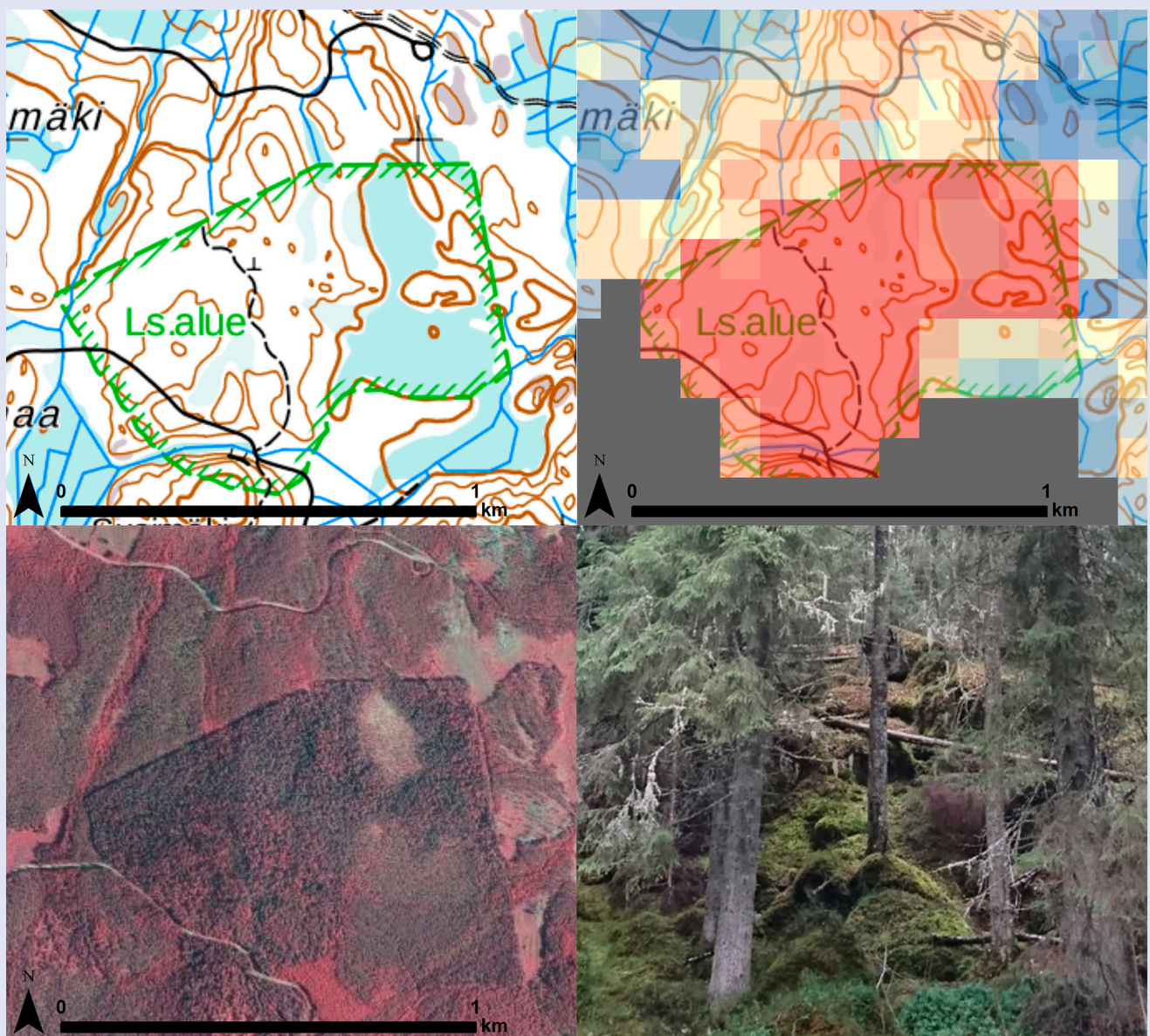


Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa

Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen
Zonation -analyysien loppuraportti

Ninni Mikkonen, Niko Leikola, Ari Lahtinen,
Joonas Lehtomäki ja Panu Halme



SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 9 | 2018

Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa

**Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen
Zonation-analysien loppuraportti**

**Ninni Mikkonen, Niko Leikola, Ari Lahtinen,
Joonas Lehtomäki ja Panu Halme**

Helsinki 2018

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 9 | 2018

Suomen ympäristökeskus (SYKE)
Biodiversiteettikeskus

Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa
Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analysien loppuraportti

Kirjoittajat: Ninni Mikkonen¹⁾, Niko Leikola¹⁾, Ari Lahtinen²⁾, Joonas Lehtomäki³⁾, Panu Halme⁴⁾

1) Suomen ympäristökeskus

2) Metsähallitus

3) Helsingin yliopisto, Vrije Universiteit Amsterdam

4) Jyväskylän Yliopisto

Vastaava erikoistoimittaja: Tapio Lindholm

Rahoittaja/toimeksiantaja: Ympäristöministeriö

Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)
PL 140, 00251 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Pirjo Lehtovaara

Kannen kuva: Susimäen vanhojen metsien suojelualue tarkasteltuna maastokartalta, ilmakuvasta, Zonation-tuloskartalla ja valokuvassa. Valokuva: Ninni Mikkonen
© SYKE, © Suomen metsäkeskus, © Metsähallitus, © Luonnonvarakeskus, © Maanmittauslaitos

Ruotsinkielinen tiivistelmä: Sonja Forss

Englanninkielinen tiivistelmä: Ninni Mikkonen, Risto Heikkinen ja Atte Moilanen

Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke sekä ostettavissa painettuna SYKE:n verkkokaupasta: syke.juvenesprint.fi

ISBN 978-952-11-4923-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-4924-5 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

Julkaisuvuosi: 2018

Analyyysien tuloskartat ovat vapaasti ladattavissa:

http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot

ja sieltä: Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet 2018 (Zonation)

Jos analyysitulokset yhdistetään edelleen luonnollisten henkilöiden nimiin, yhteystietoihin tai henkilötunnuksiin, tietoja yhdistävällä on oltava oikeus käsitellä näin muodostuvaa henkilörekisteriä.

Zonation-ohjelmistopaketti on vapaasti ladattavissa osoitteessa:

<http://avaa.tdata.fi/openida/dl.jsp?pid=urn:nbn:fi:csc-ida-2x201702082015017546969s>

Paketti (300 Mb.zip -tiedosto) sisältää ohjelmiston, käyttöohjeet, esityksiä ja esimerkkianalyysejä.



ESIPUHE

Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen analysointi on yksi osa Ekologiset päätösanalyysit yhteiskunnallisen päätöksenteon tukena -hanketta, jota ympäristöministeriö on rahoittanut vuodesta 2010 lähtien. Hankkeessa kehitetään ja toteutetaan paikkatietoanalyysijä Helsingin yliopistossa kehitetyn paikkatietoja hyödyntävän suojelupriorisoinnin ohjelmiston, Zonationin, avulla. Ympäristöhallinnon työtä tukevia Zonation-analyysijä on eri hankkeissa ja organisaatioissa toteutettu jo kymmenen vuoden ajan hyvällä menestyksellä. Puustoisten elinympäristöjen metsä-analyysit ovat viides ja ensimmäisen kerran koko Suomen kattava metsien monimuotoisuuden analyysisarja. Tässä raportissa esitellään analyysien aineistot, menetelmät, tulokset sekä kerrotaan lyhyesti ekologisen päätöksentekoaanalyysin taustoista.

Valmistuneet analyysit on alun perin suunniteltu palvelemaan asiantuntijoiden työtä Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman (METSO) toteuttamisessa. Tulosten tavoitteena on helpottaa löytämään alueita, joiden suojelu tai luonnonarvoja säästävä käyttö tukisi parhaiten Suomen uhanalaisten metsälajien ja -luontotyypin suojelua. Maaliskuussa 2018 tapahtuneen metsätiedon avautumisen myötä hankkeen tulokset ovat nyt sähköisessä paikkatietomuodossa vapaasti kaikkien käytettävissä sekä luonnonsuojelualueiden että yksityisten maanomistajien maiden osalta. Tämä laajentaa tulosten käyttömahdollisuuksia myös muuhun metsien ja maankäytön suunnitteluun ja ohjaamiseen esimerkiksi kunnissa tai maakunnissa.

Suomen metsistä on kerätty runsaasti tietoa erilaisten analyysien pohjaksi, ehkä enemmän kuin mistään muualta maailmasta. Näiden valtavien tietoaaineistojen muokkaaminen analysoitavaan muotoon ja ekologisesti tarkoituksenmukaisten analyysien rakentaminen vievät aikansa. Hankkeen aikana syntyneitä välivaiheiden tuloksia on jo käytetty METSO-ohjelman toimenpiteiden kohdentamiseen, ja nyt valmistuneet analyysit korvaavat käytössä olleet aiempien välivaiheiden tulokset.

METSO-ohjelman monimuotoisuustavoitteiden saavuttamisen kannalta on olennaista, että käytettävissä olevat rajalliset resurssit kohdistetaan parasta ekologista tietoa käyttäen. Zonation-ohjelmisto tarjoaa tähän arvokkaan työkalun, jonka kaikkia mahdollisuuksia ei ole vielä suinkaan nähty. Muun muassa kehittyvä kaukokartoitusteknologia tuottaa kiihtyvällä tahdilla uusia aineistoja, joiden avulla analyysien tarkkuus ja kattavuus sekä tulosten käyttömahdollisuudet paranevat. Nyt valmistunut analyysi asettuukin laajempaan yhteyteen, jossa tieteen uusien menetelmien avulla valtavat Suomen luonnosta kerätyt tietomäärät saadaan aiempaa paremmin päätöksenteon ja käytännön maankäytön suunnittelun tueksi.

Ympäristöneuvos Mikko Kuusinen, ympäristöministeriö

Ekologiset päätösanalyysit yhteiskunnallisen päätöksenteon tukena (MetZo II)
-hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja

TIIVISTELMÄ

Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa

Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysien loppuraportti

Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysit olivat yksi osaprojekti ympäristöministeriön rahoittamassa Ekologiset päätösanalyysit yhteiskunnallisen päätöksenteon tukena -hankkeessa (2015–2019). Osaprojektin tavoitteena oli tuottaa puustoisten elinympäristöjen luontoarvoja kuvaavia karttoja asiantuntijakäyttöön METSO:n eli Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelman toteuttamisen tueksi. Monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden Zonation-analyysit tehtiin valtakunnallisesti sekä elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskusalueittain.

Analyysien tavoitteena oli tunnistaa metsiä, joissa on paljon erilaista lahoppuuta ja jotka ovat kytkeytyneet muihin laadukkaisiin metsäalueisiin ja suojelualueisiin. Hankkeessa tuotettuja metsien monimuotoisuusarvoja kuvaavia prioriteettikarttoja tullaan käyttämään vuosien 2015–2025 aikana sekä maastokuvio-, tila-, alue- että valtakunnallisen tason suunnittelun ja arvioinnin tukena esimerkiksi luonnonhoitohankkeiden ja suojelualueverkoston tarkastelun yhteydessä.

Analyysiin valittiin metsien monimuotoisuutta kuvaaviksi muuttujiksi kasvillisuusluokka, puulaji, puuston keskiläpimitta ja tilavuus puusto-ositteittain, sekä punaisen listan metsälajien esiintymät. Kasvillisuusluokan ja puustotunnusten perusteella laskettiin koko Suomeen kaikille puuta kasvaville alueille kohteiden lahoppuupotentiaali MOTTI-ohjelman (puuston kehityssuunnitelmien kasvu- ja tuotosmallien avulla tuotettava ohjelma) avulla. Analyysien pääaineiston muodostivat näistä lahoppuupotentiaaleista muodostetut 20 kasvillisuusluokka/puulaji -syöttöaineistoa.

Zonation-ohjelmistolla tehtiin kuusi erilaista analyysiversiota. Ensimmäisessä versiossa käytetyt syöttöaineistot olivat mukana myös kaikissa seuraavissa versioissa. Näin pystyttiin tarkastelemaan kahden peräkkäisen version muutoksia ja ymmärtämään paremmin miten tulokset ovat syntyneet.

Analyyseissä edettiin paikallisen tason tarkastelusta suuremman alueellisen mitatakaan, kuten esimerkiksi maakunnan, metsien monimuotoisuusarvojen tarkasteluun. Lähtötilanteessa tarkasteltiin metsien monimuotoisuusarvoja paikallisesti puustorakenteesta johdettuun lahoppuupotentiaaliin perustuen. Lisäksi analyyseissä alennettiin sellaisten alueiden arvoa, joilla oli tehty luonnon monimuotoisuutta tai luonnon tilaa heikentäviä toimenpiteitä. Kehittyneemmissä analyyseissä otettiin huomioon kytkeytyvyys eri tavoin: ensiksi tarkasteltiin lähekkäin sijaitsevien metsiköiden pirstoutuneisuutta ja hyvää kytkeytyvyyttä, huomioitiin kytkeytyvyys Metsälain 10 §:ssä määritettyihin erityisen arvokkaisiin elinympäristöihin ja pysyviin suojelualueisiin. Lisäksi otettiin huomioon tiedossa olevat punaisen listan metsälajien esiintymät.

Asiasanat:

arvottaminen, Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden suojeluohjelma METSO, lahoppuu, luonnon monimuotoisuus, maankäyttö, metsien monimuotoisuus, metsiensuojelu, metsät, metsätalous, priorisointi, spatiaalinen suojelupriorisointi, paikatieto, Zonation-ohjelmisto

SAMMANDRAG

Skogsområden med högt biodiversitetsvärde i Finland.

Slutrapport för Zonation-analyser av biodiversitetsvärden i trädbevuxna biotoper.

Zonation-analyser av biodiversitetsvärdena i Finlands skogar var ett delprojekt i projektet Ekologiska beslutsanalyser som stöd för samhälleligt beslutsfattande, som finansierades av miljöministeriet. Delprojektets målsättning var att producera kartor som visar naturvärdena i trädbevuxna livsmiljöer, för användning av sakkunniga i samband med förverkligandet av METSO-programmet, dvs. Handlingsplanen för den biologiska mångfalden i skogarna i södra Finland. Analyserna av skogsområden med högt biodiversitetsvärde gjordes nationellt, samt enligt Närings-, trafik- och miljöcentralernas områden.

Syftet med analyserna var att identifiera skogar, där det finns mycket död ved av olika slag, och som har hög konnektivitet till naturskyddsområden och andra skogsområden av hög kvalitet. De producerade prioriteringskartorna som beskriver skogarnas biodiversitetsvärden används under åren 2015-2025 i planering och utvärdering på både figur-, skogsbruks- och regionnivå, samt på nationell nivå, t.ex. i samband med naturvårdsprojekt och vid granskning av nätverket av skyddade områden.

Som variabler i analyserna användes vegetationsklass, trädslag, medeldiametern av trädbeståndets stammar och volymen enligt beståndsindelning samt förekomster av rödlistade skogsarter. På basis av vegetationsklass och kvantitativa data om trädbestånden räknades den potentiella mängden död ved ut för alla trädbevuxna områden i Finland. Uträkningen gjordes med hjälp av MOTTI-programmet (program som producerar utvecklingsprognoser för trädbestånden med hjälp av tillväxt- och produktionsmodeller). Det huvudsakliga datat som matades in i analyserna bestod av 20 kombinationer av vegetationsklass och trädslag, som baserade sig på dessa uträkningar av potentiella mängden död ved.

Zonation-programvaran användes för att göra sex olika versioner av analysen. Datat som användes i första versionen användes också i alla andra versioner. På så sätt kunde skillnaderna mellan två versioner observeras, och resultaten förstås bättre.

Analyserna påbörjades på lokal nivå, och utvidgades till analyser av skogarnas biodiversitetsvärden i större geografisk skala, så som på landskapsnivå. I utgångsläget granskades skogarnas biodiversitetsvärden lokalt på basis av potentiella mängden död ved. Dessutom sänktes värdet för områden där det genomförts åtgärder som försämrat biodiversiteten eller naturtillståndet, beaktades fragmentering i närbelägna skogsdungar samt hög konnektiviteten och konnektivitet till särskilt viktiga livsmiljöer enligt skogslagens 10 § och permanenta naturskyddsområden, samt beaktades förekomster av rödlistade skogsarter.

Nyckelord:

biodiversitet, död ved, GIS, Handlingsplanen för den biologiska mångfalden i skogarna i södra Finland METSO, markanvändning, värdering, prioritering, skogar, skogarnas biodiversitet, skogsbruk, skogsskydd, spatiell prioritering av naturskydd, Zonation-programvara

ABSTRACT

Forests of high biodiversity value in Finland – the Final Report of forest biodiversity Zonation analyzes

Increased usage of natural resources and consequent harmful impacts on biodiversity together with limited resources for conservation highlight the importance of developing cost-effective, ecologically sustainable land use planning approaches. In Finland, a recent conservation project “METSO - Forest Biodiversity Programme for Southern Finland” tackles the challenge of integrating conservation with sustainable forestry to halt the decline in forest species and habitats. Following principles of voluntary conservation, complementarity, and cost-effectiveness, a core element in METSO is spatial conservation prioritization of forests to supplement the current protected area network. These analyses pave way towards new practices in which ecological decision making has a vital role in forest management.

We used the prioritization approach, Zonation, to find new forest areas of potential high conservation value. The overall aim was to implement nationwide prioritization analyses based on biodiversity-related forest data and land use data recorded at the level of forest stand. We primarily employed data on forest structure and quality (vegetation class, tree species, volume and diameter), which provide ecologically useful surrogates for conservation value in boreal forest. The MOTTI-program was used for modelling indexes for decaying wood across the whole of Finland, at a 16 m x 16 m grid resolution. This allowed forecasting of high conservation value areas that can be expected to contain a lot of decaying wood - a key component for boreal forest biodiversity. In addition, connectivity was accounted for at 3 different levels: (1) connectivity and quality of ecologically similar forest patches; (2) connectivity measured based on quality and distance to woodland key habitats, and (3) connectivity to permanent conservation areas. Connectivity and features selected to represent the structure and quality of forests, are factors important for the long term persistence of red-list forest species.

In total, six different analysis setups were developed so that each new version included everything that had been included in previous, simpler, analysis variants. Version 1 included only the decaying wood potential and the final 6th version all features: decaying wood potential, a penalty for known management actions harmful forest biodiversity, observations of red list forest species and 3 different connectivity measures. These analyses will be used 2015–2025 to support local, regional and national level sustainable land using planning and nature conservation by informing land owners, ministries, and different stake holders in forestry.

Keywords:

biodiversity value, decaying wood, forest biodiversity, Forest Biodiversity Programme for Southern Finland (METSO), forest conservation, forestry, geographical information system (GIS), land use, spatial conservation prioritization, Zonation software

KÄYTETYT LYHENTEET

ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
ELYy-keskus	ympäristö- ja luonnonvarojen viranomaistehtävien hoidon vastualuejaon mukainen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Luke	Luonnonvarakeskus
MetZo-II	Ekologiset päätösanalyysit yhteiskunnallisen päätöksenteon tukena -projektista (2015-2019) käytetty lyhenne
MH LP	Metsähallitus Luontopalvelut
MH MT	Metsähallitus Metsätalous Oy
MVMI	Monilähteinen valtakunnan metsien inventointiaineisto
Punaisen listan metsälajit	Ensisijaisesti metsäelinympäristössä elävät kansainvälisen luonnonsuojeluliiton IUCN:n kriteerien perusteella nk. punaisen listan uhanalaisuusluokkiin kuuluvat lajit. Punaisen listan luokkia ovat: hävinneet, äärimmäisen uhanalaiset, erittäin uhanalaiset, vaarantuneet, silmälläpidettävät ja puutteellisesti tunnetut lajit
SMK	Suomen metsäkeskus
SYKE	Suomen ympäristökeskus

SISÄLLYS

ESIPUHE	4
TIIVISTELMÄ	5
SAMMANDRAG	6
ABSTRACT	7
KÄYTETYT LYHENTEET	8
I Johdanto	11
1.1 Metsien suojelutilanne Suomessa ja METSO-ohjelma	11
1.2 Suojelutoimenpiteiden alueellinen kohdentaminen	12
1.2.1 Suojelupriorisoinnin ekologiset perusteet.....	13
1.2.2 Spatiaalisen suojelupriorisoinnin vaiheet.....	14
1.3 Zonation-suojelupriorisointiohjelma	16
1.4 Tavoitteena Suomen monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden priorisointi	18
2 Aineistot ja menetelmä	19
2.1 Asiantuntijatyö	19
2.2 Aineistot	19
2.2.1 Puustotietoaaineistojen laatu ja tarkkuus vaihtelevat	22
2.3 Ekologinen suojeluarvon malli	22
2.3.1 Kasvillisuusluokat.....	25
2.3.2 Puulajiluokat.....	25
2.3.3 Lahopuupotentiaali monimuotoisuusarvon ilmentäjänä	26
2.3.3.1 Metsikön kasvatus MOTTI-ohjelman avulla.....	26
2.3.3.2 Lahopuupotentiaalifunktiot.....	28
2.3.3.3 Lahopuukerroin ja lahopuuindeksi	28
2.3.3.4 Syöttöaineistot	28
2.3.3.5 Aineistolähteiden jakautuminen tutkimusalueella	29
2.3.4 Sakkoa monimuotoisuutta heikentäneistä toimenpiteistä.....	30
2.3.4.1 Arvoa alentavan sakkokerroksen rakentaminen.....	32
2.3.5 Metsäisten elinympäristöjen punaisen listan lajihavainnot	33
2.3.6 Kytkeytyvyys.....	33
2.3.6.1 Metsikkötason kytkeytyvyys	34
2.3.6.2 Kytkeytyvyys metsälain 10 § kohteisiin ja suojelualueisiin.....	36
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu	37
3.1 Kuusi analyysiversiota	43
3.2 Valtakunnallisten tulosten jakautuminen alueellisesti	46
3.3 Valtakunnallisen ja alueellisten analyysien vertailua	49
3.4 Monimuotoisuudelle arvokkaiden metsäkohteiden sijoittuminen suhteessa suojelualueverkostoon	53
3.5 Prioriteetit eri suojelualuetyypeissä	54
3.6 Valitun ekologisen suojeluarvon mallin vaikutus tuloksiin	54
3.6.1 Lahopuupotentiaalifunktioiden luotettavuus	55
3.7 Lähtöaineistojen vaikutus tuloksiin	56
3.8 Tulokarttojen hyödyntäminen käytännössä	57

4 Johtopäätökset ja kehittämistarpeet	63
Liite I. Asiantuntijaryhmien kokoonpanot	65
Liite II. Asiantuntijakysely koskien ekologista suojeluarvon mallia	66
Liite III. Pysyvät suojelualueet	68
Liite IV. Lahopuupotentiaalin laskeminen MOTTI-ohjelman avulla	69
Liite V. Lahopuupotentiaalifunktiot	73
Liite VI. Zonation set up.....	81
Liite VII. Valtakunnalliset tulokartat	84
Liite VIII. 2016 ja 2018 analyysien erot	90
Liite IX. "Mahdollisesti METSO-ohjelmaan soveltuva kohde" -merkinnän kriteerit.....	93
Kiitokset.....	94
Sanasto	95
Lähteet.....	97

1 Johdanto

Metsien voimakkaan hyödyntämisen monimuotoisuudelle tuottamia uhkia voidaan vähentää ja luonnon monimuotoisuutta turvata ja suojella monin keinoin. Suojelusuunnittelun tavoite on varmistaa lajiston säilyminen, riittävät lajiston populaatiokoot ja levinneisyys pitkällä aikavälillä. Tätä suunnittelua voidaan tehdä tarkastelemalla erilaisten monimuotoisuuden turvaamistoimenpiteiden tai monimuotoisuudelle tärkeiden kohteiden arvoja ekologisten periaatteiden sekä monimuotoisuuden esiintymistä kuvaavien paikkatietojen perusteella.

1.1 Metsien suojelutilanne Suomessa ja METSO-ohjelma

Suomen metsien puuston kokonaistilavuus on kasvanut tasaisesti 1970-luvulta lähtien (Luonnonvarakeskus 2017). Syynä kasvuun ovat olleet ennen kaikkea metsänhoidolliset menetelmät, joiden pääasiallinen tavoite kansallisella tasolla on tuottaa enemmän raaka-ainetta suomalaisen metsäteollisuuden käyttöön sekä vientiin (Kotilainen ja Rytteri 2011). Yksityisen metsänomistajan näkökulmasta tavoitteet metsänomistukselle ovat moninaisempia, mutta monelle metsästä saatava taloudellinen tuotto on merkittävimpiä metsänomistuksen tavoitteita (Laitila ym. 2009). Valtakunnallisesti tässä tavoitteessa on onnistuttu hyvin, sillä metsien tuorein mittauksiin perustuva arvioitu vuotuinen kasvu (noin 110 miljoonaa kuutiometriä vuodessa) on korkeampi kuin koskaan mittaushistorian aikana (Kortesmaa ym. 2017). Samaan aikaan metsien rakenne on muuttunut voimakkaasti ja luonnontilaisten elinympäristöjen määrä on vähentynyt huomattavasti (Raunio ym. 2008; Kuuluvainen 2009). Viimeisimmän lajien uhanalaisuusarvioinnin mukaan noin 36 prosenttia pääasiassa metsissä elävistä lajeista on uhanalaisia (Rassi ym. 2010). Metsäisistä luontotyypeistä puolestaan peräti 70 prosenttia on arvioitu uhanalaisiksi (Raunio ym. 2008).

Metsien voimakkaan hyödyntämisen monimuotoisuudelle tuottamia uhkia voidaan vähentää ja luonnon monimuotoisuutta turvata ja suojella monin keinoin. Perustan monimuotoisuuden turvaamiselle muodostaa koko Suomen kattava luonnonsuojelualueverkosto, joka jakautuu sekä valtion mailla sijaitseviin, Metsähallituksen Luontopalveluiden hallinnoimiin suojelualueisiin että yksityisillä mailla sijaitseviin suojelualueisiin. Suojelualueverkosto ei kuitenkaan ole jakautunut maantieteellisesti tasaisesti. Valtaosa suojelualueista sijaitsee Pohjois-Suomessa, vaikka metsien monimuotoisuus on keskimäärin suurempaa etelässä (Hanski 2011). Erilaiset metsäiset elinympäristöt eivät myöskään ole tasaisesti edustettuna suojelualueverkostossa.

Edellä mainituista syistä johtuen valtioneuvosto käynnisti vuonna 2008 Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman METSO:n, jonka tavoitteena on pysäyttää metsäisten luontotyyppien ja metsälajien taantuminen ja vakiinnuttaa luonnon monimuotoisuuden suotuisa kehitys vuoteen 2025 mennessä (Valtioneuvosto 2008; 2014). Ohjelma perustuu maanomistajien vapaaehtoiseen osallistumiseen. Tavoitteena on suojella pysyvästi 96 000 hehtaaria sekä turvata ympäristötuella ja luonnonhoitohankkeilla yhteensä 82 000 hehtaaria talousmetsien luontokohteita (Valtioneuvosto 2008; 2014). METSO-ohjelmassa on suojeltu myös valtion talousmetsiä yhteensä 28 000 hehtaaria sekä tehty ennallistamista, luonnonhoitoa sekä lajistoinventointeja valtion talousmetsissä ja luonnonsuojelualueilla (Anttila ym. 2017).

Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaan METSO-ohjelman tavoitteeseen on tar-
koitus päästä:

- parantamalla suojelualueverkostoa;
- ylläpitämällä ja kehittämällä talousmetsien luonnonhoitoa;
- parantamalla tietopohjaa toimenpiteiden arviointia ja kehittämistä varten;
sekä
- metsä- ja ympäristöorganisaatioiden välisellä yhteistoiminnalla, metsänomis-
tajien neuvonnalla, metsäammattilaisten koulutuksella ja viestinnällä.

Monimuotoisuudelle arvokkaiden kohteiden valinta perustuu METSO-ohjelmassa kymmenelle eri elinympäristölle laadittuihin luonnontieteellisiin valintaperusteisiin. Ne tukevat ensi sijassa ELY-keskuksissa ja Suomen metsäkeskuksessa tehtävää päätöksentekoa kohteiden turvaamisesta METSON vapaaehtoisilla keinoilla (Syrjänen ym. 2016).

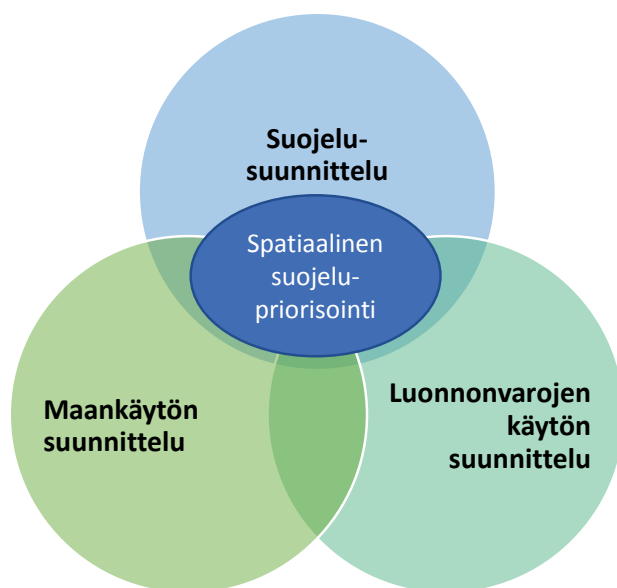
Ohjelman vapaaehtoisuus lisää suojelutoimenpiteiden hyväksyttävyyttä, mutta vaikeuttaa ohjelman toteutuksen alueellista suunnittelua: metsäomistajan halukkuus osallistua vapaaehtoiseen suojeluun ratkaisee viime kädessä mitkä kohteet ovat METSO-ohjelman puitteissa mahdollista suojella. Ohjelman perimmäisten tavoitteiden kannalta on kuitenkin tärkeää tunnistaa sopivat kohteet sekä maastossa että organi-
saatioiden aineistoissa ja tietojärjestelmissä (Syrjänen ym. 2016).

Luonnontieteellisten valintaperusteiden lähtökohtana ovat monimuotoisuudelle merkittävät elinympäristöt ja monimuotoisuutta ylläpitävät puuston rakennepiirteet, ekosysteemien luontainen toiminta ja sen vaihtelut, maisematason monimuotoisuus sekä lajistollinen ja geneettinen monimuotoisuus (Syrjänen ym. 2016). Vaikka valinnassa on mukana maisematason tarkastelu, valintaperusteet keskittyvät ennen kaikkea elinympäristöjen paikallisiin ominaisuuksiin. Maisematason lisäksi voidaan tarkastella elinympäristöjen esiintymistä myös laajemmalla, jopa valtakunnallisella tasolla. Uusia suojelualueita perustettaessa on tärkeää arvioida, kuinka suojeluun tarjotun kohteen luontoarvot täydentävät jo olemassa olevaa suojelualueverkostoa. Suojelualueverkostoa kehitettäessä on myös syytä huomioida metsälajiston kyky siirtyä sopivalta elinalueelta toiselle. Laajan alueellisen tarkastelun avulla on mahdollista saavuttaa kokonaisvaltaisempi näkemys suojelun tilasta ja suotuisasta suunnasta. Parhaimmillaan tarkka paikallinen ja laaja alueellinen tarkastelu tukevat toisiaan.

I.2 Suojelutoimenpiteiden alueellinen kohdentaminen

Suojelusuunnitteluun liittyy usein lukuisten ja toistensa kanssa ristiriidassa olevien tavoitteiden yhteensovittamista, eikä sitä tulisi tehdä irrallaan muusta aluesuunnittelusta (Ferrier ja Wintle 2009). Maankäytön suunnittelua tehdään eri mittakaavoissa esimerkiksi kaavoituksen, liikennesuunnittelun ja virkistyskäytön näkökulmista. Toisaalta luonnonvarojen käytön suunnittelu (esimerkiksi metsä- ja turvevaroja koskeva suunnittelu) pohjautuu pitkälti taloudellisiin tavoitteisiin. Suojelusuunnittelun tavoitteet puolestaan liittyvät etenkin lajien säilymistodennäköisyyden ja suotuisan suojelutason varmistamiseen pitkällä aikavälillä (Kukkala ja Moilanen 2013). Eri aluesuunnittelun muotojen tavoitteisiin liittyy päällekkäisyyttä (Kuva 1). Usein eri suunnittelumuotoja toteutetaan samoilla alueilla (esimerkiksi asutuskeskusten läheisyydessä sijaitsevat metsät, joilla saattaa olla luonnon-, virkistys sekä taloudellista arvoa).

Tyypillinen suojelusuunnittelun ongelma on, miten käytettävissä olevat resurssit kohdennetaan ekologisesti perustellusti samalla tasapainoillen eri tavoitteiden saavuttamisen välillä (Ferrier ja Wintle 2009). Ekologiaan pohjaavaa maankäytön suunnittelua kutsutaan spatiaaliseksi suojelupriorisoinniksi. Tämä suojelusuunnittelun osa-alue tarkastelee erilaisten monimuotoisuuden turvaamistoimenpiteiden



Kuva 1. Aluesuunnittelun kolme osa-alueetta ja spatiaalisen suojelupriorisoinnin suhde niihin (muokattu lähteestä Ferrier ja Wintle 2009).

tai monimuotoisuudelle tärkeiden kohteiden välistä priorisointia ekologisten periaatteiden sekä monimuotoisuuden esiintymistä kuvaavien paikkatietojen perusteella (Kukkala ja Moilanen 2013). Termi spatiaalinen viittaa spatiaaliseen ekologiaan, joka tarkastelee eliöiden alueellista levinneisyyttä ja paikallisia ja alueellisia kannanvaihteluita sekä siirtymiskykyä suhteessa elinympäristöihinsä (katso tarkemmin 1.2.1). Spatiaalinen suojelupriorisointi keskittyy usein erilaisten luontopiirteiden, kuten lajien tai elinympäristöjen esiintymistä kuvaavien piirteiden, tasapainoiseen ja riittävään edustustasoon suojelualueverkostossa sekä suojelualueiden sijoittumiseen suhteessa toisiinsa. Näiden analyysien avulla voidaan mm. arvioida olemassa olevaa suojelualueverkostoa, suunnitella suojelualueverkoston laajennuksia, välttää luonnolle haitallisten vaikutusten syntymistä kohdentamalla haitallista toimintaa vähiten arvokkaille kohteille tai kohdentaa suojelutoimenpiteiden taloudellisia kannustimia.

1.2.1 Suojelupriorisoinnin ekologiset perusteet

Suojelusuunnittelun, ja siten myös spatiaalisen suojelupriorisoinnin, tavoite on varmistaa lajiston säilyminen, riittävät lajiston populaatiokoot ja levinneisyys pitkällä aikavälillä. Miten näihin tavoitteisiin päästään käytännössä? Lajiston ympäristövaatimukset huomioivat menetelmät rakentuvat ekologisen tiedon varaan. Täysin kattavaa lajitietoa on harvoin käytettävissä suunnittelun pohjaksi, joten tavallisesti joudutaan turvautumaan epäsuoriin lajiston esiintymistä kuvaaviin indikaattoreihin (Arponen 2012). Spatiaalisessa suojelupriorisoinnissa tarkastelun kohteita kutsutaan monimuotoisuuspiirteiksi. Tällaisia piirteitä voivat olla suorat lajien esiintymistiedot (kuten levinneisyysalueet, yksilömäärät ja esiintymistodennäköisyydet), epäsuorat indikaattorit (kuten näissä Zonation-analyyseissä käytetty monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden lahoppuupotentiaali) tai vaikkapa ekosysteemipalveluiden esiintymistä kuvaava paikkatieto.

Spatiaalisen suojelupriorisoinnin kohteina olevilla alueilla (esimerkiksi mahdolliset uudet suojelualueet, monimuotoisuutta tukevan metsätalouden alueet) on kolme keskeistä olottuvuutta: 1) laatu, 2) pinta-ala ja 3) kytkeytyvyys. Näillä jokaisella on oma merkityksensä alueella elävien tai sinne mahdollisesti leviävien lajien ekologisten vaatimusten näkökulmasta (Hodgson ym. 2009). 1) Laatu kuvaa lajiston säily-

misen kannalta keskeisiä tekijöitä, kuten saatavilla olevaa resurssitiheyttä (resurssit per pinta-alayksikkö) ja pienilmastoa. Tässä analyysissä metsäkuvioiden laatua kuvaava esimerkiksi lahottajasiemien kannalta kriittinen resurssitekijä eli sopivan lahoppuun määrä. Laadun kasvaessa voidaan useimmiten olettaa, että myös laji- ja yksilömäärä kasvavat. 2) Pinta-ala puolestaan kuvaa kohteen kokoa. Pinta-alan kasvaessa kohteella esiintyy enemmän lajeja ja yksilöitä. 3) Kytkeytyvyys kuvaa kohteiden alueellista sijoittumista suhteessa toisiinsa, eli kuinka hyvin kohteet ovat kytkeytyneitä toisiinsa. Kytkeytyvyys ei vaikuta maisematason kantokykyyn, vaan siihen, mikä osa kantokyvystä on käytössä: pirstoutunut elinympäristö ylläpitää lajistoa huomattavasti enemmän kuin verraten yhtenäinen.

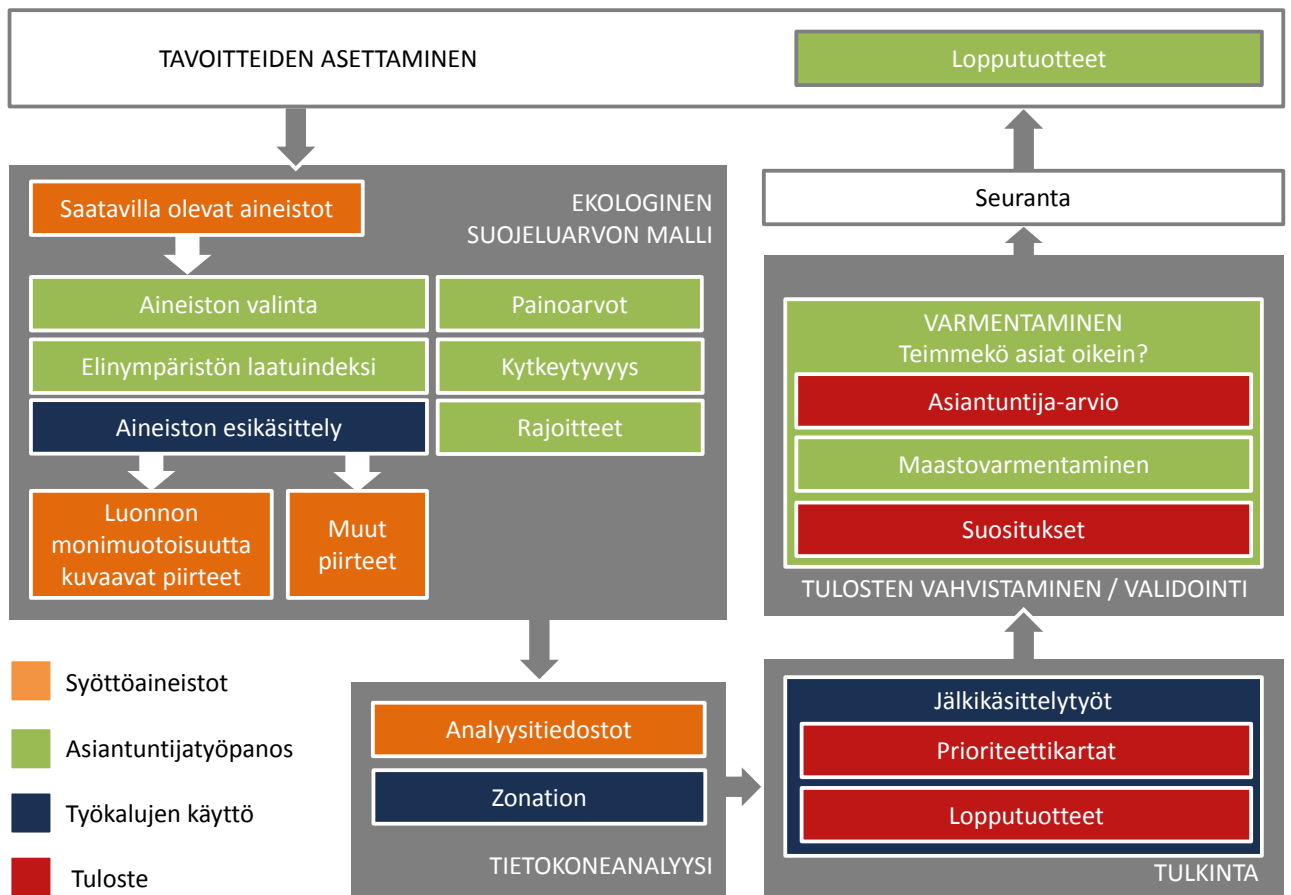
Kaikki kolme ulottuvuutta ovat lajikohtaisia; yhdelle lajille laadukas, laaja ja hyvin kytkeytynyt kohde ei välttämättä ole sitä toiselle lajille. Lisäksi siinä, missä laatu ja pinta-ala vaikuttavat suoraan tarkasteltavan kohteen kantokykyyn (ts. kuinka monta lajia ja yksilöä kohde voi ylläpitää), kytkeytyvyys vaikuttaa lajien paikallisdynamiikkaan (Hodgson ym. 2009). Ensisijainen tavoite tulisikin useimmiten olla riittävän laadukkaan elinympäristön määrän varmistaminen. Useille lajeille voidaan määrittellä sekä laadun että pinta-alan suhteen kynnyksarvoja, joiden alittuessa laji ei kykene säilymään kohteella (Hanski 2011). Kohteiden alueellisella sijainnilla (ts. kytkeytyvyydellä) ei ole oleellista merkitystä lajin säilymiselle, mikäli elinympäristöä ja sen mukanaan tuomia resursseja ei ole riittävästi (Hodgson ym. 2009; Komonen ja Müller 2018). Usein elinympäristön laatu on kuitenkin korreloitunutta usean lajin tai lajiryhmän näkökulmasta, johtuen siitä, että ihmistoiminta ja häiriö voivat heikentää elinympäristöjen laatua laajoillakin alueilla.

