	Kurtna rohe-tilksambliku ja kollase virvesambliku püsielupaik		

*Allikad on Veeseaduse objektid millede osas tuleb vältida vee liigvähendamist. Need aktiivse põlevkivivaru alal varu alal paiknevad allikad ja seal olla võivad loodusväärtused vajavad inventariseerimist.



Joonis 32 I+II+III kaevandamistundlikkusega loodusobjektidega aktiivse põlevkivivaru plokkide paiknemine ja kaevandamiseks prioriteetsed maavaravaru plokkid (ploki ID on rohelistes kastides).

NB! Selisoo LKA on tänaseks kinnitatud (pole enam projekteeritav)



Joonis 33 Aktiivse põlevkivivaru plokkidel või kaevandatud alal paiknevad kõrge ja ülikõrge väärtusega (üldhinnang vähemalt B) Natura elupaigad väljaspool kaitsealasi

Tabel 33 Kõrge ja ülikõrge väärtusega Natura elupaikade mõjutatavus allmaakaevandamisest aktiivse varu plokkidel või kaevandatud alal.

Tähistused: kollase taustavärviga on märgitud elupaigatüübid, mida allmaakaevandamisel kaasnev veerežiimi muutus mõjutab; rohelise taustavärviga on märgitud elupaigatüübid, millele allmaakaevandamine mõju ei avalda (mõju on neutraalne); halli taustavärviga on märgitud elupaigatüübid, mille puhul praegu on allmaakaevandamine mõju ebaselge.

Inventuuriala kood	Kasvukoha-tüüp Paal97	Elupaigatüübi kood ja nimetus vastavalt Loodusdirektiivi I lisa tüüpidele	Asub kaevandatud alal	Pindha	LK seisund	Üldhinnang Natura andmevormilt
24429	1132	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	1.88	B	B
24372	1141/1142	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	0.97	A	B
7138	1132	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	4.12	B	B
7137	1141, 1132	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	4.72	B	B
24338	1132	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	4.83	A	B
24327	1131	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	5.81	B	B
24074	1142	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	1.37	?	B
24339	1131	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	1.15	B	B
24077	1153	9060 Okasmetsad oosidel või moreenkuhjatistel	ei	0.6	B	B
24063	1312k	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	2.49	B	B
24228	1132	-	ei	1.87	B	B
24435	1132	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	2.34	A	B
7038	1512 (1412k)	-	jah	2.32	B	B
24265	1511, 1431k	-	jah	0.42	A	B
24201	1132	9010 * Vanad loodusmetsad	jah	6.27	A	B
24186	2142p, 2142	9070, 6270 Puiskarjamaad	jah	3.63	A	B
24174	1512	-	jah	2.19	D	B
24164	1132, 1141	9010 * Vanad loodusmetsad	jah	1.18	B	B
24115	2141, 2141p	6530, 6210 *Puisniidud	jah	2.23	B	B
7039	1512	-	jah	8.21	C	B
24116	2141p	9070 Puiskarjamaad	jah	0.92	B	B
5120	2141p	6530, 9070 *Puisniidud	jah	9.93	C	B
24184	1312k	9050 Rohundirikkad kuusikud	jah	1.37	B	B
24425	1161	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	9.39	A	A
24409	1161	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	1.92	A	A
24388	1161	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	1.2	B	B
24377	1162	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	1.81	A	A
24374	1162	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	3.98	A	B
24357	1162	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	2.74	B	B
24336	1161	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	12.81	A	B
24312	1162	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	4.54	A	B
24302	1162	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	6.75	B	B
24233	1162	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	1.77	?	B
24423	1161	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	5.14	A	A
24235	1161	9050 Rohundirikkad kuusikud	ei	1.53	A	A
24234	1162	9010 * Vanad loodusmetsad	ei	1.22	A	A

Inventuuriala kood	Kasvukoha-tüüp Paal97	Elupaigatüübi kood ja nimetus vastavalt Loodusdirektiivi I lisa tüüpidele	Asub kaevandatud alal	Pindha	LK seisund	Üldhinnang Natura andmevormilt	
24226	1162	9050?	Rohundirikkad kuusikud	ei	3.96	B	B
7148	1132, 1322, 1323	-9010	* Vanad loodumetsad	ei	22.29	B	B
24227	1161	9050	Rohundirikkad kuusikud	ei	4.11	?	B
24344	1161	9010	* Vanad loodumetsad	jah	2.63	A	A
24282	1162	9050	Rohundirikkad kuusikud	jah	9.21	B	B
24255	1162	9020	*Vanad laialehised metsad	jah	1.76	B	B
24247	1161	9050	Rohundirikkad kuusikud	jah	5.15	B	B
24205	1162	9050	Rohundirikkad kuusikud	jah	5.75	A	A
24099	1162	9050	Rohundirikkad kuusikud	jah	16.95	A	B
24128	1162	9020	*Vanad laialehised metsad	jah	1.16	?	B
24129	1162	9050	Rohundirikkad kuusikud	jah	8.56	A	A
24432	1322	9010	* Vanad loodumetsad	ei	2.11	B	B
24430	1431	91D0	* Siirdesoo- ja rabametsad	ei	1.22	A	A
24416	1431	91D0	* Siirdesoo- ja rabametsad	ei	5.41	A	B
24413	1411	91D0	* Siirdesoo- ja rabametsad	ei	2.3	A	A
24411	1412	9080	Madal soo- ja lodumetsad	ei	0.47	A	B
24355	1323	9010?	* Vanad loodumetsad	ei	2.81	A	B
24351	1311	9080	Madal soo- ja lodumetsad	ei	1.59	A	B
24222	1431	91D0	* Siirdesoo- ja rabametsad	ei	1.29	A	B
24079	1311, 1312	9080>>9050	Madal soo- ja lodumetsad	ei	5.97	A	B
13522	3112?	7230	* Liigirikkad madal sood	ei	1.45	B	B
2931	3121, 3121p	7140, 91D0	Siirde- ja õõtsiksood	ei	4.19	B	B
1719	3223p, 3221p, 3222p, 3222	7110, 3160	*Looduslikus seisundis rabad	ei	831.38	B	B
907	3121, 3121p	7140	Siirde- ja õõtsiksood	ei	46.07	A	B
24431	1421	91D0	* Siirdesoo- ja rabametsad	ei	0.83	A	A
24414	1421	91D0	* Siirdesoo- ja rabametsad	ei	4.27	A	A
4992	1421, 151	91D0	* Siirdesoo- ja rabametsad	ei	27.57	B	B
4666	1313, 1131, 1323?	9010	* Vanad loodumetsad	ei	28.7	B	B
2969	3221p, 3223p, 3222	7110, 3160	*Looduslikus seisundis rabad	ei	171.41	B	B
24075	1312, 1412	9080	Madal soo- ja lodumetsad	ei	2.96	A	B
13524	3114?	6430	Niiskuslembesed kõrgrohustud	ei	7.5	B	B
20763	2214, 2213	6430	Niiskuslembesed kõrgrohustud	ei	65.56	A	B