Monissa tapauksissa myös kytkeytyvyydellä on suuri merkitys lajien säilymiselle. Muutoksia elinympäristöissä ja resursseissa tapahtuu luonnostaan sekä ihmisen toimista. Muutoksen nopeudet vaihtelevat hyvin nopeista (metsikön avohakkuu) hyvin hitaisiin (aarnimetsän dynamiikka) ja muutos voi olla kokonaisvaltaisista (pelloksi raivaaminen) tai vähittäistä (järven umpeenkasvu). Populaatioille onkin olennaista pystyvän yksilön siirtymään seuraavalle alueelle, joka tarjoaa niiden tarvitsemat resurssit tämän hetkisen esiintymisalueen elinolosuhteiden hiipuesssa. Kytkeytyvyyden mittaaminen on usein käytännössä haastavaa jo siitäkin syystä, että kytkeytyvyydelle on olemassa suuri joukko erilaisia määritelmiä (Kool ym. 2013).

1.2.2 Spatiaalisen suojelupriorisoinnin vaiheet

Spatiaalinen suojelupriorisointi on prosessi, jonka jokainen vaihe riippuu asetetuista tavoitteista (kuva 2). Kuvassa 2 esitetyt vaiheet ovat kuitenkin lähes aina läsnä (Lehtomäki ja Moilanen 2013; Moilanen ym. 2014). Suojelupriorisointi käynnistyy tavoitteiden määrittelystä. Tavoitteet vaihtelevat suoraviivaisista (”tunnista tietyn metsälajin kannalta tärkeimmät alueet”) monimutkaisiin (”tunnista suojelullisesti tärkeimmät alueet ottamalla samanaikaisesti huomioon sadan lajin ja ekosysteemipalveluiden esiintyminen, toimenpiteiden kustannukset, metsänomistajien halukkuus osallistua suojelutoimiin sekä kytkeytyvyys useilla eri mittakaavoilla”), mutta niiden tarkka määrittely on ensiarvoisen tärkeää ja vaatii usein yhteistyötä aineistojen käyttäjien sekä muiden sidosryhmien kanssa. Epäonnistuneen suojelupriorisoinnin toimeenpanon taustalla piilee toisinaan epäselvät tavoitteet, jotka eivät huomioi kaikkia toteutuksen kannalta oleellisia tekijöitä (Game ym. 2013).

Ekologinen suojeluarvon malli (kuva 2, ylempi harmaa laatikko vasemmalla) kuvaa, miten määrällisen (paikka)tiedon avulla pystytään kuvaamaan monimuotoisuutta tai muuta suojeluarvoa ja pääsemään tavoitteisiin (tämän analyysisarjan ekologinen suojeluarvon malli on esitetty tarkemmin kuvassa 3). Yksinkertaisimmillaan suojeluarvon malli voi olla vaikkapa tietyssä paikassa esiintyvien lajien tai elinympäristöjen lukumäärä. Ekologisen suojeluarvon mallin perustana ovat huomioon



Kuva 2. Spatiaalisen suojelupriorisoinnin osavaiheet.

otettavien tekijöiden, kuten monimuotoisuutta kuvaavien piirteiden ja kytkeytyvyyden, ekologiset lähtökohdat (katso 1.2.1). Ihannetilanteessa malli rakennetaan täysin riippumattomasti saatavilla olevasta aineistosta tai käytettävästä menetelmästä, mutta käytännössä molemmilla on suuri vaikutus mallin rakenteeseen. Parhaastaan suojeluarvon mallista ei ole käytännössä hyötyä, mikäli malliin toteuttamiseen tarvittavia määrällisiä paikkatietoaineistoja sen varsinaiseen toteutukseen ei ole. Siksi olemassa olevat aineistot asettavat käytännössä aina tiukat reunaehdot sille, mitä voidaan tehdä. Sama pätee menetelmiin. Jokainen menetelmä toteuttaa tietyn joukon suojelupriorisoinnin peruseriaatteita, joiden sopivuus riippuu käsillä olevan ongelman luonteesta.

Usein ei ole olemassa yhtä yksiselitteistä tapaa rakentaa ekologista suojeluarvon mallia, vaan mallin suunnittelijat joutuvat tekemään perusteltavissa olevia valintoja. Mitkä aineistot otetaan mukaan? Jos suoria havaintoaineistoja ei ole, millä tavoin suojeluarvoa epäsuorasti kuvaavat aineistot koostetaan? Huomioidaanko kytkeytyvyys ja jos huomioidaan, minkä lajiston näkökulmasta? Vai onko kytkeytyvyyden huomioimiselle hallinnollisia syitä (suuria ja hyvin kytkeytyneitä kokonaisuuksia on helpompi hallinnoida kuin suurta joukkoa pieniä ja huonosti kytkeytyneitä). Painotetaanko tiettyjä piirteitä enemmän kuin toisia? Millä tavoin elinympäristön laadusta kertovien piirteiden paikallista esiintymistä (ts. laatua) painotetaan suhteessa kytkeytyvyyteen? Mahdollisten kysymysten lista pitenee sitä mukaa, kun analyysi muuttuu monimutkaisemmaksi. Osa kysymyksistä, kuten esimerkiksi mitkä ovat

relevantit kytkeytyvyysetiäisyydet, on löydetävissä vastauksia tutkimuksista. Kuitenkin suuri osa on myös arvotusvalintoja, jotka joko suunnittelijoiden tai laajempien sidosryhmien tai päätöksentekijöiden pitää ratkaista.

Kun ekologinen suojeluarvon malli on koostettu ja sen vaatimat paikkatietoaineistot sekä muut tarvittavat määrälliset tiedot (esimerkiksi kytkeytyvyysetiäisyydet) ovat tiedossa, voidaan malli toteuttaa ja tulokset analysoida sopivalla laskennallisella menetelmällä. Spatiaaliseen suojelupriorisointiin on kehitetty useita tietokoneohjelmia, joista yksi laajimmin käytetty ja ominaisuuksiltaan monipuolisin on Zonation (katso luku 1.3). Ohjelmien toimintaperiaatteet vaihtelevat, mutta kaikki tuottavat joukon tuloksia, joista prioriteettikartat (katso esimerkiksi tuloskartat luvussa 3.) ovat yksi keskeisimpiä. Nämä kartta-aineistot kuvaavat, missä analyysin perusteella arvokkaimmat kohteet sijaitsevat. Zonationin tapauksessa nämä kartat ovat rasterimuotoisia paikkatietoaineistoja. Koostettuja tuloksia voidaan myös jatkojalostaa jälkikäsitteilytyönä tulosten käyttötarkoitusta parhaiten tukevaan muotoon.

Analyysitulokset on aina syytä varmentaa myös asiantuntijatyönä maastossa. Osa spatiaalisessa suojelupriorisoinnissa huomioitavista tekijöistä, kuten kytkeytyvyys, ovat abstrakteja käsitteitä ja käytännössä mahdottomia havainnoida maastossa. Toisaalta juuri tällaiset tekijät ja niiden mahdollistama alueellisten kokonaisuuksien huomioiminen on spatiaalisen suojelupriorisoinnin vahvuuksia. Mikäli ekologisessa suojeluarvon mallissa tai analyysin toteutuksessa havaitaan käytännön kannalta merkittäviä puutteita, voidaan tehdä korjauksia, kunnes tuloksen katsotaan olevan oikean suuntainen. On kuitenkin muistettava, että luonnonsuojelun suunnittelussa on pitkälti kyse monimuotoisuuden kannalta erilaisten kohteiden arvottamisesta, mikä on lähtökohtaisesti subjektiivista toimintaa sen osalta, että mitä oikeastaan halutaan suojella. Täysin objektiivista analyysyä ei siksi ole olemassa.

1.3 Zonation-suojelupriorisointiohjelma

Zonation on Helsingin yliopistossa kehitetty ja vapaasti käytettävissä oleva, laajojen maantieteellisten alueiden spatiaalisen suojelupriorisointiin ja ekologiaan pohjaavaan maankäytön suunnitteluun tarkoitettu tietokoneohjelma (Moilanen ym. 2014). Ohjelma käyttää syöttöaineistonaan rasterimuotoisia paikkatietoaineistoja, jotka kuvaavat suojelutoimenpiteiden kohteena olevia monimuotoisuuspiirteitä (esimerkiksi lajien, lajiyhteisöjen tai luontotyyppien levinneisyysalueita sekä ekosysteemipalveluiden esiintymistä). Kaikkien syötteinä toimivien piirteiden yhdessä muodostamaa tarkastelualueutta kutsutaan analyysimaisemaksi. Zonation tarkastelee aluksi koko analyysimaisemaa ja määrittää, mikä kaikista analyysimaiseman muodostavista pikseleistä on vähäarvoisin ja poistaa sen. Tämän jälkeen ohjelma päivittää jäljelle jäävien pikseleiden arvot, poistaa seuraavaksi vähäarvoisimman ja niin edelleen. Tätä toistuvaa menettelyä kutsutaan pikselinpoistoprosessiksi. Zonation pitää poistoprosessin edessä kirjaa pikselien poistojärjestyksestä, joka käänteisessä järjestyksessä muodostaa prioriteettikartan; arvokkaimmat pikselit ovat ne, jotka poistetaan viimeisenä.

Kunkin pikselin arvoon pikselinpoistoprosessissa vaikuttaa joukko tekijöitä, jotka ovat keskeisiä koko ohjelman toimintaperiaatteen ymmärtämiseksi. Pikselin kohdalla esiintyvien piirteiden lukumäärä, suhteellisesti ottaen korkeat esiintymistasot ja suhteellisen korkeat painoarvot vaikuttavat pikselin arvoa lisäävästi ('enemmän on parempi'). Eri piirteiden yhdessä muodostaman pikselin kokonaisarvon laskemiseen Zonationissa on eri vaihtoehtoja, joista tavallisimmin käytetyt korostavat joko piirteiden runsautta (ns. additive benefit function -mentelmä) tai harvinaisten piirteiden esiintymistä (ns. core-area Zonation). Pikselille lasketusta arvosta käytetään usein nimitystä 'paikallinen arvo'. Harvinaisemmat piirteet saavat Zonationissa suhteellisesti korkeamman arvon ('harvinaisempi on parempi'). Lähtökohtaisesti harvinaiset

piirteet ovat siten arvokkaampia, mutta piirre voi myös harvinaistua pikselinpoistoprosessin edetessä, jolloin sen suhteellinen arvo kasvaa. Siten Zonation pyrkii säilyttämään kaikki piirteet mukana poistoprosessissa mahdollisimman pitkään, jolloin lopputuloksessa kaikki piirteet esiintyvät mahdollisimman tasapainoisesti. Tästä seuraa myös, että eri huippuprioriteetteihin valikoituvat alueet täydentävät toisiaan sen osalta, mitä piirteitä niissä esiintyy. Suojelusuunnittelussa tämä tärkeä periaate tunnetaan komplementaarisuutena eli täydentävyytenä (Wilson ym. 2009; Kukkala ja Moilanen 2013).

Syötteinä toimivia piirteitä voidaan myös painottaa eri tavoin, mikäli priorisoinnin tavoitteet sitä edellyttävät. Jos piirteet kuvaavat vaikkapa metsäisten luontotyyppien esiintymistä, voidaan uhanalaisempia luontotyyppisiä painottaa enemmän. Piirteiden vähäisen määrän takia painotusta priorisoinnissa ei kuitenkaan ole tarpeen kasvattaa, koska kuten yllä kuvattiin, Zonation painottaa lähtökohtaisesti harvinaisempia piirteitä enemmän (suoraan piirteiden kokonaiseesiintymien suhteessa). Yleensä painotukset hienosäätävät – mutta eivät ohjaa – priorisoinnin lopputulosta (Kujala ym. 2018).

Zonation-ohjelmistolla tehdyissä priorisoinneissa on mahdollista huomioida ekologinen kytkeytyvyys lukuisin eri tavoin (Lehtomäki ja Moilanen 2013; Moilanen ym. 2014). Teknisesti tämä tapahtuu hyödyntäen kytkeytyvyysmuunnoksia, jotka voidaan kohdentaa yhteen tai useampaan priorisoinnissa käytettävään piirteeseen. Kytkeytyvyyttä voidaan laskea esimerkiksi erilaisten elinympäristötyyppien välillä tai vaikkapa suhteessa suojelualueverkostoon. Kytkeytyvyyteen liittyy paljon valintoja, kuten minkälaisia etäisyyksiä tulisi huomioida ja miten kytkeytyvyyttä painotetaan suhteessa paikalliseen laatuun. Yleensä kytkeytyvyys huomioidaan positiivisena tekijänä, mutta toisinaan vaikutus voi olla myös negatiivinen. Esimerkiksi haitallisen ihmisvaikutuksen läheisyys voi olla negatiivinen tekijä.

Zonation-ohjelmistossa kytkeytyvyysvaikutus määräytyy sekä etäisyyden että paikallisen laadun yhteisvaikutuksena (katso 1.2). Nimensä mukaisesti kytkeytyvyysmuunnos muuntaa pikselien arvoja, mutta niiden yhteenlaskettu arvo on aina vakio eli kyseessä on nollasummapeli: kytkeytyvyyden huomioiminen lisää lähellä toisiaan olevien korkealaatuisten alueiden suhteellista prioriteettia kauempana olevien, mutta silti mahdollisesti korkealaatuisten kohteiden kustannuksella.

Lopputuloksena Zonation tuottaa niin sanotun prioriteetikartan, jossa jokaisen pikselin arvo kuvaa sen suhteellista suojeluprioriteettia (1 = korkein prioriteetti, 0 = matalin prioriteetti). Syntynyt prioriteetikartta useimmiten visualisoidaan käyttäen tiettyä väriskaalaa (katso kuva 7) esimerkiksi siten, että tarkastelumaiseman paras 5 % erottuu tietyllä värillä, paras 10 % (johon paras 5 % sisältyy) toisella värillä ja niin edelleen. Zonation tuottaa priorisointiprosessissa myös muuta hyödyllistä aineistoa. Niin sanotut suoriutuvuuskäyrät (katso kuvat 9 ja 10) kuvaavat, kuinka paljon kutakin piirrettä (tai kaikkia piirteitä keskiarvoisesti) on jäljellä kussakin vaiheessa pikselinpoistoprosessia. Tämän aineiston avulla voidaan jälkikäteen tarkastella, kuinka paljon piirteiden alkuperäisestä (laadulla painotetusta) levinneisyydestä on mahdollista kattaa suojelemalla esimerkiksi 10 % koko analyysimaisemasta.

Zonation-ohjelmiston toimintaperiaatteet on suunniteltu osiossa 1.2.1 kuvattujen ekologisen periaatteiden pohjalta. Koska Zonation pystyy käsittelemään suuren määrän erilaisia piirteitä paikkatietomuodossa sekä huomioimaan verrattain abstrakteja ekologisia tekijöitä kuten kytkeytyvyys ja komplementaarisuus, ohjelma soveltuu erittäin hyvin laajojen alueellisten kokonaisuuksien käsittelyyn. On kuitenkin huomattava, että kun priorisointeja tehdään päätöksenteon tueksi, niiden pohjana pitää olla riittävä määrä asiantuntijatietoa (näissä analyyseissä tehty asiantuntijatyö on kuvattu luvussa 2.1). Lisäksi Zonation-ohjelmistolla tehdyt analyysit muodostavat vain yhden vaiheen koko spatiaalisen suojelupriorisoinnin prosessissa, joka sekin on voimakkaasti asiantuntijatyöstä riippuvaista (katso 1.2.2 ja kuva 2.) (Lehtomäki

ym. 2016). Esimerkiksi piirteiden painottaminen on aina subjektiivista toimintaa ja annettujen painojen tulisi heijastella priorisoinnin yleisiä tavoitteita.

I.4 Tavoitteena Suomen monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden priorisointi

Tässä raportissa esitettyjen puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen priorisoinnin tavoitteena oli tuottaa paikkatietoa sellaisista alueista, joiden suojelulla tai muulla luonnonarvoja säästävällä tai lisäävällä toimenpiteellä on positiivinen vaikutus Suomen uhanalaisen lajiston säilymiseen ja lajiston tilan paranemiseen pitkällä aikavälillä. Priorisointien painopisteenä oli etenkin metsäisistä elinympäristöistä riippuvainen eliölajisto ja sen elinympäristövaatimukset.

2 Aineistot ja menetelmä

Tässä raportissa esitetyjen analyysien kaikki työvaiheet vaativat paljon asiantuntijatyötä. Analyyseissä käytettiin olemassa olevia, osittain vuosikymmenten mittaan kerättyjä tietoja metsäluonnon monimuotoisuudesta. Zonation-ohjelmiston käyttö edellyttää aineistojen erityistä esikäsittelyä ja analyysimetodiikan tuntemista.

2.1 Asiantuntijatyö

Kaikki työvaiheet vaativat paljon asiantuntijatyötä analyysien onnistumisen takaamiseksi. Tämän johdosta asiantuntijoita kuultiin valmisteluvaiheessa kahdessa eri kokoonpanossa: analyysien projektiryhmässä ja niin sanotussa erityisasiantuntijaryhmässä (liite I). Projektiryhmän tehtävänä oli tehdä lopulliset päätökset analyysien tavoitteista ja siitä, miten ne rakennettiin. Metsien monimuotoisuuden erityisasiantuntijaryhmän tehtävänä oli pureutua tarkemmin yksittäisiin metsien monimuotoisuutta ja uhanalaisuutta käsitteleviin kysymyksiin. Lisäksi Suomen metsäkeskuksen (SMK) ja ELY-keskusten asiantuntijat osallistuivat suunnitteluun kyselyn kautta (liite II).

2.2 Aineistot

Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen tunnistamiseen ja priorisointiin käytettiin laadultaan parhaimpia mahdollisia saatavilla olevia ja valtakunnallisesti kattavia paikkatietoaineistoja (taulukko 1). Aineistojen avoimuus ja siten myös tulosten käyttömahdollisuudet ovat muuttuneet merkittävästi etenkin INSPIRE-direktiivin vuoden 2015 jälkeen, jolloin analyysejä alettiin suunnitella ja tehdä (Euroopan unioni 2007; Maanmittauslaitos 2017).

Taulukko I. Analyseissä käytetyt paikkatiedot. Aineistotyyppi luokittelee aineistot sen mukaan, mihin tarkoitukseen ne on valittu. Haltija tarkoittaa aineistosta vastaavaa tahoa, joka säilyttää ja jakelee aineistoa. Omistaja tarkoittaa aineiston todellista omistajatahoa, jolla on viime kädessä oikeus päättää, mihin tarkoitukseen ja kuka saa käyttää aineistoa. Aineiston nimi on aineiston (mahdollisimman) virallinen nimi. Käyttöoikeudet-sarakkeeseen on kirjattu lyhyesti käyttöoikeuksiin liittyvät pääkohdat ja suurimmat rajoittavat tekijät sen mukaan, mikä tilanne oli 1.3.2018, jolloin Suomen metsäkeskuksen (SMK) aiemmin salattu metsävaratieto muuttui avoimeksi. Tekninen kuvaus ja irrotus-hetki kertovat, millainen kyseinen paikkatietoaineisto käytännössä on sekä jatkuvasti päivittyvien aineistojen kohdalla sen ajankohdan, jolloin aineisto irrotettiin. Valitut muuttajat -sarake kertoo, mitä muuttujia kyseisestä aineistosta valittiin mukaan analyyseihin.

Aineisto- tyyppi	Haltija	Omistaja	Aineiston nimi	Käyttöoikeudet	Tekninen kuvaus ja irrotushetki	Valitut muuttajat
Puustotieto	MH LP	MH LP	Valtion hallintoimien suojelualueiden numeerinen kuviotieto- ja puustoaineisto	*Käyttöoikeussopimuksen mukainen aineisto. Aineistoja saa käyttää MetZo II -projektin puitteissa eri analyysien tekemiseen ja tulosten tulkintaan ym. tarpeelliseen	Maastokuvioittainen vektoriai-neisto ja niihin liittyviä taulukoita. Puustoa ei ole kasvatettu vuoden 2014 jälkeen. Irrotettu 5 / 2015	Maastokuvioittain kasvillisuusluokka sekä puusto-ositteittain# puulaji, keskiläpimitta ja tilavuus
	MH LP	Yksityiset maanomistajat	Yksityisten suojelualueiden numeerinen kuviotieto- ja puustoaineisto	*	Maastokuvioittainen vektoriai-neisto ja niihin liittyviä taulukoita. Puustoa ei ole kasvatettu inventoinnin jälkeen. Irrotettu 5 / 2015	Maastokuvioittain kasvillisuusluokka sekä puusto-ositteittain# puulaji, keskiläpimitta ja tilavuus
	MH MT	MH MT	Metsähallitus Metsätalous Oy:n hallintoimien alueiden numeerinen kuviotieto- ja puustoaineisto	** Käyttöoikeussopimuksen mukainen aineisto. Aineistoja saa käyttää vain näiden analyysien tekemiseen. Tulokset saa näyttää vain MH MT:n ja MH LP:n työntekijöille. MH MT on määrittänyt aineiston liikesalaisuuslain mukaisesti aineistoksekseen.	Maastokuvioittainen vektoriai-neisto ja niihin liittyviä taulukoita. Irrotettu 5 / 2015	Maastokuvioittain kasvillisuusluokka sekä puusto-ositteittain# puulaji, keskiläpimitta ja tilavuus
	SMK	Yksityiset maanomistajat	Yksityisten maanomistajien maiden metsävaratieto	*** Analyysien tekoheikellä käyttöoikeussopimuksen mukainen aineisto. 1.3.2018 alkaen avoin aineisto.	Maastokuvioittainen vektoriai-neisto ja niihin liittyviä taulukoita. Vain kohteet jotka on inventoitu 6.5.2005 – 6.5.2015	Maastokuvioittain kasvillisuusluokka sekä puusto-ositteittain# puulaji, keskiläpimitta ja tilavuus
	Luke	Luke	Monilähteinen valtakunnan metsien inventointiaineisto (MVMI) 2013	Julkinen aineisto, joka on vapaasti saatavilla avoimen rajapinnan kautta.	16m x 16m hilan rasteriaineisto, julkaistu 2015, valtakunnallinen	Kasvillisuusluokka sekä tilavuus puulajeittain (mänty, kuusi, koivu ja muu lehtipuu)
	Luke	Luke	Metsiköittäin arvioidut puulajeittaiset läpimittatiedot perustuen monilähteeseen valtakunnan metsien inventointiaineistoon 2013	Ei julkaistu aineisto, tilattu näitä analyysejä varten	16m x 16m hilan rasteriaineisto, metsiköiden rajauksessa käytettiin automaattista kuvasegmentointia MVMI-karttatasojen pohjalta, valtakunnallinen	Puulajikohtainen keskiläpimitta (mänty, kuusi, koivu ja muu lehtipuu)

puusto-osite = yhden suurin piirtein samankaltaisen puuryhmän puustotiedot yhdellä maastokuvilla. Jako tehdään puulajeittain (esimerkiksi koivu, kuusi, lehtipuu) ja kasvuryhmittäin (vallitseva puustojakso, ylispuut, alikasvos). Esimerkiksi kuusen alikasvoson tiedot maastokuvilla x muodostavat yhden ositteen.

Aineistolähteet:

Metsähallitus Luontopalvelut, suojelualueiden kuviotietojärjestelmä SAKTI (Metsähallitus 2015b)

Metsähallitus Metsätalous Oy, metsätalousalueiden kuviotietojärjestelmä SILVIA ja SutiGIS (Metsähallitus 2015c)

Yksityisten maiden luonnonsuojelualueet, suojelualueiden kuviotietojärjestelmä SAKTI (Metsähallitus ym. 2015)

Suomen metsäkeskus metsävaratieto, paikkatietojärjestelmä AARNI (Suomen metsäkeskus 2015; 2017)

Luonnonvarakeskus, monilähteinen valtakunnan metsien inventointi (Luonnonvarakeskus 2015a; Tuominen 2015)

Suomen Ympäristökeskus, ympäristötietojärjestelmä HERTTA, SYKEN tietokannat (Suomen ympäristökeskus 2006; 2011)

Marylandin yliopisto, satelliittikuvat metsien muutoksesta (Hansen ym. 2013)

Aineistotyyppi	Haltija	Omistaja	Aineiston nimi	Käyttöoikeudet	Tekninen kuvaus ja irrotushetki	Valitut muuttajat
Sakot	SYKE	Maanmittauslaitos, SYKE	Soiden ojitustilanne -aineisto SOJT_09b1	Julkinen aineisto, jota saa käyttää lisenssillä	25m x 25m rasteriaineisto, valtakunnallinen	Ojien sijainti ja laatu. Turvemaan ojituksen tilanne
	MH LP	MH LP	Valtion hallintoimien suojelualueiden numeerinen kuviotietoaineisto	*	Maastokuvioittainen vektorialueaineisto 5/2015, kunnostusojitukset 10/2017 saakka	Maastokuvion ojitustilanne
	MH LP	Yksityiset maanomistajat	Yksityisten suojelualueiden numeerinen kuviotietoaineisto	*	Maastokuvioittainen vektorialueaineisto 5/2015, kunnostusojitukset 10/2017 saakka	Maastokuvion ojitustilanne
	MH MT	MH MT	Metsähallitus Metsätalous Oy:n hallintoimien alueiden numeerinen kuviotietoaineisto	**	Maastokuvioittainen vektorialueaineisto 5/2015, kunnostusojitukset 10/2017 saakka, toimenpidehistoria; vain toteutetut toimenpiteet vuodesta 1997.	Maastokuvion kuivatustilanne + toimenpide ja sen toteutusvuosi
	SMK	Yksityiset maanomistajat	Yksityisten maanomistajien maiden metsävaratieto (1) ja metsänkäyttöilmoitukset (2)	***	(1) Maastokuvioittainen vektorialueaineisto: Vain kohteet jotka on inventoitu 6.5.2005 – 6.5.2015 (2) Toimenpidekuviointainen vektorialueaineisto. Vain kohteet, joista on tehty metsänkäyttöilmoitus 2004 - 10/2017	(1) maastokuvion kuivatustilanne (2) kuviolle tehty toimenpide ja sen toteutusvuosi
	University of Maryland / Department of Geographical Sciences	University of Maryland / Department of Geographical Sciences	Global Forest Change / Forest Cover Loss (metsien häviämä) 2000-2014	Avoim aineisto lisenssillä: Creative Commons Attribution 4.0 International	Globaali rasteriaineisto yli 5 metrin korkuisen kasvillisuuden häviämistä vuosien 2000 – 2014 välillä. Hilakoko 10 x 10 astetta. Perustuu Landsat-satelliittikuvien aikasarjoihin.	Pelkkä sijaintitieto. Metsikkötason muutoksia oli noin 32 000 km ² alueilla (noin 9 % Suomen pinta-alasta)
Lajit	SYKE		Uhanalaisten lajien tietokanta Ympäristötietojärjestelmä HERTTA:sta	Rajoitettu käyttöoikeus	Pisteaineisto, yleistettiin hehtaariin: havainnot yli 47532 hehtaariilla. Irrotettu 11/ 2015.	Sijainti ja laatu. Punaisen listan metsälajien havaitopisteet, joiden tarkkuus oli 100 metriä tai tarkempi ja tiedot oli tallennettu 1990 tai myöhemmin
Suojelualueverkosto	SMK	Yksityiset maanomistajat	Yksityisten maanomistajien maiden metsävaratieto metsälain 10 §:n perusteella rauhoitetut kohteet	***	Maastokuvioittainen vektorialueaineisto ja niihin liittyvää taulukko-dataa sekä pistetietoa. 182 780 kuviokohdetta, yhteensä, 115 662 hehtaaria sekä 1505 pistekohdetta. Irrotettu 10 / 2017.	Pelkkä sijaintitieto. Monimuotoisuus-taulun lisämäärekoodi 43
	MH MT	MH MT	Metsähallitus Metsätalous Oy:n hallintoimien alueiden numeerinen kuviotietoaineisto: metsälain 10 §:n perusteella rauhoitetut kohteet tai vastaavat	**	Vektorialueaineisto (Sutigis-tietokanta), 38017 kuviokohdetta, yhteensä, 96 870 hehtaaria sekä 3706 pistekohdetta (Lähteitä 3585)	Pelkkä sijaintitieto
	MH LP	MH LP, yksityiset maanomistajat	Suojelualueiden tiedot suojelualueiden tietojärjestelmästä (SATJ:sta)	Julkinen aineisto, joka on saatavilla avoimen rajapinnan kautta	Vektorialueaineisto Irrotettu 20.2.2018.	Pelkkä sijaintitieto. Valitut luokat liitteessä III "Pysyvät suojelualueet"

2.2.1 Puustotietoaineistojen laatu ja tarkkuus vaihtelevat

Tarkimmat monimuotoisuutta kuvaavat puustotiedot ovat Metsähallituksen Luontopalveluiden (MH LP) ja yksityisten suojelualueiden (jäljempänä YSA) aineistoissa. Seuraavaksi tarkimmat tiedot ovat Metsähallitus Metsätalous Oy:n (MH MT) ja SMK:n aineistoissa. Epätarkin puustoaineisto on Luonnonvarakeskuksen (Luke) monilähteinen valtakunnanmetsien inventointiaineisto (MVMI). Erot lähtöaineistojen laadussa ja tarkkuudessa johtuvat aineistojen alkuperäisistä käyttötarkoituksista ja niistä johtuvista tiedon keräysmenetelmien eroista. MH LP:n hallinnoimilta ja yksityisiltä suojelualueilta kerätään paljon erilaista biologista ja ekologista tietoa, jota hyödynnetään suojelualueiden hoidossa ja hoidon suunnittelussa (Kouki 1993; Metsähallitus 2014; 2015a). Tämä aineisto perustuu varsinkin Etelä-Suomessa etupäässä maastossa tehtäviin inventointeihin, pohjoisempana sen sijaan erilaiset kaukokartoitusmenetelmät kuten ilmakuvatulkinta, ovat yleisempiä. MH MT:n ja SMK:n tuottamat aineistot on puolestaan koottu etupäässä metsätalouden tarpeisiin. Koska puustotunnuksia pystytään selvittämään tarpeellisella tarkkuudella myös esimerkiksi laserkeilauksen avulla, on tämänkaltaista tekniikkaa alettu hyödyntämään voimakkaasti metsätalouden piirissä (Maltamo ym. 2014). Luonnon monimuotoisuuden arvioinnin näkökulmasta tämä kehitys valitettavasti heikentää aineiston laatua, koska puulajien tunnistaminen heikkenee, määrälliset puustotiedot keskiarvoistuvat ja tiedot metsikön erirakenteisuudesta heikkenevät (Tuominen ym. 2003; Packalen ja Maltamo 2007; Vauhkonen ym. 2009; Lehtomäki ym. 2015; Luonnonvarakeskus 2015b). Tämä saattaa johtaa siihen, että tieto monimuotoisuusarvon kannalta kiinnostavista arvokkaista yksittäisistä huippukohteista jää piiloon. Luken tuottama MVMI-aineisto on puolestaan kehitetty talousmetsien tutkimuksen tarpeisiin. Sekin keskittyy metsätaloudellisiin puustotunnuksiin. Tämä koko Suomen kattava aineisto on tuotettu laskemalla 16 metrin x 16 metrin hilassa satelliittikuvien ja maastokoealoilta kerätyn tiedon perusteella kohteiden puustotunnukset (Tomppo ja Halme 2004; Tomppo ym. 2008; Tomppo ym. 2011; Lehtomäki ym. 2015; Luonnonvarakeskus 2015b).

Metsälakikohteiden puustotietojen tulee olla virheettömiä, minkä vuoksi Metsälain 10 §:n perusteella suojeltujen metsien biologisen monimuotoisuuden kannalta tärkeiden elinympäristöjen tietoja ei voi korvata kaukokartoitustiedoilla, vaan ne ovat maastoinventoitu (Metsälaki 1997; Laki Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä 2012).

2.3 Ekologinen suojeluarvon malli

Analyysien tavoitteena oli sellaisten puustoisten alueiden paikantaminen, joissa paikalliset arvot kuten luonnontilaisuus, monimuotoisuuden kannalta tärkeä metsätyyppi ja runsas lahoppuusto yhdistyvät elinympäristön harvinaisuuteen sekä hyvään kytkeytyvyyteen muiden arvokkaiden metsäalueiden kanssa. Käytännössä tällainen metsäalue on mahdollisimman pitkään metsätaloustoimenpiteiltä säästynyt metsä, joka on puustorakenteeltaan hoidettua talousmetsää monipuolisempi ja jossa on enemmän lehtipuustoa ja hyvin vanhoja puita, runsaasti ja monipuolisesti lahoppuuta sekä monipuolisempi lajisto, johon kuuluu myös uhanalaista lajistoa. Lisäksi tavoitteena oli, että alue on kytkeytynyt muihin laadukkaisiin metsäalueisiin. Tämän kaltaiset metsät pystyvät tarjoamaan resursseja pitkällä aikavälillä niin tavanomaiselle kuin uhanalaisellekin metsälajistolle.

Edellä kuvattua tavoitetta varten rakennettiin ekologinen suojeluarvon malli, jonka avulla käytettävissä olevista aineistoista voitaisiin tuottaa mahdollisimman hyvä lopputulos (katso luku 1.2.2). Zonation-ohjelmiston toimintaperiaatteisiin kuuluu

syöttöpiirteiden (eli erilaisten analyysissä käsiteltävien kohteiden ominaisuustietojen) suhteen tasapainoinen ja etenkin harvinaisia piirteitä korostava lopputulos (Moilanen ym. 2014). Siten ekologinen suojeluarvon malli voitiin suunnitella tunnistamaan erityisesti arvokkaat ravinteikkaat ja monipuulajiset metsäkohteet, kuten lehdot, tietäen, että myös muut elinympäristöt tulevat huomioiduksi. Tässä työssä käytetty ekologinen suojeluarvon malli (katso kuvat 2 ja 3) pohjautui aiemmin Suomessa toteutettujen puustoisten elinympäristöjen alueellisiin Zonation-analyyseihin (Lehtomäki ym. 2009; Leinonen ym. 2013; Metsähallitus 2013), sekä niiden tulosten perusteella havaittuihin päivitystarpeisiin, niistä saatuihin oppeihin ja uusiin esille nousseisiin käytännön suojelutyön tarpeisiin. Tätä työtä varten mallia tarkennettiin uusien aineistojen ja teknisten menetelmien päivittämisen takia.

Analyyseissä käytettiin metsien monimuotoisuuden ilmentäjänä puulajien ja kasvillisuusluokkien yhdistelmille MOTTI-ohjelman (versio 3.3.) (Salminen ym. 2005; Hynynen ym. 2014; Hynynen ym. 2015) ja lähtöaineistojen avulla laskettuja lahoppopotentiaaleja. Laskennan lähtöaineistona käytettiin seuraavia muuttujia: metsikön kasvillisuusluokka sekä puusto-ositteittain puulaji, keskiläpimitta ja tilavuus. Lahoppopotentiaalain lisäksi analyyseissä huomioitiin punaiselle listalle kuuluvien metsälajien havainnot, kohteiden kytkeytyvyys metsikkötasolla sekä niiden kytkeytyvyys metsälain 10 §:n perusteella rauhoitettuihin kohteisiin ja suojelualueisiin (kuva 3).

Analyysit rakennettiin kuudessa eri vaiheessa, joita kutsutaan versioiksi (kuva 3, taulukko 2, liite IV). Ensimmäisessä versiossa käytetyt syöttöaineistot olivat mukana kaikissa muissa versioissa ja jokaiseen versioon lisättiin jotain uutta mukaan eikä mitään otettu pois. Näin pystyttiin tarkastelemaan kahden peräkkäisen version välisiä eroja ja ymmärtämään paremmin kumuloituvat muutokset monimuotoisuusarvojen prioriteettikartoissa.

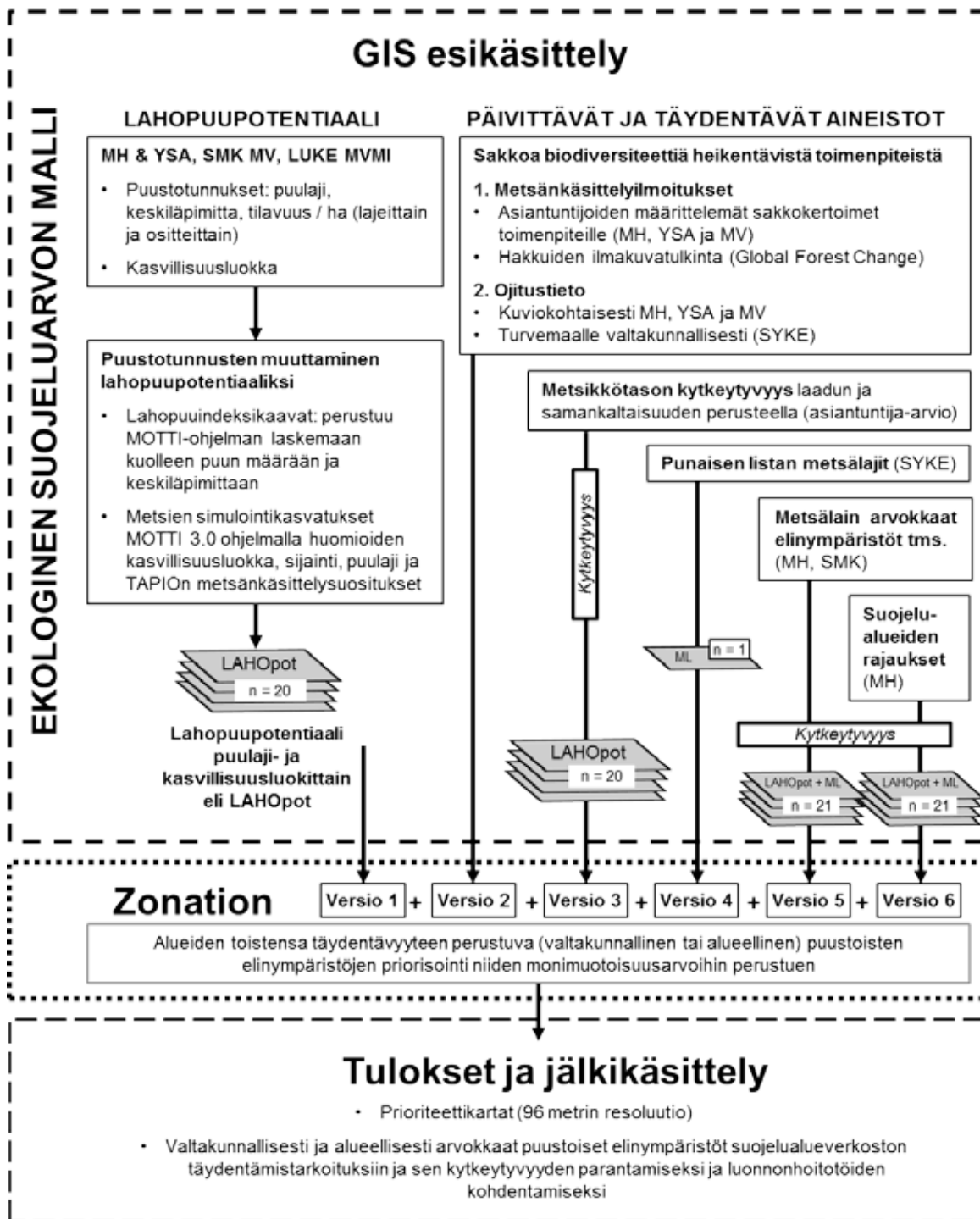
Jokaisessa analyysiversiossa pohja-aineistona oli kaksikymmentä kasvillisuusluokkien (5 kpl) ja puuluokkien (4 kpl) yhdistelmien perusteella muodostettua metsiköiden lahoppopotentiaalia ilmentävää aineistokerrosta. Menetelmä esitellään tarkemmin liitteessä IV (Lahoppopotentiaalain laskeminen MOTTI-ohjelman avulla) ja luvussa 2.3.3 (Lahoppopotentiaali monimuotoisuusarvon korvikkeena).

Analyysit toteutettiin kahdella eri spatiaalisella tasolla: koko Suomen kattavina valtakunnallisina tarkasteluina ja ELY-keskusten ympäristövastuualueiden (ELY-keskukset) aluejakoon perustuvina alueellisina analyysinä. Ympäristö- ja luonnonvarahtäviä hoitavia ELY-keskuksia on Suomessa 13 kappaletta. Alueelliset analyysit toteutettiin kahdesta syystä: 1) monimuotoisuuden turvaamiseen liittyvä päätöksenteko ja suunnittelu on vahvasti alueellista, muun muassa ELY-keskuskohtaiset METSO-ohjelman tarkemmat toteutustavoitteet on määritelty tällä alueella ja 2) puustoisten elinympäristöjen Zonation-analyysit tehtiin vuonna 2012 vain alueittain,

Taulukko 2. Koontitaulukko kaikkien kuuden analyysin ominaisuuksista.

Versio	Paikallinen laatu lahoppopotentiaalain perusteella	Paikallisen laadun arvonalennus	Metsikkötason kytkeytyvyys samankaltaisuuteen perustuen	Punaisen listan metsälajihavainnot	Kytkeytyvyys metsälain tärkeisiin elinympäristöihin	Kytkeytyvyys pysyville suojelualueille
1	x					
2		x				
3		x	x			
4		x	x	x		
5		x	x	x	x	
6		x	x	x	x	x

Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa



Kuva 3. Monimuotoisuudelle tärkeiden metsien tunnistamiseen tähtäävien Zonation-analyyseiden toteutuskaavio, joka sisältää ekologisen suojeluarvon mallin. Koko Suomen kattavien lähtöaineistojen ja MOTTI-ohjelman avulla laskettiin jokaiselle puusto-ositteelle tai hilan pikselille (riippuen aineistolähteestä) lahoppupotentiaali puulajeittain ja kasvillisuusluokittain (katso liite IV). Tämän tuloksena tuotettiin 20 valtakunnallista lahoppupotentiaalia kuvaavaa puulaji- ja kasvillisuusluokkien lahoppupotentiaalia kuvaavaa yhdistelmäpiirrekerrusta. Näistä kerroksista muodostettiin analyysin syöttöaineistot (kuvassa lyhennetty LAHOpot). Analyysiversio 1 toteutettiin vain näiden 20 lahoppupotentiaaliaineiston avulla. Versiossa 2 sellaisten alueiden arvoa alennettiin, joilla tiedettiin tehdyn luonnon monimuotoisuutta heikentäneitä toimenpiteitä tai jotka olivat ojitetuja. Versioon 3 lisättiin metsikkötason kytkeytyvyyslaskenta eri metsäelinympäristöjen samankaltaisuuteen perustuen. Versioon 4 lisättiin punaisen listan havainnot lajeista, joille metsä on ensisijainen elinympäristö (kuvassa lyhenne ML). Versioon 5 lisättiin kytkeytyvyys metsälain 10 §:n perusteella suojelluille kohteille ja versioon 6 kytkeytyvyys pysyville suojelualueille. Kaikista näistä Zonation-analyyseistä tehtiin erikseen valtakunnalliset ja ELY-keskusten alueiden mukaiset priorisoinnit. Lopulliset tulokset rajattiin käyttäjärhmittäin aineistojen käyttöoikeussopimusten mukaisesti.

joten vertailukelpoisuus vuoden 2012 priorisointien tuloksiin vaati sen, että alueelliset analyysit tehtiin uudelleen. Alueellinen analyysi kohdistuu jokaiselle ELYy-keskuksen alueelle erikseen eikä analyysissä ole otettu huomioon muiden alueiden monimuotoisuusarvoja. Valtakunnallinen analyysi puolestaan tarkastelee koko metsäisen Suomen monimuotoisuusarvoja samanaikaisesti verraten kaikkia alueita yhtä aikaa toisiinsa. Vertaamalla eri analyysiversioita toisiinsa voi tunnistaa esimerkiksi sekä alueellisesti että valtakunnallisesti merkittäviä monimuotoisuusalueita.

2.3.1 Kasvillisuusluokat

Kasvillisuusluokat kuvaavat kohteen kasvupaikan puuntuotantokykyä. Kasvillisuusluokkia oli aineistosta riippuen kahdeksan tai yhdeksän erilaista. Eri aineistolähteissä olevat luokat eroavat toisistaan vain karuimpien kasvupaikkojen osalta (suluissa muista poikkeavat luokittelut alkuperäisissä aineistoissa):

- 1 lehto / lehtomainen ja lettosuo sekä vastaava turvekangas
- 2 lehtomainen kangas / ruohoinen suo sekä vastaava turvekangas
- 3 tuore kangas / mustikkainen ja suursarainen suo sekä vastaava turvekangas
- 4 kuivahko kangas / puolukkainen ja piensarainen suo sekä vastaava turvekangas
- 5 kuiva kangas / tupasvillainen tai isovarpuinen suo sekä vastaava turvekangas
- 6 karukkokangas / rahkainen suo sekä vastaava turvekangas
- 7 kalliomaa, hietikko (MH 7 = hietikko, kuolpuna & 8 = kalliokko, louhikko)
- 8 lakimetsä tai tunturi (MH 9 = tunturimaa, lakimaa)

Analyysien tekemistä varten karuimmat kasvillisuusluokat 5–8 yhdistettiin yhdeksi joukoksi. Tämä johtui siitä, että vuonna 2012 toteutetuissa puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysissä (Leinonen ym. 2013) havaittiin tulosten käytettävyyden kannalta ongelmia, jotka liittyivät karuimpien kasvillisuusluokkien priorisointeihin. Yhdistetyt kasvillisuusluokat olivat analyysiaineistoissa valtakunnallisessa mittakaavassa harvinaisia, koska mittarina oli puuston määrä, ja karuissa kasvillisuusluokissa suuri osa alueista on puuttomia tai vähäpuustoisia alueita. Harvinaisuuden vuoksi karujen kasvillisuusluokkien monimuotoisuusarvo analyysissä kasvoi, mikä ilmeni prioriteettien ylikorostumisena tuloksissa. Analyysitulosten käytössä oltiin kuitenkin erityisen kiinnostuneita löytämään reheviä METSO-ohjelman toteutusta tukevia alueita (Leinonen ym. 2013; Syrjänen ym. 2016), mihin tarkoitukseen myös ekologinen suojeluarvon malli oli rakennettu. Kun karut kasvillisuusluokat tuolloin yhdistettiin yhdeksi luokkaryhmäksi, ne muuttuivat 'yleisemmiksi' ja monimuotoisuusarvoiltaan korkeat rehevämmät alueet saatiin korostumaan aiempaa enemmän. Tässä työssä alkuperäinen tavoite oli tehdä analyysit paremman vertailtavuuden vuoksi ensin 5 kasvillisuusluokalla (joista 5. kasvillisuusluokka oli yhdistelmä kasvillisuusluokista 5–8) ja tämän jälkeen kaikilla kahdeksalla kasvillisuusluokalla. Analyysien työläyden takia kahdeksaan kasvillisuusluokkaan pohjautuva analyysi tullaan toteuttamaan myöhemmin niin sanottujen suo- ja metsäelinympäristöjen yhdistettyjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysien yhteydessä.

2.3.2 Puulajiluokat

Puulajeista mukaan analyysiin valittiin kuusi (*Picea abies*), mänty (*Pinus sylvestris*), rauduskoivu (*Betula pendula*), hieskoivu (*Betula pubescens*), visakoivu (*Betula pendula* var. *carelica*), haapa (*Populus tremula*), tervaleppä (*Alnus glutinosa*), harmaaleppä (*Alnus incana*), vaahtera (*Acer platanoides*), saarni (*Fraxinus excelsior*), tammi (*Quercus robur*), raita (*Salix caprea*), kynäjalava (*Ulmus laevis*), vuorijalava (*Ulmus glabra*), metsälehmus (*Tilia cordata*), kotipihlaja (*Sorbus aucuparia*) ja lehtotuomi (*Prunus padus*).

Metsävaratiedon kaukokartoitetut lehtipuut (metsävaratiedon luokituksessa jakso 5, lehtipuu 29, muu lehtipuu 9) laskettiin hieskoivuiksi, jos ne kasvoivat turvemaalla, ja rauduskoivuiksi, jos ne kasvoivat kivennäismaalla. Pois jätettiin vieraslajit, joiksi laskettiin douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*), lehtikuuset (*Larix* spp.), kontortamänty (*Pinus contorta* var. *latifolia*), mustakuusi (*Picea mariana*), pihdat (*Abies* spp.), sembramänty (*Pinus cembra*), serbiankuusi (*Picea omorika*) ja hybridihaapa (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*). Lisäksi poistettiin nykyisin yleisemmin pensasositteissa kirjattavat ja siksi epäsäännöllisesti muistiin merkityt kataja (*Juniperus communis*) ja pajut raitaa lukuun ottamatta (*Salix* spp.) sekä tunturikoivu (*Betula pubescens* subsp. *czerepanovii*). Tunturikoivuksi laskettiin ositteet, jotka oli merkitty tunturikoivuksi tai hieskoivuositteet, jotka sijaitsevat havumetsävyöhykkeen pohjoispuolella. Havumetsävyöhykkeen raja-aineisto saatiin Tytti Kontulalta (SYKE), joka antoi hankkeen käyttöön Luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnin tunturiryhmän tuottaman lähes valmiin rajauksen. Kyseinen rajaus on tehty Metsähallituksen ja Luonnonvarakeskuksen aineistojen sekä Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietojen perusteella (Suomen ympäristökeskus 2017).

Varsinaisia Zonation-analyysejä varten puulajiositteet luokiteltiin neljään puulajiluokkaan: kuusi, mänty, koivut ja muut lehtipuut.

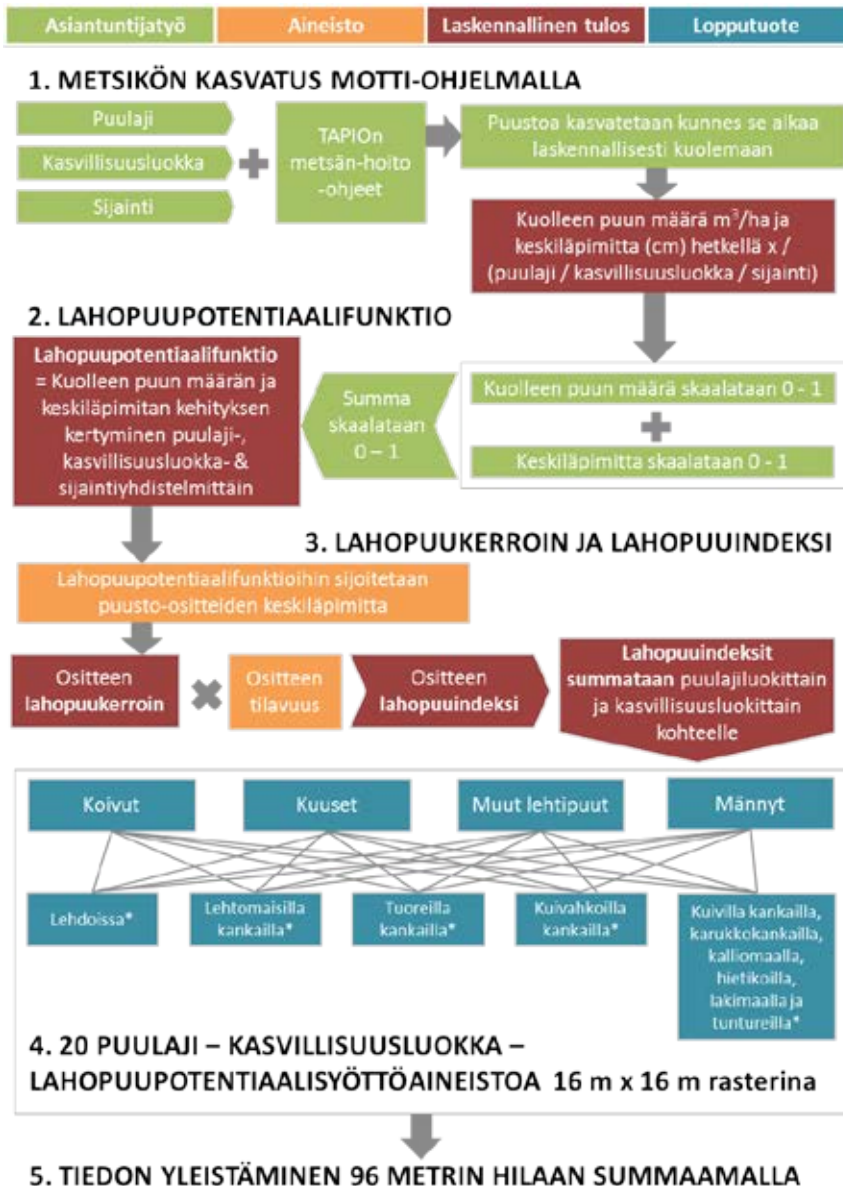
2.3.3 Lahopuupotentiaali monimuotoisuusarvon ilmentäjänä

Tässä työssä metsien monimuotoisuusarvo määriteltiin niin sanotun laskennallisen lahopuupotentiaalin perusteella. Jokaisen kohteen lahopuupotentiaali laskettiin puusto-tietojen perusteella. Lahopuupotentiaali valittiin metsäluonnon monimuotoisuuden ilmentäjäksi sen vuoksi, että lahopuusta riippuvainen lajisto on taantunut ja ollut uhattuna jo pitkään (Rassi ym. 2010). Lisäksi lajistollista rajausta tehtiin, jotta analyysien työmäärän säilyi kohtuullisena. Myös vuonna 2012 ja 2013 toteutetuissa puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyyseissä (Leinonen ym. 2013; Metsähallitus 2013) kohteena oli puustoisten elinympäristöjen uhanalainen lajisto, mikä loi hyvän pohjan tässä raportissa esitettyjen uusien analyysien suunnittelulle ja toteuttamiselle.

Lahopuun määrästä ja laadusta ei ole valtakunnallisesti kattavia ja tarkkoja aineistoja. Tämän vuoksi luotiin menetelmä, jonka avulla pystyttiin arvioimaan puuston rakennetta kuvaavien aineistojen perusteella kaikkien tarkasteluun sisältyneiden metsiköiden lahopuupotentiaali. Näin saatiin eroteltua suuren lahopuupotentiaalin omaavat metsäalueet rakennepiirteiltään keskinkertaisista ja vaatimattomista metsäalueista. Siten alue, jolla on suuri lahopuupotentiaali, määriteltiin Zonation-analyyseissä luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen näkökulmasta arvokkaaksi puustoiseksi elinympäristöksi.

2.3.3.1 Metsikön kasvatus MOTTI-ohjelman avulla

Lahopuupotentiaalin laskemiseen tarvittavat lahopuupotentiaalifunktiot laskettiin Luonnonvarakeskuksen MOTTI-ohjelman version 3.3. avulla (kuva 4, kohta 1. ja liite IV Lahopuupotentiaalin laskeminen MOTTI-ohjelman avulla) (Salminen ym. 2005; Hynynen ym. 2014; Hynynen ym. 2015). Vaikka MOTTI-ohjelma on alun perin suunniteltu tuottamaan puuston kehitysennusteita kasvu- ja tuotosmallien avulla, pystyttiin sitä hyödyntämään myös lahopuupotentiaalin laskemisessa. Puuston kasvatuksessa huomioitiin TAPIOn hyvän metsänhoidon suositukset, mutta simuloinneissa ei tehty päätehakkuuta. Puuston annettiin kasvaa niin kauan, että sen tilavuus saavutti maksimiarvon. Tällöin laskelmien mukaan puusto alkaa kuolemaan ja metsän laskennallinen pohjanpinta-ala, keskiläpimitta ja tilavuus ovat suurimmillaan.



Kuva 4. Lahopuupotentiaalin laskeminen

Tietolaatikko I

LAHOPUUPOTENTIAALIN LASKEMISEEN LIITTYVÄÄ SANASTOA:

Lahopuupotentiaalifunktio = MOTTI-ohjelman tuottama laskennallisen kuolleen puun määrän ja laskennallisen keskiläpimitan avulla muodostettu funktio, jonka avulla saadaan laskettua **keskiläpimittoihin** perustuva lahopuukerroin, yhteensä 168 erilaista funktiota

Lahopuukerroin (puusto-ositteittainen) = tulos, kun yhden puusto-ositteen **keskiläpimita** sijoitetaan sitä vastaavaan **lahopuupotentiaalifunktioon**

Lahopuuindeksi (puusto-ositteittainen) = tulos, kun yhden puusto-ositteen **lahopuukertoimella** kerrotaan kyseisen puusto-ositteen **tilavuus**

Lahopuupotentiaali = samassa kohtaa hilaan olevien puusto-ositteittaisten **lahopuuindeksien summaus** hilassa puulaji- ja kasvillisuusluokittain

2.3.3.2 Lahopuupotentiaalifunktiot

Lahopuupotentiaalifunktioita syntyi lopulta yhteensä 168 erilaista sijainti - puulaji – kasvillisuusluokka -yhdistelmää (kuva 4, kohta 2, kuva 21 liitteessä IV). Funktioiden lähtökohdana on MOTTI-ohjelman laskema kuolleen puun määrä ja keskiläpimitta silloin, kun puuston kasvu saavuttaa maksimiarvonsa. Kyseisen ajankohdan arvot saivat arvon 1, ja sitä pienemmät arvot vaihtelivat välillä 0 = ei kuollutta eikä elävää puuta, 1 = elävän ja kuolleen puuston suurin määrä. Nämä skaalaukset summattiin ja näistä summista muodostuivat lopulta lahopuupotentiaalifunktiot.

2.3.3.3 Lahopuukerroin ja lahopuuindeksi

Kuhunkin lahopuupotentiaalifunktioon sijoitettiin sitä vastaavien puusto-ositteiden keskiläpimitat (kuva 4, kohta 3). Tästä saatiin tuloksena jokaiselle puusto-ositteelle oma lahopuukertoimensa. Tämä ositteen lahopuukerroin kerrottiin saman ositteen tilavuudella. Tulokseksi saatiin kyseisen ositteen lahopuuindeksi. Keskiläpimitan tiedot puuttuivat joiltakin MH:n kitumaiden puusto-ositteilta: niiden osalta keskiläpimitta arvioitiin puuston pituuden perusteella. Tähän käytettiin MH LP:n kitumaa-alueiden puustotiedoista laskettua keskiläpimitan ja keskipituuden korrelaatiota 0,400941. Esimerkiksi kahdeksanmetrisen puun keskiläpimitaksi tuli 20 senttimetriä. Lopullisia Zonation-analyyseihin laitettavia syöttöaineistoja varten jokaisen aineistolähteen (MH, SMK, Luke) samassa kohdassa hilaa tai maastokuvaota esiintyvät saman puulajiluokan (muu lehtipuu / kuusi / mänty / koivu) puusto-osittaiset lahopuuindeksit laskettiin yhteen. Enimmillään samalle kuviolle oli kirjattu kymmenen eri puusto-ositetta kolmeen metsikön rakenteesta kertovaan puustojaksoon (vallitseva jakso, alikasvos, ylispuusto) ja yhteen lisäjaksoon, joka määritteli, että kohteen puusto oli kaukokartoitettu (Suomen metsäkeskus 2015). Ositteiden lahopuuindeksien summa muutettiin kuvioaineistossa aluksi 16 x 16 metrin hilaa, rasteriaineiston ollessa jo valmiiksi 16 metrin hilassa. Näiden lähdeaineistojen tuloksena syntyi yhteensä 12 rasterikerrosta (4 puulajiluokkaa x 3 lähdeaineistoa).

Lahopuuindeksit yhdistettiin puulajiluokkien perusteella toisiinsa neljäksi rasterikerrokseksi. Eri aineistolähteiden päällekkäisyyden vuoksi rasterimosaiikki muodostettiin hierarkkisesti siten, että tarkemmat aineistot korvasivat epätarkemmat. Hierarkiajärjestys oli seuraavanlainen: (1) Metsähallitus (LP, MT ja YSA), (2) Suomen metsäkeskus ja (3) Luonnonvarakeskus MVM. Tilanteissa, joissa Metsähallituksen hallinnoimille maastokuvioille ei ollut olemassa puustotietoja (esimerkiksi kun niitä ei oltu kartoitettu) tai kun niiden lahopuuindeksin arvoksi tuli 0, laskettiin lahopuuindeksit MVM:n perusteella, jos ne olivat käytettävissä.

2.3.3.4 Syöttöaineistot

Seuraavassa aineistojen käsittelyn vaiheessa neljän puulajiluokan mukaiset rasterikerrokset leikattiin viiteen osaan kasvillisuusluokkien mukaan. Tuloksena syntyi yhteensä 20 kappaletta 16 metrin hilassa olevaa rasterikerrosta (kuva 4, kohta 4).

Tämän jälkeen aineiston tarkkuutta karkeutettiin summaamalla kuuden 16 metriä x 16 metriä pikselin tiedot suuremmiksi pikseleiksi (kuva 4, kohta 5). Tästä syntyvät lopulliset analyyseissä käytetyt 96 metriä x 96 metriä hilan aineistot (taulukko 3). Nämä aineistot sisältävät kaiken saman tiedon kuin 16 metrin hilan alkuperäiset pikselitkin, joskin niiden sisältämän tiedon sijainti muuttui epätarkemmaksi. Karkeuttaminen oli tarpeen laskentojen nopeuttamiseksi. Lopullinen tutkimusalue kattoi 31 miljoonaa kappaletta 96 metrin x 96 metrin pikseliä, yhteensä 28,4 miljoonaa hehtaaria. Tämä on lähestulkoon Suomen maapinta-alan verran (noin 30,3 miljoonaa hehtaaria (Tilastokeskus 2018)).

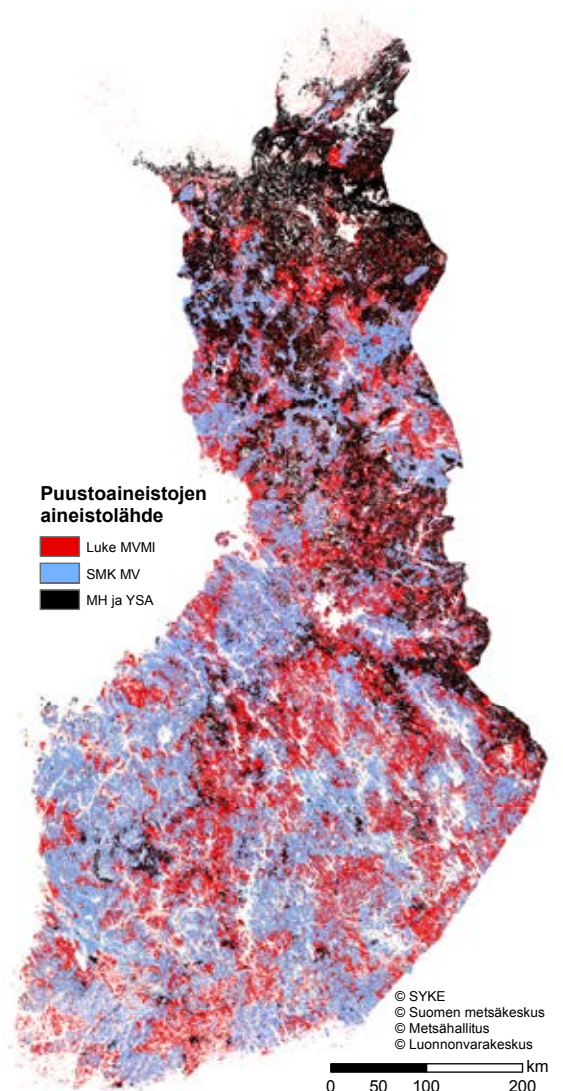
Taulukko 3. Monimuotoisuutta kuvaavien piirteiden pinta-alan (A) osuus koko tutkimuspinta-alasta (Atot) prosentteina. Piirteet on listattu harvinaisimmasta yleisimpään. 1 prosentti = 284 000 hehtaaria. tmv. = tai muu vastaava. Piirteet kattavat yllä kuvatut 20 puulaji – kasvillisuusluokka – lahoppupotentiaalisyöttöaineistoa sekä yhden piirrekerroksen uhanalaisten metsälajien esiintymistä.

Monimuotoisuuspiirteiden nimi	2018 A/Atot%
metsälajit	0,2 %
muu lehtipuu kuiva, karukko, kallio, tunturi tmv.	0,3 %
muu lehtipuu lehto	4 %
kuusi lehto	5 %
mänty lehto	6 %
koivu lehto	6 %
kuusi kuiva, karukko, kallio, tunturi tmv.	19 %
muu lehtipuu kuivahko kangas tmv.	22 %
muu lehtipuu lehtomainen kangas	23 %
koivu kuiva, karukko, kallio, tunturi tmv.	24 %
mänty lehtomainen kangas	31 %
kuusi lehtomainen kangas	31 %
koivu lehtomainen kangas	32 %
mänty kuiva, karukko, kallio, tunturi tmv.	36 %
muu lehtipuu tuore kangas tmv.	40 %
kuusi kuivahko kangas tmv.	50 %
koivu kuivahko kangas tmv.	57 %
kuusi tuore kangas tmv.	64 %
mänty kuivahko kangas tmv.	68 %
koivu tuore kangas tmv.	68 %
mänty tuore kangas tmv.	70 %

2.3.3.5 Aineistolähteiden jakautuminen tutkimusalueella

Lopullisissa lahoppupotentiaalia kuvaavissa syöttöaineistoissa Metsähallitukselta saatujen aineistojen (Luontopalveluiden, yksityisten suojelalueiden ja metsätalouden aineistot) peittävyys oli 24 %, Suomen metsäkeskuksen metsävaratiedon peittävyys 37 % ja Luken aineistojen (MVMI:n) peittävyys 39 % tutkimusalueesta (kuva 5).

Kuva 5. Puustoaineistojen aineistolähteet monimuotoisuudelle tärkeiden metsien analyyseissä. Punainen = Luonnonvarakeskus, monilähteen valtakunnan metsien inventointi (Luke MVMI), sininen = Suomen metsäkeskuksen metsävaratieto (SMK MV) ja musta = Metsähallitus ja yksityiset suojelualueet (MH ja YSA).



2.3.4 Sakkoa monimuotoisuutta heikentäneistä toimenpiteistä

Suomessa tehdään vuosittain erilaisia metsätaloudellisia toimenpiteitä noin miljoonalle hehtaarille metsämaata (Korttesmaa ym. 2017). Metsänkäsittelyn toimenpiteiden ja soiden ojituksen tavoite on yleensä saada metsikkö tuottamaan metsätalouden raaka-aineeksi kelpavaa puuainesta nopean hakkuukierron periaatteiden mukaisesti. Metsätalouden toimenpiteet heikentävät metsien (varsinkin uhanalaisen) lajiston elinmahdollisuuksia pitkällä aikavälillä ollen niiden merkittävin uhanalaisuuden syy ja uhkatekijä (Rassi ym. 2010).

Koska metsien monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysit perustuvat puustomuuttujien perusteella laskettuun lahopuupotentiaaliin, on tärkeää pystyä erottelamaan metsätaloudellisesti intensiivisesti hoidetut kohteet luonnontilaisemmista, monimuotoisuudeltaan arvokkaammista kohteista. Tämä erottelu toteutettiin analyysissä kohteen arvoa alentavan arvokertoimen avulla. Arvokertoimen käytön katsottiin olevan tarpeellista siitä huolimatta, että puusto-ositteisiin päivitetään puuston määrän vähentyminen metsänhoidollisia toimenpiteitä suunniteltaessa (Leinonen ym. 2013; Metsähallitus 2013; Mikkonen 2013). Tätä niin kutsuttua sakkokerrosta käytettiin kaikissa muissa paitsi ensimmäisessä analyysiversioissa.

Arvoa alentavan arvokertoimen (taulukot 4 ja 5) perustana olivat asiantuntijoiden näkemykset siitä, kuinka paljon eri toimenpiteet ovat muuttaneet metsikön ekologista tilaa kauemmaksi sen luontaisesta kehityksestä ja tilasta sekä miten eri metsänhoidolliset toimenpiteet vaikuttavat lähivuosina mahdollisesti tehtäviin suojele- tai luonnonhoitopäätöksiin kohteessa. Arvokertoimet määriteltiin aluksi erityisasiantuntijaryhmässä ja tämän jälkeen ELY-keskusten ja SMK:n asiantuntijat saivat vielä vaikuttaa niihin. Kohde, joka oli täysin luonnontilainen, ei saanut sakkoa lainkaan (arvokerroin 1). Vastaavasti kohde, jonka monimuotoisuuteen oli kohdistunut sitä heikentäneitä toimenpiteitä, sai kertoimeksen < 1 ollen voimakkaimmillaan 0 (taulukko 4).

Tieto puustoisilla alueilla tehdyistä metsänhoidollisista toimenpiteistä saatiin kolmesta eri aineistolähteestä: Suomen metsäkeskuksen metsävara-aineiston metsänkäyttöilmoituksista (Suomen metsäkeskus 2015; 2017), Metsähallituksen kuviokohtaisesta toimenpideaineistosta (Metsähallitus 2015c) sekä Forest Cover Loss -aineistosta (Hansen ym. 2013). Forest Cover Loss -aineistosta pystyttiin lähinnä havaitsemaan tehdyt avohakkuut vuosien 2000–2014 välillä niillä alueilla, joista ei ollut kuviodataa. Osa Forest Cover Loss -alueista voi olla myös myrskytuhoalueita.

Ojitustieto saatiin kolmesta eri aineistosta: Suomen metsäkeskuksen metsävaratiedon kuviotiedoista (kuivatustilanne) (Suomen metsäkeskus 2015; 2017), Metsähallituksen kuviokohtaisista paikkatiedoista (ojitustilanne) (Metsähallitus 2015c; 2015b; Metsähallitus ym. 2015) sekä SYKEssä päivitetystä Maanmittauslaitoksen soiden ojitustilanne -paikkatietoaineistosta (Suomen ympäristökeskus 2006; Maanmittauslaitos 2008; Suomen ympäristökeskus 2011). Lisäksi ojitetut kohteet turvemaileda MVMI-lähdeaineistoalueella saivat arvokertoimen 0,5.

Taulukko 4. Metsänkäsittelyn toimenpiteiden vaikutus kohteen monimuotoisuusarvoihin eli niiden arvokertoimet. Kertoimet määritettiin asiantuntijatyönä. 0 = arvo häviää täysin, 1 = arvo säilyy täysin. Kasvillisuusluokka 1 kattaa lehdot, lehtomaiset suot ja lettosuot sekä vastaavat turvekan-
kaat. Kasvillisuusluokat 2–8 kattavat loput kasvillisuusluokat (katso luku 2.3.1).

Metsävaratieto		Metsähallituksen aineistot		Arvokerroin	
koodi	selite	koodi	selite	kasvillisuus- luokka 1	kasvillisuus- luokat 2-8
I	ylispuiden poisto	14	siemen- tai ylispuiden poisto	0,4	0,1
2	ensiharvennus	11	Ensiharvennus	0,7	0,5
3	harvennushakkuu	12	muu harvennus- ja väljennyshakkuu	0,6	0,4
4	kaistalehakkuu	16	kaistaleavohakkuu (ei käytössä)	0,5	0,6
5	Avohakkuu	15	avohakkuu	0,3	0,1
6	verhopuuhakkuu			0,7	0,5
7	suojuvuuhakkuu	17	siemen- tai suojuvuuhakkuu	0,4	0,2
8	siemenpuuhakkuu			0,3	0,1
9	erikoishakkuu			0,5	0,5
A	asutuksen hakkuu			0	0
E	erityishakkuu	13	erirakenteisen metsän hakkuu	1	1
J	poimintaluonteinen kasvatushakkuu	18	poimintahakkuu (esimerkiksi vieraan puulajin tai kuusen poisto)	0,8	0,6
K	kasvatushakkuu			0,6	0,4
M	muu hakkuu			0,6	0,4
O	ojalinjaksi hakkuu			0,6	0,6
P	pelloksi hakkuu			0	0
R	pienaukkohakkuu			0,8	0,6
T	tielinjaksi hakkuu			0,5	0,5
U	uudistamishakkuu			0,3	0,1
W	myrskytuhoalue, uudistamishakkuu			0,6	0,4
V	myrskytuhoalue, kasvatushakkuu			0,3	0,1
X	hyönteistuhoalue, uudistamishakkuu			0,3	0,1
Z	hyönteistuhoalue, kasvatushakkuu			0,6	0,4
		19	Muu puuston käsittely (esimerkiksi kulotuksen valmistelu)	1	1
	kunnostusojitus		kunnostusojitus	0,6	0,6
	KEMERA taimikonhoito			0,7	0,5
	KEMERA nuoren metsän kunnostus			0,7	0,5

Taulukko 5. Ojituksen vaikutus kohteen monimuotoisuusarvoihin eli ojituksen arvokertoimet. Kertoimet määritettiin asiantuntijatyönä. 0 = arvo häviää täysin, 1 = arvo säilyy täysin.

Koodi Metsähallituksen suojelualueiden kuvio-tietojärjestelmä SAKTI:ssa	Selite	Arvokerroin
0	ojittamaton kivennäismaa	1
1	ojitettu kivennäismaa	0.9
2	ojittamaton suo, ojituskelpoinen	1
3	ojittamaton suo, ojituskelvoton	1
4	ojikko, ojituskelpoinen	0.6
5	ojikko, ojituskelvoton, ylläpitokelpoinen	0.6
6	ojikko, ojituskelvoton	0.6
7	muuttuma	0.5
8	turvekangas	0.5
9	ennallistettu ojitusalue	0.9
	MVMI ojitettu suoalue	0.5

2.3.4.1 Arvoa alentavan sakkokerroksen rakentaminen

Sakkokerros rakennettiin ojitustiedon suhteen hierarkkisesti. Ojitustieto otettiin ensisijaisesti MH LP:n, YSA:n, MH MT:n ja SYKEN ojitustilanneaineistosta ja vasta toissijaisesti SMK:n metsävaratiedosta, koska kyseisessä aineistossa havaittiin virheitä ojitustiedoissa. Toimenpidetiedoista metsävaratiedon osalta huomioitiin kaikki metsänkäsittelyilmoitukset ja kestävän metsätalouden rahoituslakiin perustuvien (KEMERA) metsänhoitokohteiden tieto. MH MT:n aineistosta käytettiin ainoastaan toteutuneiden toimenpiteiden tietoja. Poikkeuksena olivat ennallistamispolttokohdeet, joihin kohdistuneista toimenpiteistä ei sakotettu. Muille alueille tuotiin tieto Forest Cover Change -aineistosta.

Jos samassa kohdassa oli tehty monia toimenpiteitä tai ojituksia, kohteen sakkokerroimet kerrottiin keskenään eli sakko voimistui.

Aineisto rasteroitiin aluksi 16 metrin x 16 metrin hilaan, jonka jälkeen se yleistettiin 96 metrin x 96 metrin hilaan (sakkoarvojen keskiarvo, no data -arvoja ei huomioitu ja vesialueet leikattiin pois). Alueilla, joissa vähentävää tekijää ei ollut, sakkorasteriaineiston pikselin arvo oli 1.

Metsänkäsittely- ja KEMERAn metsänhoitotoimenpiteistä annettiin sakkoa niiden toteuttamisajankohdasta riippuen: mitä kauemmin toimenpiteen toteuttamisesta oli kulunut, sitä vähemmän se vaikutti sakon arvoon. Päätettiin, että toimenpiteen vaikutus lieventyy 40 prosenttia vuoteen 1997, ollen 2 prosenttia vuodessa. Tämän jälkeen lieventymistä ei enää tapahdu. Vuosi 1997 otettiin takarajaksi, koska vanhimmat sähköisessä muodossa olevat metsänkäsittelytiedot oli saatavilla vain vuodesta 1997 eteenpäin. Siten esimerkiksi lehdossa vuonna 2001 tehdyn ylispuiden poiston analyysissä käytetty sakko laskettiin seuraavasti: sakko oli 0,4 vuonna 2017 (taulukko 4). Koska hakkuu oli tehty vuonna 2001, aikaa oli kulunut toimenpiteestä aineiston käsittelyhetkeen (vuonna 2017) 16 vuotta. Tällöin sakon vuosijakajaksi tuli 0,68 (1 (täysi arvo nyt) – (16 vuotta * 0,02 = 0,32) = 0,68), ja lopullinen arvokerroin on 0,588 (0,4 (sakko jos toimenpide tehtäisiin nyt) / (arvokertoimen vuosijakaja) 0,68 = 0,588).

2.3.5 Metsäisten elinympäristöjen punaisen listan lajihavainnot

Ympäristötieto-järjestelmä HERTAN sisältämästä Uhanalaisten lajien tietokannasta poimittiin punaisen listan metsälajien havainnot alkaen vuodesta 1990, mikäli havainnon tarkkuudeksi oli ilmoitettu 100 metriä tai tarkempi ja esiintymispaikan ei tiedetä tuhoutuneen. Aineistoa pidettiin projektiryhmässä erittäin tärkeänä lisätietona metsän arvosta sen uhanalaiselle lajistolle lahoppuupotentiaalin lisäksi. Aineisto ei sisällä kattavasti tietoa punaisen listan metsälajien esiintymisestä, vaan vain ilmoitetut tiedot.

Uhanalaisten metsälajien havainnot painotettiin niiden uhanalaisuuden mukaan ja tiedot summattiin 100 metrin hilaan. Näin syöttöaineistona toimivan lajipiirrekeroksen pikselien arvot määräytyivät sen alueella esiintyvien punaisen listan lajien arvojen summien mukaan. Siten analyysi ei perustunut yksittäisten lajien esiintymistietoihin, vaan lajistoon pohjautuvien tarkastelujen perustana oli tieto koko Suomen uhanalaislajiston esiintymisestä.

Lajeille annettiin pisteitä seuraavasti:

- CR = äärimmäisen uhanalaiset = 5 pistettä
- EN = erittäin uhanalaiset = 4 pistettä
- VU = vaarantuneet = 3 pistettä
- NT = silmälläpidettävät = 2 pistettä
- DD = puutteellisesti tunnetut = 1 pistettä

Summattujen syöttöaineiston pikselien arvot hajaantuivat välille 1–55, keskiarvon ollessa 3,1.

2.3.6 Kytkeytyvyys

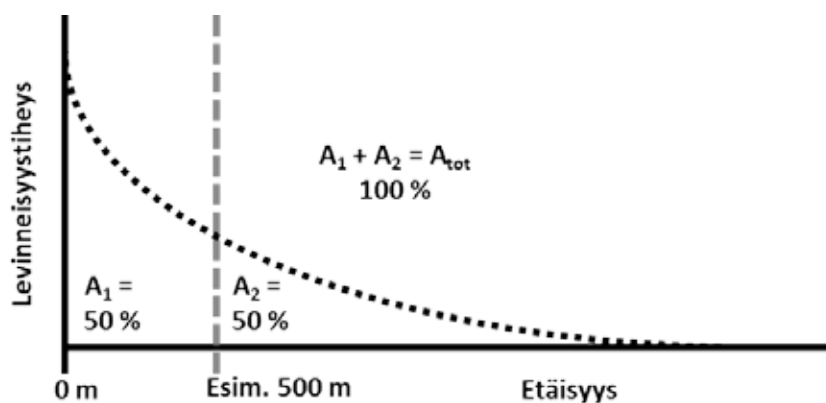
Kytkeytyvyydellä tarkoitetaan näissä analyyseissä alueiden saavutettavuutta metsäisissä elinympäristöissä elävien lajien näkökulmasta. Hyvin kytkeytyneet alueet tarjoavat lajistolle mahdollisuuden levitä uusille elinalueille hankkimaan ravintoa, suojaan ja lisääntymään. Kytkeytyvyyden kaksi päätekijää ovat alueiden laatu ja etäisyys. Kytkeytyvyyttä on olemassa monessa eri mittakaavassa ja sitä ilmenee monella eri tavalla. Käytännössä kytkeytyvyys ja sen merkitys vaihtelee lajeittain. Tämän monipuolisuuden vuoksi kytkeytyvyys otettiin huomioon puustoisten elinympäristöjen analyyseissä neljällä eri tavalla (taulukko 6):

- ottamalla huomioon metsiköiden välinen kytkeytyvyys perustuen niiden laatuun (lahoppuupotentiaalin määrä), puulaji- ja kasvillisuusluokkien ekologiseen samankaltaisuuteen ja kohteiden etäisyyteen toisistaan (versiot 3–6),
- ottamalla huomioon metsälain 10 § perusteella rauhoitettujen, monimuotoisuuden kannalta tärkeiden, elinympäristöjen laatu ja läheisyys (versiot 5 ja 6),
- ottamalla huomioon pysyvien luonnonsuojelualueiden laatu ja läheisyys (versio 6) ja
- käyttämällä analyysissä reunapoistoa, jolloin Zonation ei saa poistaa laskennan edetessä sellaisia hilan pikseleitä, jotka ovat täysin muiden pikselien ympäröiminä (kaikki versiot).

Kaikki kytkeytyvyyydet vaikuttivat valtakunnallisissa analyyseissä valtakunnallisesti eli alueellisia rajoja ei otettu huomioon. Alueellisissa analyyseissä sen sijaan eri kytkeytyvyyydet laskettiin vain alueellisesti.

Taulukko 6. Zonation-analyyseissä käytetyt laatuun ja etäisyyteen perustuvat kytkeytyvyyden ilmentämisen tavat. Etäisyysvaikutuksen puoliväli määritellään asiantuntijatyönä (katso kuva 6 alla.). Kytkeytyvyyssyyppi kertoo, minkä kaltaisesta kytkeytyvyydestä on kyse.

Kytkeytyvyystapa	Etäisyysvaikutuksen puoliväli	Kytkeytyvyyssyyppi
Reunapoisto	etäisyys ei vaikuta	Pyrkii säästämään metsäalueiden ytimiä mahdollisimman pitkään
Metsikkötason kytkeytyvyys	400 metriä	samankaltaisuus: mitä samankaltaisemmat ja laadukkaammat alueet, sitä enemmän ne tukevat toistensa lajistoa
Kytkeytyvyys metsälain 10 § kohteilta ympäröivään metsämaisemaan	200 metriä	yksisuuntainen positiivinen interaktio: mitä lähempänä ja mitä parempilaatuisempi lähdealue on sitä enemmän se nostaa sitä ympäröivien alueiden arvoa
Kytkeytyvyys pysyviltä suojealueilta ympäröivään metsämaisemaan	2000 metriä	



Kuva 6. Kytkeytyvyyden etäisyysvaikutuksen määrittely Zonation-ohjelmistossa. Määritelty etäisyys (kuvassa harmaa pysty katkoviiva, 500 metriä) on se välimatka, jolle arvioidaan tulevan puolet piirteen kytkeytyvyysvaikutuksesta ($A_1 = 50\%$). Vaikutus on voimakkaampi lähellä lähtöpistettä (origo) ja vaimenee kohti ääretöntä. Mitä suurempi etäisyys on, sitä kauemmas vaikutus kantaa.

2.3.6.1 Metsikkötason kytkeytyvyys

Metsikkötason kytkeytyvyydellä tarkoitetaan näissä metsien monimuotoisuusarvojen analyseissä metsien ekologiseen samankaltaisuuteen perustuvaa kytkeytyvyyttä. Tässä metsiköiden välisessä 'samankaltaisuuskytkeytyvyydessä' määriteltiin jokaisen syöttöpiirteen vaikutus toisiin syöttöpiirteisiin. Vaikutuksen voimakkuus perustui metsiköiden ekologiseen samankaltaisuuteen (tai erilaisuuteen) ja se määriteltiin asiantuntijatyönä (taulukko 7).