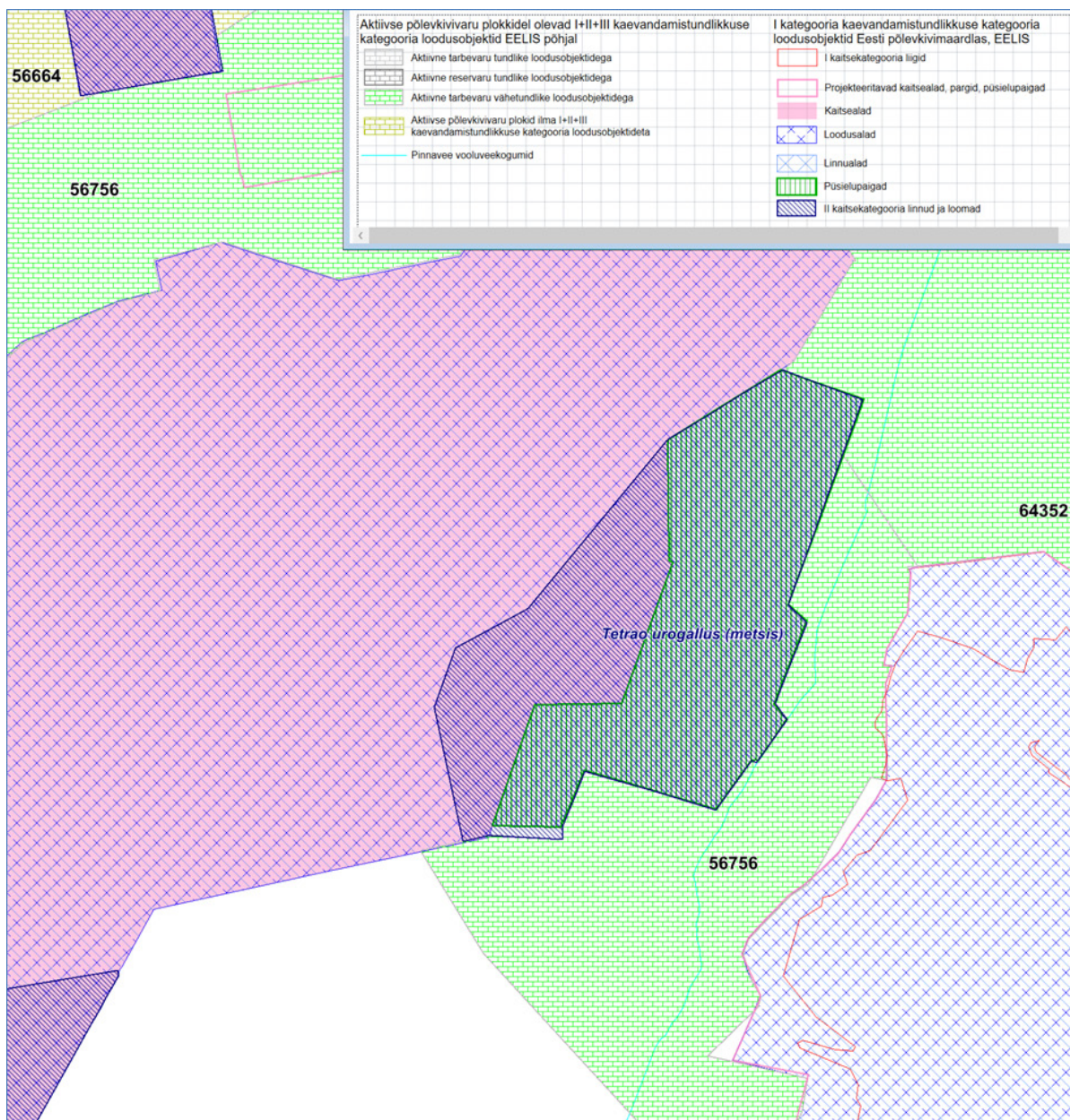
Inventuuriala kood	Kasvukoha-tüüp Paal97	Elupaigatüübi kood ja nimetus vastavalt Loodusdirektiivi I lisa tüüpidele	Asub kaevandatud alal	Pindha	LK seisund	Üldhinnang Natura andmevormilt
13524	3111?	6430 Niiskuslembesed kõrgrohustud	ei	12.98	B	B
13522	3112	7230 *Liigirikkad madalsood	ei	3.09	B	B
22993	3121	7140 Siirde- ja õõtsiksood	ei	96.57	B	B
24263	1323	9010 * Vanad loodusmetsad	jah	1.53	A	A
24256	1421	91D0 * Siirdesoo- ja rabametsad	jah	3.26	A	A
24266	1421	91D0 * Siirdesoo- ja rabametsad	jah	1.89	A	B
24264	1431	91D0 * Siirdesoo- ja rabametsad	jah	4.55	?	A
Kollase taustavärviga - allmaakaevandamise veerežiimi muutus mõjutab elupaigatüüpi						
Rohelise taustavärviga - allmaakaevandamine on elupaigatüübile neutraalne						
Halli taustavärviga - allmaakaevandamine mõju elupaigatüübile on praeguste teadmistega ebaselge						

Tabelites 32 ja 33 esitatud andmete põhjal võib allmaakaevandamisest aktiivse põlevkivivaruga alal kaevandamise osas teha järgmised üldistused:

- Aktiivse põlevkivivaruga alale jäävate maavaraplokkide kattuvus kaevandamistundlikkuse I+II+III kategooria pindalaliste objektidega on enamasti väike. Tabelis 32 toodud põlevkivivaru plokkide korral on tegemist siiski kattuvusega, mida ei saa pidada looduskaitse objektide piiride ebatäpsuseks. Põlevkivivaru plokkide piiride muutmise vajadus on aktuaalne alles siis, kui seal on reaalselt algamas kavandamine. Looduskaitseobjektide piirid, eeskätt kaitsealuste loomaliikide territooriumid (püsielupaigad), võivad olla enne kaevandamist veel korduvalt muutuda mistõttu pole otstarbekas enne kaevandamise algust varuplokke eluslooduse objektide pärast killustama hakata. Kaevandamisele minevate maavaravaru plokkide kuju ja suuruse võib vajaduse korral täpsustada pärast loataotluse KMH-d.
- Allmaakaevandamise võimalikkus kaitsealadel paiknevate soode all ilma nende alade veerežiimi mõjutamata pole tõestatud ja seega allmaakaevandamist seal praeguste teadmiste põhjal lubada ei saa. Maapinna vajumise ulatus, määr ja aeg sõltuvad kasutatavast allmaakaevandamise viisist (kamber- või laavakaevandamine) ning maapinna vajumisi täielikult vältida pole praegu kasutatavate tehnoloogiate juures võimalik.
- Pada ja Selja lõhejõgedel tuleb kaladele olulistes lõikudes kaevandamisel säilitada vajalik looduslähedane vooluhulk ja vältida kudemispaiku kahjustavat heljumikoormust.
- Niiskete/märgade elupaikadega kaitsealade ja kaevandamisele mineva ala vahele tuleb paljudes kohtades jätta täiendav 300-500 m laiune puhvertsoon. Puhvertsooni vajadus ja ulatus sõltuvad kaitstavate loodusobjektide ja elupaikade tundlikkusest veerežiimi muutusele ja konkreetse paiga geoloogilistest tingimustest. Usutavasti peab põlevkivimaardla põhjaosas olema puhvertsooni laius suurem, lõunaosas, kus põlevkivi kaevandatakse sügavamal kui 50 m ja allmaakaevanduse peal esineb enam vett vähejuhtivaid kivimikihte, võib puhvertsoon olla kitsam. Puhvertsooni tõttu

osutuvad suure tõenäosusega kaevandamiseks sobimatuks või vähesobivaks Muraka looduskaitseala, loodus- ja linnuala ning Selisoo looduskaitseala ja loodusala vahele jääva aktiivse plokki 56756 ala (joonis 34), samuti aktiivse põlevkivivaru plokkide 40666 ja 40685 ribad Agusalu looduskaitseala ja Agusalu loodus- ja linnuala juures (joonis 37).

- Enne kaevandamist tuleb koostada kaevandamise mõju hüdrogeoloogiline prognoos ka kaevandataval alal ja/või selle naabruses olevate allikatele (sh allikate toitealale¹³) ja muudele veekogudele (vt. veeseaduse nõuded vee liigvähendamisest).



Joonis 34 Maavaravaru plokki 56756 keerukas ruumikuju niiskusrežiimi muutustele tundlike looduskaitseobjektide vahel.

NB! Ratva metsise püsielupaik KLO3000039 on kuivendatud kõdusoometsas, selle all aktiivset põlevkivivaru pole. Selisoo LKA on tänaseks kinnitatud (pole enam projekteeritav).

¹³ Allika toiteala on orienteeruvalt vooluhulk/infiltratsioon põhjavette

- Kaitsealuste loomade elupaikades tuleb arvestada elupaikade tundlikkusega veerežiimi muutusele, lisaks ka kaevandamisega seotud müra ja vibratsiooni mõju loomadele (tabel 7).
- Kuivenduse, müra või muu mõju ei pruugi elusloodusele avalduda kohe, vaid viibega. Märkatavad muutused metsakooslustes võivad ilmneda 10 või enama aasta pärast ja varasema mõju osas võib esineda nn. väljasuremisvõlg¹⁴.

Looduskaitsealuste piiranguteta tulundusmetsades (millest osa vastavad Natura 2000 kriteeriumidele või võivad aja jooksul niisugusteks kujuneda) on metsamajanduse mõju allmaakaevandamise mõjust sageli suurem ja nii võib olemasolev elupaik kaduda ka allmaakaevandamiseta.

Väikesed killustatud kaitsealused elupaigad on tundlikud kõrvalmõjudele (maaparandus, metsamajandus jne.) ning kaitsealuse liigi säilimine seal on ohustatum kui suuremates kaitsealustes massiivides. Pole välistatud, et reaalse kaevandamise alustamise ajaks ei pruugi mõnel sellisel objektil enam väärtusi olla säilinudki.

Seega tuleb arvestada et olemasolevatel kaevandamispiiranguid tekitavatel kaitstavatel loodusobjektidel võivad kaevandamiseni kuluvate aastakümnete vältel toimuda muutused ka kaevandamisest sõltumata. Teisalt võivad seni looduskaitsealuste piiranguteta aladele levida kaitsealused liigid, mis tingivad püsielupaikade moodustamist ja võimalikke uusi kaevandamispiiranguid.