Määrittely pohjautui aiempien puustoisten elinympäristöjen Zonation-analyysien asiantuntijapäätöksiin (Lehtomäki ym. 2009; Leinonen ym. 2013; Mikkonen 2013; Mikkonen ja Moilanen 2013). Näissä aiemmissa töissä asiantuntijat kehittivät syöttöaineistoina toimivien puulaji- ja kasvillisuusluokkayhdistelmien ja etenkin niissä elävän lajiston ekologisten tarpeiden samankaltaisuuden matriisin. Kyseiseen matriisiin on kirjattu numeroina asiantuntijoiden arvio siitä, miten eri metsiköt tukevat toisten metsiköiden uhanalaista metsälajistoa. Asiantuntija-arviot ovat väistämättä yleistyksiä, mutta lajiston elinympäristövaatimusten suunnat ovat havaittavissa.

Taulukko 7. Syöttöpiirteiden samankaltaisuuksien matriisi metsikkötason kytkeytyvyyden määrittelyä varten. Samankaltaisuusmatriisilla määritellään kuinka hyvin kyseisen puulaji/kasvillisuusluokka tukee toisen puulaji-/kasvillisuusluokan punaisen listan metsälajien säilymistä. Arvot ovat osuuksia, eli 1 = elinympäristöt tukevat toisiaan 100-prosenttisesti. Taulukkoa luetaan seuraavasti: kuinka rivi vaikuttaa sarakkeeseen. Esimerkiksi lehtomaisella kankaalla kuusivaltaisessa metsässä elävä lajisto (kuusi_lehtom) tukee 55 prosenttisesti kuivalla kankaalla mäntyvaltaisessa metsässä (mänty_kuiva) elävää lajistoa. Huomaa, että taulukon arvot eivät ole symmetriset. Saman puulajin yhdistelmät on korostettu värein. Kasvillisuusluokkien tarkemmat nimet on esitetty kappaleesta 2.3.1. Kasvillisuusluokat.

	mänty_lehto	mänty_lehtom	mänty_tuore	mänty_kuivahko	mänty_kuiva	kuusi_lehto	kuusi_lehtom	kuusi_tuore	kuusi_kuivahko	kuusi_kuiva	koivu_lehto	koivu_lehtom	koivu_tuore	koivu_kuivahko	koivu_kuiva	mlp_lehto	mlp_lehtom	mlp_tuore	mlp_kuivahko	mlp_kuiva
mänty_lehto	1	0,95	0,85	0,8	0,65	0,85	0,8	0,7	0,65	0,5	0,7	0,65	0,55	0,5	0,35	0,65	0,6	0,5	0,45	0,3
mänty_lehtom	0,95	1	0,95	0,85	0,7	0,8	0,85	0,8	0,7	0,55	0,65	0,7	0,65	0,55	0,4	0,6	0,65	0,6	0,5	0,35
mänty_tuore	0,85	0,95	1	0,95	0,85	0,7	0,8	0,85	0,8	0,7	0,55	0,65	0,7	0,65	0,55	0,5	0,6	0,65	0,6	0,5
mänty_kuivahko	0,75	0,8	0,95	1	0,95	0,6	0,65	0,8	0,85	0,8	0,45	0,5	0,65	0,7	0,65	0,4	0,45	0,6	0,65	0,6
mänty_kuiva	0,6	0,7	0,85	0,95	1	0,45	0,55	0,7	0,8	0,85	0,3	0,4	0,55	0,65	0,7	0,25	0,35	0,5	0,6	0,65
kuusi_lehto	0,85	0,8	0,7	0,65	0,5	1	0,95	0,85	0,8	0,65	0,8	0,75	0,65	0,6	0,45	0,75	0,7	0,6	0,55	0,4
kuusi_lehtom	0,8	0,85	0,8	0,7	0,55	0,95	1	0,95	0,85	0,7	0,75	0,8	0,75	0,65	0,5	0,7	0,75	0,7	0,6	0,45
kuusi_tuore	0,7	0,8	0,85	0,8	0,7	0,85	0,95	1	0,95	0,85	0,65	0,75	0,8	0,75	0,65	0,6	0,7	0,75	0,7	0,6
kuusi_kuivahko	0,6	0,65	0,8	0,85	0,8	0,75	0,8	0,95	1	0,95	0,55	0,6	0,75	0,8	0,75	0,5	0,55	0,7	0,75	0,7
kuusi_kuiva	0,45	0,55	0,7	0,8	0,85	0,6	0,7	0,85	0,95	1	0,4	0,5	0,65	0,75	0,8	0,35	0,45	0,6	0,7	0,75
koivu_lehto	0,7	0,65	0,55	0,5	0,35	0,8	0,75	0,65	0,6	0,45	1	0,95	0,85	0,8	0,65	0,9	0,85	0,75	0,7	0,55
koivu_lehtom	0,65	0,7	0,65	0,55	0,4	0,75	0,8	0,75	0,65	0,5	0,95	1	0,95	0,85	0,7	0,85	0,9	0,85	0,75	0,6
koivu_tuore	0,55	0,65	0,7	0,65	0,55	0,65	0,75	0,8	0,75	0,65	0,85	0,95	1	0,95	0,85	0,75	0,85	0,9	0,85	0,75
koivu_kuivahko	0,45	0,5	0,65	0,7	0,65	0,55	0,6	0,75	0,8	0,75	0,75	0,8	0,95	1	0,95	0,65	0,7	0,85	0,9	0,85
koivu_kuiva	0,3	0,4	0,55	0,65	0,7	0,4	0,5	0,65	0,75	0,8	0,6	0,7	0,85	0,95	1	0,5	0,6	0,75	0,85	0,9
mlp_lehto	0,7	0,65	0,55	0,5	0,35	0,75	0,7	0,6	0,55	0,4	0,95	0,9	0,8	0,75	0,6	1	0,95	0,85	0,8	0,65
mlp_lehtom	0,65	0,7	0,65	0,55	0,4	0,7	0,75	0,7	0,6	0,45	0,9	0,95	0,9	0,8	0,65	0,95	1	0,95	0,85	0,7
mlp_tuore	0,55	0,65	0,7	0,65	0,55	0,6	0,7	0,75	0,7	0,6	0,8	0,9	0,95	0,9	0,8	0,85	0,95	1	0,95	0,85
mlp_kuivahko	0,45	0,5	0,65	0,7	0,65	0,5	0,55	0,7	0,75	0,7	0,7	0,75	0,9	0,95	0,9	0,75	0,8	0,95	1	0,95
mlp_kuiva	0,3	0,4	0,55	0,65	0,7	0,35	0,45	0,6	0,7	0,75	0,55	0,65	0,8	0,9	0,95	0,6	0,7	0,85	0,95	1

2.3.6.2 Kytkeytyvyys metsälain 10 § kohteisiin ja suojelualueisiin

Metsälain 10 §:n perusteella rauhoitetut kohteet ja pysyvät suojelualueet vaikuttivat kytkeytyvyyslaskennoissa sen perusteella, kuinka suuren osuuden eri syöttöpiirteiden monimuotoisuusarvoista kohteet sisälsivät. Siten mitä suurempi yhteenlaskettu lahopuupotentiaali metsälaki- ja suojelukohteessa oli, sitä enemmän se vaikutti kytkeytyvyysanalyyseissä ympäristöönsä eli niin sanotusti 'säteili' positiivista arvoa ympäröiviin pikseleihin valitun etäisyyden mukaisesti (katso taulukko 6).

Näissä analyyseissä oli mukana yhteensä 226 008 metsälain 10 § perusteella suojeltua kuviokohdetta (212 532 hehtaaria) ja 5 211 pistemäistä kohdetta (Metsähallitus 2015c; Suomen metsäkeskus 2015; 2017). Kohdetieto muutettiin vektoriaineistosta ensin 4 metrin hilaan ja lopuksi yhdistettiin 24 x 24 pikseliä 96 metrin x 96 metrin hilaan. Pistetiedot (esimerkiksi lähteet) muutettiin suoraan 96 metrin x 96 metrin hilaan.

Pysyviksi suojelualueiksi valittiin Metsähallituksen Luontopalveluiden tietokantoihin liitteen III mukaan 20.2.2018 tallennetut alueet. Pysyviä suojelualueita oli noin 16 000 kappaletta, yhteensä 3,2 miljoonaa hehtaaria.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tässä työssä esitetyt tulokartat on tehty asiantuntijatyön tueksi. Ne kuvaavat metsien monimuotoisuuden arvoja analyyseissä käytettyjen aineistojen, menetelmien ja työssä tehtyjen asiantuntijavalintojen mukaisesti.

Analyysien tuloksena saatiin paikkatietoa sellaisista alueista, joiden suojelulla tai muulla kohteen luonnonarvoja säästävällä tai lisäävällä toimella on todennäköisesti myönteinen vaikutus Suomen metsien uhanalaisen lajiston säilymiseen ja lajiston tilan paranemiseen pitkällä aikavälillä (kuva 7). Analyysitulosten perusteella näillä alueilla merkittävät metsikön paikalliset arvot kuten luonnontilaisuus, monimuotoisuuden kannalta tärkeä metsätyyppi ja runsas lahoppuusto yhdistyvät elinympäristön harvinaisuuteen sekä kytkeytyvyyteen muiden arvokkaiden metsäalueiden kanssa.

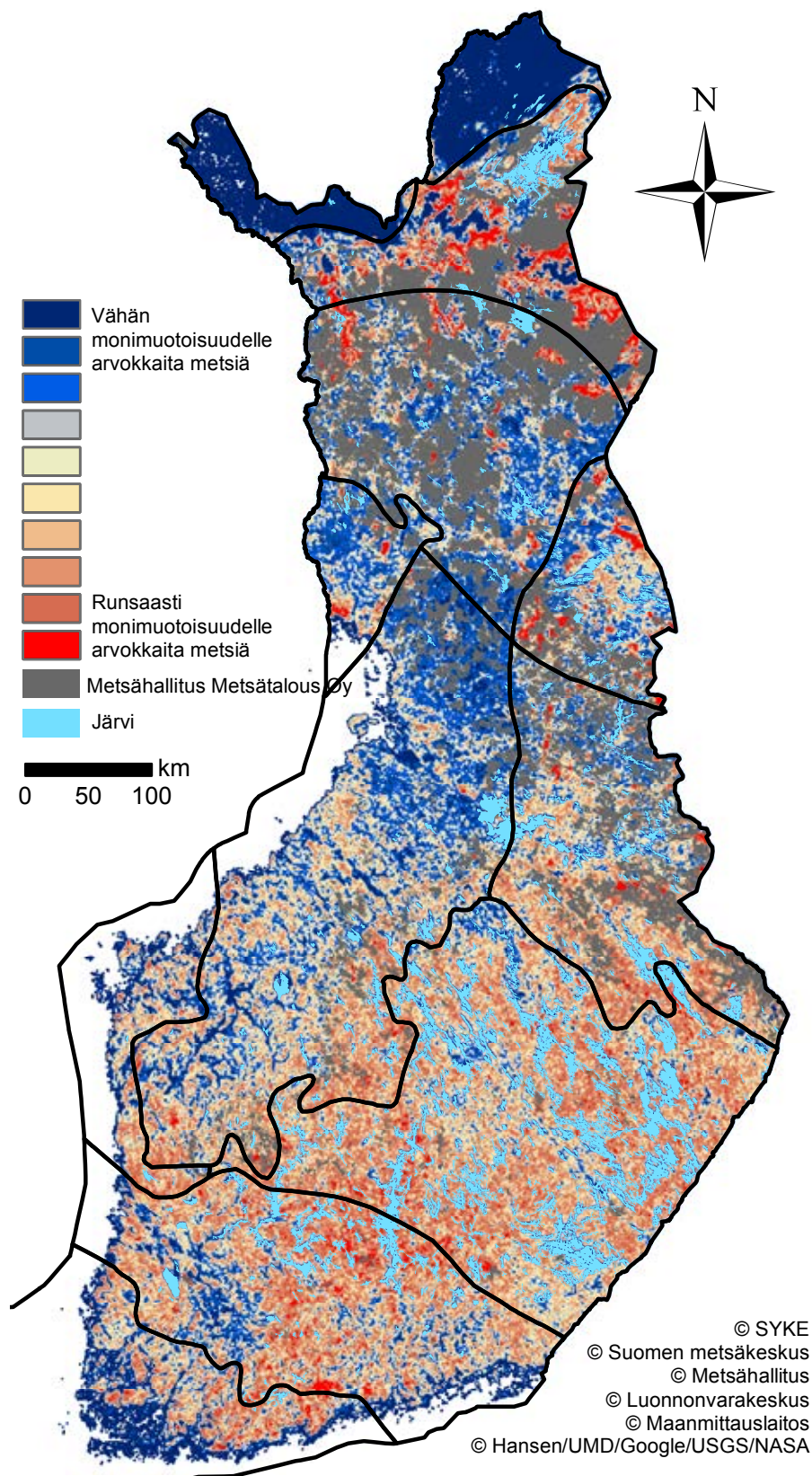
Kaikki valtakunnalliset tulokartat kuten kuva 7A, on karttapiirtoteknisistä syistä toteutettu summaamalla jokaisen 96 metrin x 96 metrin pikselin ympäriltä kaikkien pikselien arvot yhteen yhden kilometrin säteellä, ellei toisin ole mainittu. Karttojen resoluutio on tämän jälkeen edelleen 96 metriä x 96 metriä, mutta pikselin arvo on pikseleiden summa. Tämän muunnoksen avulla karttojen värit on saatu vastaamaan enemmän todellisuutta kuin tilanteessa, jossa kuvankäsittelyohjelman olisi annettu yrittää piirtää näkyviin kaikkien 31 miljoonan pikselin arvot.

Tietolaatikko 2

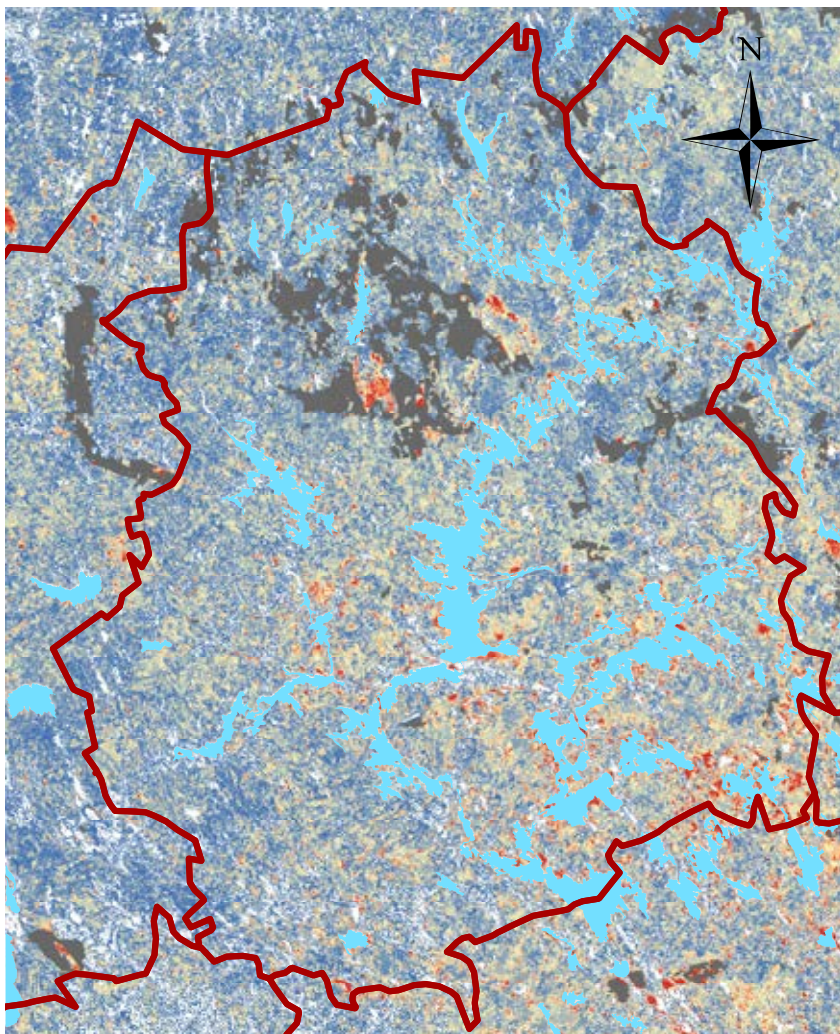
MITÄ TULEE MUISTAA NÄITÄ TULOXSIA KÄYTETTÄESSÄ

Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen tulokartat kuvaavat metsien monimuotoisuusarvoja sellaisena kuin ne käytettyjen aineistojen, menetelmien ja tehtyjen asiantuntijavalintojen perusteella ilmenevät. Analyysien tulokset osoittavat monimuotoisuusarvojen suhteellista vaihtelua tarkastelualueella. Toisin sanoen 'paras' ja 'huonoin' osa tarkastelualueella on paras suhteessa kaikkeen analyysissä käytettyyn aineistoon sekä analyysissä huomioituihin tekijöihin (esimerkiksi kytkeytyvyys). Oletuksena on, että analyysissä korkealle priorisoidut alueet ovat hyviä myös luonnossa. Tulokarttojen tarkastelussa tulee kuitenkin muistaa, että lähtöaineistot eivät ole täydellisiä eikä ekologisessa suojeluarvon mallissa pystytä ottamaan kaikkea huomioon. Tulokset eivät esimerkiksi sisällä muiden kuin metsäisten elinympäristötyyppien monimuotoisuusarvoja kuten esimerkiksi vesitalouden luonnontilaisuudesta kertovia tietoja. Kaikki korkeimman prioriteetin kohteet eivät siten välttämättä sisällä METSO-ohjelmaan soveltuvia korkean laatuluokan elinympäristöjä. Tuloksia tuleekin tulkita suhteessa saatavilla olevaan muuhun monimuotoisuudesta kertovaan tietoon ja kohteen todellinen arvo selviää aina vasta paikan päällä maastossa.

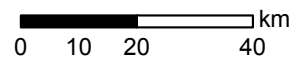
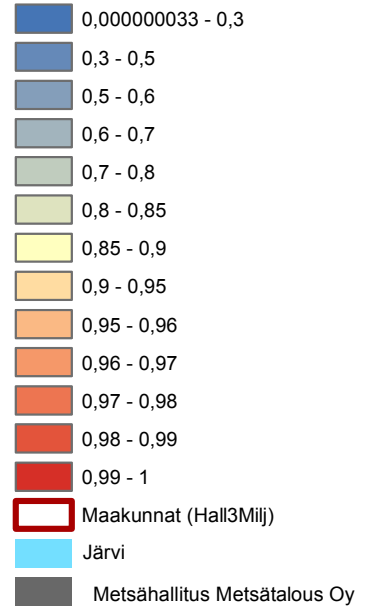
A



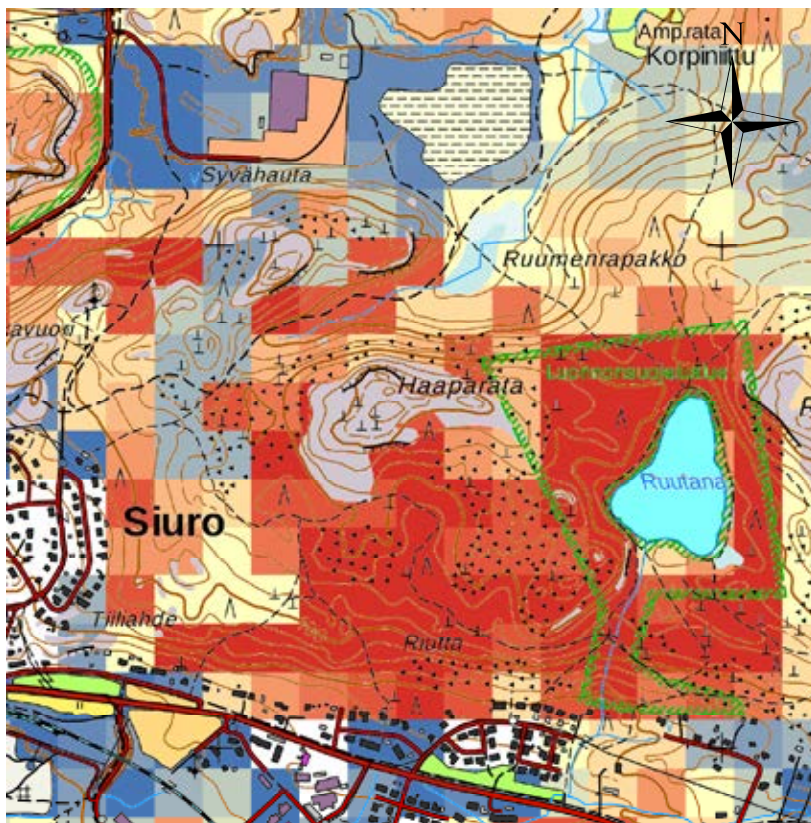
Kuva 7. Valtakunnallisen mittakaavan tulosten tarkastelua alueellisella ja paikallisella tasolla (versio 4). Koko Suomen tulostarkastelusta (kuva A) nähdään, että monimuotoisuudelle arvokkaat metsäalueet eivät ole sijoittuneet valtakunnallisesti tasaisesti. Pohjoisimman Suomen vähäpuustoiset, Pohjanmaan voimakkaasti käsitellyt ja ojitetut tai Varsinais-Suomen maatalousvoittoiset alueet ovat esimerkkejä metsälajien kannalta vähemmän merkittävistä alueista verrattuna esimerkiksi Etelä-Suomen, Keski-Suomen, Päijät-Hämeen, Pohjois-Savon tai Metsä-Lapin metsiin. Pirkanmaan kartasta (kuva B) on mahdollista erottaa alueellisia eroja ja tarkastella alueellista metsien verkostorakennetta. Pirkanmaalla, kuten muuallakin Suomessa, on monia analyysitulosten pohjalta metsälajeille merkittäviä alueita, kuten kuvan C Siuron metsät Nokialla. Tällaisten alueiden sijainti suhteessa muihin, jo suojeltuihin (kuten kuvassa 7 C) tai suojelemattomiin metsien monimuotoisuuden kannalta laadukkaisiin alueisiin on lajiston kannalta ensiarvoisen merkittävää. Metsien eliölajistolle on pitkällä tähtäimellä olennaista se, mitä nykyisen elinalueen ympärillä tapahtuu ja säilyykö elinalue lajille elinkelpoisena myös jatkossa. Kartta A on tehty summaamalla jokaisen 96 metrin x 96 metrin pikselin ympäriltä kaikki pikselit yhden kilometrin säteellä.

B

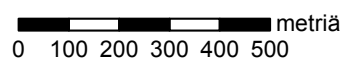
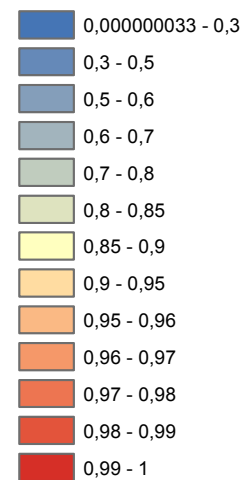
Monimuotoisuudelle arvokkaiden metsien prioriteetti



© SYKE
 © Suomen metsäkeskus
 © Metsähallitus
 © Luonnonvarakeskus
 © Maanmittauslaitos
 © Hansen/UMD/Google/USGS/NASA

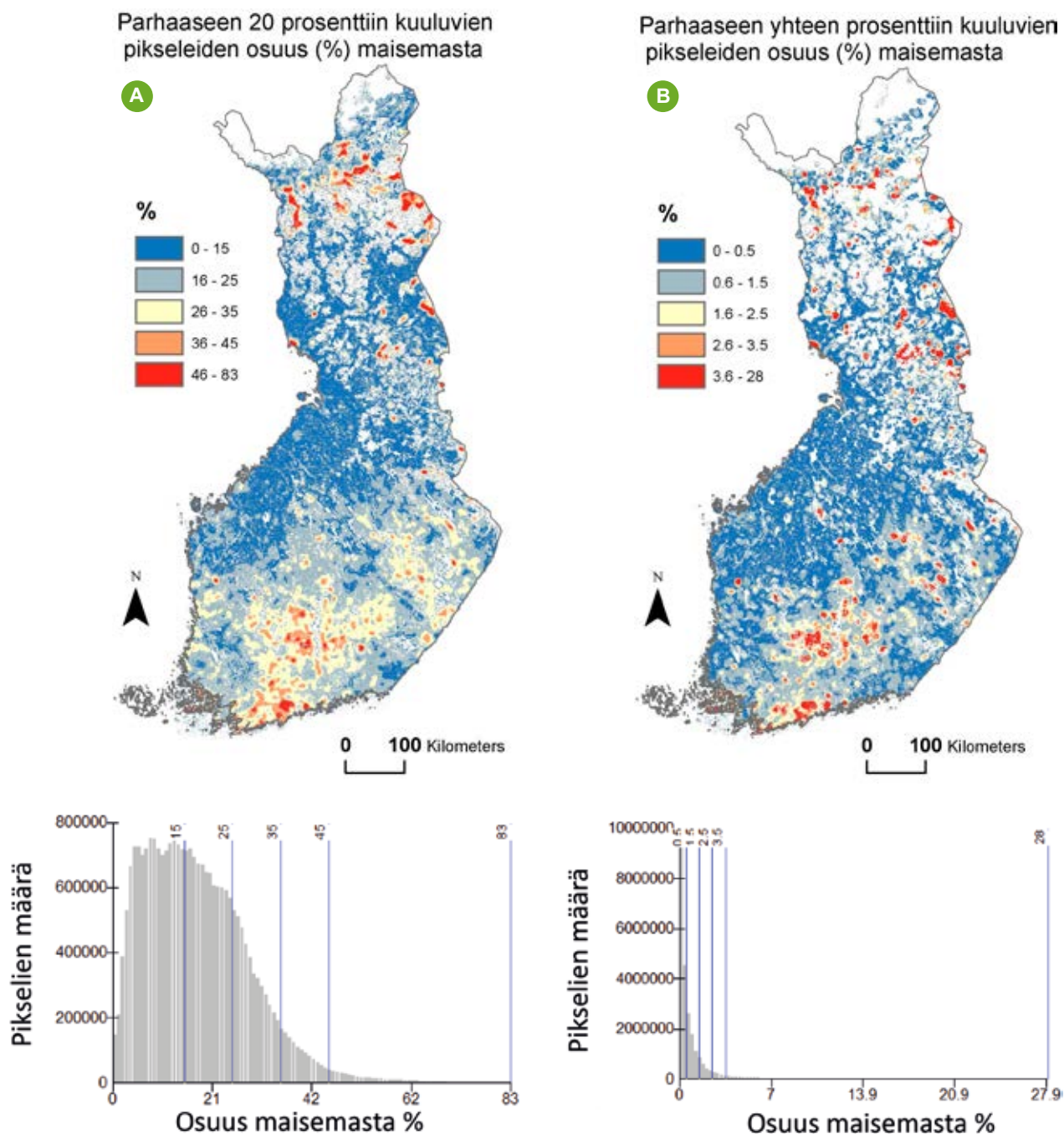
C

Monimuotoisuudelle arvokkaiden metsien prioriteetti



© SYKE
 © Suomen metsäkeskus
 © Metsähallitus
 © Luonnonvarakeskus
 © Maanmittauslaitos
 © Hansen/UMD/Google/USGS/NASA

Valtakunnallisessa mittakaavassa tuloksia tarkastellessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että kiinnostuksen kohteena oleva asia ei huku muuhun informaatioon. Riippuen siitä, mitä osuutta prioriteeteista tarkastelee, maisemasta erottuu kohteita eri tavoin. Esimerkiksi kun tarkastellaan koko tuloskarttaa (liite VII, kuva 26), valtakunnallisesti arvokkainta 20 % (kuva 8 A) tai 1 % (kuva 8 B), havaitaan, että jotkut erittäin korkean prioriteetin kohteet erottuvat eri tavoin. Tämä johtuu siitä, että mitä suurempaa maiseman osuutta tarkastellaan, sitä enemmän matalan prioriteetin alueita on mukana tarkasteluissa. Tämä keskiarvoistaa visuaalisia tuloksia ja vaikeuttaa niiden lukemista.

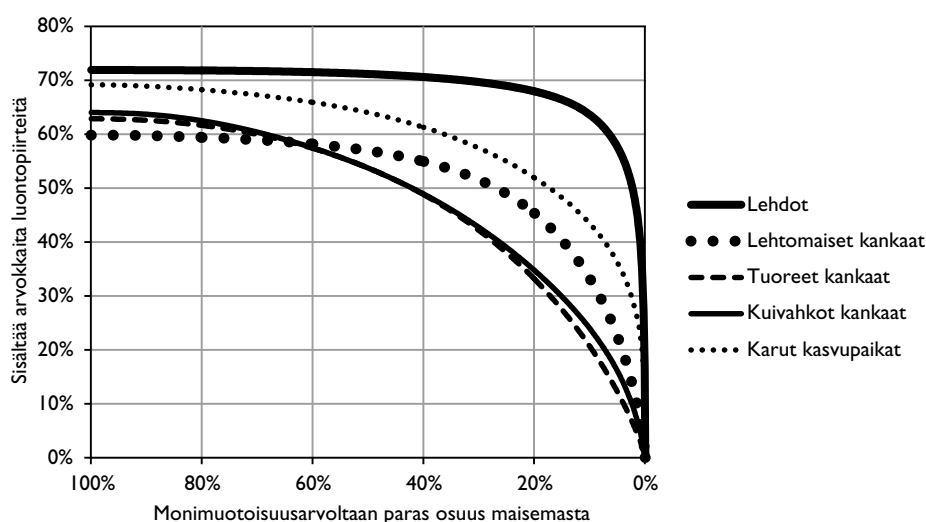


Kuva 8 A ja B. Valtakunnallisen version parhaan 20 % ja parhaan 1 % prioriteetin tarkastelua valtakunnallisessa mittakaavassa. Kartat tehtiin seuraavasti: versiosta 2 leikattiin paras 20 % (kuva A) ja paras 1 % (kuva B). Jokaiselle maiseman pikselille laskettiin leikattujen korkean prioriteetin pikselien osuus sitä ympäröivässä maisemassa viiden kilometrin säteellä. Luokkien jakaumat on esitetty histogrammien avulla karttojen alla. Mitä punaisempi kohta kartalla, sitä enemmän alueella on Suomen metsien parhaaseen 20 %:iin tai 1 %:iin kuuluvia alueita. Vastaavasti alueet, joissa arvokkaiden pikselien osuus on pieni, on värjätty siniseksi. Valkoisilla alueilla ei esiintynyt yhtään parhaan 20 %:n tai 1 %:n aluetta. Pikselin koko on 96 metriä x 96 metriä.

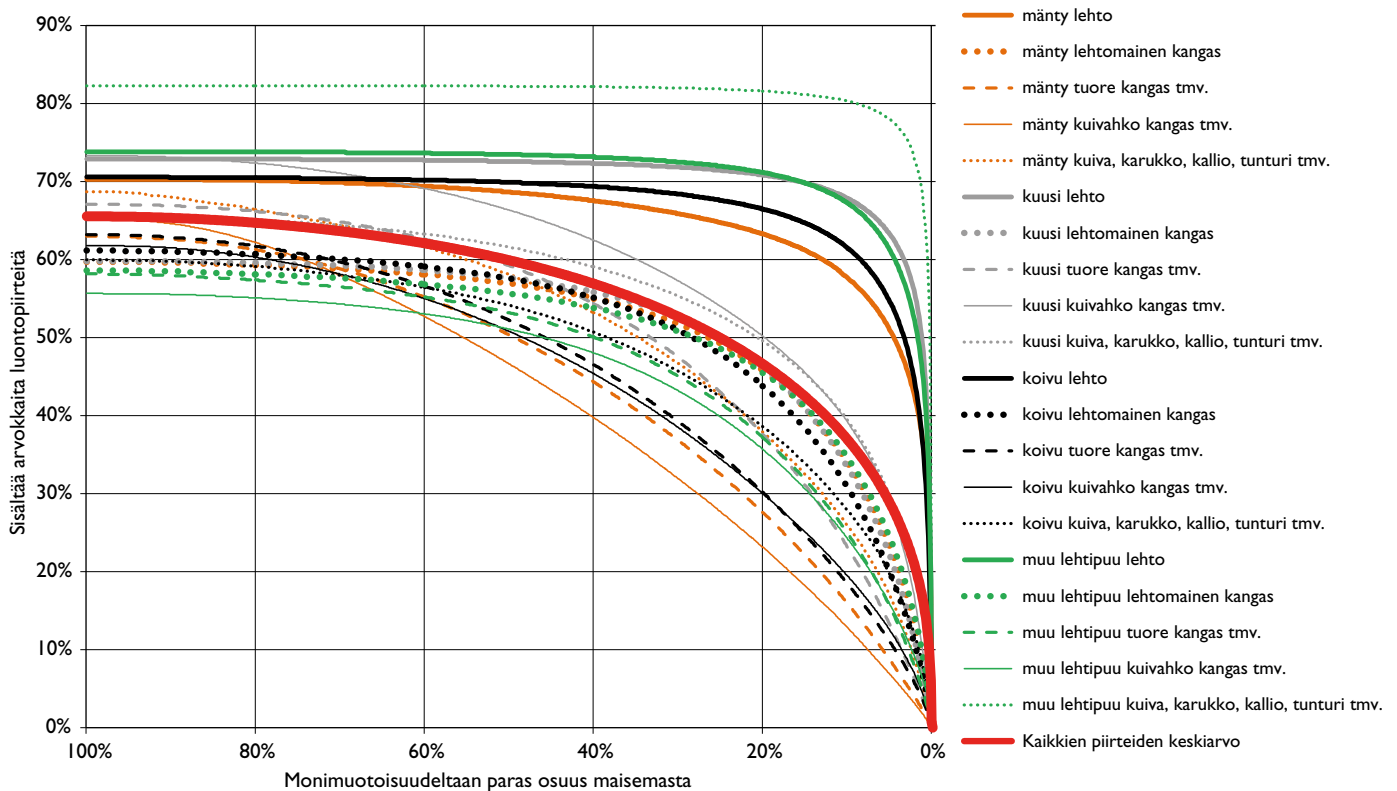
Zonation tuottaa prioriteettikarttojen (katso Zonation-ohjelmiston toimintaperiaate luvussa 1.3) lisäksi aineistoa, joka kertoo monimuotoisuutta edustavien syöttöpiirteiden esiintymisestä maiseman eri osuuksissa. Tämä tieto muutetaan yleensä kuvaajiksi (kuvat 9, 10 ja 12). Jos monimuotoisuutta kuvaavan piirteen jokainen pikseli sisältäisi täsmälleen saman verran monimuotoisuusarvoja, olisi jokainen kuvaaja vasemmasta yläkulmasta oikeaan alakulmaan kulkeva suora. Koska pikseleiden välillä on eroja piirrekerroksen sisällä, on kuvaaja laskeva käyrä. Kuvaajien lukemisessa on tärkeää tarkastella monimuotoisuuden esiintymisen määrän vähenemistä (y-akseli) suhteessa pinta-alaan (x-akseli). Zonation-ohjelmisto poistaa laskennan edetessä kohteita, joiden merkitys monimuotoisuudelle on muita kohteita pienempi, joten aluksi poistetaan suhteessa enemmän pinta-alaa kuin syöttöpiirteiden arvoja ja lopussa tilanne yleensä kääntyy toisinpäin. Tällöin korkeimman prioriteetin kohteilla pieneenkin pinta-alaan sisältyy suurin määrä monimuotoisuusarvoja.

Koko maisemaa tarkasteltaessa monimuotoisuuspiirteen kaikki arvo on jäljellä. Käyrä on tällöin korkeimmillaan. Kun koko maiseman sijaan tarkastellaan jotakin maiseman osuutta, esimerkiksi parasta 20 % maisemasta, monimuotoisuuspiirteiden esiintymisen määrä on vähentynyt lähtötasoon nähden ja käyrä laskenut. Kun verrataan eri maiseman osuuksia toisiinsa, nähdään, kuinka suuri määrä monimuotoisuuspiirteitä esiintyy kussakin osuudessa.

Erilaisista versiovaihtoehdoista analyysiversion 2 (eri versioiden tulokset on kuvattu tarkemmin luvussa 3.1) monimuotoisuuspiirteiden arvojen muutokset on esitetty kuvaajin kuvissa 9 ja 10. Version 2 monimuotoisuuspiirteiden esiintymistasojen muutokset on helppoa ymmärtää, koska analyysiversion ei vaikuta lähtöaineiston lisäksi kuin sakkokerros. Tässä tilanteessa voidaan siten vielä verrata esiintymistasoja lähtöaineistojen yleisyyteen (taulukko 3). Kuvasta 9 nähdään, että monimuotoisuuspiirteiden lähtötaso versiossa 2 on laskenut (y-akseli) alle 100 %:n. Tämä johtuu siitä, että tietyille alueille ja niillä esiintyvillä monimuotoisuuspiirteillä on annettu sakkoa toimenpiteiden ja ojituksen takia (katso tarkemmin luku 2.3.4). Ilman monimuotoisuuteen heikentäviä vaikuttavia toimenpiteitä maisemassa kaikki monimuotoisuusarvot olisivat jäljellä ja lähtötaso olisi täten 100 %.



Kuva 9. Monimuotoisuutta kuvaavien lahoppupotentiaalipiirteiden (kuvassa lyhennetty luontopiirteiksi) esiintymien määrän muutos kasvillisuusluokittain valtakunnallisessa analyysiversion 2. Kasvillisuusluokat sisältävät kivennäismaiden lisäksi myös vastaavat turvemaiden elinympäristöt. Katso tarkempi luokittelu luvusta 2.3.1. X-akseli kuvaa monimuotoisuusarvoltaan parasta osuutta maisemasta eli maiseman prioriteetti kasvaa vasemmalta oikealle. Y-akseli kuvaa monimuotoisuutta kuvaavien lahoppupotentiaalipiirteiden esiintymien määrän muutosta analyysin edetessä. Koko tutkimusalueen pinta-ala oli 28,4 miljoonaa hehtaaria eli 1 % maisemasta = 284 000 hehtaaria.



Kuva 10. Monimuotoisuutta kuvaavien lahoppuupotentiaali- ja luontopiirteiden esiintymien (kuvassa lyhennetty luontopiirteiksi) määrän muutos syöttöpiirteittäin valtakunnallisessa analyysiversiossa 2. X-akseli kuvaa monimuotoisuusarvoltaan parasta osuutta maisemasta eli maiseman prioriteetti kasvaa vasemmalta oikealle. Y-akseli kuvaa monimuotoisuutta kuvaavien lahoppuupotentiaali- ja luontopiirteiden esiintymien määrän muutosta analyysin edetessä. Koko tutkimusalueen pinta-ala oli 28,4 miljoonaa hehtaaria eli 1 % maisemasta = 284 000 hehtaaria.

Parhaat alueet sisältävät suhteessa pinta-alaan paljon enemmän monimuotoisuusarvoja kuin matalan prioriteetin alueet. Esimerkiksi analyysiversiossa 2 (katso kuva 9) huonoimmat 40 % alueista sisältävät alle 10 % sakkokertoimen vaikutuksen jälkeen jäljellä olevista kuivahkojen kankaiden monimuotoisuudelle arvokkaista esiintymistä. Sen sijaan parhaat 40 % alueista sisältävät lähes 50 % kuivahkojen kankaiden monimuotoisuusarvojen esiintymistä.

Kuvaajista havaitaan, miten eri kasvillisuusluokissa monimuotoisuuspiirteet vähenevät Zonation-ohjelmiston laskennan edetessä. Lehtojen esiintymiskuvaaja laskee muita kasvillisuusluokkia hitaammin (kuva 9). Tämä johtuu erityisesti siitä, että lehdot ovat muita kasvupaikkaluokkia harvinaisempia. Koska Zonation-ohjelmisto pyrkii suosimaan harvinaisia piirteitä, harvalukuisten lehtojen monimuotoisuuden määrä vähenee hitaammin kuin yleisempien kasvillisuusluokkien kuten tuoreiden kankaiden määrä. Tämä on yksi Zonation-ohjelmiston peruserätyksistä, eli ohjelmisto tuottaa tasapainoisen lopputuloksen tarkasteltavien monimuotoisuuspiirteiden suhteen. Tämän takia kuvaajissa kaikkien monimuotoisuutta ilmentävien piirteiden esiintyminen lähenee nollaa vasta, kun jäljellä olevien alueiden määräkin lähenee nollaa. Toisin sanoen, kaikkia monimuotoisuutta kuvaavia piirteitä on yhä jäljellä korkeimman prioriteetin saaneilla alueilla.

Valtakunnallisessa analyysiversiossa 2 monimuotoisuutta kuvaaviin 20 lahoppuupotentiaali- ja luontopiirteeseen. Niiden esiintymien määrän muutoksia tarkasteltaessa (kuva 10) havaitaan esimerkiksi, että maiseman paras 20 % sisältää erittäin paljon monimuotoisuusarvoja verrattuna vaikkapa maiseman heikoimpaan 20 %:iin (ero y-akselilla). Siten analyysiversiosta 2 tulosten mukaan säästämällä paras 20 % Suomen metsämaisemasta pystytään turvaamaan keskimäärin (punainen paksu käyrä) 47 % Suomen

metsien monimuotoisuusarvoista. Parhaan prioriteettisuuden pudotessa 15, 10, 5 ja 1 prosenttiin voidaan turvata vastaavasti 42, 37, 29 ja 16 prosenttia Suomen metsien monimuotoisuusarvoista.

3.1 Kuusi analyysiversiota

Analyysit rakennettiin kuudessa vaiheessa siten, että valitut ominaisuudet otettiin asteittain mukaan (katso analyysien ekologinen suojeluarvon malli luvussa 2.3). Tämä mahdollistaa lisätyn ominaisuuden vaikutuksen tarkastelun. Kuvassa 11 tarkastellaan kaikkia kuutta valtakunnallista analyysiversiota Uudellamaalla sijaitsevan kohteen avulla.

Kaikissa analyysiversioissa käytettiin syöttöpiirteinä metsien monimuotoisuutta kuvaavia kasvillisuusluokkien ja puulajien perusteella muodostettuja lahoppo-potentiaali-piirrekerroksia. Versiossa 1 ei ollut käytössä muuta aineistoa kuin nämä 20 syöttöpiirrettä. Käytännössä tämä tarkoitti, että jokaiselle metsikölle laskettiin metsän monimuotoisuutta kuvaava prioriteettiarvo sen perusteella, mikä kasvillisuusluokka kohteessa on, mitä puulajeja siellä kasvaa, minkä kokoista puusto on (keskiläpimitta) ja kuinka paljon puuta on (tilavuus). Version 1 tulos (kuva 11 A) on kaikkien muiden analyysiversioiden tulosten perustana. Se esittää lahoppo-potentiaali-piirrekerroksen harvinaisuuteen, laatuun ja päällekkäisyyteen perustuvaa prioriteettien vaihtelua. Tässä analyysiversiossa erottuu hajallaan olevia yksittäisiä korkean prioriteetin metsäalueita. Osa näistä kohteista on pysyvästi suojeltuja alueita (kuvassa 11 F mustat rajaukset).

Version 2 tuloskuva (11 B) esittää samaa vaihtelua, mutta siinä sellaisten alueiden arvo on alentunut, joille on tehty alueen luonnon monimuotoisuutta heikentäneitä metsänhoidollisia toimenpiteitä tai ojituksia. Tämän analyysiversioiden tulos on hyvin samankaltainen version 1 tulosten kanssa, mutta esimerkiksi kuvan 11 kartan keskellä sijaitseva alue, avosoita ja ojitettua suomaisemaa sisältävä maisema, saa edellistä versiota alhaisemman prioriteetin. Tämä analyysimenetelmä ei pysty kunnolla erottelemaan uudistuskypsiä runsaspuustoisia intensiivisesti hoidettuja talousmetsiä runsaspuustoisista luonnontilaisen kaltaisista metsistä, jos ensimmäisestä ei ole tiedossa harvennus- tai muita metsänhoidollisia toimenpiteitä ja jälkimmäisestä monien eri puulajien puustotietoja.

Version 3 tuloskuvassa (11 C) näkyy metsikkötason kytkeytyvyyden vaikutus kasvillisuusluokka/puulaji -yhdistelmien samankaltaisuuteen perustuen. Kytkeytyvyyden lisääminen analyysiin lisäsi korkeimman prioriteetin saavien kohteiden keskittymistä monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden ydinalueiden ympärille. Analyysiversioiden lähtökohtana on, että laadukkaat ja piirteiltään samankaltaiset metsiköt tukevat niillä esiintyvää lajistoa. Tässä tuloskuvassa esimerkiksi vasemman yläkulman metsäalueiden ja suuren suojelualueen (mustat rajaukset kuvassa 11 F) ympäristöjen prioriteetit kasvavat ja yksittäisten eristyksissä olevien korkean prioriteetin alueiden arvot laskevat hieman suhteessa edelliseen analyysiversioon. Sama prioriteettien heikkeneminen näkyy seuraavissakin analyysiversioissa, missä näkyy kytkeytyvyyden huomioon ottamisen vaikutus pieniin eristyneisiin, mutta paikalliselta arvoltaan sinänsä korkeisiin metsälaikkuihin.

Versioon 4 lisättiin punaisen listan metsälajihavainnot. Tulokartassa 11 D lajihavainnot näkyvät yksittäisinä korkean prioriteetin pikseleinä. Tarkkasilmäinen löytää kartasta muutamia kohteita, joissa tämä muutos tässä mittakaavassa ja tässä maisemassa on havaittavissa. Analyysiversioiden ajatuksena on, että kohteet, joista on pelkkien puustotunnusten lisäksi tiedossa arvokasta lajistoa, ovat varmemmin arvokkaampia kuin metsät, joista tunnetaan vain puustotiedot eikä lajihavainnot ole tehty. Muutos edellisestä analyysistä on hyvin pienialainen mutta paikallisesti

suhteessa suuri, sillä kaikki kohteet, joista on tehty punaisen listan metsälajihavainto, nousevat korkeimpaan 6 %:n prioriteettiin. Muutos punaisen listan lajihavaintokohdeiden prioriteeteissa oli keskimäärin 20 % analyysiversion 3 ja 4 välillä. Suurimmat muutokset olivat matalimmasta prioriteetista korkeimpiin. Näin suuri muutos syntyi vain tilanteissa, joissa kohteille oli aiemmin (analyysiversiossa 2) annettu suuri arvonalenema (katso taulukko 3), minkä lajihavainto tässä versiossa kumosi. Analyysissä ei huomioitu lajihavainnon tai toimenpiteen teon ajankohtaa suhteessa toisiinsa.

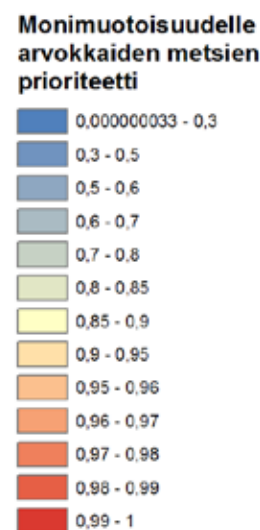
Version 5 tuloskuvassa (11 E) näkyy aiempien muuttujien lisäksi kytkeytyvyys metsälain 10 §:n perusteella rauhoitetuille kohteille. Kytkeytyvyyden lisääminen metsälain erityisen tärkeisiin elinympäristöihin aiheutti sen, että runsaspuustoiset metsälakikohteet saivat korkeita prioriteetteja. Lisäksi metsälakikohteet nostivat hieman niiden lähiympäristössä sijaitsevien metsien prioriteetteja. Tämä kytkeytyvyysvaikutus oli sitä voimakkaampi, mitä lähempänä metsälakikohdetta oltiin ja mitä korkeampi puusto sekä metsälakikohteessa että sitä ympäröivällä alueella monimuotoisuusarvoltaan oli. Lähtökohdana oli, että metsänhoidollisilta toimenpiteiltä rauhaan jätetyn arvokkaan kohteen läheisyys on hyvä asia metsän uhanalaisen lajiston säilymisen kannalta. Kuvassa 11 E tämä vaikutus näkyy kartan länsipuolella korostuvina metsäalueina. Erityisesti kartan keskivaiheilla korkean prioriteetin alueet keskittyvät pienien lampien ympärille. Vastaavasti kaukana ydinalueista ja runsaspuustoisista metsälakikohteista sijaitsevien yksittäisten korkean prioriteetin kohteiden arvot heikkenevät (oikea yläkulma).

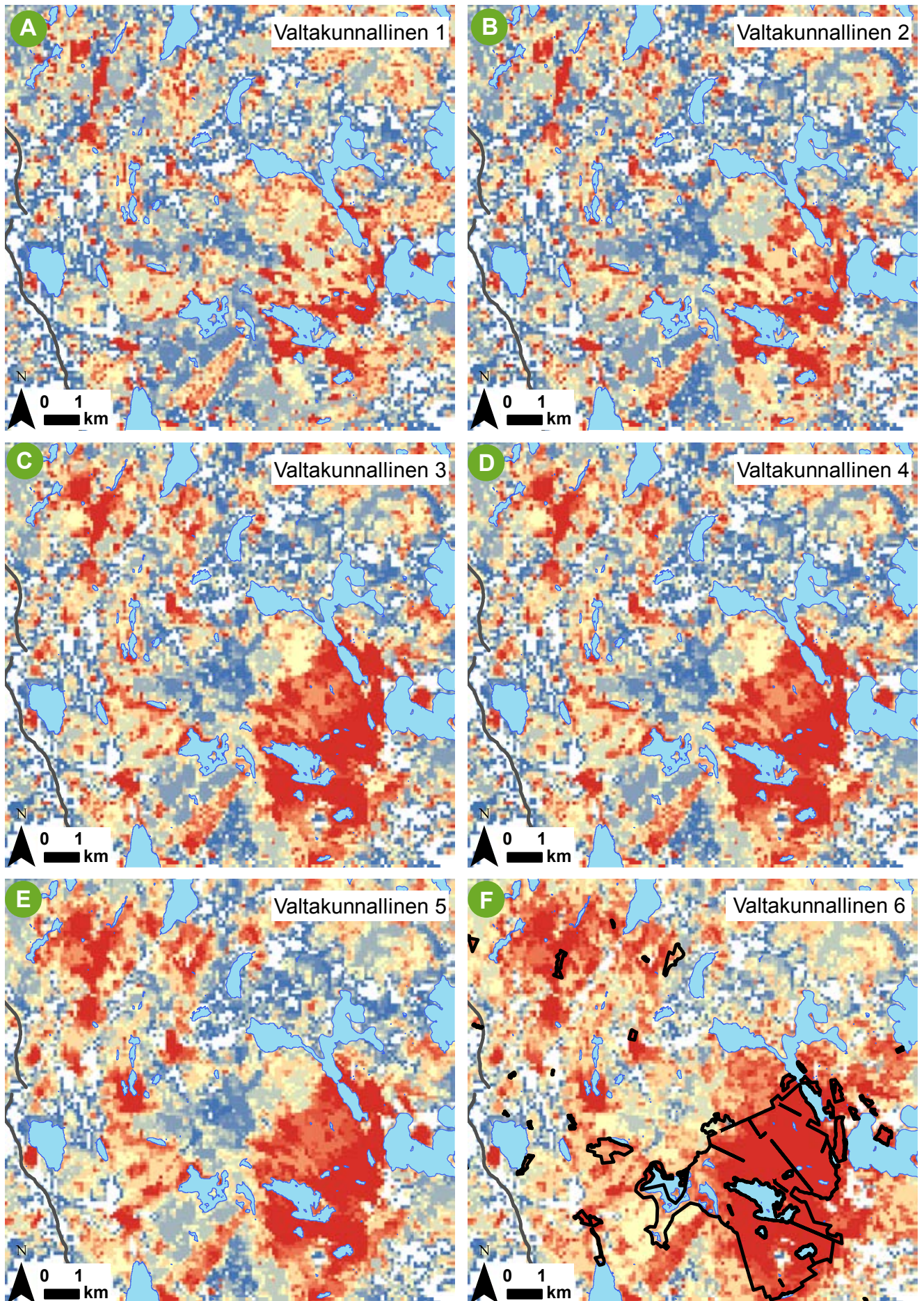
Version 6 tuloskartassa (11 F) näkyy edellä selostettujen ominaisuuksien lisäksi kytkeytyvyys pysyville luonnonsuojelualueille. Tuloskartassa tämä vaikutus näkyy siten, että kaikkien metsäisiä suojelualueita ympäröivien metsien prioriteetit nousevat hieman. Kuten versiossa 5, tämä kytkeytyvyysvaikutus on sitä voimakkaampi, mitä lähempänä suojelualuetta ollaan ja mitä korkeampi puuston monimuotoisuusarvo sekä luonnonsuojelualueella että sitä ympäröivällä alueella on. Ajatuksena on, että laadukas, pysyvä suojelualue on 'hyvä naapuri' ja toimii niin suojana kuin muidenkin resurssien lähteenä metsien lajistolle. On hyvä huomata, että kytkeytyvyys ei kuitenkaan nosta alun perin alhaista prioriteettia huipputasolle vaan täydentää muiden aineistokerrosten tietoa ja nostaa huipputasolle vain alun perinkin melko korkean paikallisen arvon saaneet metsiköt.

Katso myös tietolaatikko 3. "Eri analyysiversioiden hyödyntäminen käytännössä" -tietolaatikko 3 luvussa 3.8.

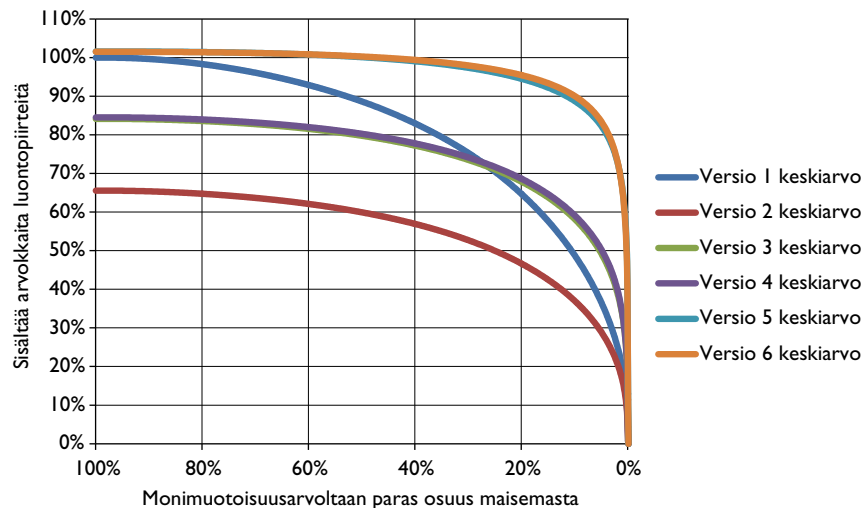
Kaikkien kuuden valtakunnallisen analyysiversion monimuotoisuuspiirteiden esiintymien osuuksien keskiarvojen kuvaajat ovat kuvassa 12. Tärkein seikka kuvaajien tarkastelussa on se, että eri analyysiversioissa korkeimman prioriteetin maiseman osuuteen (x-akseli) sisältyy erisuuruinen osuus piirteiden sisältämästä monimuotoisuudesta (y-akseli).

Versiossa 1 syöttöpiirteiden esiintymien osuudet (y-akseli) laskevat tasaisimmin suhteessa maiseman osuuksiin. Sen sijaan kytkeytyvyyttä ilmentävissä versioissa 5 ja 6 metsiköt, jotka sisältävät suuria osuuksia monimuotoisuutta kuvaavien piirteiden esiintymistä, ovat pakkautuneet kohti korkean prioriteetin alueita. Esimerkiksi versiossa 1 parhaaseen 10 %:iin maisemasta sisältyy 50 % monimuotoisuuspiirteiden esiintymien osuudesta, kun versiossa 6 osuus on noin 90 %. Tämä johtuu siitä, että kytkeytyvyyden lisääminen analyysiin tiivistää monimuotoisuuden ilmentymisen sijaintia. Toisin sanoen, kohteen arvoon vaikuttaa myös se, mitä lähistöllä on, eikä vain se, mitä kohteessa itsessään on.





Kuva II. Valtakunnallisten analyysien eri versioiden tulokset yhdeltä esimerkkialueelta. Alueella sijaitsee useita pysyviä suoje-
 lualueita (mustat rajaukset kuvassa II F) ja Metsälain 10 §:n perusteella rauhoitettuja erityisen tärkeiden elinympäristöjen kohteita
 (ei merkitty karttaan).



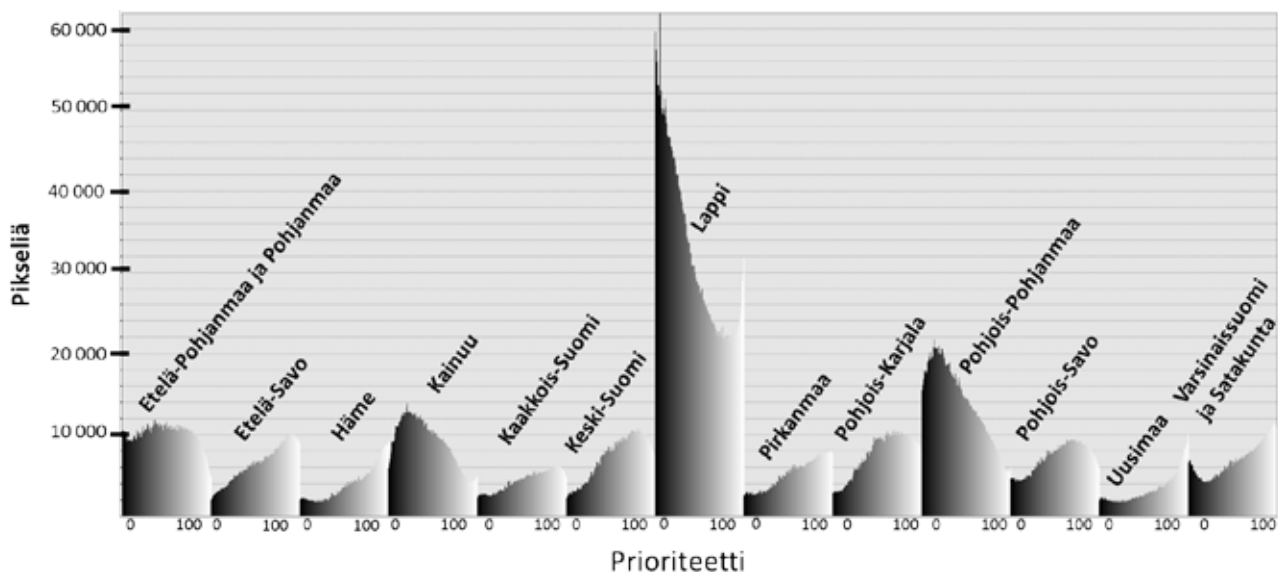
Kuva 12. Monimuotoisuutta kuvaavien lahoppupotentiaali- ja luontopiirteiden esiintymien (kuvassa lyhennetty luontopiirteiksi) osuuksien muutos kaikkien syöttöpiirteiden keskiarvoina kaikissa valtakunnallisissa analyysiversioissa. X-akseli kuvaa monimuotoisuusarvoltaan parasta osuutta maisemasta eli maiseman prioriteetti kasvaa vasemmalta oikealle. Y-akseli kuvaa monimuotoisuutta kuvaavien lahoppupotentiaali- ja luontopiirteiden esiintymien osuuden muutosta analyysin edetessä.

Monimuotoisuuspiirteiden esiintymien osuuksien lähtötasot eroavat eri analyysien välillä (y-akseli). Versiossa 1 kaikkien piirteiden esiintymien osuuksien keskimääräinen lähtötaso on 100 %, koska piirteisiin ei kohdistu heikentäviä eikä vahvistavia muunnoksia. Versiossa 2 osuus on pienin, koska jokaisen piirteen alueella on kohteita, joille on annettu sakkoa monimuotoisuutta heikentävien toimenpiteiden ja ojituksen vuoksi. Tämän vuoksi lähtöarvot ovat laskeneet 66 %:iin. Versioissa 3, 5 ja 6 lähtötasot nousivat kytkeytyvyyden ilmentämisen vuoksi. Sakotuksesta huolimatta, monimuotoisuusarvoja sisältävien kohteiden osuudet kasvoivat, koska laadukkaat metsiköt kasvattivat lähellä olevien metsien arvoa. Lähtötasot versiossa 3, 5 ja 6 olivat 84 %, 102 % ja 101 % ylittäen joissain tapauksissa jopa lähtötason. Tämän aiheuttaa lähemmäs sijaitsevien laadukkaiden metsiköiden positiivinen kytkeytyvyysvaikutus. Versiossa 4 analyysiin lisätyt punaisen listan metsälajien havainnot nostivat monimuotoisuuspiirteiden esiintymien osuuden 85 %:iin.

3.2 Valtakunnallisten tulosten jakautuminen alueellisesti

Valtakunnallisissa analyyseissä korkean prioriteetin alueet jakautuivat epätasaisesti eri ELYy-keskusalueiden kesken. Alueiden prioriteettien määrällisiä eroja voidaan tarkastella kuvan 13 avulla. Kuvassa kaikki ELYy-keskukset esitetään rinnakkain x-akselilla ja y-akselilla on pikselien määrä. Jokaisen ELYy-alueen x-akselin skaala on matalista prioriteeteista korkeisiin vasemmalta oikealle.

Lapin ELYy-keskusta vastaavasta histogrammista nähdään, että Lapin alueella on paljon puustoisia alueita, joiden arvo metsien monimuotoisuudelle on tulosten mukaan pienempi suhteessa muihin alueisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa Lapissa yleisiä kitu- ja joutomaiksi laskettavia puustoisia alueita, joiden lahoppupotentiaali on matalampi kuin Etelä-Suomen metsien potentiaali. Tämä näkyy kartoissa suurena alhaisen prioriteetin pinta-alana. Esimerkiksi Etelä-Savossa, Hämeessä ja Uudellamaalla sen sijaan tilanne on päinvastainen (katso myös prioriteettien keskiarvoja taulukossa 8). Niillä korkean prioriteetin alueita on suhteessa enemmän kuin monilla muilla alueilla.



Kuva 13. Monimuotoisuudelle tärkeiden metsien prioriteettien jakautuminen ELYy-keskusten alueilla histogrammeina esitetynä valtakunnallisen analyysiversion 4. mukaan. ELYy-keskukset on esitetty rinnakkain ja jokaisen keskuksen histogrammista nähdään, kuinka paljon kunkin prioriteettiosuuden alueita kyseisellä alueella on. Jokaisen ELYy-keskuksen kohdalla alueen prioriteetit nousevat vasemmalta oikealle siten, että vasemmanpuoleisin pylvä esittää pikseleitä, jotka sijoittuvat priorisoinnissa heikoiten ja vastaavasti oikeimmanpuoleisin pylvä pikseleitä, jotka sijoittuvat priorisoinnissa metsien monimuotoisuusarvojen kannalta korkeimmalle.

Taulukko 8. Monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden prioriteettien keskiarvo ELYy-keskuksittain kaikissa valtakunnallisissa analyyseissä. Taulukkoon on merkitty punaisella kunkin analyysiversion kolme korkeinta ja sinisellä kolme matalinta prioriteettien keskiarvoa. Korkeimmat prioriteetit ovat Uudellamaalla, Hämeessä ja Etelä-Savossa ja matalimmat Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa.

ELYy-keskus	tutkimusalueen koko km ²	Versio 1	Versio 2	Versio 3	Versio 4	Versio 5	Versio 6
Etelä-Pohjanmaa ja Pohjanmaa	23 735	0,506	0,483	0,476	0,477	0,460	0,446
Etelä-Savo	15 370	0,641	0,592	0,604	0,604	0,633	0,619
Häme	9 684	0,679	0,631	0,651	0,652	0,667	0,674
Kainuu	20 434	0,453	0,444	0,434	0,434	0,424	0,438
Kaakkois-Suomi	10 293	0,612	0,567	0,576	0,576	0,585	0,570
Keski-Suomi	17 034	0,631	0,587	0,593	0,593	0,601	0,585
Lappi	80 029	0,355	0,424	0,418	0,418	0,401	0,414
Pirkanmaa	12 346	0,620	0,591	0,604	0,604	0,623	0,615
Pohjois-Karjala	17 974	0,610	0,576	0,583	0,583	0,607	0,601
Pohjois-Pohjanmaa	34 732	0,424	0,417	0,406	0,406	0,414	0,408
Pohjois-Savo	17 038	0,590	0,549	0,551	0,550	0,556	0,540
Uusimaa	8 362	0,665	0,636	0,655	0,655	0,663	0,684
Varsinais-Suomi ja Satakunta	16 834	0,581	0,570	0,579	0,579	0,582	0,586

Kun parhaan 20 %:n priorisoinnin tuloksia versiossa 4 tarkastellaan suhteessa pysyvästi suojeltuihin metsäisiin suojelualueisiin (taulukko 9) nähdään, että Lapin, Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusten (Huom! ei ELY-keskusten) alueilla on huomattavasti suurempi osa korkean prioriteetin alueista pysyvästi suojeltu kuin muiden ELY-keskusten alueilla. Tuloksista erottuu kaksi ääripäätä pysyvien suojelualueiden metsien monimuotoisuusarvojen suhteen. Lapin ELY-keskuksen alueelta, josta 25 % on kokonaisuudessa suojeltu, yltää valtakunnallisesti parhaaseen 20 %:iin vain 15 % alueen pinta-alasta. Tästä 15 %:sta kuitenkin yli puolet (52 %) on pysyvästi suojeltu. Toinen ääripää on Kaakkois-Suomen ELY-keskus, jonka kokonaispinta-alasta vain 2 % on pysyvästi suojeltu. Valtakunnallisesti parhaaseen 20 %:iin yltää kuitenkin 26 %:a Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen pinta-alasta, josta vain 5 %:a on suojeltu pysyvästi. Tämän analyysin perusteella näyttää siltä, että Kaakkois-Suomessa on paljon metsien monimuotoisuudelle tärkeitä kohteita suojelematta.

Tuloksista nähdään, että Uudenmaan (42 %) ja Hämeen (39 %) ELY-keskusten alueilla esiintyy pinta-alaan suhteutettuna eniten valtakunnallisesti arvokkaimpia, parhaaseen 20 %:iin kuuluvia, alueita. Näistä 11 % ja 9 % on pysyvästi suojeltu. Vastaavasti vähiten (10 %) valtakunnallisesti parhaaseen 20 %:iin kuuluvia alueita esiintyy Pohjois-Pohjanmaan alueella, jossa kuitenkin monimuotoisuudelle arvokkaista metsäkohteista 29 % on jo pysyvästi suojeltu.

Taulukko 9. Parhaan 20 %:n prioriteetin tarkastelu suhteessa pysyvästi suojeltuihin metsäalueisiin ELY-keskukittain valtakunnallisen analyysiversion 4 mukaan. Taulukkoon on merkitty punaisella ne ELY-keskusalueet, joilla sijaitsee yli 20 %:a valtakunnallisesti merkittävien metsäalueiden parhaan 20 %:n priorisoinnin alueista. Vastaavasti taulukkoon on merkitty sinisellä alueet, joilla sijaitsee alle 20 %:a valtakunnallisesti merkittävien metsäalueiden parhaan 20 %:n priorisoinnin alueista. Taulukkoon on merkitty vihreällä ELY-keskukset, joiden korkean prioriteetin alueista suuri osa on pysyvästi suojeltu suhteessa muihin ELY-keskuksiin.

ELY-keskus	Pinta-ala (km ²) analyysissä	ELY-keskuksen pinta-alan osuus koko tutkimusalueesta (%)	Luonnonsuojelualueitten osuus (%) ELY-keskuksen alueesta *	Valtakunnallisesti parhaan 20 prosentin osuus (%) ELY-keskuksen alueesta	ELY-keskuksen alueella sijaitsevista valtakunnallisesti parhaasta 20 %:sta alueista pysyvästi suojellun metsämaisan osuus (%)
Etelä-Pohjanmaan ELY	11 838	4,2	3	13	7
Etelä-Savon ELY	15 370	5,4	5	30	9
Hämeen ELY	9 684	3,4	4	39	6
Kainuun ELY	20 434	7,2	9	11	43
Kaakkois-Suomen ELY	10 293	3,6	2	26	5
Keski-Suomen ELY	17 034	6	4	25	8
Lapin ELY	80 029	28,2	25	15	52
Pirkanmaan ELY	12 346	4,3	3	30	6
Pohjanmaan ELY	11 897	4,2	7	16	15
Pohjois-Karjalan ELY	17 974	6,3	5	24	12
Pohjois-Pohjanmaan ELY	34 732	12,2	7	10	29
Pohjois-Savon ELY	17 038	6	3	21	7
Satakunnan ELY	7 136	2,5	5	25	8
Uudenmaan ELY	8 362	2,9	6	42	11
Varsinais-Suomen ELY	9 698	3,4	6	33	9

*Luonnonsuojelualueiden osuus ELY-keskuksen alueella on laskettu analyysissä suojelualuekytkeytyvyyden laskemiseen käytetyn 96 metriä x 96 metriä hilassa olevan luonnonsuojelualueaineiston perusteella. Tämä suojelualueemaski sisältää vain suojellut kohteet, joilta analyysissä oli puustotietoa käytössä. Lisäksi todelliset suojelualue-rajaukset ovat paljon pienipiirteisempiä kuin 96 metrin hilassa oleva aineisto. Aineiston rakentaminen on selostettu luvussa 2.3.6.2.

3.3 Valtakunnallisen ja alueellisten analyysien vertailua

Analyysit toteutettiin valtakunnallisen mittakaavan lisäksi ELYy-keskusalueittain (13 kpl) (katso kuva 14 ja luku 2.3). Alueellinen analyysi ei huomioi metsien monimuotoisuutta kuvaavien piirteiden esiintymistä tai kytkeytyvyyttä yli aluerajojen, minkä vuoksi valtakunnallisten tulosten käyttö on yleisesti ottaen suositeltavampaa. Tuloksista havaittiin, että korkean prioriteetin alueissa ei ole kovin suuria eroja valtakunnallisten ja alueellisten analyysiversioiden välillä. Muutokset näkyvät etenkin matalamman prioriteetin alueilla.

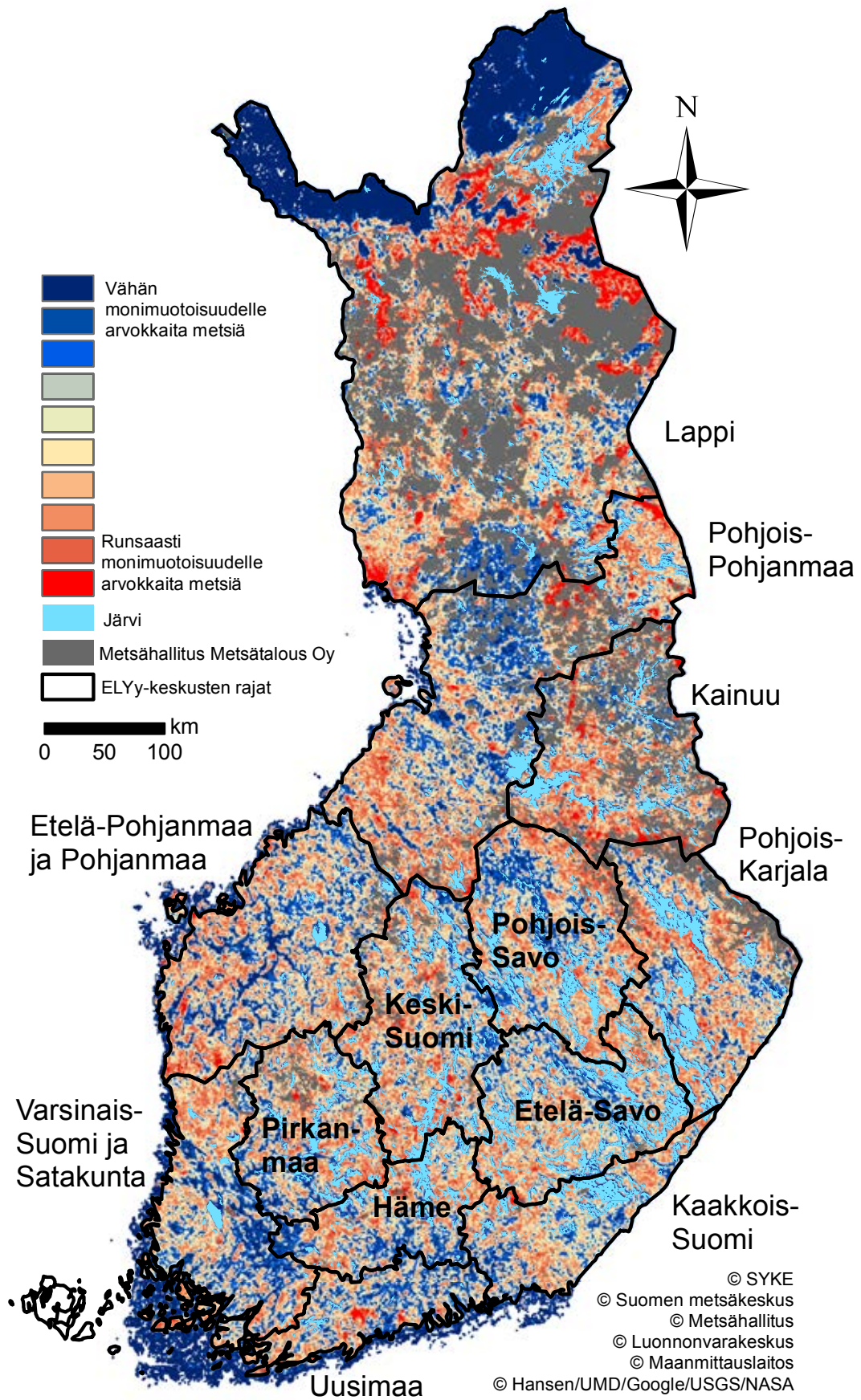
Kaikkien ELY-keskusten alueilta löytyy sekä monimuotoisuudeltaan arvokkaita, että vähäarvoisia kohteita. Analyysiversioon 4 perustuvissa valtakunnallisissa analyyseissä (kuva 14) korkeimman prioriteetin saavat metsiköt painottuivat eteläiseen Suomeen, alueellisissa analyyseissä taas pohjoiseen Suomeen. Tämä johtui pohjoisemman Suomen kitumaiden suuremmasta määrästä eteläisempään Suomeen verrattuna. Raja noudatti ELY-keskusalueiden rajausta linjalla Varsinais-Suomi ja Satakunta - Keski-Suomi - Pohjois-Karjala (Roström 2017). Niillä alueilla, joilla on valtakunnallisesti enemmän heikomman prioriteetin alueita, kuten Pohjanmaalla ja Lapissa (taulukko 9), kyseisten alueiden keskiarvo nousee alueellisessa priorisoinnissa (taulukko 10). Vastaavasti alueilla, joilla on valtakunnallisen priorisoinnin perusteella korkeammat arvot kuin keskimäärin muualla, kyseisten alueiden arvo laskee, kuten Hämeen ja Uudenmaan ELY-keskusten alueilla.

Taulukko 10. Monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden alueellisten ja valtakunnallisten prioriteettien keskiarvojen erotus ELYy-keskuksittain analyysiversioon 4. mukaan. Alueellisessa analyysissä jokaisen ELYy-keskusalueen prioriteettien keskiarvo oli 0,5 %. Alueet, jotka ovat saaneet erotukseksi positiivisen arvon, ovat saaneet keskimäärin korkeampia arvoja alueellisessa analyysissä kuin valtakunnallisessa vertailussa.

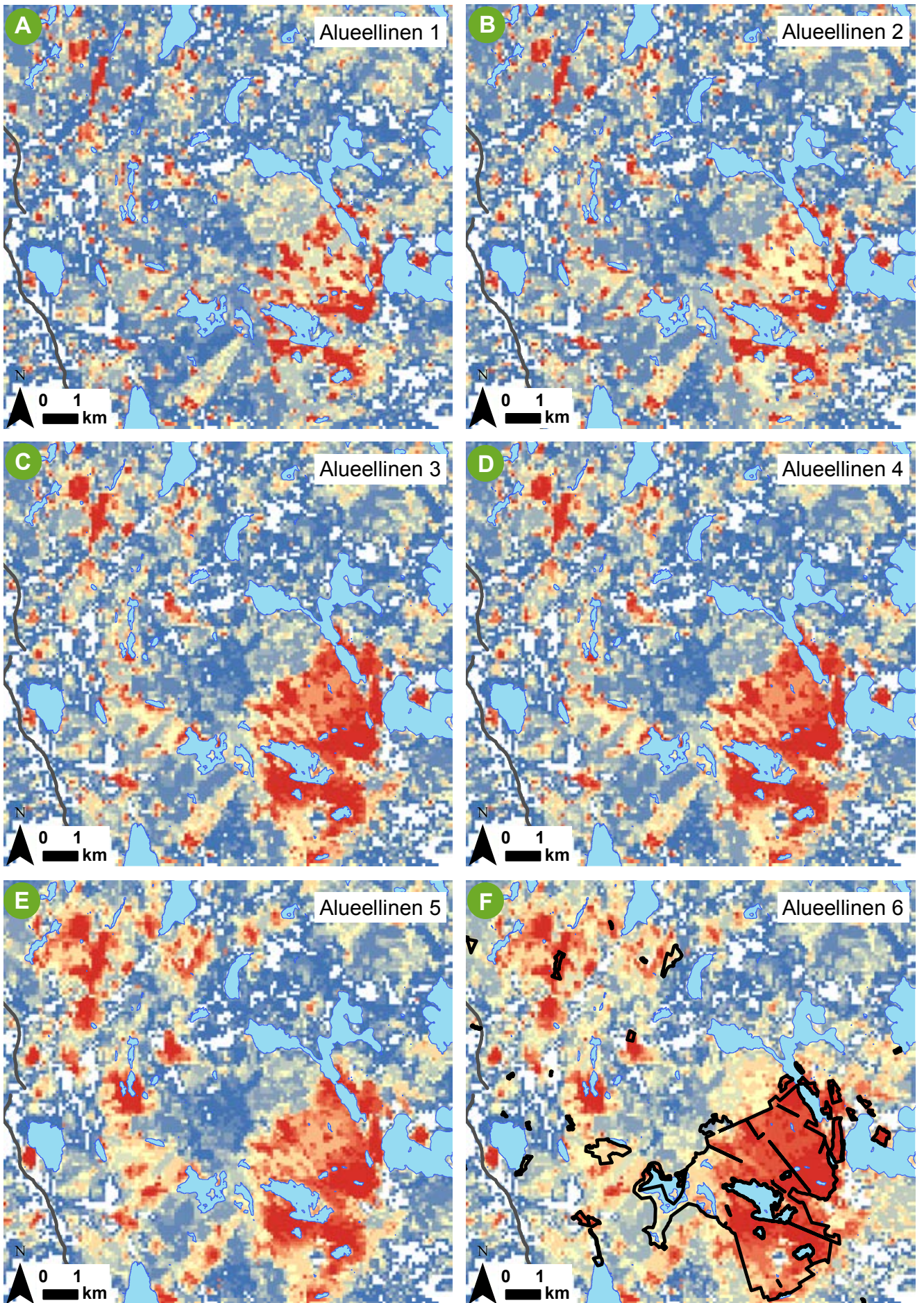
ELY-keskus	Alueellisen ja valtakunnallisen version erotus (%)
Etelä-Pohjanmaa ja Pohjanmaa	2,3
Etelä-Savo	-10,4
Häme	-15,2
Kainuu	6,6
Kaakkois-Suomi	-7,6
Keski-Suomi	-9,3
Lappi	8,2
Pirkanmaa	-10,4
Pohjois-Karjala	-8,3
Pohjois-Pohjanmaa	9,4
Pohjois-Savo	-5,0
Uusimaa	-15,5
Varsinais-suomi ja Satakunta	-7,9

Eri alueellisten analyysiversioiden vertailussa (kuva 15) nousee esille samat ilmiöt kuin valtakunnallisia analyysiversioita vertailtaessakin (kuva 11). Esimerkiksi sakotuksen seurauksena sellaisten alueiden arvo on alentunut, joille on tehty alueen luonnon monimuotoisuutta heikentäneitä metsänhoidollisia toimenpiteitä tai ojituksia (kuvat 15 B–F). Samoin punaisen listan lajihavainnot nostivat yksittäisten pikseleiden arvoja (kuvat 15 D–F). Samaten kytkeytyvyyden lisääminen analyyseihin lisäsi korkeimman prioriteetin saavien kohteiden keskittymistä monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden ydinalueiden ympärille (kuvat 15 C–F) ja runsaspuustoisten metsälakikohteiden (kuvat 15 E ja F) tai suojelualueiden (kuva 15 F) läheisyyteen.

Katso myös tietolaatikko 3. ”Eri analyysiversioiden hyödyntäminen käytännössä” luvussa 3.8.

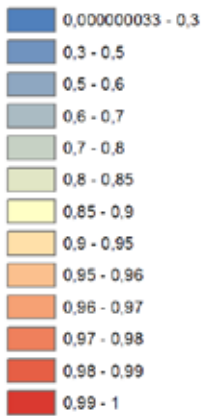


Kuva 14. Alueellisten analyysien tulostietokantaa, versio 4, kun kaikki 13 alueellista tulostietokantaa on yhdistetty yhdeksi kartaksi. Sama prioriteetti eri ELYy-keskusten alueella ei tässä tulostietokannassa kerro monimuotoisuusarvoiltaan samanlaisista metsistä vaan monimuotoisuusarvojen jakautumisesta yhden ELYy-keskusten alueella.