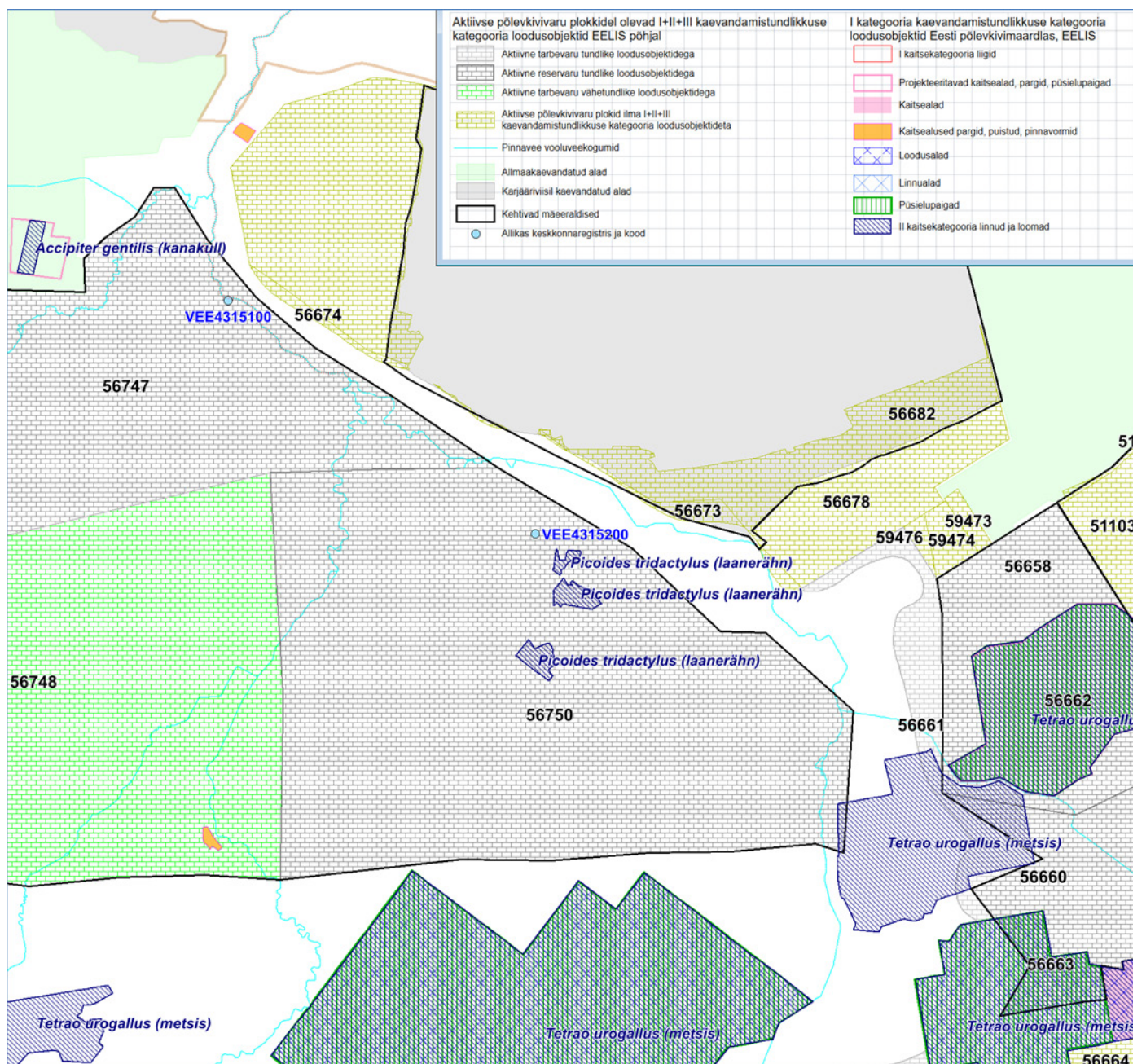
Uutest rajatavatest kaevandustest on Uus-Kiviõli kaevanduse alal olulistest looduskaitseobjektidest (joonis 35) kaevandamisel tundlikud kaks nimetatud allikat (VEE4315100 Savala külas ja VEE4315200 Rebu külas on siiski vaid Veeseaduse objektid¹⁵), metsise leiukoht KLO9120397 ja mõned III kaitsekategooria taimeliikide elupaigad (Harilik käoraamat KLO9308825, kuradi sõrmkäpp KLO9301686, kahkjaspunane sõrmkäpp KLO9308823).

Metsise leiukoht KLO9120397 (metsise leiukoha kattuvus maavaravaru ploki 56750 idaservaga on kuni 100 m) jääb ida poole Ojamaa jõge ja eeldatavalt jõgi kompenseerib mõneti allmaakaevandamise kuivendavat mõju metsise leiukoha niiskuslembelisel metsaalal, siirdesoo ja rabas (teisi potentsiaalseid kaevandamise mõjuallikaid metsisele siin pole). Uus-Kiviõli kaevanduse puhul seega olulisi takistusi kaevandamiseks ei ole.

Kavandatava Sonda kaevanduse alal oleva metsise ja lendorava probleemistikku käsitletakse vastavas lõpetamisjärgus olevas KMH-s.

¹⁴ Väljasuremisvõlg tähendab seda, et kasvutingimuste muutumise järel ei toimu taimkatte liigilise koosseisu muutumine järsku, vaid mõningase ajalise viibega, erinevatel liikidel on vastavalt nende ökoloogilisele amplituudile erinev reageerimisaeg

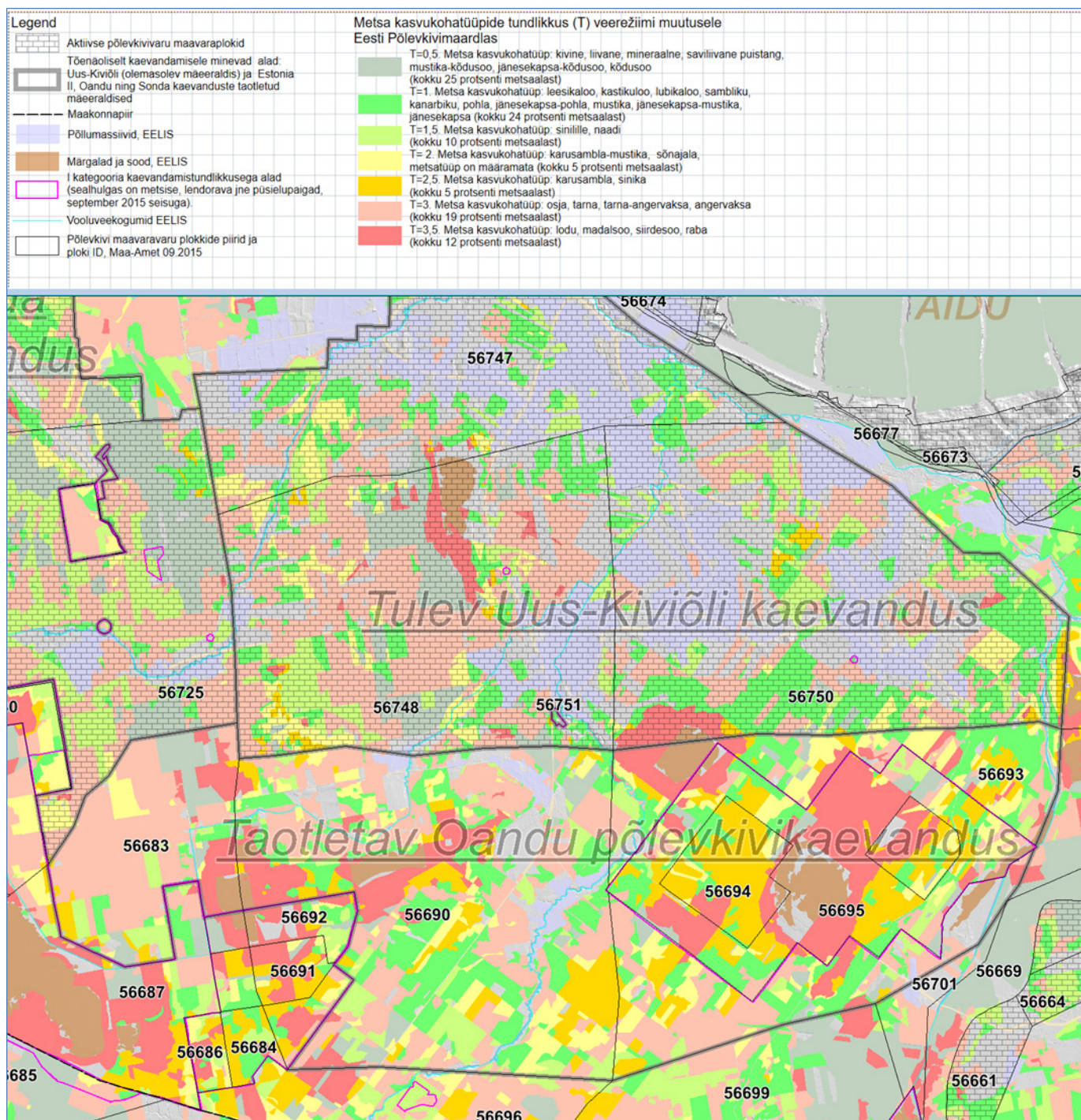
¹⁵ Eespoolmainitud allikate säilimine kavandatava kaevanduse kuivenduse mõjul pole kindel, neid pole käsitletud ka vastavas Uus-Kiviõli kaevanduse KMH-s (Eesti Energia Kaevandused AS kavandatava Uus-Kiviõli kaevanduse rajamise keskkonnamõju hindamise aruanne, AS Kobras, Tartu 2010)



Joonis 35 Uus Kiviõli kaevanduse alal olevad olulised looduskaitseobjektid

Uus-Kiviõli kaevandusest lõuna pool paikneva kavandatava Oandu kaevanduse ala võib kavandatuga võrreldes väheneda johtuvalt selle idaossa jäävast Muraka loodus- ja linnualast ning eeskätt Kaasiksoo metsise püsielupaigast, mis paikneb valdavalt küll kuivendatud alal, kuid sealsed metsad ja märgalad on allmaakaevandamisega kaasneva võivale kuivendusele tundlikud.

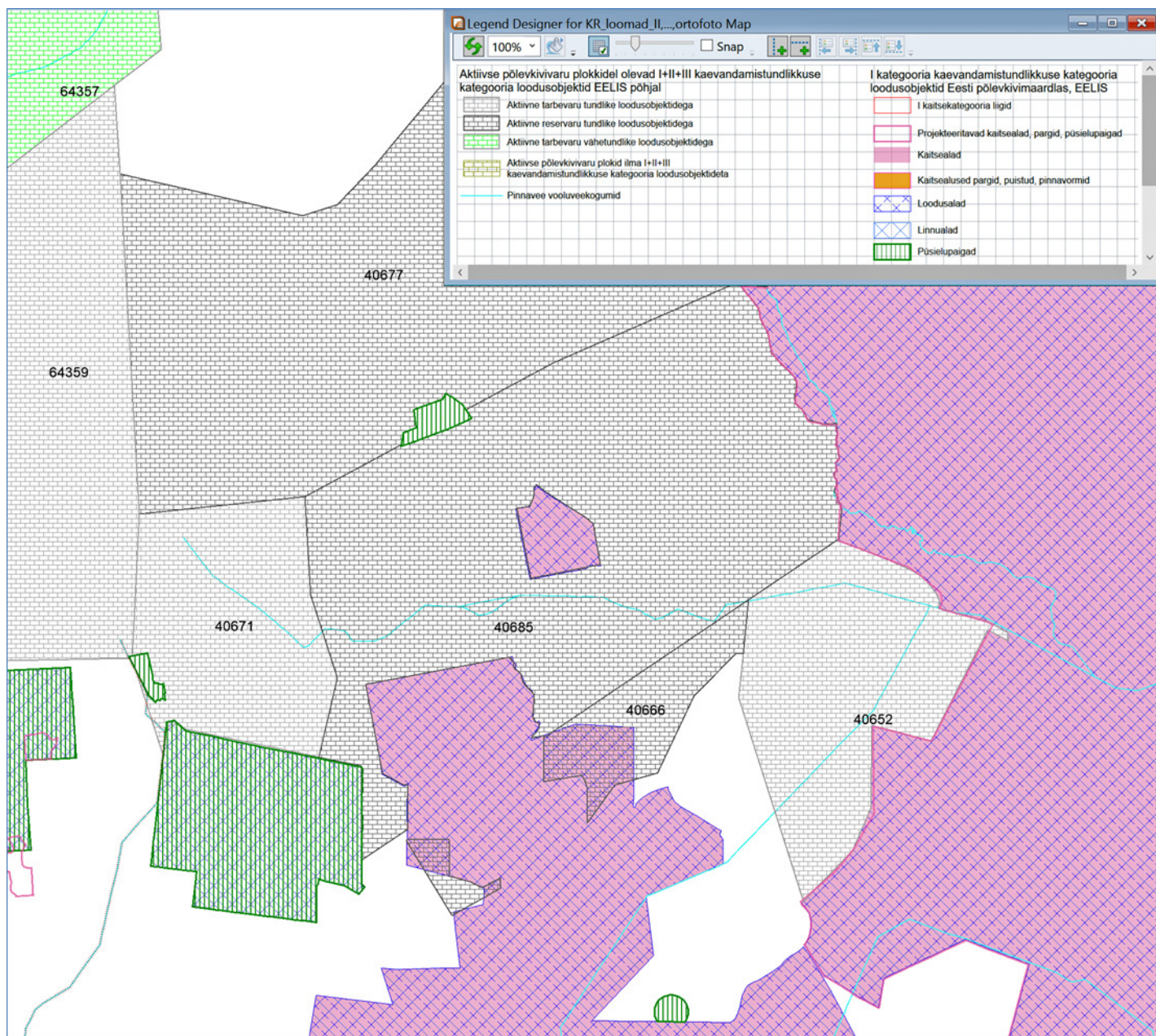
Kavandatava Oandu kaevanduse lääneserv vastu Sirtsu looduskaitseala on valdavalt kuivendatud ala (sh Sirtsu looduskaitseala Oandu mäeeraldise poole jäävad servaalad), kuid välistada ei saa kohati puhvertsooni jätmise vajadust Oandu kaevanduse ja ka Sirtsu looduskaitseala vahele (joonis 36).



Joonis 36 Taotletava Oandu kaevanduse lääneosa (plokk 56683) vastu Sirtsli looduskaitseala paikneb metsakasvukohatüüpide järgi tundlikul alal

Kavandatava Estonia II kaevanduse ala täies taotletud ulatuses kaevandamine on problemaatiline vastu Puhatu ja Agusalu looduskaitse-, loodus-, linnualasid ja püsielupaiku ning nende vahel (vaata joonis 37). Aktiivse põlevkivivaru plokkide 40666 ja 40685 ribad ja passiivse tarbevaru ploki 40653 lahustükid pole kaevandatava ala keerukast ruumikujust johtuvalt tõenäoliselt täies mahus kaevandatavad.

Vastu Puhatu ja Agusalu kaitse- loodus- ja linnualasid võib Estonia II kaevanduseks taotletud alal lisanduda puhvertsoon, sest seal paiknevad metsad ja märgalad on tundlikud allmaakaevandamisega kaasneva võivale kuivendusele.



Joonis 37 Kavandatava Estonia II kaevanduse idaserva keerukas ruumikuju

Looduskaitsest seisukohast võiks Estonia II kaevanduse jaoks eelistatavam olla kaevandamine lõuna pool praeguse Estonia kaevanduse lõunatippu. Põlevkivivaru plokide 56760, 56768 ja 56770 alal on võimalik piiritleda ilma looduskaitseliste piiranguteta ala kuid samas tuleb arvestada, et plokil 56768 on põllumajanduslikke maid 23% ja hajaasustust.

Lääne-Virumaal on aktiivse põlevkivivaruga aladel looduskaitselisi piirangud oluliselt vähem. Seda eeskätt põllumajandusmaade ja asulate tõttu, mis moodustavad Kunda jõest lääne poole jäävate aktiivse maavaravaru plokide 40600 29305, 40604, 29306, 40606 40608 pindalast enam kui 50%. Lääne-Virumaa selles piirkonnas on võimalik vaid avakaevandamine, mis aga tähendab kaevandamise korral põllumajandusmaa kasutusest väljalangemist, samuti stressifaktorite suurenemist sealsele elanikkonnale.