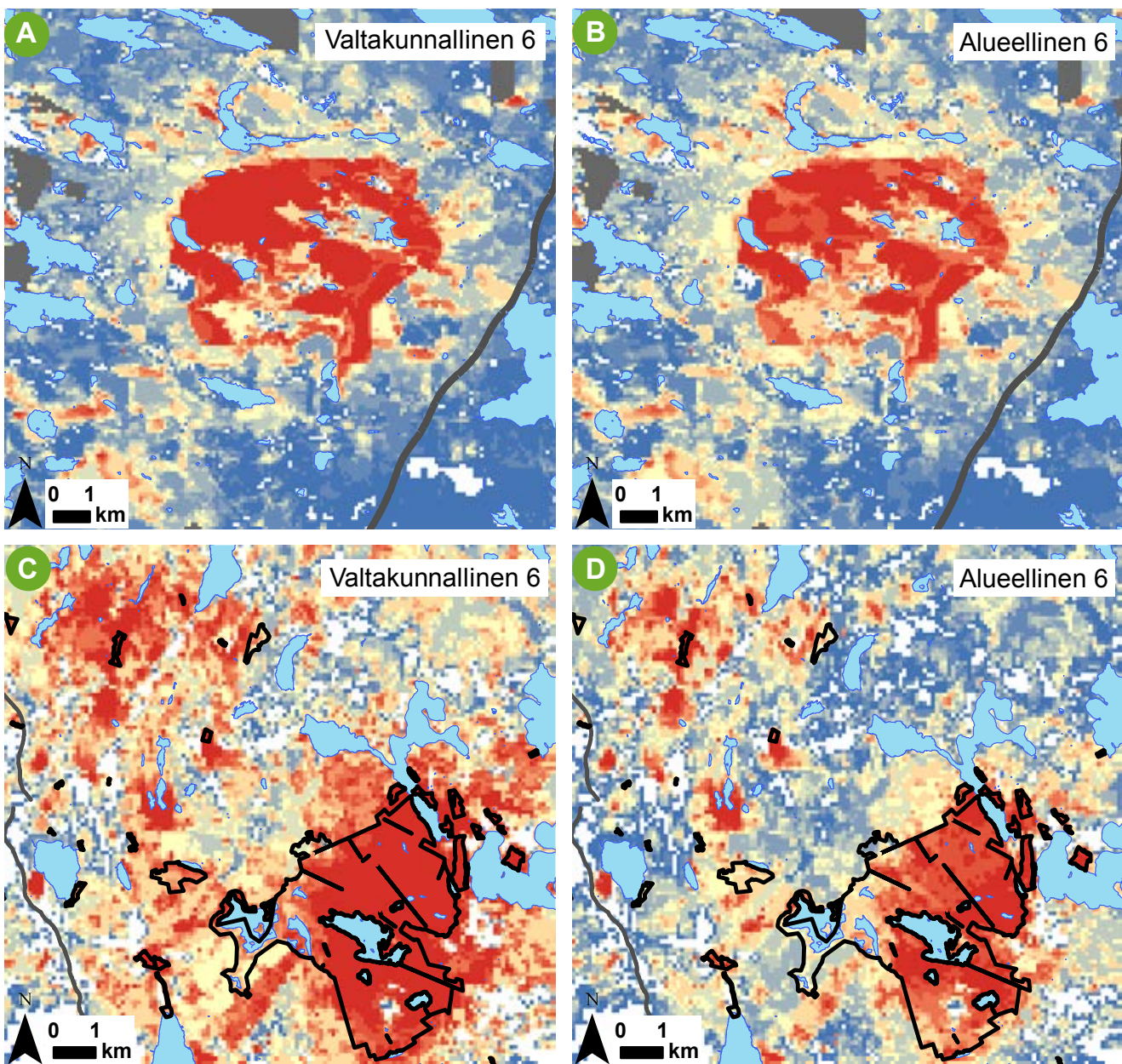


Kuva 15. Alueellisten analyysien eri versioiden tulokartat yhdeltä esimerkialueelta. Alueella sijaitsee useita pysyviä suojelualueita (mustat rajaukset kuvassa 15 F) ja Metsälain 10 §:n perusteella rauhoitettuja erityisen tärkeiden elinympäristöjen kohteita (ei merkity karttaan). Kohde on sama kuin valtakunnallisten versioiden tulokarttaverailussa (kuva 11).

Monimuotoisuudelle arvokkaiden metsien prioriteetti



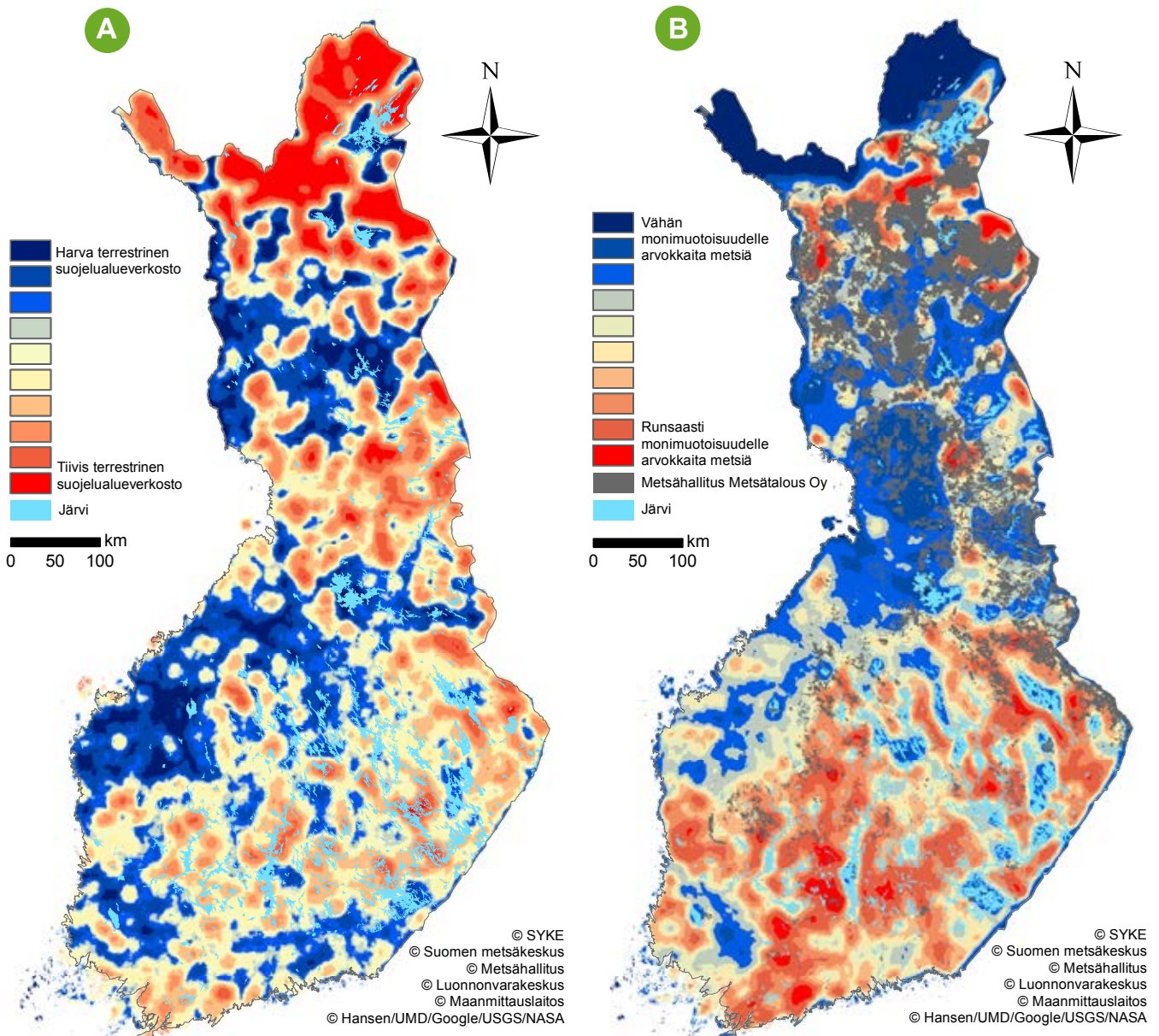
Kuvissa 16 A ja B havaitaan, että Kuusamon Vasikkavaara on metsien monimuotoisuuden kannalta tärkeä alue sekä valtakunnallisesti (kuva 16 A) että alueellisesti (kuva 16 B) tarkasteltuna. Kuusamo sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, jossa alueellisessa analyysissä alueiden prioriteetit nousevat keskimäärin yli 9 % valtakunnalliseen tarkasteluun verrattuna (taulukko 10). Vasikkavaaran huippuprioriteetit ovat valtakunnallisessa tarkastelussa alueellista korkeammat (paras 1 % osuus kirkkaimmalla punaisella), mutta maisema Vasikkavaaran ympärillä saa valtakunnallisesti matalammat prioriteetit kuin alueellisesti (paras 10 % - 30 % osuus keltaisella ja vihertävällä värillä). Toinen esimerkki on Uudeltamaalta Kirkkonummen Meikon alueelta (kuvat 16 B ja C). Uudenmaan ELY-keskuksen alueella muutos valtakunnallisen ja alueellisen tarkastelun välillä oli kaikkein suurin: kohteiden saamat prioriteetit laskivat alueellisessa analyysissä keskimäärin 15,5 %, mikä näkyy tuloskartoissa matalimman prioriteetin maiseman määrän lisääntymisenä (matalin 40 % osuus sinisen eri sävyillä).



Kuva 16. Valtakunnallisen ja alueellisen analyysiversion tuloskarttojen eroavaisuuksia versioissa 6. Kuvat A ja B ovat Kuusamon Vasikkavaaran ympäristöstä Pohjois-Pohjanmaalta. Kuvat C ja D ovat Kirkkonummen ja Siuntion Meikon ympäristöstä Uudeltamaalta.

3.4 Monimuotoisuudelle arvokkaiden metsäkohteiden sijoittuminen suhteessa suojelualueverkostoon

Tuloskarttojen mukaan (kuvat 17 A ja B) monet arvokkaat puustoiset alueet sijaitsevat seuduilla, joissa nykyinen metsien suojelualueverkosto on hajanainen. Näillä seuduilla metsälajiston säilyminen on erityisen riippuvaista talousmetsäalueilla toteutettavasta maankäytöstä mukaan lukien mahdollinen lisäsuojelu esimerkiksi METSO-ohjelman keinoin.



Kuva 17 A ja B. Suomen terrestrinen suojelualueverkosto ja puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet valtakunnallisen analyysiversion 4 mukaan. Kuva 17 A esittää terrestristä suojelualueverkostoaamme 1.2.2018 tilanteen mukaan. Verkostoon on laskettu mukaan pysyvät suojelualueet, metsätalousalueiden arvokkaat elinympäristöt ja ympäristötukialueet. Jokaiselle 1 km pikselille on annettu arvo seuraavasti: suojelualueet = 10, metsälain 10§ kohteet = 5 ja ympäristötukialueet (metsälakikohteita lukuun ottamatta) = 1. Päälekkäiset arvot summattiin (vaihteluväli 0 – 16). Jokaiselle kilometrin pikselille laskettiin sitä ympäröivien pikselien arvojen summa 10 km säteellä. Kartta ei ota kantaa alueiden laatuun tai niiden kytkeytyvyyteen lajiston näkökulmasta. Kartta 17 B on tehty summaamalla jokaisen 96 metrin x 96 metrin pikselin ympäriltä kaikki pikselit kymmenen kilometrin säteellä.

3.5 Prioriteetit eri suojelualuetyypeissä

Tuloksien perusteella metsien monimuotoisuuden kannalta arvokkaat kohteet kuten lehtojensuojelualueet tai vanhojen metsien suojelualueet saavat analyyseissä korkeita prioriteetteja (taulukko 11). Tämä osoittaa, että ekologinen suojeluarvon malli toimii toivotulla tavalla, koska tehtyjen analyysien avulla pystytään löytämään jo ennalta arvokkaiksi tunnistettuja kohteita.

Taulukko 11. Monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden jakautuminen eri suojelualuetyypeihin valtion suojelualueilla. Tuloksia tarkasteltiin vain metsäisillä kohteilla (Corine 2012 aineiston mukaan alueet, joiden latvuspeittävyys > 30 % (Suomen ympäristökeskus 2014). Eri suojelualueita tarkasteltaessa tulokset osoittivat lehtojen-, Metsähallituksen päätöksellä perustettujen ja vanhojen metsien suojelualueilla olevan erityisen paljon monimuotoisuuden kannalta arvokkaita metsiä. Tämä näkyy näiden alueiden kaikkien analyysiversioiden korkeista keskiarvoista. Alueet, joiden keskimääräiset prioriteetit kuuluvat parhaaseen 10 prosenttiin valtakunnallisista tuloksista on korostettu. Tulokset osoittavat analyysien kykenevän erottamaan arvokkaat vanhan metsän kohteet muusta metsämaisemasta. Suurin osa luonnonsuojelualueilla sijaitsevista puustoisista elinympäristöistä sijaitsi kansallispuistoissa ja soidensuojelualueilla.

Suojelualuetyyppi	Pinta-ala (km ²)	keskiarvo versio 1	keskiarvo versio 2	keskiarvo versio 3	keskiarvo versio 4	keskiarvo versio 5	keskiarvo versio 6
Kansallispuistot	5739	0,603	0,723	0,738	0,738	0,730	0,815
Lehtojensuojelualueet	9	0,902	0,940	0,960	0,963	0,968	0,969
Luonnonpuistot	598	0,703	0,792	0,816	0,815	0,815	0,889
Metsähallituksen päätöksellä perustetut suojelualueet	7	0,908	0,943	0,956	0,957	0,959	0,960
Soidensuojelualueet	1657	0,460	0,575	0,573	0,573	0,544	0,623
Vanhojen metsien suojelualueet	85	0,856	0,900	0,919	0,919	0,923	0,935

3.6 Valitun ekologisen suojeluarvon mallin vaikutus tuloksiin

Analyysejä varten rakennetun ekologisen suojeluarvon mallin tarkoituksena oli tunnistaa paikkatietoaineistojen avulla monimuotoisuudelle tärkeät puustoiset elinympäristöt valtakunnallisesti.

Analyyysiin monimuotoisuuden ilmentäjäksi valitut puulajien ja kasvillisuusluokkien mukaiset 20 luokkaa sisältävät kompromisseja. Niistä suurin on, että tässä luokittelussa ei erotella kivennäismaita turvemaita, vaikka ekologisesti tarkasteltuna näin olisi hyödyllistä tehdä. Se, ettei kivennäismaita ja turvemaita erotettu toisistaan aiheutti esimerkiksi sen, että monimuotoisuuden kannalta merkittävät turvemaa-alueet eivät saaneet yhtä korkeita prioriteetteja kuin vastaavat kivennäismaan alueet. Syynä tähän oli, että veden vaivaamalla turvemaiden puusto kasvaa kituliaammin jääden yleensä määrällisesti pienemmäksi kuin kivennäismaalla, vaikka kohde lajiston kannalta olisi yhtä arvokas. Toisin sanoen, tällaiset metsäkohteet kilpailevat saman syötöpiirteen sisällä pääsystä maiseman parhaimpiin osuuksiin runsaamman puuston mineraalimaiden kanssa. Erottelemalla jatkossa turvemaita ja mineraalimaita toisistaan, saadaan esimerkiksi METSO-ohjelmassa monimuotoisuudelle merkittäväksi suolinympäristöksi määritellyt arvokkaat, paljon puu-ainesta kasvavat korpikohteet erottumaan tuloksissa selkeämmin korkean prioriteetin alueiksi.

Muita luokitteluun liittyviä asioita, joita jatkossa tulee selvittää lisää, on joidenkin harvinaisten puulajien ja kasvillisuusluokkien yhdistelmien mielekkyys metsien monimuotoisuuden kannalta. Tällaisia ovat esimerkiksi karussa elinympäristössä kasvavat kuuset tai ravinteikkaassa elinympäristöissä kasvavat männyt. Lisäksi analyysejä

varten tehty karujen kasvillisuusluokkien yhdistäminen vaikeutti erilaisten karujen kasvupaikkojen arvokkaimpien kohteiden erottamista toisistaan. Tähän valintaan johtaneet syyt on selostettu tarkemmin luvussa 2.3.1 Kasvillisuusluokat.

Kaikkia kahtakymmentä puulajien ja kasvillisuusluokkien muodostamaa monimuotoisuuspiirrettä käsiteltiin tässä työssä lähtökohtaisesti yhtä arvokkaina, eli jokaista piirrettä haluttiin sisältyvän monimuotoisuudelle merkittävimmille alueille. Siten kaikkien piirteiden painoarvo oli analyyseissä sama (arvo 1). Valitussa ekologisessa suojeluarvon mallissa tätä tasapainoa kuitenkin muutettiin siten, että malli suosii ravinteikkaita ja runsaasti puuta kasvavia kasvillisuusluokkia (liite IV). Lisäksi Zonation-analyysit toteutettiin tavalla, joka suosii sellaisia metsiköitä, joissa esiintyy monia eri puulajeja (liite VI). Analyysitulokset eivät kuitenkaan pysty erottelemaan intensiivisesti hoidettuja metsätalousohteita luonnontilaisemmista, jos kohteiden puustotiedot ovat samanlaiset ja kummastakaan ei ole tiedossa metsänkäsittelyilmoituksia. Onkin jatkossa mielekäästä pohtia tulisiko analyyseissä painottaa vielä erikseen lehtipuuden esiintymistä monipuulajisuuden rinnalla. Tällöin lehtipuusiteteiden avulla pystyttäisiin mahdollisesti korostamaan metsiä, joista ei ole hakattu pois usein metsätaloudellisesti merkityksettä, mutta monimuotoisuuden kannalta tärkeitä lehtipuita.

3.6.1 Lahopuupotentiaalifunktioiden luotettavuus

Analyysiin monimuotoisuuden ilmentäjäksi valitun puulajien ja kasvillisuusluokkien perusteella lasketun lahopuupotentiaalin laskumenetelmä sisältää monia vaiheita, joissa jokaisessa on pitänyt tehdä paljon asiantuntijapäätöksiä. Tuloksista saadun palautteen perusteella näyttää siltä, että menetelmä toimii toivotusti. Menetelmä on esitelty tarkemmin liitteessä IV Lahopuupotentiaalin laskeminen MOTTI-ohjelman avulla. MOTTI-ohjelma on lähtökohtaisesti suunniteltu metsikönkasvatuksen simuloimiseen (Salminen ym. 2005; Hynynen ym. 2014; Hynynen ym. 2015), eikä metsän luonnontilaisuuden arvioimiseen. Vaikka MOTTIn avulla lasketut kuolleen puun määrät olivat systemaattisia yliarvioita, niiden perusteella erityyppiset metsät eri alueilla saadaan kuitenkin keskenään oikeaan järjestykseen kuolleen puun määrän suhteen (suullinen tiedonanto Juha Siitonen, Reijo Penttilä 12.9.2016), mikä on tärkeää myös Zonation-ohjelmiston käytössä (Moilanen ym. 2014). Lisäksi aiempi palaute MetZohallitus-projektin tuloksista (Metsähallitus 2013) ja menetelmän läpinäkyvyydestä kannusti jatkamaan menetelmän käyttöä. Vuoden 2012 analyyseissä puuston rakennepiirteiden merkitys monimuotoisuudelle oli tehty asiantuntija-arviona (Leinonen ym. 2013).

Käytetty MOTTI-ohjelman avoin versio 3.3 ei ota huomioon lahoamista kun se simuloi kuolleen puun määrää, eikä myöskään ennustamattomia tapahtumia kuten myrskyjä tai muita erilaisia tuhoja. Tämän vuoksi MOTTIn laskelmat tuottavat todellisuuteen verrattuna enemmän kuollutta puuta ravinteikkaammille ja eteläisemmille alueille, joissa kuolleen puuston lahoaminen on karuja ja pohjoisia alueita nopeampaa.

Lahopuupotentiaalifunktion luotettavuutta on syytä arvioida kriittisesti niissä tilanteissa, missä laskelmat perustuvat suuriläpimittaisiin, järeisiin puihin. Tämä siksi, että MOTTI:n laskenta perustuu talousmetsistä kerättyihin aineistoihin, joissa erittäin vanhat ja keskiläpimitaltaan suuret puut ovat hyvin harvinaisia. Liian suuria lahoppumääriä kontrolloitiin kahdella tapaa: lahoppupotentiaalifunktion tarkentamisella ja puusto-ositteittaisien lahoppukertoimien tasapäistämällä. Lahoppupotentiaalin laskennassa käytetyt funktiot muodostettiin laskennallisen kuolleen puun kertymän sekä puuston keskiläpimitan perusteella. Tämä tasoitti metsiköiden, joiden puustoa luonnehti suuri keskiläpimita, saamia lahoppukertoimia (taulukko 14 ja kuva 24 liitteessä IV). Tämä on tärkeää siksi, että suurilla keskiläpimitan arvoilla kuolleen

puun määrät ovat ekstrapoloituja eivätkä perustu todelliseen aineistoon. Sen sijaan keskiläpimitat ovat joko mitattuja todellisia tai mitattuihin arvoihin perustuvia mutta laskennallisen kasvatuksen perusteella laskettuja arvoja. Tasapäistämässä puusto-ositteille, joiden lahoppupotentiaalikerroin oli suurempi kuin 2, annettiin kertoimeksi 2. Kummankin toimenpiteen tavoitteena oli, arvokkaat kohteet erottuisivat, mutta analyysissä ei ylitettäisi realistista lahoppuennusteiden tasoa.

3.7 Lähtöaineistojen vaikutus tuloksiin

Metsähallituksen Luontopalveluiden maastoinventointeihin perustuvat aineistot ovat merkittävästi tarkempia kuin muut analyyseissä käytetyt aineistot. Tämä voi näkyä tuloksissa esimerkiksi siten, että Luontopalveluiden inventoimien alueiden monimuotoisuusarvot ovat muuta maisemaa korkeampia. Tämä ero voi osin johtua siitä, että laskennassa käytettävää aineistoa on näistä inventointikohteista määrällisesti enemmän hyödynnettävissä, mutta myös siitä, että nämä kohteet ovat tosiasiaa puustoltaan monipuolisempia kuin suojelemattomat verrokkialueet.

Luonnonvarakeskuksen MVMI-aineiston kasvillisuusluokkien luokitus (katso luku 2.2) on epätarkempaa kuin muissa aineistoissa. Luke toteaa vuoden 2009 MVMI-tuotteesta (Luonnonvarakeskus 2015b), että *”Kasvillisuusteeman kuva-alkiosta noin 50 %:lla kasvillisuusluokka on sama kuin VMI:n maastoluokituksessa. Ero on useimmiten kuitenkin vain yhden luokan suuruinen. Erot ovat yleisimpiä lehdöissä, lehtomaisilla soilla ja letoilla ja toisaalta karuilla kasvupaikoilla, karukkokankailla ja rahkaisilla soilla.”* Erojen painottuminen harvinaisiin kasvupaikkatyyppeihin lisää niiden merkitystä analyysitulosten korkeimpien prioriteettien osalta.

Kaukokartoitettujen kohteiden osite- ja puulajimäärät voivat olla suhteessa pienempiä maastoinventoituihin kohteisiin verrattuna. Tämä on keskeinen potentiaalinen rajoite, sillä juuri nämä metsiköiden piirteet ovat Zonation-analyyseissä kohteen arvoa nostavia tekijöitä. Metsähallitus on kaukokartoittanut varsinkin Lapissa ja Luken MVMI-aineisto (katso kuva 5) perustuu pääosin kaukokartoitukseen. Tämä voi pienentää näiden alueiden prioriteetteja. Toisaalta kaukokartoituksen ansiosta kaikki puulajiluokat tulee nykyisin kirjattua, vaikka etenkin lehtipuiden ja koivujen toisistaan erottaminen on edelleen kaukokartoitusmenetelmin haasteellista (Luonnonvarakeskus 2015b). Tämä puolestaan nostaa kohteiden prioriteetteja, etenkin jos lisäys on lehtipuita, jotka ovat valtakunnallisesti havupuita harvinaisempia ja metsien uhanalaisen lajiston kannalta tärkeä resurssi.

Tunturikoivun pois jättäminen aiheuttaa tulosten tulokinnassa haasteita Lapin osalta, koska tunturikoivu on yleinen puulaji ja sen muodostamat metsiköt ovat tärkeitä elinympäristöjä Lapin puustosta riippuvaisille lajeille. Tunturikoivun kohdalla tässä käytetty lahoppupotentiaalinen laskumenetelmä ei kuitenkaan olisi toiminut, koska tunturikoivut olisivat vertautuneet muun Suomen järeämpiin koivuihin. Jatkossa tunturikoivujen monimuotoisuusarvon mittaustapa tuleekin arvioida uudelleen.

Pieni osa metsänkäyttöilmoituksiin sisällyneistä toimenpiteistä jää toteutumatta. Tämänlaiset tilanteet voivat virheellisesti vähentää joidenkin alueiden monimuotoisuusarvoja. Näiden tapausten määrä ei ole tiedossa, mutta SMK:n asiantuntijoiden mukaan se ei ole suuri, koska yleensä ilmoitusta tehtäessä kyseessä on aito tavoite. Jatkossa toteutumatta jääneet toimenpiteet pystytään karsimaan kaukokartoitusmenetelmien avulla pois metsäaineistoista (Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (koord.) ym. 2018). Lisäksi Suomen metsissä on tehty ja tehdään metsänhoidollisia toimenpiteitä, joista ei ole ollut saatavana mitään paikkatietoa näihin analyyseihin. Tällaisia ovat esimerkiksi ennen digitalisointia tehdyt metsänhoidolliset toimenpiteet sekä pienet metsänkäyttelytoimenpiteet, kuten kotitarvehakkuut, joista ei tarvitse tehdä metsänkäyttöilmoitusta.

Uhanalaisten lajien tietokannasta eli Ympäristötieto-järjestelmän HERTTA-tietokannasta poimittujen punaisen listan metsälajitiedon merkittävin heikkous on havaintotietojen epätasaisuus. Tietoa uhanalaisten lajien esiintymisestä ei ole kerätty systemaattisesti kautta koko Suomen. Lisäksi havaintoja ei ole aina kirjattu ja havaintomenetelmät eroavat toisistaan. Havainnot poimittiin Zonation-analyysiin vuodesta 1990 alkaen. Siten on mahdollista, että laji ei enää esiinny alueella esimerkiksi avohakkuun tai muun elinympäristön heikentymisen takia.

3.8 Tulokarttojen hyödyntäminen käytännössä

Tässä projektissa tuotettuja puustoisten elinympäristöjen prioriteetikarttoja on käytetty ja tullaan käyttämään vuosien 2016–2025 aikana sekä maastokuvioittaisen, tilakohtaisen, alueellisen että valtakunnallisen tason monimuotoisuuden turvaamisen ja muun aluesuunnittelun ja alueiden arvioinnin tukena (kuva 18) Alun perin kartat on tehty METSO-ohjelman toteutuksen tueksi ELY-keskusten, Suomen metsäkeskuksen, Metsähallituksen, Suomen ympäristökeskuksen, ympäristöministeriön ja maa- ja metsätalousministeriön käyttöön (Syrjänen ym. 2016; Ympäristöministeriö 2016). 1.3.2018 alkaen tulokartat ovat kaikkien aihepiiristä kiinnostuneiden tahojen saatavilla Metsähallitus Metsätalous Oy:n alueita lukuun ottamatta.



Kuva 18 A ja B. Kuvassa A metsien suojelun ammattilaiset ja tutkijat maastokäynnillä monimuotoisuudelle tärkeällä metsäalueella Kirkkonummella kesällä 2016. Kuvassa B Suomen metsäkeskuksen ja ELY-keskusten asiantuntijat Zonation-tulokarttojen käyttökoulutuksessa Hollolassa syyskuussa 2013. Kuva A: Ninni Mikkonen, kuva B: Marja Nousiainen.

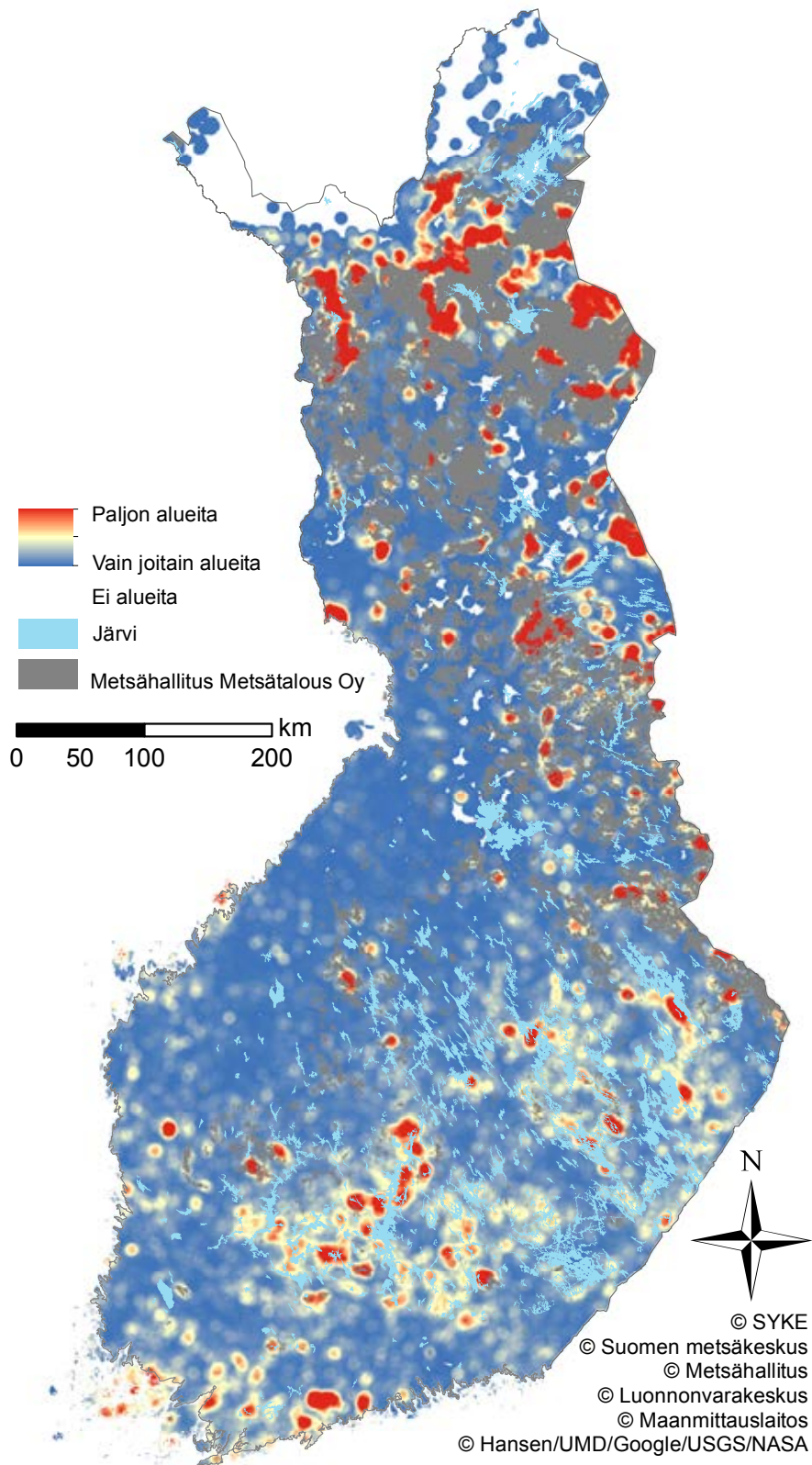
Yksittäistä maanomistajaa ja yksittäisiä maastokuvioita koskevaa suunnittelua ja arviointia voidaan tehdä muun muassa silloin, kun maanomistaja itse ehdottaa jonkin omistamansa alueen suojelua METSO:n keinoin. Ehdotetun kohteen soveltuvuutta METSO-ohjelmaan voidaan tarkastella ennen kohteen tarkempaa maastoinventointia Zonation-tuloskarttojen sekä muiden alueen luontopiirteitä kuvaavien aineistojen (esimerkiksi ilmakuvat, kasvillisuus-, puusto- tai kaavoitustieto) avulla.

Metsänomistajille on tuotettu Zonation-analyysitulosten perusteella tietoa omistamiensa alueiden mahdollisesta soveltuvuudesta METSO-ohjelmaan. Tämä tieto on viety kahdessa eri yhteydessä Suomen metsäkeskuksen ylläpitämään metsään.fi -internetpalveluun. Ensimmäinen viesti tapahtui vuonna 2014 vanhojen alueellisten metsäanalyysien perusteella (Leinonen ym. 2013; Mikkonen ym. 2014). Toisella kertaa maaliskuussa 2017 palveluun vietiin yhteensä 66 326 maastokuvion ”Mahdollisesti METSO-ohjelmaan soveltuva kohde” -merkintä vuoden 2016 analyysitulosten perusteella (katso kuva 19). Kohteiden pinta-ala oli yhteensä 153 983 hehtaaria. Kriteerit ovat liitteessä IX. On huomattava, että lopullinen kuvion METSO-kelpoisuuden arviointi toteutetaan aina kartoittamalla kohde maastossa.

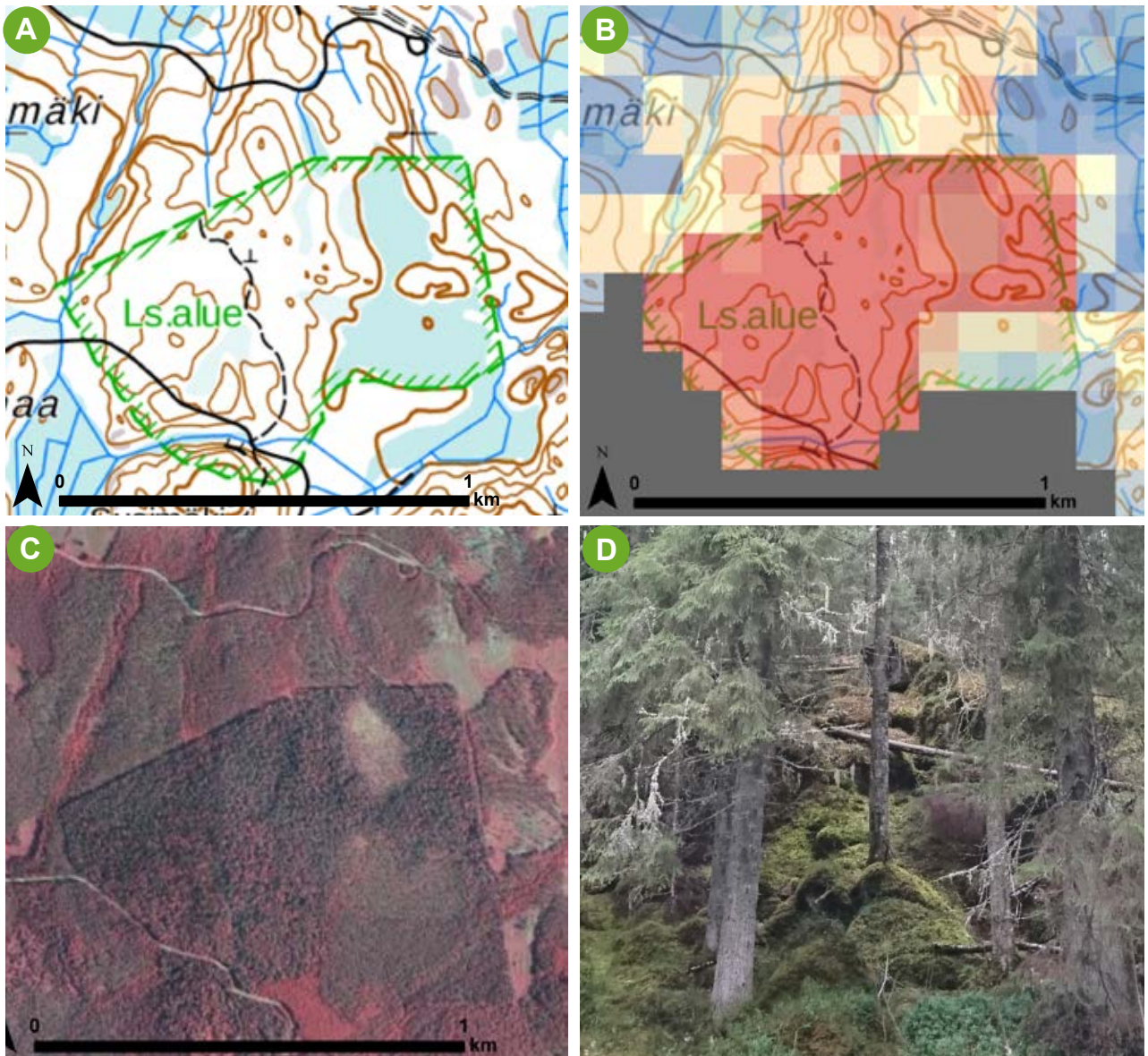
Zonation-prioriteettikarttoja voidaan käyttää metsä- ja luonnonsuojelun asiantuntijoiden oman aluetuntemuksen vahvistamiseen (kuva 20). Olipa kiinnostava kohde itsessään luonnonsuojelullisesti arvokas tai vähemmän merkittävä, auttavat Zonation-prioriteettikartat hahmottamaan kohteen merkityksen myös laajemmassa mittakaavassa (esimerkiksi maakunnallisesti). Tämä onkin näiden analyysien merkittävä hyöty verrattuna perinteiseen kartta-aineistojen tarkasteluun. Tarkastelut voivat auttaa löytämään aiemmin tuntemattomia potentiaalisia monimuotoisuuskohteita tai kytkeytyvyyden kannalta merkittäviä lajistolle tärkeitä alueita, joiden ominaisuuksia parantamalla ja turvaamalla voitaisiin tukea alueellisesti lajiston tilaa pitkällä tähtäimellä. Tällaisia tarkasteluja ja niihin perustuvaa METSO-ohjelman metsänomistajille tarjoamien mahdollisuuksien markkinointia kannattaa tehdä, kun tavoitteena on jonkin tietyn lajin tai elinympäristön tilan parantaminen tai turvaaminen. Esimerkkejä tämänkaltaisista tapauksista ovat lehtojen suojelu tai kuukkelille soveltuvien elinympäristöjen verkosto. Eri viranomaistahojen yhteistyö ja vertaiskertomukset muilta maanomistajilta eri viestintäkanavien kautta ovat osoittautuneet tärkeiksi tekijöiksi maanomistajien kiinnostuksen herättämisessä ja suojelupäätösten aikaansaamisessa.

Kokonaisvaltaisen aluetuntemuksen ja näkemyksen saaminen laajemmalla alueelta hyödyttää myös tilanteissa, joissa ollaan tekemisissä yksittäistä kohdetta laajempien alueiden päätöksenteon kanssa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi hakkuuilmoituksiin liittyvät suositukset ja rajoitukset. Muun muassa Natura-suojelualueisiin rajautuvissa hakkuuilmoituksissa voidaan Zonation-tulosaineistoja hyödyntää laajemman mittakaavan tarkastelun apuvälineenä. Tuloskartat voivat auttaa tarpeellisten rajoitteiden tai suositusten antamisessa hakkuun toteuttajalle.

Alueellisella tasolla metsien monimuotoisuuden prioriteettikarttoja hyödynnetään monella eri tavalla edellä mainittujen tapojen lisäksi. Karttoja käytetään maastokartoitusten kohdentamiseen Metsähallituksen Luontopalveluissa ja ELY-keskuksissa. ELY-keskukset, Metsähallituksen Luontopalvelut ja SYKE voivat hyödyntää tuloksia myös yksittäisten lajien (esimerkiksi kuukkelin) elinympäristöverkoston suunnittelussa ja arvioinnissa. Metsähallituksen Metsätalous Oy puolestaan on käyttänyt karttoja alue-ekologisten suunnitelmien laatimisessa. Niillä on näin ollen vaikutusta myös metsätalouden toimenpiteiden kohdentamiseen käytännössä (Wallenius ym. 2016). Suomen metsäkeskuksessa tuloskarttoja on hyödynnetty alueellisten luonnonhoidon toteutusohjelmien tarkentamisessa (Suomen metsäkeskus 2016). Uutena käyttäjäkuntana maakuntaliitot hyödyntävät karttoja maakuntakaavoituksessa viheryhteyksien turvaamisen ja luonnon monimuotoisuuden suojelun yhtenä työkaluna (Jalkanen ym. 2018)



Kuva 19. Kartta esittää kohteita, jotka kuuluvat parhaaseen 10 %:in osuuteen valtakunnallisessa ja alueellisessa 4 versiossa sekä valtakunnallisessa ja alueellisessa 6 versiossa. Vastaava leikkaus oli lähtökohdiana metsään.fi -palveluun valikoiduissa tiedoissa maaliskuussa 2017. Kuvaa varten on irrotettu paras 10 % mainituista neljästä tuloskartasta ja valittu vain ne alueet, jotka ovat kaikissa analyyseissä samat. Lopuksi jäljelle jääneiden pikselien lukumäärä on summattu 5 kilometrin säteellä yhteen. Mitä punaisempi kohta kartalla on, sitä enemmän alueella on näiden kaikkien neljän version perusteella yhtä aikaa arvokkaita kohteita 5 kilometrin säteellä.



Kuva 20. Susimäen vanhojen metsien suojelualue tarkasteltuna maastokartalta (A), Zonation-tuloskartalta (B, valtakunnallinen analyysiversio 6), ilmakuvasta (C), ja valokuvassa (D alueen lounaiskulmassa oleva jyrkänne koillisesta katsottuna). Kuva Ninni Mikkonen.

Soiden suojelualueverkoston ja muun suojelualueverkoston yhteistarkastelussa puustoisten elinympäristöjen Zonation analyysien -tulokset auttavat esimerkiksi arvokkaiden metsä-suo-kokonaisuuksien arvioinnissa ja visualisoinnissa yhdessä Soidensuojelun täydennysehdotuksen kohteiden kanssa (Haapalehto ym. 2013; Alanen ja Aapala 2015). Metsät ja suot muodostavat luonnossa kuivemman kivennäismaan ja kosteamman turvemaan välisen jatkumon: siten metsien ja soiden ekologia tai suojelun toimenpiteet eivät ole toisistaan riippumattomia asioita.

Valtakunnallisella tasolla Zonation prioriteettikartoista on hyötyä tahoille, jotka toimivat tai tekevät tutkimusta ja suunnittelua valtakunnallisessa mittakaavassa. Esimerkiksi ympäristöministeriö hyödyntää prioriteettikarttoja tulosohjauksessaan muun muassa alueellisten suojelutavoitteiden asettamisessa. Muita toimijoita ovat Metsähallitus ja Suomen metsäkeskus, jotka toimivat etupäässä alueellisesti, mutta niissä tehtävää suunnittelua tarkastellaan usein myös valtakunnallisessa mittakaavassa. Lisäksi tutkimuslaitokset kuten SYKE ja Luonnonvarakeskus hyödyntävät tuloksia erilaisissa valtakunnallisissa ja alueellisissa tutkimushankkeissaan.

Metsien monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysien toimivuudesta on kerätty vuosien mittaan palautetta eri tavoin. Kaikki saatu palaute on koettu hyödyllisenä, koska näiden analyysien tavoite on palvella käytännön metsien suojelutyötä. Karttapohjaista palautetta on saatu hyvin vähän, koska sellaista teknistä toteutusta, joka olisi täyttänyt aineistojen suojauskriteerit ja toiminut myös maastolaitteilla tai älypuhelimilla, ei ole ollut saatavilla. Aineistojen avautumisen myötä mahdollisuudet karttapohjaisen palautteen keräämiseen paranevat.