7 Kokkuvõtvad järeldused

7.1 Eelispirkonnad ja kaevandamiseks taotletud alad

1. I, II ja III kategooria kaevandamistundlikkusega alasid on Eesti põlevkivimaardlas 95-st aktiivse varu maavaraplokist 39-l. Kaevandamistundlikkust silmas pidades saab kaevandamiseks eelistada 64 aktiivse põlevkivivaru plokki, millel puuduvad allmaakaevandamist välistavad või kaevandamise mõjudele tundlikud kaitstavad loodusobjektid. Looduskaitsete piiranguteta aktiivse põlevkivivarude aladest esmase prioriteedina soovitav kaevandada erinevatel põhjustel kaevandamata jäänud maavaravaru aktiivsetel mäeeraldistel ja nende vahel (plokkide loetelu on toodud peatükk 6 alguses).
2. Aktiivse põlevkivivaruga alale jäävate maavaraplokkide kattuvus kaevandamistundlikkuse I+II+III kategooria pindalaliste objektidega on enamasti väike. Põlevkivivaru plokkide piiride muutmise vajadus on aktuaalne alles siis, kui seal on realselt algamas kavandamine, sest looduskaitseobjektide piirid, eeskätt kaitsealuste loomaliikide territooriumid (püsielupaigad), võivad olla enne seda muutunud. Otstarbekas ei ole ka enne kaevandamise algust varuplokkide eluslooduse objektide pärast killustama hakata. Kaevandamisele minevate maavaravaru plokkide kuju ja suuruse võib vajaduse korral täpsustada pärast loataotluse KMH-d.
3. Niiskete/märgade elupaikadega kaitsealade ja kaevandamisele mineva ala vahele tuleb paljudes kohtades jätta täiendav 300-500 m laiune puhvertsoon. Puhvertsooni vajadus ja ulatus sõltuvad kaitstavate loodusobjektide ja elupaikade tundlikkusest veerežiimi muutusele ja konkreetse paiga geoloogilistest tingimustest. Usutavasti peab põlevkivimaardla põhjaosas olema puhvertsooni laius suurem, lõunaosas, kus põlevkivi kaevandatakse sügavamal kui 50 m ja allmaakaevanduse peal esineb enam vett vähejuhtivaid kivimikihte, võib puhvertsoon olla kitsam. Tõenäolise puhvertsooni tõttu osutuvad kaevandamiseks sobimatuks Muraka looduskaitseala, Muraka loodus- ja linnuala ning Selisoo looduskaitseala ja Selisoo loodusala vahele jääva aktiivse põlevkivivaru plokki 56756 ala, samuti aktiivse põlevkivivaru plokkide 40666 ja 40685 ribad Agusalu looduskaitseala ja Agusalu loodus- ja linnuala juures.
4. Järgimaks veeseaduses fikseeritud piiranguid vee liigvähendamise kohta, tuleb enne kaevandamist koostada kaevandamise mõju hüdrogeoloogiline prognoos kaevandataval alal ja/või selle naabruses olevate allikatele (sh allikate toitealale) ja muudele veekogudele.
5. Uus-Kiviõli kaevandusest lõuna pool paiknev kavandatava Oandu kaevanduse ala võib kavandatuga võrreldes väheneda johtuvalt kavandatud selle idaossa jäävast Muraka loodus- ja linnualast ning eeskätt Kaasiksoo metsise püsielupaigast, mis paikneb valdavalt küll kuivendatud alal, kuid sealsed metsad ja märgalad on allmaakaevandamisega kaasneda võivale kuivendusele tundlikud. Kavandatava Oandu kaevanduse lääneserv vastu Sirtsu looduskaitseala on valdavalt kuivendatud ala (sh Sirtsu looduskaitseala Oandu mäeeraldise poole jäävad servaalad), siiski ei saa seal välistada kohati puhvertsooni jätmise vajadust Oandu kaevanduse ja Sirtsu looduskaitseala vahele.
6. Looduskaitsealisest seisukohast võiks Estonia II kaevanduse jaoks eelistatavam olla kaevandamine lõuna pool praeguse Estonia kaevanduse lõunatiipu: plokkide 56760,

56768 ja 56770 sees on võimalik piiritleda ilma looduskaitseliste piiranguteta ala, kuid samas tuleb arvestada, et plokil 56768 on põllumajanduslikke maid 23% ja hajaasustust.

7. Enamiku sookasvukohatüüpide puhul pole võimalik võrreldavalt analüüsida nende kaevandustundlikkust, sest lage- ja puissoid on ammendatud kaevanduste kohal säilinud väga vähe.
8. Perspektiivsete kaeveväljade soodest paiknevad kõrge looduskaitseväärtusega objektid valdavalt uurimisala kaguserval (Permisküla uuringuvälja 4., 5. ja 23. plokk, Puhatu uuringuvälja 7. plokk ja nende vahele jäävad alad). Siinne soode kontsentratsioon on sedavõrd kõrge ja väärtus suur, et nende plokkide alt kaevandamine pole mõeldav. Osa nendest plokkidest on juba arvatud ka Natura 2000 võrgustikku.
9. Narva põlevkivikarjääriga piirnevate soode puhul on kõige olulisem tagada nende senise veerežiimi puutumatus, et nad „elaksid üle” karjääriivisilise kaevandamise viimase kümnendi.

7.2 Allmaakaevandamise alad

1. Ammendatud allmaakaevanduste alal, kus pinnakattes pole vettpidavaid savikihte (liivsavi, savi) ilmneb kuivenduse mõju. Metsaregistri andmete põhjal on allmaakaevandatud alal kaevandamisega kaasneva kuivenduse tõttu soometsad 1395 ha suurusel alal muutunud kõdusoometsadeks. Lõhkamistöõde tagajärjel võivad lõhed tekkida ka algselt vettpidavatesse kivimikihtidesse ning mulla veetase võib drastiliselt langeda selle tõttu, sest vesi valgub nende lõhede kaudu allmaakaevanduse tühemikesse.
2. Kuna kaitsealadel paiknevate soode all allmaakaevandamise võimalikkus ilma nende alade veerežiimi mõjutamata pole tõestatud ja kuna kuivendatud sood looduslikult ei taastu, ei saa allmaakaevandamist seal praeguste teadmiste põhjal lubatavaks pidada.
3. Kaevanduspiirkonnas on kokku 21 leiukohas (millest 1 asub kaevandatud ala peal ja 14 perspektiivsetel kaevandusaladel või nende vahetus läheduses) tuvastatud seitsme I kaitsekategooria taimeliigi kasvamine; II kaitsekategooriasse kuuluvate liikide leiukohti on kokku 76, millest 6 asub kaevandatud ala peal, 8 karjäärides ning 40 perspektiivsetel kaevandusaladel; III kaitsekategooriasse kuuluvaid liike registreeriti 36, neid liike kasvab mitmel pool kogu kaevandusalal.
4. Enamik kaevanduspiirkonnas registreeritud ohustatud või kaitsekorralduslikult huvipakkuvaid taimeliike on suhteliselt laia ökoloogilise amplituudiga ning kasvavad küllaltki erinevate omadustega kasvukohtades. Kuigi nende liikide mõned kasvukohad esinevad ka vajunud maapinnaga endistel kaevandusaladel, kus kraavitus puudub, s.t. kuivendus on toimunud kaevandamise tulemusena, pole niisuguste alade hulk nende liikide muude kasvukohtadega võrreldes kuigi suur. Selle põhjal võib järeldada, et kuivades kasvukohtades (arumetsades) esinevate kaitsealuste taimeliikide puhul pole maa-aluse kaevandamise mõju vähemalt käesoleva ajani olnud. Piiratus ulatuses võib kuivade kasvukohtade kaitsealuseid taimi kohati ohustada kaevanduse kohal toimuv maapinna langatumine ja sellega kaasnev mülgastumine/soostumine.

5. Kaitsealustest taimeliikidest on kaevandamistundlikud on eelkõige märgalade või niiskete kasvukohtadega seotud taimed: laialehine nestik (*Cinna latifolia*), kuradi-sõrmkäpp (*Dactylorhiza maculata*), õrn tarn (*Carex disperma*), nokktarn (*C. rhynchophysa*), sagristarn (*C. irrigua*), kahar parthein (*Glyceria lithuanica*), villtulikas (*Ranunculus lanuginosus*), lodukannike (*Viola uliginosa*), kahkjaspunane sõrmkäpp (*Dactylorhiza incarnata*) ja kuninga-kuuskjalg (*Pedicularis sceptrum-carolinum*).
6. Enamik leitud kaitstavatest jt kaitsekorralduslikult olulistest soontaimeliikidest pole sellised, kelle säilitamiseks tuleks sätestada täiendavaid kaevandamise piiranguid (tervikud, puhvertsoonid, maapealsete kommunikatsioonide rajamise keeld). Kui väärtuslike koosluste paremad esindusalad õnnestub säilitada, peaksid need tagama ka enamiku mainitud liikide püsimise. Kahtlemata tuleb aga liigikaitsest aspekti kaevandamiseks mitesobivate alade määratlemisel taustana kogu aeg arvestada.
7. Arumetsadega kaetud endistel allmaakaevandamise aladel on kaevandamisega seonduva kuivenduse ning kraavitusest tuleneva kuivenduse mõju taimkattele üldjoontes sarnane. Ent see mõju on sedavõrd nõrk, et ei ilmne konkreetsete indikaatorliikide tasemel, vaid on tuvastatav üksnes metsakoosluste kogu liigilise koosseisu põhjal. Sama kinnitavad ka eraldi arumetsade iga tüübirühma (palu-, laane- ja salumetsade) koosluste raames läbi viidud analüüsid: palu- ja laanemetsade taimkatet mõjutab kaevandamisele järgnev maapinna vajumine suhteliselt vähe, salumetsades ilmneb maapinna vajumisega seletatav taimkoosluste liigilise koosseisu muutumine vaid kogu liigilise koosseisu põhjal, mitte konkreetsete indikaatorliikide tasemel.
8. Nii kaevandatavatel kui ka perspektiivsetel kaevandusaladel on taimkatte liigiline koosseis kraavideta ja kraavidega aladel oluliselt erinev. Kaevandatavatel aladel esineb niiskete/märgade kasvukohtade taimi sagedamini ja suurema ohtrusega kraavideta kui kraavidega aladel. Kraavitatud perspektiivsete kaevandusalade rühma iseloomustavad eeskätt lodumetsadele omased liigid, mille püsimine nendes metsades on seletatav nn. liikide väljasuremisvõlga – ajalise viibega liikide reageerimisel muutunud keskkonnatingimustele.
9. Aru- ja kuivendatud metsade liigid taluvad kaevandamist ja pärastist maapinna vajumist suhteliselt hästi, kui nende kasvukohtadesse ei hakka ümbruskonnast valguma pinna- ja sademevesi ning selle tulemusena ei alga soostumine.
10. Kaevandatavatel arumetsadega aladel algne kraavitusest põhjustatud taimkatte liigilise koosseisu erinevus kaevandamise jätkudes taandub, sest kaevandamise kuivenduse kumuleeruv efekt varjutab aegamööda kraavituse mõju ja sealne taimkatte muutub ammendatud kaevandusaladel olevate koosluste sarnaseks. Eraldi tüübirühmade raames läbi viidud analüüsid kinnitavad, et laanemetsades on kraavituse mõju taimkattele tagasihoidlik; see võib avalduda ajapikku vaid endiste soostunud mikrokoosluste liigilise koosseisu muutumises; salumetsadega kaetud kaevandatavatel ja mahajäetud kraavitamata ja kraavidega kaevandusaladel taimkatte liigiline koosseis aja jooksul ühtlustub, st. liikide väljasuremisvõlg väheneb.
11. Salu- ja laanemetsad on allmaakaevandamise kuivendamisest vähem mõjutatavad, salumetsad on tundlikumad. Soostuvad, soometsad ja rabastuvad metsad on allmaakaevandamise kuivendusele tundlikud. Kuivendatud ja kõdusoometsade puhul

tuleb nende liigilise koosseisu hindamisel arvestada sellega, et neis on tegemist kuivendusemõju järgse situatsiooniga ning kuivenduseelsete liikide väljasuremisvõlaga.

12. Soostuvates ja soometsades põhjustab allmaakaevandamine, eriti märgatavalt aga ammendatud kaevandusalade maapinna vajumine taimkatte kasvukohtade kuivendamist ning kuivendusest johtuva turbalasundi mineraliseerumist ja taimedele kättesaadavate toitainete hulga suurenemist, mis võimaldab nendele aladele asuda salumetsaliikidel või siis suureneb seal juba olemasolevate saluliikide ohtrus.
13. Kuivenduse mõju ja kõdusoostumine võivad endistel kaevandusaladel avalduda ka siis, kui alad ei ole vajunud ega kraavitud. Niisugusel juhul toimub kasvukohtade kuivendamine ilmselt muldkatte alla jäävates kivimites esinevate lõhede kaudu.
14. Lendorava elupaigaks sobivaid metsi on allmaakaevandatud aladel kohati küll säilinud, kuid seni puuduvad tõendid, et lendoravad neis elaksid; põhjused, miks lendoravad neid metsi enam ei asusta, ei ole teada. Samas pole allmaakaevandamise käigus toimunud kuivendus nende metsade kvaliteeti lendoravate elupaigaks sobivuse seisukohast oluliselt mõjutanud.
15. Uute allmaakaevanduste rajamisele, eriti lendorava leiukohtade läheduses (eeskätt Sonda ja Sirtsu vaheline piirkond), on vajalik kaevandamise võimalike mõjude hindamiseks piirkonnas asuvate lendoravate asurkondade seisundit seirata pikema perioodi kestel. Seni, kuni pole teada allmaakaevandamise mõju (vibratsioon, müra) lendoravate asurkonna seisundile, tuleb lendorava leiukohtade alt kaevandamist vältida.
16. Metsisemängualade seisundit mõjutab peamiselt metsakuivenduse tagajärjel toimunud või toimuv metsa tihenemine, mis muudab konkreetset mängualad kukkedele sobimatuks. Metsisemängu ala suurus sõltub selles osalevate kukkede arvust, kuid ka mõne kukega mängus on see ala vähemalt kümnekond hektarit suur. Kuna kaevandatud alalt leiti vaid üks metsisemäng, kus esines samuti kuivenduskraavide võrgustik, siis ei ole võimalik eristada allmaakaevandamise mõju veerežiimile ning kaudseid mõjusid metsale.
17. Linnuliikidest on väga kaevandamistundlikud, kellele avaldab mõju nii veerežiimi muutumine, kui ka lõhketööd ja kommunikatsioonide rajamine, must-toonekurg (*Ciconia nigra*), rabapüü (*Lagopus lagopus*), rohunepp (*Gallinago media*), mustsaba-vigle (*Limosa limosa*), mudanepp (*Numenius arquata*), metsis (*Tetrao urogallus*), sookurg (*Grus grus*), suurkoovitaja (*Numenius arquata*), väikekoovitaja (*Numenius phaeopus*), rüüt (*Pluvialis apricaria*), täpikhuik (*Porzana porzana*), teder (*Lyrurus tetrax*), mudatilder (*Tringa glareola*), heletilder (*Tringa nebularia*) ja punajalg-tilder (*Tringa totanus*). Kaevandamise suhtes tundlikeks liikideks, keda mõjutab negatiivselt nii kaevandamisega kaasnev vibratsioon, aga ka kommunikatsioonide rajamine, on väike-konnakotkas (*Aquila pomarina*), kalakotkas (*Pandion haliaetus*), kanakull (*Accipiter gentilis*), laanepüü (*Tetrastes bonasia*) ja hänilane (*Motacilla flava*).
18. Väikesed killustatud kaitsealuste liikide elupaigad või kaitsealad on lisaks kaevandamisele tundlikud naaberaladel toimuvate tegevuste (maaparandus, metsamajandus, elektriliinide ja teede ehitamine jm.) mõjule ning seetõttu on nende liikide või ökoloogiliste väärtuste säilimine seal raske ja väiksema jätkusuutlikkusega kui suurematel aladel. Lisaks võivad kaitsealuste loomaliikide territooriumid

(püsielupaigad) aja jooksul erinevatel põhjustel muutuda/nihkuda. Seetõttu pole otstarbekas varuplokke eluslooduse objektide pärast enne kaevandamist killustama hakata. Vajadusel võib kaevandamiseks minevate maavaravaru plokkide suuruse ja kuju kindlaks määrata pärast loataotluse KMH-d.