Tietolaatikko 3

ERI ANALYYSIVERSIOIDEN HYÖDYNTÄMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Analyysien tulokartat löytyvät luvusta 3: kuvat 7, 11, 14 ja 15.

Ensimmäisestä analyysiversiosta näkee metsän paikallisen arvon. Versio perustuu pelkästään puuston rakennepiirteisiin ja luvussa 1 kerrottuihin Zonation-ohjelmiston ominaisuuksiin. Yksi keskeinen ominaisuus on se, että ohjelmisto painottaa monimuotoisuuspiirteitä, jotka ovat harvinaisia.

Versio 2 on päivitetty versio versiosta 1. Siinä sellaisten alueiden, joille oli tehty monimuotoisuutta heikentäneitä toimenpiteitä kuten harvennus, hakkuu tai alue on ojitettu, arvoa on analyysissä alennettu.

Analyysisarjan versiota 3 kannattaa käyttää, kun haluaa tarkastella monimuotoisuutta laajemmasta maisema- tai alueen näkökulmasta. Versioon lisätty metsikkötason kytkeytyvyys on vastavoima metsäelinympäristöjen pirstoutumiselle, joka on merkittävä metsälajien uhanalaisuutta aiheuttava tekijä. Tässä analyysiversiossa korostuvat laadukkaat alueet, jotka sijaitsevat lähellä muita laadukkaita ja ekologiaaltaan samankaltaisia alueita. Ajatuksena on ollut, että kyseisessä metsikössä elävä laji pystyy löytämään itselleen suuremmalla todennäköisyydellä uuden elinalueen, jos lähellä on laadukkaita samankaltaisia kohteita.

Versiossa 4 on mukana punaisen listan metsälajihavainnot, minkä vuoksi kartta erottelee rakenteeltaan samankaltaiset ja samanarvoiset metsät sen perusteella, kuinka harvinaisia metsälajeja alueella on havaittu. Tämän version käyttöä suositellaan usein tilanteessa, jossa halutaan tarkastella kaikkea analyysissä mukana ollutta monimuotoisuustietoa, mutta voimakas kytkeytyvyysvaikutus ei ole toivottavaa.

Analyysiversioitoiden 5 ja 6 tulokartat ovat hyödyllisiä, kun kiinnostuksen kohteena on suuremman alueen (esimerkiksi kunnan tai maakunnan) metsäisten alueiden monimuotoisuuskohteiden sijainti sekä näiden kohteiden muodostama verkosto maisemassa. Version 5 tulokartta, joka ilmentää kytkeytyvyyttä metsälain arvokkaihin elinympäristöihin, on tärkeä apu sen ymmärtämiseksi, kuinka suuri merkitys metsälakikohteilla on ollut monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden kohteiden alueverkoston (versio 6) tulokartan syntyyn.

Versio 6 kuvaa monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden kohteiden alueverkostoa. Tätä tulokarttaa voi käyttää etenkin silloin kun pohditaan laajemman maiseman laatua ja sen metsikkörakenteen vaikutusta lajistoon. Koska kytkeytyvyyteen näissä analyyseissä vaikuttaa ensisijaisesti vain alueiden laatu ja etäisyys, eikä esimerkiksi lajikohtaisia vaatimuksia ole pystytty huomioimaan, tulee tuloksia tarkastella aina lisätietona ja kriittisesti arvioiden. Näiden tulosten käyttö on kuitenkin erittäin hyödyllistä esimerkiksi alueellisen maankäytön suunnittelun tukena, kun asiantuntijat tarvitsevat päätöksenteon tueksi tietoa maiseman verkostorakenteesta. Karttoja voidaan tällöin tarkastella myös siitä näkökulmasta, minne kannattaisi sijoittaa sellaisia maankäytön muotoja, jotka ovat metsien monimuotoisuuden kannalta haitallisia (matalan prioriteetin alueet).

Uhanalaisten metsälajien suojelussa kytkeytyvyyden huomioon ottaminen on tärkeää maiseman ja elinympäristöjen pirstoutuneisuuden johdosta. Sen avulla voidaan kohdentaa vähäiä suojelualueiden hankinnan resursseja entistä tehokkaammin suojelun tavoitteiden saavuttamiseksi. Lisäksi kytkeytyvyyden huomioon ottaminen auttaa suojelualueiden ulkopuolisilla alueilla tehtävien toimenpiteiden optimaalista kohdentamista uhanalaisen lajiston kannalta. Kytkeytyvyyden huomioon ottaminen voi myös edesauttaa vaihtoehtoisten keinojen käyttöön otossa perinteisten metsätalouden toimenpiteiden rinnalla.

4 Johtopäätökset ja kehittämistarpeet

Tässä hankkeessa on tuotettu ensimmäiset valtakunnalliset Suomen puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvoja kuvaavat paikkatietoanalyysit ja niihin pohjautuvat tuloskartat. Analyyseissä käytetty aineistomassa (koko Suomi 16 metrin hilassa, 31 miljoonaa tietoa sisältävää hilan pikseliä analyysissä) pystytään Zonati-on-ohjelmistolla ottamaan samanaikaisesti käyttöön käytännön monimuotoisuuden suojelutyöhön ja hyödyntämään tuloksia laaja-alaisesti niin metsätalouden, luonnon-suojelun kuin maan- ja luonnonvarojen käytönkin suunnittelussa.

Analyysien tulokset vaikuttavat tähän mennessä Suomen metsäkeskuksesta, Met-sähallituksen Luontopalveluista, ELY-keskuksista ja omien maastokäyntien perusteel-la saadun palautteen ja kokemuksen perusteella hyvin käyttökelpoisilta. Tulokset pitävät hyvin paikkansa sekä perinteisissä tiheissä, vanhoissa luonnontilaisen kaltai-sissa metsissä kuin maankohoamisrannikkolakin. Erityisesti talousmetsissä tehtyjen metsänkäsittelyiden sekä myös ojitusten tietojen tarkentuminen paransivat tulosten paikkansapitävyyttä. On kuitenkin huomattava, että tämä analyysimenetelmä ei pysty kunnolla erottelemaan uudistuskypsiä, runsaspuustoisia, intensiivisesti hoi-dettuja talousmetsiä runsaspuustoisista, luonnontilaisen kaltaisista metsistä, jos en-simmäisestä ei ole tiedossa harvennus- tai muita metsänhoidollisia toimenpiteitä ja jälkimmäisestä ei ole käytettävissä monien eri puulajien puustotietoja.

Tulosten perusteella havaitaan, että suuri osa monimuotoisuuden kannalta mer-kittävistä metsäalueista on nykyisen suojelualueverkoston ulkopuolella. Koska tiede-tään, että metsälajistomme taantuu jatkuvasti ja suurin osa metsäluontotyypeistämme on uhanalaisia (Raunio ym. 2008; Rassi ym. 2010), on tärkeää, että Suomessa metsien monimuotoisuuden säilyttäminen ja metsien käyttö ratkaistaan kokonaisuutena. Tämän vuoksi myös talousmetsien hoidossa tulisi tehdä merkittäviä muutoksia, jos metsälajiston taantuminen pyritään pysäyttämään Suomen kansallisten ja kansain-välisen sitoumusten mukaisesti.

Nämä tulokset ovat kattava arvio Suomen monimuotoisuudelle arvokkaiden met-sien sijainnista, laadusta ja merkityksestä metsien monimuotoisuudelle, vaikkei an-lyyseissä ei pystytytkään huomioimaan kaikkia eri metsäelinympäristöjä. Tulokset tarjoavat uutta arvokasta tietoa, jota voidaan hyödyntää metsien monimuotoisuuden turvaamisessa monissa eri mittakaavoissa ja monin eri tavoin. Vaikka tulokset yksit-täisissä kohteissa saattavat olla virheellisiä, ovat tulokset suuremmassa mittakaavassa luotettavia.

Monimuotoisuudelle tärkeiden metsäalueiden priorisointi tulisi päivittää säännöl-lisesti, koska Suomessa tehdään erilaisia metsänhoidollisia toimenpiteitä noin miljoonalle hehtaarille vuosittain, joista noin 15 % on avohakkuita (Kortesmaa ym. 2017). Kun tiedetään, että monet monimuotoisuuden kannalta arvokkaat metsäkohteet ovat nimenomaan hakkuukypsiä talousmetsiä, on hyvin todennäköistä, että näillä metsätaloustoimenpiteillä on vaikutusta valtakunnallisten monimuotoisuusarvo-jen sijaintiin. Metsät ovat myös osa suurempaa eri elinympäristöjen muodostamaa ekologista kokonaisuutta, mihin nämä tulokset eivät ota kantaa. Soiden ja metsien monimuotoisuusarvojen samanaikaiseen tarkasteluun onkin tarkoitus paneutua jat-kossa. Jatkoanalyyseissä tullaan ottamaan huomioon kokemukset ja havainnot tässä raportissa esitellyistä metsäanalyyseistä sekä aiemmin tehdyistä soiden suojeluarvojen Zonation-analyyseistä (Haapalehto ym. 2013; Alanen ja Aapala 2015). Samoin

muut elinympäristöt kuten sisävedet, rannikot, meret, perinnebiotoopit, tunturit tai suot omana kokonaisuutenaan jäivät tämän tarkastelun ulkopuolelle. Kokonaisvaltainen kaikki luonnonelinympäristöt kattava analyysisarja viisaan ja kestävän maankäytönsuunnittelun tueksi on ideaalitavoite, mutta se vaatii runsaasti kattavia paikkatietoaineistoja, aikaa, osaamista ja muita resursseja.

Liite I. Asiantuntijaryhmien kokoonpanot

Analyysien toteuttajat

Ninni Mikkonen, päävastuu, SYKE
Niko Leikola, SYKE
Ari Lahtinen, MH LP

Projektiryhmä

Ninni Mikkonen / SYKE: analyysien päävastuu, Zonationin käyttö, puheenjohtaja, sihteeri, SYKE)
Panu Halme / Jyväskylän yliopisto: puutteellisesti tunnettujen lajien ja suojelukysymysten asiantuntija
Ari Lahtinen / MH LP: paikkatiedon, metsien hoidon ja suojelualueiden asiantuntija
Joonas Lehtomäki / Helsingin yliopisto, Vrije Universiteit Amsterdam: Zonation- ja Zonation-metsäanalyysien asiantuntija
Niko Leikola / SYKE: paikkatiedon ja suojelun asiantuntija
Saara Lilja-Rothsten / Tapio: metsien suojelun ja monikäytön asiantuntija
Kimmo Syrjänen / SYKE: metsien suojelun asiantuntija
Tarja Wallenius / MH MT: metsien käytön asiantuntija

Metsien monimuotoisuuden erityisasiantuntijaryhmä

Ninni Mikkonen / SYKE: puheenjohtaja, sihteeri
Panu Halme / Jyväskylän yliopisto
Matti Koivula / Joensuun yliopisto
Niko Leikola / SYKE
Pekka Punttila / SYKE
Lauri Saaristo / Tapio
Juha Siitonen / Luke
Kimmo Syrjänen / SYKE

Liite II. Asiantuntijakysely koskien ekologista suojeleuarvon mallia

Tulosten käyttäjätahoilta kysyttiin alkukesästä 2015 heidän näkemyksiään analyysien ekologisesta suojeleuarvon mallista. Tavoitteena oli sekä viestiä tulevista analyyseistä että tunnistaa menetelmän mahdollisia puutteita ja muutostarpeita. Kyselyä edelsi kaksi koulutustilaisuutta, joissa kerrottiin, millaisia tuloksia analyyseillä haluttiin saavuttaa sekä esiteltiin suunniteltu menetelmä. Koulutuksiin osallistui yhteensä 14 henkilöä.

”Asiantuntijakysely koskien valtakunnallisten ja alueellisten puustoisten elinympäristöjen Zonation-analyysejä” lähetettiin ELY-keskusten ja Suomen metsäkeskuksen METSO-ohjelmaa toteuttaville henkilöille sekä Metsähallituksen asiantuntijoille. Kyselyä edelsi kaksi samansisältöistä etäyhteyksillä järjestettyä koulutusta, joissa selitettiin, millaisia analyysejä oltiin tekemässä ja miksi. Kyselyn pohjana toimi niin kutsutun erityisasiantuntijaryhmän sekä projektiryhmän muistio analyysien toteutustavasta. Kyselyyn sai vastata yksin tai ryhmänä. Vastaajilta ei odotettu, että he olisivat olleet esimerkiksi lahoppumallinnuksen, kytkeytyvyyden tai painokertoimien asiantuntijoita.

Kysely jakautui kolmeen osaan: 1) analyyseissä käytettävien syöttöaineistojen painoarvojen määrittelyyn, 2) metsien monimuotoisuutta vähentävien toimenpiteiden merkittävyyden arviointiin ja 3) erilaisten metsäelinympäristöjen välisen kytkeytyvyyden ilmentämiseen.

Syöttöaineistojen painoarvot

Painoarvojen määrittelyssä erityisasiantuntijaryhmän ehdotus oli, että syöttöaineistojen käytön lähtökohtana olisi, että painoarvoja ei käytettäisi. Näkemys perustui siihen, että eri piirrekerrosten tärkeyden etukäteismäärittelylle (kun tiedetään, että Zonation-ohjelmisto ottaa joka tapauksessa huomioon kohteiden laadun ja piirteiden harvinaisuuden) ei löydetty selviä luonnontieteellisiä perusteita tämän kaltaista aineistoa käsiteltäessä. Katsottiin, että piirteiden merkittävyys nousee esille niiden luontaisen harvinaisuuden ja laadun perusteella, ja että painoarvojen käyttö koettiin keinotekoiseksi tiettyjen piirteiden korostamiseksi.

Kyselyyn osallistuneet asiantuntijat hyväksyivät ehdotuksen, eli analyyseissä ei käytetty painoarvoja syöttöpiirteille (kaikkien piirteiden paino oli siis sama 1,0).

Metsänhoidollisten toimenpiteiden merkittävyyden arviointi

Erityisasiantuntijaryhmä pohti eri metsänhoidollisten toimenpiteiden merkittävyyttä metsien suojeleuarvon näkökulmasta ja teki ehdotuksen eri toimenpiteille annettavista sakoista (taulukko 17). Ehdotuksessa on ajateltu esimerkiksi sitä, miten hakkuut vaikuttavat lähivuosina kohteen luonnon monimuotoisuuteen ja alueella tehtäviin suojele- tai luonnonhoitopäätöksiin.

Kyselyyn osallistuneet asiantuntijat hyväksyivät erityisasiantuntijaryhmän ehdotuksen.

Erilaisten metsäelinympäristöjen välinen kytkeytyvyys

Puustoisten elinympäristöjen analyyseissä ajateltiin käytettävän viittä erilaista kytkeytyvyysmallia: 1) metsiköiden ekologiseen samankaltaisuuteen perustuva kytkeytyvyys, 2) metsälain 10 § perusteella rauhoitettujen kohteiden laatuun ja niiden läheisyyteen perustuva kytkeytyvyys, 3) pysyvien suojelealueiden laatuun ja niiden läheisyyteen perustuva kytkeytyvyys, 4) kytkeytyvyys Venäjän suojelealueille ja 5) kytkeytyvyys Venäjän rajalle. Käytännössä tämä tarkoittaa lähtökohtaisen laadun ja siihen vaikuttavan vaimenevan etäisyysvasteen määrittelyä. Toisin sanoen pikselit muuntavat ympäristöään omaan laatuunsa perusteella ja tämä

vaikutus vaimenee mitä kauemmas edetään. Mitä suurempi on vaimenevan vasteen keskietäisyys, sitä kauemmas vaikutus kantaa. Tämä metrimäärä on yleisty, mutta tärkeintä on, että se on oikean suuntainen

Metsiköiden ekologiseen samankaltaisuuteen tai erilaisuuteen perustuva kytkeytyvyys määriteltiin asiantuntijatyönä. Määrittely perustui aiemmin toteutettujen puustoisten elinympäristöjen Zonation-analyysien asiantuntijapäätöksiin (Lehtomäki ym. 2009; Leinonen ym. 2013; Mikkonen 2013; Mikkonen ja Moilanen 2013) ja erityisasiantuntijaryhmän osaamiseen. Käytännössä tämä tarkoitti syöttöaineistoina toimivien puulaji- ja kasvillisuusluokkien yhdistelmien ja niissä elävän lajiston matriisiin (taulukko 7) sekä vaimenevan etäisyysvasteen määrittelyä. Matriisiin on kirjattu asiantuntijoiden arvio siitä, kuinka hyvin kyseisen puulaji/kasvillisuusluokan ekologinen kokonaisuus tukee toisen puulaji/kasvillisuusluokan punaisen listan metsälajien säilymistä. Asiantuntija-arviot ovat yleistyksiä, mutta samansuuntaisia. Asiantuntijaryhmä ehdotti keskimääräiseksi vaimenemisetäisyydeksi 400 metriä.

Kytkeytyvyys metsälain § 10 perusteella suojelluille kohteille: Zonation-analyysissä metsälain 10§:n perusteella suojellut kohteet 'laitetaan säteilemään' kytkeytyvyysarvoa ympärilleen. Säteilyn määrä määräytyy analyysissä käytettyjen muuttujien mukaan. Asiantuntijaryhmä ehdotti keskimääräiseksi vaimenemisetäisyydeksi 200 metriä.

Kyselyyn osallistuneet asiantuntijat hyväksyivät erityisasiantuntijaryhmän ehdotuksen.

Kytkeytyvyys arvokkaille luontokohteille ja suojelualueille: metsälain 10§:n perusteella suojellut kohteet ja suojelualueet 'laitetaan säteilemään' arvoa ympärilleen. Säteilyn määrä määräytyy analyysissä käytettyjen muuttujien mukaan. Asiantuntijaryhmä ehdotti keskimääräiseksi vaimenemisetäisyydeksi 200, 1000 ja 2000 metriä. Näistä ensimmäinen oli sama kuin metsälakikohteiden kytkeytyvyysvaikutus ja sen tarkoituksena oli tarkastella suojelualueita ja metsälakikohteita tasaveroisina. Jälkimmäinen oli etäisyys, joka on koettu hyväksi aikaisempien metsäanalyysien tulosten käytössä ja keskimäinen oli näiden kahden välimuoto.

Kyselyyn osallistuneet asiantuntijat hyväksyivät erityisasiantuntijaryhmän ehdotuksen.

Kytkeytyvyys Venäjän suojelualueille (vain suojelualan luokitustieto): Zonation-analyysissä Venäjän suojelualueet 'laitetaan säteilemään' arvoa ympärilleen. Säteilyn määrä määräytyy alueiden suojelustatuksen mukaan (tiukimmin suojellut säteilevät enemmän). Asiantuntijaryhmä ehdotti keskimääräiseksi vaimenemisetäisyydeksi 20 km.

Kyselyyn osallistuneet asiantuntijat hyväksyivät erityisasiantuntijaryhmän ehdotuksen.

Kytkeytyvyys Venäjän rajalle (metsänpeittoaineistot): Zonation-analyysissä Venäjän rajan takaisten alueiden metsänpeitosta on saatavilla tietoa. Vanhaa yhtenäistä metsää kasvavat alueet 'laitetaan säteilemään' arvoa ympärilleen. Säteilyn määrä määräytyy alueiden metsänpeiton jatkuvuuden ja metsän varttuneisuuden mukaan. Asiantuntijaryhmä ehdotti keskimääräiseksi vaimenemisetäisyydeksi 5 km.

Kyselyyn osallistuneet asiantuntijat hyväksyivät erityisasiantuntijaryhmän ehdotuksen.

Kahta viimeistä kytkeytyvyyttä ei käytetty lopullisissa analyysissä.

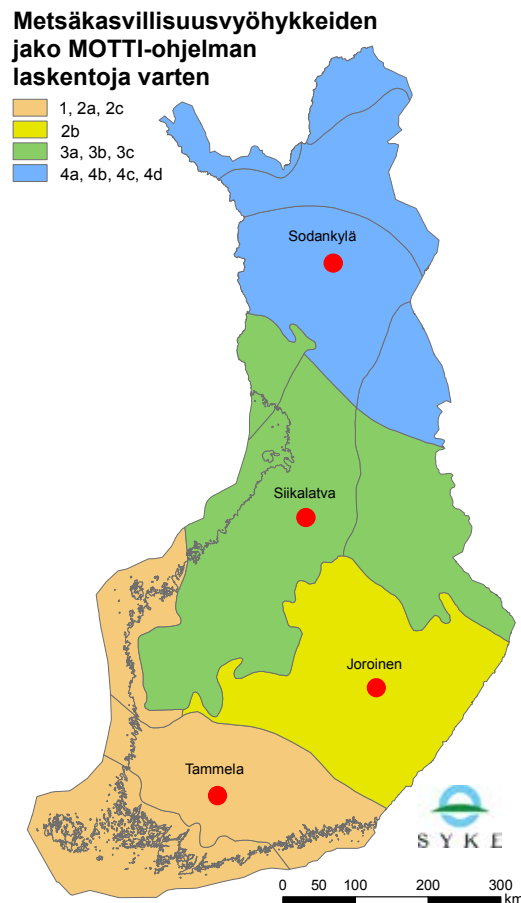
Liite III. Pysyvät suojelualueet

Taulukko 12.

Metsähallituksen Luontopalvelujen hallinnassa olevat luonnonsuojelualueet:	
201	luonnonpuisto
202	kansallispuisto
203	muu luonnonsuojelualue
204	vanhojen metsien suojelualue
205	soidensuojelualue
206	lehtojensuojelualue
207	Metsähallituksen päätöksellä perustettu luonnonsuojelualue
208	Metsähallituksen hallinnassa oleva YSA-alue
Metsähallituksen Luontopalvelujen hallinnassa olevat luonnonsuojeluun varatut alueet:	
211	luonnonsuojeluohjelmien alue
212	METSO-ohjelman alue
221	kaavan suojelualuevaraus
231	muu suojelukohde
232	suojelumetsä
233	soidensuojelun täydennyskohde
Erämaa-alueet:	
302	erämaa-alue
Yksityismaiden (yksityismaihin luetaan kuntien, seurakuntien, yhtiöiden ym.) luonnonsuojelukohteet:	
601	yksityinen luonnonsuojelualue (YSA)
603	luontotyyppipäätökset (LTA, LsL 29 §)
604	erityisesti suojeltavien lajien esiintymispaikkojen rauhoituspäätökset (ERA, LsL 47 §)

Liite IV. Lahopuupotentiaalin laskeminen MOTTI-ohjelman avulla

Lahopuupotentiaali laskettiin jokaiselle puusto-ositteelle erikseen lahopuupotentiaalfunktioiden avulla. Funktiot tuotettiin 168:lle sijainti – kasvillisuusluokka – puulaji -yhdistelmälle. Puuston kasvatus suoritettiin MOTTI-ohjelman versiolla 3.3. (Salminen ym. 2005; Hynynen ym. 2014; Hynynen ym. 2015) neljällä eri paikkakunnalla (Tammela, Joroinen, Siikalatva ja Sodankylä), kuudella eri kasvillisuustyypillä (lehto, lehtomainen kangas, tuore kangas, kuivahko kangas, kuiva kangas, karukkokangas) ja seitsemällä eri puulajilla (mänty, kuusi, rauduskoivu, hieskoivu, haapa, tervaleppä ja muu lehtipuu). MOTTI-ohjelma laski kunkin sijainti - kasvillisuusluokka – puulaji -yhdistelmän kuolleen puun kertymät, joita käytettiin lopullisen lahopuupotentiaalfunktion tuottamiseen taulukkolaskentaohjelmassa. MOTTI-ohjelmassa kuolleen puun määrä perustuu kolmeen tekijään: 1) Valtakunnallisen metsien inventointiaineistoon perustuvaan puulajien kuolleisuuteen (millä todennäköisyydellä puu on elossa vielä 5 vuoden päästä), 2) Luke:n ikätaulukoihin etelä-pohjoisakselilla siitä, minkä ikäisenä eri puulajit alkavat kuolemaan eri leveyspiireillä (eli vanhuuteen kuolemiseen) ja 3) itseharvenemismalleihin (eli jos puuston keskikoko on x cm, niin hehtaarille mahtuu vain z määrä puuta). Kuolleen puun määrässä ei oteta huomioon maatumista tai ennustamattomia tapahtumia kuten myrskyjä tai muita erilaisia tuhoja.



Kuva 21. MOTTI-ohjelman laskentaa varten määritelty metsäkasvillisuusvyöhykkeiden alalohkoihin perustuva aluejako. Jako tehtiin metsäkasvillisuusvyöhykkeiden alalohkojen mukaan: eteläinen alue kattoi vyöhykkeet 1, 2a ja 2c, (hemi- ja eteläboreaalinen), Järvi-Suomi – Keski-Suomi -vyöhykkeen 2b (eteläboreaalinen), Pohjanmaa ja Kainuu vyöhykkeet 3a – c (keskiboreaalinen) ja pohjoisimpana vyöhykkeet 4a - d (pohjoisboreaalinen). Jokaiselta alueelta valittiin mahdollisimman edustava paikkakunta (Tammela, Joroinen, Siikalatva ja Sodankylä) puuston kasvatukseen.

MOTTI:n kuolleen puun kertymän laskenta

MOTTI-ohjelmalla tehtyjä laskentoja varten valittiin kultakin vyöhykkeeltä (kuva 21) mahdollisimman edustava paikkakunta, jonka arvoja käytettiin puuston kasvattamisessa. Taulukosta 13 ilmenee mitä lähtöarvoja laskennassa käytettiin. MOTTI-ohjelma käyttää kasvunlaskennassa lämpösumma- ja korkeustietojen lisäksi muitakin parametreja kuten mereisyys-mantereisuus-aspektia, joten MOTTI-ohjelman käyttöä varten on tarkoituksenmukaista valita oikea paikkakunta eikä esimerkiksi keskimääräisiä lämpösumma ja korkeustietoja (suullinen tieto, Hannu Salminen, Luke). Käytettävistä lähtöarvoista kysyttiin sähköpostilla Metsähallituksen Metsäomaisuudenhoito -prosessin suunnittelupäälliköiltä (3 kpl) ja alueellisilta tiimiesimiehiltä (15 kpl) ovatko valitut lähtöarvot asiallisia. Saatujen vastausten perusteella ei ollut tarpeen tehdä muutoksia lähtöarvoihin.

Taulukko 13. MOTTI-ohjelman laskennassa käytetyt lähtöarvot.

Kasvatusvyöhyke	Metsäkasvillisuusvyöhykkeet	Paikkakunta, jolla puustoa MOTTI-ohjelmalla kasvatetaan	lämpösumma (dd)	korkeus mpy	koordinaatit
1	1b ja 2a	Tammela	1252,6	98,6	67479:3248
2	2b	Joroinen	1196,8	88,8	98975:5414
3	3a, 3b ja 3c	Siikalatva	1030,9	93,8	71344:4512
4	4a, 4b, 4c ja 4d	Sodankylä e	739,4	247,6	74749:4739

Lahopuupotentiaalin laskemiseksi puustoa kasvatettiin MOTTI-ohjelmalla 10 vuoden ikäisestä vakiintuneesta yhden puulajin taimikosta eteenpäin. Kasvatuksessa käytettiin TAPIOn hyvän metsänhoidon suositusarvoja (Äijälä ym. 2014). Lähtöarvoiksi puustolle annettiin puulaji, runkoluku ja ositteen pituus 10 vuoden iässä. Runkoluvut olivat: kuusi 1800 r/ha, rauduskoivu 1600 r/ha ja kaikki muut puulajit 2000 r/ha. Puuston pituus 10 vuoden iässä tuotettiin siten, että MOTTI-ohjelmalla kasvatettiin yhden puulajin taimikkoa 0-hetkestä eteenpäin ja katsottiin arvo, jonka MOTTI-ohjelma antaa 10 vuoden iässä. MOTTI-ohjelmalla voi kasvattaa metsikköä 0:sta eteenpäin vain männyn, kuusen ja rauduskoivun osalta, joten rauduskoivun pituusarvoja käytettiin kaikkien muidenkin lehtipuiden lähtöpituuden määrittämiseen 10 vuoden iässä.

Kasvatettavalle yhden puulajin metsikölle tehtiin rehevillä mailla kaksi suositusten mukaisista harvennusta, karummilla mailla yksi tai ei yhtään harvennusta (esimerkki kuvassa 22). Metsikkö kasvatettiin ensin automaattisesti metsänhoitosuositusten mukaisilla arvoilla. MOTTI-ohjelma kasvattaa puustoa annettujen lähtöarvojen mukaisesti ja tekee kasvattamalleen puustolle metsänhoitosuositusten mukaiset harvennukset ja päätehakkuun (kuva 22). Tämän mallikasvatuksen jälkeen tehtiin puuston kasvatus lahopuuindeksejä varten siten, että samoilla lähtöarvoilla kasvatettiin puustoa, tehtiin samat metsänhoito-ohjeiden mukaiset harvennukset, mutta ei päätehakkuuta. Puustoa kasvatettiin sen sijaan niin pitkään, että elävän puuston tilavuus kasvatettavassa yhden puulajin ositteessa alkoi kääntyä laskuun (kuva 23).

Kasvatus tehtiin kivennäismaalla kuudelle eri kasvillisuustyyppille (lehto, lehtomainen kangas, tuore kangas, kuivahko kangas, kuiva kangas, karukkokangas) ja 7 eri puulajille (mänty, kuusi, rauduskoivu, hieskoivu, haapa, tervaleppä ja muu lehtipuu). Koska lahopuun määrä suhteutettiin keskiläpimittaan eikä ikään, ei katsottu tarpeelliseksi tehdä laskentaa erikseen turvemaille. Lisämääreitä, kuten kivisyys, ei käytetty oletusarvoina.



Kuva 22. Esimerkki puuston kasvutuksesta päätehakkuuseen asti MOTTI-ohjelmalla. Esimerkkikohde on tuorenkankaan kuusikko Jo-roisilla (kasvatusvyöhyke 2), jota on lähdetty kasvattamaan 10 vuoden ikäisestä täystiheästä taimikosta eteenpäin. Punaisessa kuvaajassa näkyy Tapion metsänhoitosuosituksen mukainen kasvatus: kaksi ohjeiden mukaista harvennusta ja päätehakkuu puuston ollessa 64 vuoden ikäistä. Kuvankaappaus MOTTI-ohjelmasta.



Kuva 23. Esimerkki puuston kasvutuksesta MOTTI-ohjelmalla, kun päätehakkuuta ei tehdä. Kuvassa on sama kohde ja samat lähtöarvot kuin kuvassa 22. Puustoon tehtiin ohjeiden mukaiset harvennukset ja puustoa kasvatettiin niin kauan, että MOTTI-ohjelman mukaan puuston tilavuus (kuvassa pohjapinta-ala) alkoi pienentyä. Kuvankaappaus MOTTI-ohjelmasta.

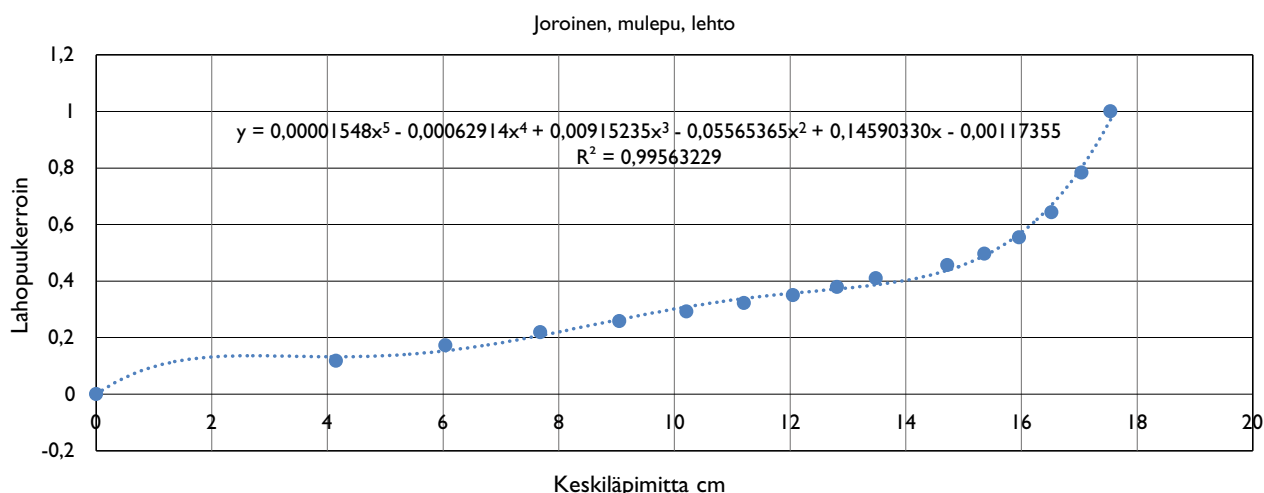
Lahopuupotentiaalifunktion luominen

MOTTI-ohjelman tuloksena saatiin kullekin puulaji-kasvupaikkaluokka-kasvatusvyöhykkeelle tieto puuston laskennallisesta määrästä 5 vuoden välein. Näistä keskiläpimittaa ja puuston kuolleisuutta käytettiin lahopuupotentiaalifunktion luomiseen.

Kasvatuksessa saadut suureet tuotiin Excel-taulukkoon (taulukko 14). Kuolleen puun määrä ja elävän puuston keskiläpimitta skaalattiin välille 0-1. Kasvatettava puusto saa arvon 0 metsikön syntyhetkellä ja arvon 1 sillä hetkellä kun MOTTI-ohjelmalla kasvatettavan metsikön puuston tilavuus kääntyy laskuun. Tämä hetki vaihtelee eri puulajien kasvupaikkaluokkien ja sijaintien yhdistelmillä. Skaalatut kuolleen puuston määrä ja elävän puuston keskiläpimitta laskettiin yhteen kasvatusajankohdittain ja tämä summa skaalattiin uudelleen arvovälille 0-1. Näin saadut arvot muutettiin funktioksi (kuva 24), joihin sijoitettiin seuraavassa vaiheessa kukin puusto-ositteen keskiläpimitta. Erilaisia lahopuupotentiaalikaavoja syntyi näin yhteensä 168 kappaletta.

Taulukko 14. MOTTI-ohjelmalla saatu esimerkkitulo kohteessa, jossa kasvatettiin muuta lehtipuu- ta lehdossa Joroisissa. Maksimi = MOTTI-kasvatuksessa saatu suurin puuston tilavuus (190,83 m³/ha), joka saavutettiin 80 vuodessa. Tämän jälkeen kasvatettavan elävän puuston määrä (puuston tilavuus) alkaa laskea. Indeksi = maksimiin suhteutettujen ja summattujen kuolleen puun määrän ja keskiläpimitan summan uudelleenskaalaus. Näiden arvojen perusteella luotiin lopullinen lahopuupotentiaalifunktio (kuva 24).

Joroinen Lehto muu lehtipuu					Maksimi	
Puuston ikä (vuosia)	60	65	70	75	80	85
Puuston keskiläpimitta (cm)	15,36	15,96	16,52	17,04	17,54	18,03
Puuston tilavuus (m ³)	155,18	170,71	183,09	190,55	190,83	181,92
Puuston kuolleisuus (m ²)	4,68	7,88	13,61	23,45	39,41	63,3
kuollut puu suhteutettu maksimiarvoon (määrä/39,41m ²)	0,11875	0,19995	0,34534	0,59503	1	
keskiläpimitta suhteutettu max arvoon (määrä/ 17,54)	0,87571	0,90992	0,94185	0,97149	1	
Kuolleen puun ja keskiläpimitan skaalattujen arvojen summa ajan hetkellä	0,99446	1,10987	1,28719	1,56652	2	
Indeksi = yllä oleva skaalattu välille 0 – 1	0,497232	0,554935	0,643596	0,78326	1	



Kuva 24. Lahopuupotentiaalifunktiot muodostettiin MOTTI-ohjelman avulla laskettujen indeksipisteiden (katso taulukko 14) avulla. Indeksipisteisiin sovitettiin niitä mahdollisimman tarkkaan myötäilevä funktio, jonka tarkkuus oli 8 desimaalia. Tässä kuvassa on lahopuupotentiaalifunktion kuvaaja puusto-osoitteille, joille käytettiin Joroisten vyöhykkeellä sijaitsevien lehdossa kasvavien muiden lehtipuiden lahopuupotentiaalifunktiota. X-akselilla on keskiläpimitta ja y-akselilla indeksi.

Liite V. Lahopuupotentiaalifunktiot

Taulukko 15. Lahopuupotentiaalifunktiot. Lahopuupotentiaalifunktioita käytettiin ositekohtaisten lahopuupotentiaalikerroimien laskemiseen (kuva 3.2.). Funktioon sijoitettiin x:n tilalle ositekohtainen keskiläpimitta ja tulokseksi saatiin ositekohtainen lahopuupotentiaalikerroin. Ositteille, joiden lahopuupotentiaalikerroin oli suurempi kuin 2, annettiin kertoimeksi 2. Tämä johtui lahopuupotentiaalifunktioiden epävarmuudesta erityisesti suurien keskiläpimittojen kanssa. Tällä raja-arvolla saatiin korostettua hyviä metsäkohteita, mutta korostaminen ei ollut liiallista. **Puulajelle** käytettiin niitä vastaavia lahopuupotentiaalifunktioita. Poikkeuksena 1) rauduskoivun funktioita käytettiin ositteille, joiden puulaji oli metsävaratiedossa lehtipuu 29 ja MVM:ssa koivut kivennäismaalla ja 2) hieskoivun funktioita käytettiin ositteille, joiden puulaji oli MVM:ssa koivut turvemaalla. **Vyöhykejako** (kuva 21) 1 = eteläinen vyöhyke metsäkasvillisuusvyöhykkeet 1, 2a ja 2c, 2 = Keski- ja Järvi-Suomen vyöhyke 2b, 3 = Pohjanmaa ja Kainuu 3a – c, 4 = pohjoinen vyöhyke 4a-d. **Kasvillisuusluokat** 8-9 laskettiin kasvillisuusluokan 7 perusteella. **KLP** = keskiläpimitta (cm), jolla lahopuupotentiaalikerroin saa arvokseen tasan 1, eli MOTTin laskennallinen keskiläpimitan maksimi kyseiselle sijainti-puulaji-kasvillisuusluokka -yhdistelmälle. Lahopuupotentiaalifunktiot tuotettiin kahdeksan desimaalin tarkkuudella. Pienemmällä määrällä desimaaleja havaittiin virheitä laskennassa. x:n jälkeinen luku = potenssi.