7.3 Avatud karjääride (pealmaakaevandamise) alad

1. Taimestunud karjääripuistangute silmapaistvaks eripäraks on paljude kaitsealuste käpaliste – hall käpp (*Orchis militaris*), tumepunane neuuvaip (*Epipactis atrorubens*), laialehine neuuvaip (*Epipactis helleborine*), kahelehine käokeel (*Plathantha bifolia*), suur käopõll (*Listera ovata*), balti sõrmkäpp (*Dactylorhiza baltica*), kõdu-koralljuur (*Corallorhiza trifida*), kaunis kuldking (*Cypripedium calceolus*) jt. – ohtrus. Ehkki nad ei kasva siin iseloomulikes looduslikes kasvukohtades, on endised põlevkivikarjäärid spontaanselt kujunenud nende liikide genofondi säilitusaladeks. Metsastumata puistangud omavad tähtsust ka loodusdirektiivi II lisa liigi madala unilooga (*Sisymbrium supinum*) kasvukohana.
2. Karjääripuistangute metsastamisel tuleks edaspidi hoiduda mistahes võõrliikide (sh. võõrpuuliikide) istutamisest, sest edaspidi metsastatavad alad paiknevad väga lähedal Puhatu looduskaitsealale ja Kurtna maastikukaitsealale ning kultiveeritavad võõrliigid võivad tulevikus hakata risustama sealseid kaitstavaid looduslikke metsakooslusi.
3. Väärtustada, võimaluse korral aga laiendada/rajada tuleb puistangualade servas väljaveoteede ääres paiknevaid ajutisi veekogusid ja soostuvaid alasid. Seal kujunevates taimekooslustes kasvab sageli soostunud kasvukohtadele iseloomulikke taimi nagu soo-neuuvaip (*Epipactis palustris*), pääsusilm (*Primula farinosa*) jne., aga ka halli käppa (*Orchis militaris*). Soostunud/soostuvaid kooslusi leidub ka puistangulohkudes ja allmaakaevanduse kohale jäävatel langatusaladel. Nisugused sekundaarsed märgalad on olulised edaspidist bioloogilist mitmekesisust silmas pidades: nad on eelduseks soo(viku)metsalaikude kujunemisele keset lausalisi männikultuure, samuti varjupaigaks/elupaigaks mitmetele kaitsealustele või piiratud levilaga sootaimeliikidele, selgrootutele, amfiibidele ja lindudele.
4. Avakaevandatud aladele ei ole Eestis seni veel uusi lendoravale sobivaid elupaiku (vanu õõnsate haabadega kuuse-segametsi) kujunenud.
5. Karjääripuistangute kaitsealustest linnuliikidest on eriline tähtsus väikepistrikul (*Falco columbarius*), kelle Eesti asurkonnast pesitseb siin üle 10%. Et pideva ja püsiva mullakihita puistangutel puuduvad pisinärilised, ei leidu siin ka hiiretoidulisi röövlindude ning vaba niši ongi hõivanud väikelindudest toituv I kaitsekategooria pistrikuliik. Teistest kaitsekorralduslikult olulistest linnuliikidest on puistangud olulised öösorrile (*Caprimulgus europaeus*), nõmmelõokesele (*Lullula arborea*), kohati ka tedrele (*Lyrurus tetrix*); nimetatud linnuliigid võivad puistangutel olla taas- või uusasukateks, aga nende asurkonnad tekivad ka seniste leiukohtade kõrval või asemel ja jäävad põlevkivimaardlas vähemalt mõneks ajaks püsima isegi siis, kui algsetest leiukohtadest midagi pole järele jäänud.
6. Metsisemänguks sobivaid männikuid võib kujundada ka korrastatud karjäärialadel. Selleks, et mets kujuneks võimalikult varakult metsisele sobilikuks tuleb karjäärimännikutes õigeaegselt teostada valgustusraied ning harvendusraiega viia mets juba 40 aastaks täiusele 0,5-0,6. Lisaks võiks kujundada häile, mille läbimõõt võrdub ligikaudu puurinde kõrgusega.

8 Ettepanekud seire korraldamiseks ja uurimistööks

Põlevkivimaardla piirkonnas toimub riiklik ja kaevandamisloa omanike poolt tehtav põhjaveeseire ja eluslooduseseire, ent selle esinduslikkus ja kogutavate andmete statistiline usaldatavus vajaksid kriitilist hindamist. Edaspidi on kavas ettevõtjate tellitava tööde tulemuste põhjal teha täiendavalt veerežiimi ja mulla uuringuid veest sõltuvate elupaikade kaitse-eesmärkidest lähtudes. Soolade looduslike tingimuste muutumise süstemaatilisel analüüsi võimaldav riiklik seirevõrk kaevanduspiirkonnas praegu puudub.

Kiiresti on vaja rajada seirevõrk, mis hõlmaks nii mahajäetud, praegu kaevandatavaid kui ka perspektiivseid kaevandusalasid ja nende naaberalasid. Seirevõrk peab tagama statistiliselt usaldatava andmestiku kogumise nii hüdrooloogiliste tingimuste, mullastiku kui ka fauna ja taimkatte muutuste kohta. Sooladel läbiviidav seire oleks ühtlasi heaks eelduseks ja baasiks kitsama suunitlusega uurimistööde (nt. soode gaasivahetus, mikroobi- ja selgrootute kooslused) läbiviimiseks.

Kuivenduse mõju vähendamise meetmete, samuti erinevate kompenseerimisvõimaluste efektiivsuse ja maksumuse hindamine on praegu kaetud vaid üksikute juhtumipõhiste analüüsidega ja tervikpilt puudub. Selle saavutamise ja vajalike üldistuste tegemine nõuab väga põhjalikke ja pikaajalisi uuringuid, mis peaksid ulatuma ajas kaevandamiselt vähemalt kümnekond aastat tagasi.

Seega pidanuks põlevkivi kaevandamise mõju selgitamiseks vastava seirega alustatama 10-20 või enamgi aastat tagasi. Näiteks on praegu väga aktuaalne kiiresti alustada Puhatu looduskaitseala poole laieneva Narva karjääri mõju seirega Puhatu soostiku põhjaosas, kuigi karjäär jõuab Puhatu looduskaitseala vahetusse lähedusse alles 8-10 aasta pärast.

Puhatu loodusala põhjaosas tuleks piki hüdrooloogilisi gradiente viiel transektil seirata pinnavee äravoolu ja soostiku veetaset. Selleks tuleb piki transekte rajada automaatmõõtjaga varustatud veevaatluskaevud ja paigaldada kolmele sügavusele (turbas 1 m sügavusele, turba sügavaimasse kihti ja turba all lasuvasse mineraalpinnasesse) veerõhu mõõtmiseks automaatpiesomeetrid. Mõõteintervall peab olema minimaalselt ühe-ööpäevase sammuga, et eristada ilmastikust tingitud veetaseme muutusi kaevandamisest tingitud veetaseme alanemisest. Transektide veetaseme vaatluskaevude juurde tuleb rajada taimkatteanalüüsi püsiproovalad, et hinnata veetaseme muutusest tingitud mõjusid ca 5-aastase sagedusega ja vajadusel rakendada täiendavaid leevendavaid meetmeid veetaseme muutmiseks.

Ka Ojamaa kaevanduse võimaliku lisanduva mõju hindamiseks tuleb rajada põhjalikult läbimõeldud seireruutude või transektide võrgustik, mis võimaldaks eristada mõjuallikaid (kaevandus, kuivenduskraavid, ilmastik) ja nende mõju intensiivsust.

Kuna kaevandamise mõju statistiliselt usaldatavat hinnangut võimaldav soolade seire on suure maksumusega (vaata lisa 5 näitena esitatud „Muraka soostiku ökoloogilise seire meetoodika ja hinnapakkune“), oleks otstarbekas seirevõrgu rajamiseks kasutada KIKi vahendeid, jättes seireperioodi jooksvad kulud kaevandajate kanda.

Kui seire käivitub, saab seireandmetest järeltõlget teha alles 5-10 aasta möödudes. Selisoos rajatud seirevõrk on töötanud märtsist 2011 ja näitab allmaakaevandamise mõju mineraalpinnastes olevatele veekihtidele. Selisoo rabaosa turbalasundis mõju pole praegu avaldunud, kuid seireperiood on ka liialt lühike võimaliku mõju välistamiseks. Sooladel läbiviidav seire andmetele tuginedes saab korrigeerida kaevandamise otsuseid ja eelispiirkondi.

Taolise põlevkivi kaevandamisalade läheduses toimuva pikaajalise soelupaikade seire puudumise tõttu võib tänaste teadmiste põhjal pidada tõenäoliseks, et soelupaikadega kaitsealade ja kaevandamisele mineva ala vahele tuleb ettevaatusest paljudes kohtades jätta täiendav puhvertsoon (300-500 m). Põlevkivimaardla põhjaosas peab see olema ulatuslikum, lõunaosas kaevandatakse põlevkivi enam kui 50 m sügavusel ja seal võib puhvertsoon olla kitsam, sest allmaakaevanduse peal esineb enam vett vähejuhtivaid kivimikihte. Arvestades seniseid kogemusi Selisoo geoloogiliste uuringute näitel¹⁶, võib puhvertsoonist loobuda vaid vähestes kohtades.

Aktiivse põlevkivivaru plokkide alal (praegu 31 plokki kollase või halli värvusega tabelis 32) on vaja läbi viia nende loodusväärtuste inventuur, mille kohta praegu puudub ülevaade (näiteks allikate seisund) ja täpsustada teavet koosluste ning liikide tundlikkuse kohta allmaakaevandamise mõjule.

Metsisemängude seire toimub riikliku seire raames, mille eesmärgiks on saada iga mänguala kohta andmed vähemalt korra 6-aastase perioodi jooksul. Olukorra täpsemaks kaardistamiseks piiratud alal nii suure sammuga seire ei sobi. Majandustegevuse mõju hindamiseks tuleb metsiste seiret teostada vähemalt 2-aastase sammuga kattes seireaastal kõik mängualad. Dubleerimise vältimiseks tuleb see seire ühildada riikliku seirega. Lisaks tedrekukkede kevadisele loendamisele mängudest tuleb metsiste sigimisedukuse hindamiseks 3-5 piirkonda moodustada vähemalt 5-10 km² suurused lausloenduse alad.

Lendorava riikliku seire raames registreeritakse igal aastal keskkonnaregistrisse kantud elupaikade asustatust vaid jah/ei tasemel. Kaevandamise võimaliku mõju selgitamiseks on vajalik täpsemalt seirata mõjulasse jäävate leiukohtades lendoravate arvukuse (emasloomade kodupiirkondade arvu) muutusi. Kui praeguse seire raames kontrollitakse lendorava elupaika kuni esimeste tegevusjälgede leidmiseni, siis lendoravate kodupiirkondade selgitamiseks tuleb kogu elupaigas registreerida tegevusjälgede paiknemine ning nende alusel kodupiirkondade arv. Selliseid arvukuse hindamise ala asuvad lõuna pool kavandatavaid kaevanduspiirkondi kuid kavandatavate kaevandustes piirkonnas neid ei ole.

Detailsemat geobotaanilist uurimist vajavad põlevkivimaardla ammendatud ja kaevandatavate kaevanduste kohale jäävad kõdusoometsad. Selgitamist vajab, milline on nende kujunemisel tavalise metsakuivenduse ja kaevandamise osatähtsus, samuti see, kas ja mille poolest erinevad kaevanduspiirkonna kõdusoometsad Eesti mujal asuvatest kõdusoometsadest.

Uurimist vajaks ka see, millisel määral esineb kaevanduspiirkonnas maapinna vajumisega seonduvat soostumist ja millised tingimused ning milline taimkate/fauna on seal kujunenud. Siiani puudub ülevaade põlevkivimaardla selgrootute faunast, selle seotusest erinevat tüüpi elupaikadega.

Jätkata tuleb ka juba käimasolevaid uurimistöid karjääripuistangutele rajatud metsades.

¹⁶ Uuring näitas, et Selisoo all puudub piisava paksuse ja madala filtratsiooniga või vettpidav mineraalpinnase pinnakatte kiht, mis vaieldamatult kindlustaks soo püsimiseks vajalike hüdroloogiliste tingimuste säilimise ka juhul, kui aluspõhja veetasel oluliselt alandada. Estonian Journal of Earth Sciences, 2014, 63, 2, 97–107

9 Kasutatud kirjandus

- Elts, J., Leito, A., , Leivits, A., Luigujõe, L., Mägi, E., Nellis, R., Nellis, R., Ots, M. & Pehlak, H. 2013. Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2008-2012. *Hirundo* 26: 80-112.
- Hodačová, D., Prach, K. (2003). Spoil heaps from brown coal mining: Technical reclamation versus spontaneous revegetation. – *Restoration Ecology*, 11: 385-391.
- Kaar, E. (2010). Põlevkivikarjääride tasandatud puistangute metsastamine. – Kaar, E., Kiviste, K. (koost.). *Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis*. Eesti Maaülikool, Tartu, lk. 129-154.
- Kaar, E., (2002). Põlevkivikarjääride rekultiveerimise tulemustest. – *Akadeemilise Metsaseltsi toimetised*, 18: 123-131.
- Kaar, E., Raid, L. (1992). Tasandatud põlevkivikarjääride rekultiveerimise mõningaid tulemusi. – *Metsanduslikud Uurimused*, 25:109-117.
- Kaar, E., Tomberg, E. (2006). Puistangute rekultiveerimisest. – Valgma, I. (toim.). *90 aastat põlevkivi kaevandamisest Eestis*. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, lk. 78-83.
- Karofeld, E.; Vellak, K.; Marmor, L.; Paal, J. (2007). The influence of alkaline dust input on the bogs in North-East Estonia. *Metsanduslikud uurimused = Forestry studies*, 47, 47 - 70.
- Karofeld, E.; Paal, J.; Vellak, K. (2008). Are earlier dramatic changes in air polluted bogs in Northeast Estonia still reversible? Farrell, C.; Feehan, J. (Toim.). *Proc. of the 13th International Peat Congress After Wise use – The Future of Peatlands (16 - 20)*. Tullamore, Ireland: University College Dublin, International Peat Society
- Karu, H., Luud, A., Pensa, M., Rull, E., Vaht, R. (2005). Taimkatte arengust põlevkivikarjääride taastamisel. – Liblik, V., Punning, J.-M., (toim.). *Keskkond ja põlevkivi kaevandamine Kirde-Eestis*. Publications 9. Institute of Ecology, University of Tallinn, lk. 121.135.
- Kokk, R. (1988). Muldade leelistumine Kirde-Eestis. – Rmt.s: Reintam, L. (koost.) *Eesti NSV mullstik arvudes*, 7, 87-93.
- Kokk, R. (1992). Muldade leelistumine Kirde-Eestis. – Rmt.s: Reintam, L. (koost.) *Mullakaitse probleeme Eestis*, 103-107. Valgus, Tallinn.
- Kull, T., Otsus, M. (2005). Nursipalu ja Sirgala planeeritavate harjutusväljade loodusväärtuste inventeerimise tulemused. Lepingu 159/05.04 aruanne. EPMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Tartu¹⁷.
- Kuznetsova, T. (2011). Plantations of native and introduced tree species in the reclamation of oil shale post-mining areas. A Thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Forestry. Estonian University of Life Sciences, Tartu, 185 p.
- Leivits, M. 2014. Metsise metapopulatsiooni ruumilise struktuuri kirjeldus mänguagse elupaiga mudeli põhjal. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis* 111: 248–261.

¹⁷ http://harjutusvali.mil.ee/ul/Sirgala_ja_Nursipalu_inventuur.pdf

- Lõhmus, K., Kull, A., Truu, J., Truu, M., Kaar, E., Ostonen, I., Meel, S., Kuznetsova, T., Rosenvald, K., Uri, V., Kurvits, V., Mander, Ü. (2007). The reclamation on the North Estonian oil shale mining area. – Mander, Ü., Wiggering, H., Helming, K. (Eds.). Multifunctional land use: meeting future demands for landscape, goods and services. Springer, Berlin-Heidelberg, pp. 387-401.
- Lõhmus, K., Truu, M., Truu, J., Ostonen, I., Kaar, E., Vares, A., Uri, V., Alama, S., Kanal, A. (2006). Functional diversity of culturable bacterial communities in the rhizosphere in relation to fine-root and soil parameters in alder stands on forest, abandoned agricultural, and oil-shale areas. – *Plant Soil*, 283: 1-10.
- Paal, J.; Degtjarenko, P.; Suija, A.; Liira, J. (2013). Vegetation responses to long-term alkaline cement dust pollution in *Pinus sylvestris*-dominated boreal forests – niche breadth along the soil pH gradient. *Applied Vegetation Science*, 16(2), 248 - 259.
- Pensa, M., Sellin, S., Luud, A., Valgma, I. (2004). An analysis of vegetation restoration on open-cast oil shale mines in Estonia. – *Restoration Ecology*, 12: 200-206.
- Perens, R; Savitski, L; Savva, V; Truu, M; Häelm, M; Jaštšuk, S. (2010). Eesti põlevkivimaardla põhjaveearvule hinnangu andmine, Eesti Geoloogiakeskus
- Reintam, L., Kaar, E. (2002). Natural and man-made afforestation of sandy-textured quarry detritus of open-cast oil-shale mining. – *Baltic Forestry*, 8 (1): 57-62.
- Sjöberg, K. 1996. Modern forestry and the capercaillie. Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes. DeGraaf, R.M., Miller, R.I. (editors). London, p. 111–129.
- Tamm, I., Metsur, M. (2010). Rakendusuuring kaevandamistundlikkuse kategooriate määramiseks ja lähtudes kaevandamistundlikkusest põlevkivimaardla kasutamiseks.
- Teras, T. (1984). Kunda tsemenditehase tolmu mõjust Kunda ümbruse metsamuldadele. *Maakorraldus*, 17, 11-22.
- Vares, A., Lõhmus, K., Truu, M., Truu, J., Tullus, H., Kanal, A. (2004). Productivity of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) plantations on reclaimed oil shale mining detritus and mineral soils in relation to rhizosphere conditions. – *Oil Shale*, 21: 43-58.
- Vellak, K; Karofeld, E; Liira, J; Paal, J. (2013). Effect of air pollution on bryophyte vegetation of bogs in NE Estonia and NW Russia. In: *Wetland Systems: Ecology, Functioning and Management.: 2013 SWS European Chapter Meeting International Conference "Wetland Systems: Ecology, Functioning and Management"*; Padova, Italy; 1-1 September 2013.. (Toim.) Borin, M; Malagoli, M; Salvato, M; Tanis, B.. Padova:, 2013, 35 – 36
- Vellak, K; Liira, J; Karofeld, E; Galanina, O; Noskova, M; Paal, J. (2014). Drastic turnover of bryophyte vegetation on bog microforms initiated by air pollution in northeastern Estonia and bordering Russia. *Wetlands*, DOI 10.1007/s13157-014-0569-3.