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuusluokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
1	kuusi	1	lehto	$y = 0,0000000161x^5 - 0,0000017284x^4 + 0,0000659861x^3 - 0,0010311017x^2 + 0,0147885592x - 0,0049002034$	55,4
2	kuusi	1	lehtomainen kangas	$y = 0,0000000184x^5 - 0,0000017033x^4 + 0,0000563171x^3 - 0,0007552955x^2 + 0,0134742452x - 0,0023702218$	50,7
3	kuusi	1	tuorekangas	$y = 0,0000005264x^4 - 0,0000425948x^3 + 0,0011372754x^2 - 0,0002934437x + 0,0169174344$	52,6
4	kuusi	1	kuivahko kangas	$y = 0,0000005986x^4 - 0,0000192421x^3 + 0,0003016817x^2 + 0,0115485958x + 0,0025994013$	37
5	kuusi	1	kuivakangas	$y = 0,0000002716x^5 - 0,0000157163x^4 + 0,0003436485x^3 - 0,0030953347x^2 + 0,0272649678x - 0,0038273867$	28,8
6	kuusi	1	karukkokangas	$y = 0,0010125092x^2 + 0,0150097643x + 0,0023813648$	25
7	kuusi	2	lehto	$y = 0,0000006155x^4 - 0,0000450509x^3 + 0,0010562901x^2 + 0,0018961460x + 0,0096330860$	53,5
8	kuusi	2	lehtomainen kangas	$y = 0,0000006155x^4 - 0,0000450509x^3 + 0,0010562901x^2 + 0,0018961460x + 0,0096330860$	50,7
9	kuusi	2	tuorekangas	$y = 0,0000005306x^4 - 0,0000448023x^3 + 0,0012362144x^2 - 0,0014654573x + 0,0164931209$	53,7
10	kuusi	2	kuivahko kangas	$y = 0,0000013384x^4 - 0,0000816544x^3 + 0,0017079190x^2 + 0,0008330889x + 0,0132025288$	40
11	kuusi	2	kuivakangas	$y = 0,0000040479x^4 - 0,0001761466x^3 + 0,0027120941x^2 + 0,0028549025x + 0,0111397051$	29,3
12	kuusi	2	karukkokangas	$y = 0,0000092054x^4 - 0,0003755234x^3 + 0,0052546605x^2 - 0,0051711784x + 0,0160875537$	25,5
13	kuusi	3	lehto	$y = 0,0000122709x^3 - 0,0007624465x^2 + 0,0290175225x - 0,0309302578$	48,3
14	kuusi	3	lehtomainen kangas	$y = 0,0000000372x^5 - 0,0000032919x^4 + 0,0001048535x^3 - 0,0013661297x^2 + 0,0173523584x - 0,0041851545$	45,6
15	kuusi	3	tuorekangas	$y = 0,0000008241x^4 - 0,0000591222x^3 + 0,0014262304x^2 - 0,0001559167x + 0,0149484085$	46,2
16	kuusi	3	kuivahko kangas	$y = 0,0000018927x^4 - 0,0000772079x^3 + 0,0012286067x^2 + 0,0087162361x + 0,0067653140$	31,8
17	kuusi	3	kuivakangas	$y = 0,0000007434x^5 - 0,0000389231x^4 + 0,0007562472x^3 - 0,0060387418x^2 + 0,0369600166x - 0,0055048664$	24,8
18	kuusi	3	karukkokangas	$y = 0,0000018814x^5 - 0,0000895617x^4 + 0,0015570974x^3 - 0,0110989030x^2 + 0,0500584897x - 0,0068869694$	21,8
19	kuusi	4	lehto	$y = 0,0000001362x^5 - 0,0000089326x^4 + 0,0002173264x^3 - 0,0021928022x^2 + 0,0227845402x - 0,0043775857$	33,7

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuusluokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
20	kuusi	4	lehtomainen kangas	$y = 0,0000049058x^4 - 0,0002520313x^3 + 0,0043429636x^2 - 0,0095134968x + 0,0253623319$	31,3
21	kuusi	4	tuorekangas	$y = 0,0000038422x^4 - 0,0001752678x^3 + 0,0028749856x^2 + 0,0007796390x + 0,0148666980$	29,8
22	kuusi	4	kuivahko kangas	$y = 0,0000015843x^5 - 0,0000734457x^4 + 0,0012755734x^3 - 0,0091984010x^2 + 0,0464506582x - 0,0076350317$	21,4
23	kuusi	4	kuivakangas	$y = 0,0000050816x^5 - 0,0001963719x^4 + 0,0028507686x^3 - 0,0173939950x^2 + 0,0655229900x - 0,0088755793$	17,4
24	kuusi	4	karukkokangas	$y = 0,000000094x^5 - 0,0000016212x^4 + 0,0001104195x^3 - 0,0035850719x^2 + 0,0628358948x - 0,0934533866$	15,6
25	mänty	1	lehto	$y = 0,0000004623x^4 - 0,0000222413x^3 + 0,0001927273x^2 + 0,0120210416x - 0,0075600744$	48,3
26	mänty	1	lehtomainen kangas	$y = 0,0000000098x^5 + 0,0000001796x^4 - 0,0000515518x^3 + 0,0015055128x^2 - 0,0006701712x + 0,0042664418$	46,7
27	mänty	1	tuorekangas	$y = 0,0000013512x^4 - 0,0001013567x^3 + 0,0023850056x^2 - 0,0060850485x + 0,0064301561$	46,7
28	mänty	1	kuivahko kangas	$y = 0,0000012252x^4 - 0,0000893534x^3 + 0,0021243604x^2 - 0,0042316368x + 0,0101178798$	45,1
29	mänty	1	kuivakangas	$y = 0,0000012644x^4 - 0,0000693070x^3 + 0,0010995711x^2 + 0,0077363288x - 0,0045700136$	41,8
30	mänty	1	karukkokangas	$y = 0,0000000283x^5 + 0,0000006755x^4 - 0,0001089991x^3 + 0,0024651722x^2 - 0,0018870714x + 0,0052463026$	37,1
31	mänty	2	lehto	$y = 0,0000009335x^4 - 0,0000663941x^3 + 0,0014401761x^2 + 0,0015466061x + 0,0000349890$	48,3
32	mänty	2	lehtomainen kangas	$y = 0,0000006174x^4 - 0,0000326284x^3 + 0,0004487432x^2 + 0,0105988127x - 0,0075041933$	46,2
33	mänty	2	tuorekangas	$y = 0,0000229170x^3 - 0,0010204842x^2 + 0,0216302498x - 0,0105496624$	45,7
34	mänty	2	kuivahko kangas	$y = 0,0000010166x^4 - 0,0000676667x^3 + 0,0014820782x^2 + 0,0015167476x + 0,0046006516$	44,3
35	mänty	2	kuivakangas	$y = 0,0000020094x^4 - 0,0001301944x^3 + 0,0026234281x^2 - 0,0040767151x + 0,0070796259$	41,7
36	mänty	2	karukkokangas	$y = 0,0000030626x^4 - 0,0001696886x^3 + 0,0029412809x^2 - 0,0017420282x + 0,0028058062$	36,5
37	mänty	3	lehto	$y = 0,0000003836x^4 - 0,0000136713x^3 - 0,0000543905x^2 + 0,0147055443x - 0,0115382974$	47,2
38	mänty	3	lehtomainen kangas	$y = 0,0000000581x^5 - 0,0000047820x^4 + 0,0001280600x^3 - 0,0011291177x^2 + 0,0132446600x + 0,0021001166$	44,6
39	mänty	3	tuorekangas	$y = 0,0000005446x^4 - 0,0000164774x^3 - 0,0001563580x^2 + 0,0170326122x - 0,0151731205$	43,7
40	mänty	3	kuivahko kangas	$y = 0,0000012675x^4 - 0,0000882199x^3 + 0,0020954396x^2 - 0,0031922096x + 0,0113978403$	42,2
41	mänty	3	kuivakangas	$y = 0,0000000485x^5 - 0,0000019886x^4 - 0,0000093689x^3 + 0,0010724885x^2 + 0,0036876387x + 0,0065684616$	39,3
42	mänty	3	karukkokangas	$y = 0,0000003745x^5 - 0,0000274009x^4 + 0,0007016601x^3 - 0,0072645366x^2 + 0,0404266958x - 0,0025942599$	34,5
43	mänty	4	lehto	$y = 0,0000201272x^3 - 0,0007666773x^2 + 0,0187609364x - 0,0056661884$	43,7

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuus- luokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
44	mänty	4	lehtomainen kangas	$y = 0,0000225723x^3 - 0,0006202513x^2 + 0,0177580701x - 0,0011832482$	38,1
45	mänty	4	tuorekangas	$y = 0,0000127058x^3 + 0,0001898738x^2 + 0,0042006395x + 0,0443521300$	36
46	mänty	4	kuivahko kangas	$y = 0,0000116647x^3 + 0,0000042624x^2 + 0,0117378253x + 0,0070122178$	36,3
47	mänty	4	kuivakangas	$y = 0,0000038240x^4 - 0,0001528377x^3 + 0,0019583311x^2 + 0,0093019582x - 0,0011384075$	30,2
48	mänty	4	karukkokangas	$y = 0,0000759311x^3 - 0,0018448651x^2 + 0,0292579425x - 0,0051270841$	27,8
49	raudus	1	lehto	$y = 0,0000000698x^5 - 0,0000029907x^4 + 0,0000126208x^3 + 0,0006443447x^2 + 0,0081154853x + 0,0028446742$	36,8
50	raudus	1	lehtomainen kangas	$y = 0,0000004286x^5 - 0,0000315153x^4 + 0,0008107264x^3 - 0,0084532404x^2 + 0,0439597902x - 0,0043918714$	34,5
51	raudus	1	tuorekangas	$y = 0,0000004916x^5 - 0,0000342620x^4 + 0,0008300406x^3 - 0,0080614969x^2 + 0,0409280753x - 0,0062904828$	33,1
52	raudus	1	kuivahko kangas	$y = 0,0000848874x^3 - 0,0025538279x^2 + 0,0357856249x - 0,0197727664$	29,7
53	raudus	1	kuivakangas	$y = 0,0000026167x^5 - 0,0000929878x^4 + 0,0011342487x^3 - 0,0054258503x^2 + 0,0332693801x + 0,0003155131$	19,8
54	raudus	1	karukkokangas	$y = 0,0000124704x^5 - 0,0004611922x^4 + 0,0060537298x^3 - 0,0328496818x^2 + 0,0907612742x - 0,0041143955$	17
55	raudus	2	lehto	$y = 0,0000023886x^4 - 0,0001199093x^3 + 0,0017604835x^2 + 0,0064533491x + 0,0003928322$	36,8
56	raudus	2	lehtomainen kangas	$y = 0,0000001835x^5 - 0,0000111267x^4 + 0,0002244220x^3 - 0,0016810971x^2 + 0,0179017119x + 0,0010852197$	34,4
57	raudus	2	tuorekangas	$y = 0,0000006281x^5 - 0,0000454954x^4 + 0,0011532698x^3 - 0,0118540667x^2 + 0,0561558320x - 0,0080901647$	33
58	raudus	2	kuivahko kangas	$y = 0,0000800245x^3 - 0,0022774568x^2 + 0,0326993896x - 0,0144578193$	29,5
59	raudus	2	kuivakangas	$y = 0,0000041677x^5 - 0,0001574013x^4 + 0,0020859079x^3 - 0,0112566189x^2 + 0,0463268449x - 0,0010374605$	19,3
60	raudus	2	karukkokangas	$y = 0,0000129718x^5 - 0,0004756278x^4 + 0,0061959914x^3 - 0,0334149409x^2 + 0,0918745245x - 0,0041449752$	16,8
61	raudus	3	lehto	$y = 0,0000000812x^5 - 0,0000025757x^4 - 0,0000173798x^3 + 0,0010223015x^2 + 0,0081035278x + 0,0043284919$	34,1
62	raudus	3	lehtomainen kangas	$y = 0,0000007434x^5 - 0,0000509956x^4 + 0,0012244189x^3 - 0,0119180632x^2 + 0,0550499985x - 0,0089540976$	31,4
63	raudus	3	tuorekangas	$y = 0,0000044906x^4 - 0,0001489538x^3 + 0,0013133137x^2 + 0,0156569208x - 0,0038277485$	28,6
64	raudus	3	kuivahko kangas	$y = 0,0000843469x^3 - 0,0014555367x^2 + 0,0237551975x + 0,0050821260$	25,2
65	raudus	3	kuivakangas	$y = 0,0000134762x^5 - 0,0004836110x^4 + 0,0061431121x^3 - 0,0320798098x^2 + 0,0873219905x - 0,0061012210$	16,6
66	raudus	3	karukkokangas	$y = 0,0000276450x^5 - 0,0008898351x^4 + 0,0101340238x^3 - 0,0473476725x^2 + 0,1086884842x - 0,0051200733$	14,7
67	raudus	4	lehto	$y = 0,0000142294x^3 + 0,0006851383x^2 + 0,0038379153x + 0,0305639777$	28,5

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuus-luokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
68	raudus	4	lehtomainen kangas	$y = 0,0000821947x^3 - 0,0013489222x^2 + 0,0225653406x + 0,0086468736$	25,2
69	raudus	4	tuorekangas	$y = 0,0001487373x^3 - 0,0032477261x^2 + 0,0384672973x - 0,0112808847$	23,5
70	raudus	4	kuivahko kangas	$y = 0,0000237811x^4 - 0,0006969965x^3 + 0,0063541234x^2 + 0,0058201682x + 0,0066524128$	20,7
71	raudus	4	kuivakangas	$y = 0,0000341585x^5 - 0,0010567167x^4 + 0,0115821628x^3 - 0,0522670867x^2 + 0,1164330642x - 0,0110599387$	14,1
72	raudus	4	karukkokangas	$y = 0,0000607977x^5 - 0,0017280977x^4 + 0,0173812267x^3 - 0,0718177791x^2 + 0,1399870537x - 0,0109816278$	12,8
73	hies	1	lehto	$y = 0,0000005147x^5 - 0,0000397530x^4 + 0,0010706348x^3 - 0,0116114394x^2 + 0,0563842058x - 0,0081785677$	34,6
74	hies	1	lehtomainen kangas	$y = 0,0000008478x^5 - 0,0000578998x^4 + 0,0013844346x^3 - 0,0134123160x^2 + 0,0598250568x - 0,0064807858$	30,8
75	hies	1	tuorekangas	$y = 0,0000008494x^5 - 0,0000570531x^4 + 0,0013427466x^3 - 0,0128234040x^2 + 0,0577501024x - 0,0077276424$	30,4
76	hies	1	kuivahko kangas	$y = 0,0000011998x^5 - 0,0000697299x^4 + 0,0014158143x^3 - 0,0115995601x^2 + 0,0505531563x - 0,0090827056$	27,2
77	hies	1	kuivakangas	$y = 0,0000195064x^5 - 0,0006349216x^4 + 0,0073406555x^3 - 0,0351181493x^2 + 0,0908986831x - 0,0032060826$	15,2
78	hies	1	karukkokangas	$y = 0,0000016683x^5 - 0,0000969083x^4 + 0,0021895457x^3 - 0,0235631730x^2 + 0,1367625836x - 0,1076733924$	13,2
79	hies	2	lehto	$y = 0,0000005078x^5 - 0,0000396260x^4 + 0,0010777939x^3 - 0,0118120982x^2 + 0,0575682212x - 0,0096812959$	34,9
80	hies	2	lehtomainen kangas	$y = 0,0000007892x^5 - 0,0000545302x^4 + 0,0013190001x^3 - 0,0129279489x^2 + 0,0586627985x - 0,0068225071$	31,1
81	hies	2	tuorekangas	$y = 0,0000009307x^5 - 0,0000626945x^4 + 0,0014860637x^3 - 0,0143806824x^2 + 0,0637802760x - 0,0046716255$	30,1
82	hies	2	kuivahko kangas	$y = 0,0000013047x^5 - 0,0000748816x^4 + 0,0015031182x^3 - 0,0121962798x^2 + 0,0522196363x - 0,0092041945$	26,8
83	hies	2	kuivakangas	$y = 0,0000199097x^5 - 0,0006442758x^4 + 0,0074117015x^3 - 0,0353237563x^2 + 0,0913360115x - 0,0032317430$	15,1
84	hies	2	karukkokangas	$y = 0,0000434301x^5 - 0,0012348638x^4 + 0,0125008008x^3 - 0,0525099819x^2 + 0,1142383729x - 0,0022700043$	13,1
85	hies	3	lehto	$y = 0,0000008926x^5 - 0,0000586134x^4 + 0,0013438732x^3 - 0,0124500644x^2 + 0,0553706773x - 0,0088025839$	30,1
86	hies	3	lehtomainen kangas	$y = 0,0000011983x^5 - 0,0000734126x^4 + 0,0015788582x^3 - 0,0138170861x^2 + 0,0589918348x - 0,0079444343$	27,9
87	hies	3	tuorekangas	$y = 0,0000024729x^5 - 0,0001290246x^4 + 0,0023699864x^3 - 0,0177546791x^2 + 0,0658269113x - 0,0055008469$	23,9
88	hies	3	kuivahko kangas	$y = 0,0003131284x^3 - 0,0068869653x^2 + 0,0632760365x - 0,0340467609$	20
89	hies	3	kuivakangas	$y = 0,0000469941x^5 - 0,0013264440x^4 + 0,0132503785x^3 - 0,0542358803x^2 + 0,1129146343x - 0,0040491170$	13
90	hies	3	karukkokangas	$y = 0,0000973178x^5 - 0,0024765182x^4 + 0,0223414139x^3 - 0,0827234057x^2 + 0,1457634078x - 0,0033752688$	11,5
91	hies	4	lehto	$y = 0,0001056533x^3 - 0,0018595467x^2 + 0,0276357197x + 0,0014319387$	23,7

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuusluokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
92	hies	4	lehtomainen kangas	$y = 0,0000135491x^4 - 0,0002887099x^3 + 0,0014516350x^2 + 0,0247671329x - 0,0038273969$	20,5
93	hies	4	tuorekangas	$y = 0,0000520241x^4 - 0,0015190382x^3 + 0,0140511857x^2 - 0,0150064164x + 0,0165457552$	18,4
94	hies	4	kuivahko kangas	$y = 0,0000946763x^4 - 0,0025073073x^3 + 0,0211413109x^2 - 0,0274326999x + 0,0237633916$	16,1
95	hies	4	kuivakangas	$y = 0,0001112251x^5 - 0,0027012577x^4 + 0,0231219019x^3 - 0,0808900733x^2 + 0,1407658016x - 0,0085794462$	11,1
96	hies	4	karukkokangas	$y = 0,0002010279x^5 - 0,0045434558x^4 + 0,0360747028x^3 - 0,1164661501x^2 + 0,1750207637x - 0,0087745744$	10,2
97	haapa	1	lehto	$y = 0,0000004911x^5 - 0,0000364224x^4 + 0,0009463543x^3 - 0,0099537068x^2 + 0,0497723271x - 0,0052573545$	33,7
98	haapa	1	lehtomainen kangas	$y = 0,0000006389x^5 - 0,0000448857x^4 + 0,0011066815x^3 - 0,0110807294x^2 + 0,0529277624x - 0,0053017914$	31,9
99	haapa	1	tuorekangas	$y = 0,0000079795x^4 - 0,0004296518x^3 + 0,0072278336x^2 - 0,0222549155x + 0,0216449596$	31,4
100	haapa	1	kuivahko kangas	$y = 0,0000025340x^5 - 0,0001252167x^4 + 0,0021839468x^3 - 0,0155782893x^2 + 0,0596280231x - 0,0065490851$	23
101	haapa	1	kuivakangas	$y = 0,0000113631x^5 - 0,0004077298x^4 + 0,0051975367x^3 - 0,0273533659x^2 + 0,0790810564x - 0,0031555977$	16,8
102	haapa	1	karukkokangas	$y = 0,0000233258x^5 - 0,0007620291x^4 + 0,0088408222x^3 - 0,0423768934x^2 + 0,1028515013x - 0,0028496552$	15
103	haapa	2	lehto	$y = 0,0000004952x^5 - 0,0000373045x^4 + 0,0009829351x^3 - 0,0104664729x^2 + 0,0520280776x - 0,0067635479$	34
104	haapa	2	lehtomainen kangas	$y = 0,0000005734x^5 - 0,0000429847x^4 + 0,0011286691x^3 - 0,0120179552x^2 + 0,0581328449x - 0,0081317520$	33,5
105	haapa	2	tuorekangas	$y = 0,0000084733x^4 - 0,0004459214x^3 + 0,0073424690x^2 - 0,0218166161x + 0,0214580688$	30,8
106	haapa	2	kuivahko kangas	$y = 0,0000026447x^5 - 0,0001281296x^4 + 0,0021927625x^3 - 0,0153685162x^2 + 0,0588012658x - 0,0058806919$	22,7
107	haapa	2	kuivakangas	$y = 0,0000108433x^5 - 0,0003926531x^4 + 0,0050555795x^3 - 0,0269215264x^2 + 0,0788169919x - 0,0034048924$	17
108	haapa	2	karukkokangas	$y = 0,0000245697x^5 - 0,0007935809x^4 + 0,0091121621x^3 - 0,0432970898x^2 + 0,1043628446x - 0,0028581742$	14,8
109	haapa	3	lehto	$y = 0,0000005817x^5 - 0,0000388786x^4 + 0,0009104427x^3 - 0,0086232657x^2 + 0,0433743113x - 0,0060358705$	31,2
110	haapa	3	lehtomainen kangas	$y = 0,0000008455x^5 - 0,0000541241x^4 + 0,0012171283x^3 - 0,0111218403x^2 + 0,0512982223x - 0,0068051191$	29,4
111	haapa	3	tuorekangas	$y = 0,0001562745x^3 - 0,0046067531x^2 + 0,0537072162x - 0,0412866515$	26
112	haapa	3	kuivahko kangas	$y = 0,0003543187x^3 - 0,0078771000x^2 + 0,0700779711x - 0,0376300965$	19,6
113	haapa	3	kuivakangas	$y = 0,0000206683x^5 - 0,0006761866x^4 + 0,0078290083x^3 - 0,0371976946x^2 + 0,0928146663x - 0,0049042456$	15,2
114	haapa	3	karukkokangas	$y = 0,0000439513x^5 - 0,0012918402x^4 + 0,0134394830x^3 - 0,0573061683x^2 + 0,1192271055x - 0,0040964012$	13,4
115	haapa	4	lehto	$y = 0,0000048016x^4 - 0,0001117991x^3 + 0,0003543209x^2 + 0,0226836786x - 0,0063111968$	25,8

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuus- luokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
I16	haapa	4	lehtomainen kangas	$y = 0,0000919159x^3 - 0,0013406533x^2 + 0,0229964151x + 0,0086222734$	23,7
I17	haapa	4	tuorekangas	$y = 0,0001862663x^3 - 0,0038237204x^2 + 0,0422245854x - 0,0127054555$	21,8
I18	haapa	4	kuivahko kangas	$y = 0,0000116611x^5 - 0,0003967235x^4 + 0,0047990655x^3 - 0,0240006334x^2 + 0,0726713154x - 0,0077883137$	16,3
I19	haapa	4	kuivakangas	$y = 0,0000449284x^5 - 0,0013038827x^4 + 0,0133998791x^3 - 0,0566353526x^2 + 0,1195635316x - 0,0100572770$	13,3
I20	haapa	4	karukkokangas	$y = 0,0000843400x^5 - 0,0022248614x^4 + 0,0207460282x^3 - 0,0793170088x^2 + 0,1446013272x - 0,0096399207$	11,9
I21	tervaleppä	1	lehto	$y = 0,0000074496x^5 - 0,0003525090x^4 + 0,0059404760x^3 - 0,0415701978x^2 + 0,1244785725x - 0,0023168716$	20,5
I22	tervaleppä	1	lehtomainen kangas	$y = 0,0000128704x^5 - 0,0005507459x^4 + 0,0084512065x^3 - 0,0543659749x^2 + 0,1493117306x - 0,0015781598$	18,3
I23	tervaleppä	1	tuorekangas	$y = 0,0000120440x^5 - 0,0004985693x^4 + 0,0073668242x^3 - 0,0453107979x^2 + 0,1239013027x - 0,0021327974$	18,1
I24	tervaleppä	1	kuivahko kangas	$y = 0,0000988573x^5 - 0,0026154349x^4 + 0,0245845858x^3 - 0,0956244366x^2 + 0,1696714860x - 0,0020026933$	11,8
I25	tervaleppä	1	kuivakangas	$y = 0,0004043769x^5 - 0,0089613217x^4 + 0,0712133327x^3 - 0,2367022954x^2 + 0,3241998142x - 0,0006634528$	9,37
I26	tervaleppä	1	karukkokangas	$y = 0,0053924930x^3 - 0,0590984236x^2 + 0,2201961376x - 0,0256368371$	8,4
I27	tervaleppä	2	lehto	$y = 0,0000075081x^5 - 0,0003506327x^4 + 0,0058294432x^3 - 0,0402069148x^2 + 0,1199446382x - 0,0026136340$	20,3
I28	tervaleppä	2	lehtomainen kangas	$y = 0,0000145047x^5 - 0,0006014285x^4 + 0,0089383388x^3 - 0,0556707462x^2 + 0,1490098749x - 0,0016618983$	17,8
I29	tervaleppä	2	tuorekangas	$y = 0,0000132149x^5 - 0,0005805631x^4 + 0,0091730318x^3 - 0,0610986544x^2 + 0,1701848768x - 0,0011818426$	18,5
I30	tervaleppä	2	kuivahko kangas	$y = 0,0019794703x^3 - 0,0307260916x^2 + 0,1574728842x - 0,0118975512$	12
I31	tervaleppä	2	kuivakangas	$y = 0,0004318896x^5 - 0,0094351732x^4 + 0,0739824124x^3 - 0,2429702683x^2 + 0,3295543992x - 0,0006597002$	9,23
I32	tervaleppä	2	karukkokangas	$y = 0,0057173199x^3 - 0,0617247899x^2 + 0,2259910364x - 0,0255182941$	8,26
I33	tervaleppä	3	lehto	$y = 0,0000082551x^5 - 0,0003559860x^4 + 0,0054499415x^3 - 0,0344546810x^2 + 0,1004627207x - 0,0032690688$	19,2
I34	tervaleppä	3	lehtomainen kangas	$y = 0,0000141998x^5 - 0,0005663320x^4 + 0,0080472709x^3 - 0,0475170982x^2 + 0,1254229615x - 0,0030199959$	17,5
I35	tervaleppä	3	tuorekangas	$y = 0,0000162769x^5 - 0,0005859380x^4 + 0,0075014554x^3 - 0,0397237899x^2 + 0,1025931440x - 0,0025992132$	16,3
I36	tervaleppä	3	kuivahko kangas	$y = 0,0001040101x^5 - 0,0027123121x^4 + 0,0250222206x^3 - 0,0946173574x^2 + 0,1625612077x - 0,0038541966$	11,6
I37	tervaleppä	3	kuivakangas	$y = 0,0003465269x^5 - 0,0075489957x^4 + 0,0583114029x^3 - 0,1852030100x^2 + 0,2496181502x - 0,0024301401$	9,47
I38	tervaleppä	3	karukkokangas	$y = 0,0006307148x^5 - 0,0127831695x^4 + 0,0918602416x^3 - 0,2716487035x^2 + 0,3275330978x - 0,0017410250$	8,66
I39	tervaleppä	4	lehto	$y = 0,0000109015x^5 - 0,0004002291x^4 + 0,0052118785x^3 - 0,0279047711x^2 + 0,0799147601x - 0,0042342366$	17,1

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuus- luokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
140	tervaleppä	4	lehtomainen kangas	$y = 0,0000232563x^5 - 0,0007786065x^4 + 0,0092497879x^3 - 0,0451945856x^2 + 0,1074552414x - 0,0040762029$	15,2
141	tervaleppä	4	tuorekangas	$y = 0,0000222440x^5 - 0,0007248221x^4 + 0,0083510986x^3 - 0,0394504590x^2 + 0,0966699136x - 0,0079985370$	15
142	tervaleppä	4	kuivahko kangas	$y = 0,0001195714x^5 - 0,0029180046x^4 + 0,0250762833x^3 - 0,0880100258x^2 + 0,1496041466x - 0,0094044374$	11,1
143	tervaleppä	4	kuivakangas	$y = 0,0003526446x^5 - 0,0074890484x^4 + 0,0557315217x^3 - 0,1679583885x^2 + 0,2211855538x - 0,0091879247$	9,41
144	tervaleppä	4	karukkokangas	$y = 0,0049165839x^3 - 0,0569047042x^2 + 0,2187235843x - 0,0565417242$	8,77
145	muu lehtipuu	1	lehto	$y = 0,0000159331x^5 - 0,0006551323x^4 + 0,0096463222x^3 - 0,0594495816x^2 + 0,1557082599x - 0,0009990372$	17,6
146	muu lehtipuu	1	lehtomainen kangas	$y = 0,0000205100x^5 - 0,0007254342x^4 + 0,0093421540x^3 - 0,0512173513x^2 + 0,1319081391x - 0,0004774367$	15,4
147	muu lehtipuu	1	tuorekangas	$y = 0,0000401044x^5 - 0,0013620237x^4 + 0,0166251208x^3 - 0,0854673359x^2 + 0,1885573057x - 0,0007201616$	14,6
148	muu lehtipuu	1	kuivahko kangas	$y = 0,0002650248x^5 - 0,0060471431x^4 + 0,0492898767x^3 - 0,1672909525x^2 + 0,2451454027x - 0,0006349294$	9,91
149	muu lehtipuu	1	kuivakangas	$y = 0,0026390485x^4 - 0,0378261877x^3 + 0,1704826425x^2 - 0,1726942108x + 0,0023550176$	7,95
150	muu lehtipuu	1	karukkokangas	$y = 0,0093497583x^3 - 0,0837830610x^2 + 0,2517833753x - 0,0135120058$	7,01
151	muu lehtipuu	2	lehto	$y = 0,0000154781x^5 - 0,0006291426x^4 + 0,0091523543x^3 - 0,0556536543x^2 + 0,1459033017x - 0,0011735548$	17,5
152	muu lehtipuu	2	lehtomainen kangas	$y = 0,0010104419x^3 - 0,0177529097x^2 + 0,1097035692x - 0,0173601891$	14,3
153	muu lehtipuu	2	tuorekangas	$y = 0,0009902020x^3 - 0,0180949531x^2 + 0,1133238427x - 0,0136136818$	14,7
154	muu lehtipuu	2	kuivahko kangas	$y = 0,0002614646x^5 - 0,0059727446x^4 + 0,0487995206x^3 - 0,1663751121x^2 + 0,2456566987x - 0,0006193862$	9,92
155	muu lehtipuu	2	kuivakangas	$y = 0,0070031761x^3 - 0,0686189565x^2 + 0,2293861734x - 0,0180324391$	7,67
156	muu lehtipuu	2	karukkokangas	$y = 0,0096623996x^3 - 0,0864707998x^2 + 0,2587742488x - 0,0141651976$	6,95
157	muu lehtipuu	3	lehto	$y = 0,0000191741x^5 - 0,0007210959x^4 + 0,0096521416x^3 - 0,0536080315x^2 + 0,1325356110x - 0,0018781810$	16,5
158	muu lehtipuu	3	lehtomainen kangas	$y = 0,0000341563x^5 - 0,0011529939x^4 + 0,0139572824x^3 - 0,0707435928x^2 + 0,1588258703x - 0,0012299346$	14,7
159	muu lehtipuu	3	tuorekangas	$y = 0,0000440456x^5 - 0,0013787066x^4 + 0,0153463234x^3 - 0,0707112495x^2 + 0,1470997311x - 0,0013175106$	13,9
160	muu lehtipuu	3	kuivahko kangas	$y = 0,0002722786x^5 - 0,0060045435x^4 + 0,0469498663x^3 - 0,1510238501x^2 + 0,2142271115x - 0,0017976770$	9,74
161	muu lehtipuu	3	kuivakangas	$y = 0,0009667794x^5 - 0,0183945971x^4 + 0,1240917529x^3 - 0,3448562969x^2 + 0,3852069122x - 0,0009318150$	8,09
162	muu lehtipuu	3	karukkokangas	$y = 0,0076237774x^3 - 0,0730281879x^2 + 0,2298242375x - 0,0247438319$	7,54
163	muu lehtipuu	4	lehto	$y = 0,0000323070x^5 - 0,0010219432x^4 + 0,0114310178x^3 - 0,0524164810x^2 + 0,1155566015x - 0,0031287472$	14,4

	Puulaji	Vyöhyke	Kasvillisuus-luokka	Lahopuupotentiaalifunktio	KLP cm
I64	muu lehtipuu	4	lehtomainen kangas	$y = 0,0000634743x^5 - 0,0018274664x^4 + 0,0186526646x^3 - 0,0783238736x^2 + 0,1495900203x - 0,0025211789$	12,8
I65	muu lehtipuu	4	tuorekangas	$y = 0,0000571733x^5 - 0,0015683402x^4 + 0,0151450449x^3 - 0,0595812600x^2 + 0,1177980604x - 0,0055481454$	12,7
I66	muu lehtipuu	4	kuivahko kangas	$y = 0,0003133823x^5 - 0,0064099859x^4 + 0,0458978425x^3 - 0,1330159652x^2 + 0,1814353937x - 0,0061431270$	9,31
I67	muu lehtipuu	4	kuivakangas	$y = 0,0007835618x^5 - 0,0145607268x^4 + 0,0942725426x^3 - 0,2456538957x^2 + 0,2703820828x - 0,0062743999$	8,24
I68	muu lehtipuu	4	karukkokangas	$y = 0,0011059106x^5 - 0,0200709884x^4 + 0,1267110787x^3 - 0,3214094244x^2 + 0,3292721334x - 0,0068760501$	7,94

Liite VI. Zonation set up

Tämän liitteen teksti on tarkoitettu Zonation-analyysijä valmisteleville henkilöille, minkä vuoksi liitteen tekstejä ei ole selitetty enempää.

Analyysissä ei käytetty hierarkkista maskia.

Taulukko 16. Metsien monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysiversioiden aineistot, ominaisuudet ja aineistoille tehdyt muunnokset. Aineistopakka = Lahopuupotentiaalisyyttäaineistojen 20 kpl (puulaji-kasvillisuusluokat) muodostama kokonaisuus

Versio 1	
Version aineistot	1 aineistopakka, 20 piirrekerrosta
Version ominaisuudet	Paikallinen laatu eli vain puulaji-kasvillisuusluokkien mukaiset lahopuupotentiaalit
Tehdyt muunnokset	Ei muunnoksia
Versio 2	
Version aineistot	1 aineistopakka, 20 piirrekerrosta
Version ominaisuudet	Lahopuupotentiaalit ja niiden arvoa alentavat metsänkäsittelytoimenpiteiden ja ojituksen sakotusvaikutukset
Tehdyt muunnokset	1. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella
Versio 3	
Version aineistot	2 aineistopakkaa, yhteensä 40 piirrekerrosta
Version ominaisuudet	Lahopuupotentiaalit, niiden arvoa alentavat metsänkäsittelytoimenpiteiden ja ojituksen sakotusvaikutukset sekä metsikkötason kytkeytyvyys samankaltaisuuskytkeytyvyyteen perustuen
Tehdyt muunnokset	1. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella ja se muunnettiin metsikkötason kytkeytyvyydellä samankaltaisuusmatriisin avulla (alpha 0.005 = 400m) 2. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella
Versio 4	
Version aineistot	2 aineistopakkaa + 1 lajipiirrekerros: yhteensä 41 piirrekerrosta
Version ominaisuudet	Lahopuupotentiaalit, niiden arvoa alentavat metsänkäsittelytoimenpiteiden ja ojituksen sakotusvaikutukset, metsikkötason kytkeytyvyys samankaltaisuuskytkeytyvyyteen perustuen sekä punaisen listan metsälajit
Tehdyt muunnokset	1. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella ja se muunnettiin metsikkötason kytkeytyvyydellä samankaltaisuusmatriisin avulla (alpha 0.005 = 400 m) 2. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella Lajipiirrekerrokselle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella
Versio 5	
Version aineistot	2 aineistopakkaa + 2 lajipiirrekerrosta + 1 interaktiokerros (Metsälain 10 § kohteet): yhteensä 43 piirrekerrosta
Version ominaisuudet	Lahopuupotentiaalit, niiden arvoa alentavat metsänkäsittelytoimenpiteiden ja ojituksen sakotusvaikutukset, metsikkötason kytkeytyvyys samankaltaisuuskytkeytyvyyteen perustuen, punaisen listan metsälajit sekä kytkeytyvyys metsälakikohteille
Tehdyt muunnokset	1. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella ja muunnettiin metsikkötason kytkeytyvyydellä samankaltaisuusmatriisin avulla (alpha 0.005 = 400m) 2. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella ja se muunnettiin interaktiokytkeytyvyydellä metsälain 10 § kohteille 200 metrin etäisyyskernelillä (alpha = 0,01) 1. lajipiirrekerrokselle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella ja se muunnettiin interaktiokytkeytyvyydellä metsälain 10 § kohteille 200 metrin etäisyyskernelillä (alpha = 0,01) 2. lajipiirrekerrokselle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella Metsälain 10 § kohteet -kerrosta ei muunneta, painoarvo 0

Versio 6	
Version aineistot	3 aineistopakkaa + 3 lajipiirrekerrosta + I interaktiokerros (Metsälain 10 § kohteet) + I interaktiokerros (pysyvät suojelualueet): yhteensä 65 piirrekerrosta
Version ominaisuudet	Lahopuupotentiaalit, niiden arvoa alentavat metsänkäsittelytoimenpiteiden ja ojituksen sakotusvaikutukset, metsikkötason kytkeytyvyys samankaltaisuuskytkeytyvyyteen perustuen, punaisen listan metsälajit sekä kytkeytyvyys metsälakikohteille ja suojelualueille
Tehdyt muunnokset	<p>1. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella ja se muunnettiin metsikkötason kytkeytyvyydellä samankaltaisuusmatriisiin avulla ($\alpha = 0,005 = 400 \text{ m}$)</p> <p>2. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella sekä muunnettiin interaktiokytkeytyvyydellä metsälain 10 § kohteille 200 metrin etäisyyskernelillä ($\alpha = 0,01$)</p> <p>3. aineistopakalle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella sekä muunnettiin interaktiokytkeytyvyydellä pysyville suojelualueille 2000 metrin etäisyyskernelillä ($\alpha = 0,001$)</p> <p>1. lajipiirrekerrokselle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella sekä muunnettiin interaktiokytkeytyvyydellä metsälain 10 § kohteille 200 metrin etäisyyskernelillä ($\alpha = 0,01$)</p> <p>2. lajipiirrekerrokselle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella sekä muunnettiin interaktiokytkeytyvyydellä pysyville suojelualueille 2000 metrin etäisyyskernelillä ($\alpha = 0,001$)</p> <p>3. lajipiirrekerrokselle laskettiin arvonalenema sakkokerroksen perusteella</p> <p>Metsälain 10 § kohteiden kerrosta ei muunnettu, painoarvo 0</p> <p>Suojelualueiden piirrekerrosta ei muunnettu, painoarvo 0</p>

Sanasto laskennallisen mallin ymmärtämistä varten

VMA	valtakunnallinen puustoisten elinympäristöjen analyysi
AMA	100 % alueellinen puustoisten elinympäristöjen analyysi ELYy-keskusten rajojen mukaisesti
06	Analyysin version numero
TP	Metsänhoidollisten toimenpiteiden sakotus
OJ	Ojituksen sakotus
metkyt	Metsikkötason kytkeytyvyys (samankaltaisuuskytkeytyvyys)
lajit	Analyysissä on mukana punaisen listan lajit joiden ensisijainen elinympäristö on jokin metsäinen elinympäristö
ML	Kytkeytyvyys metsälain 10 § kohteille (interaktiokytkeytyvyys VMA04-analyysin WRSCR-kerroksesta leikatun interaktiokerroksen perusteella)
SA	Kytkeytyvyys suojelualueille (interaktiokytkeytyvyys VMA04-analyysin WRSCR kerroksesta leikatun interaktiokerroksen perusteella)
kerran	Analyysissä tehtävät kytkeytyvyysmuunnokset kohdistuvat vain kerran kuhunkin piirrekerrokseen (ei muunneta jo kytkeytyvyysmuunnettua)

Muu sanasto on Zonationin käyttämää termistöä (Moilanen ym. 2014)

dat: settings_AMA06_TP_OJ_metkyt_lajit_ML_SA_2018

[Settings]

removal rule = 2

warp factor = 4000

edge removal = 1

use interactions = 1

interaction file = interact_ML_SA_kerran.txt

mask missing areas = 0

area mask file =

use groups = 1

groups file = groups_kunto_06_ML_SA.txt

use condition layer = 1

condition file = kuntokerroslistaTP_OJ2018.txt

[Community analysis settings]

load similarity matrix = 1

connectivity similarity matrix file = Samankaltaisuusmatriisi_VMA.txt

apply to connectivity = 1

[Administrative units]

use ADMUs = 1

ADMU descriptions file = ADMU_alueet_local.txt

ADMU layer file = ../Data/2_Aluetiedostot/ADMU_ELYrajat.img

ADMU weight matrix = ADMU_painot_06_65kpl.txt

calculate local weights from condition = 0

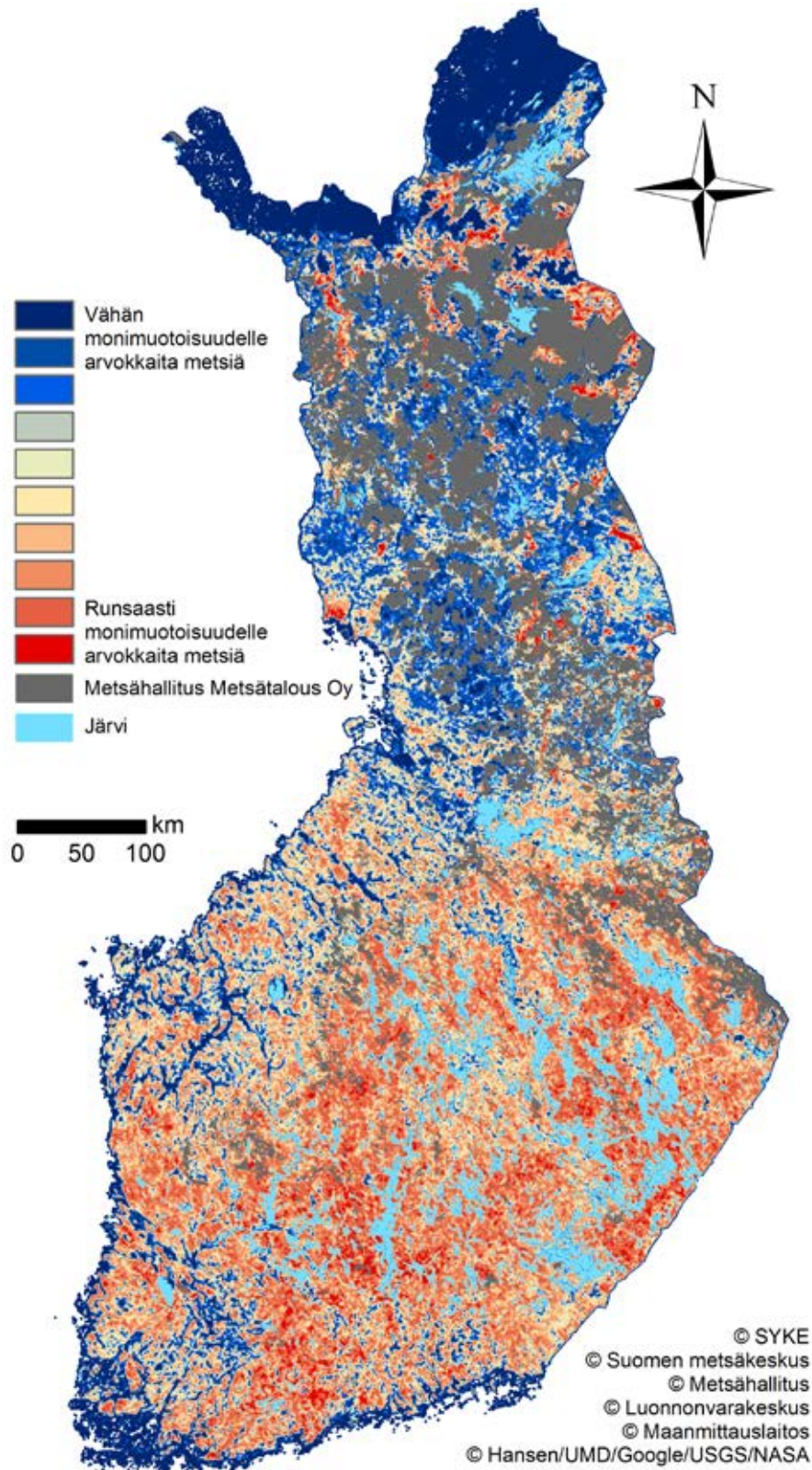
ADMU mode = 2

Mode 2 global weight = 0

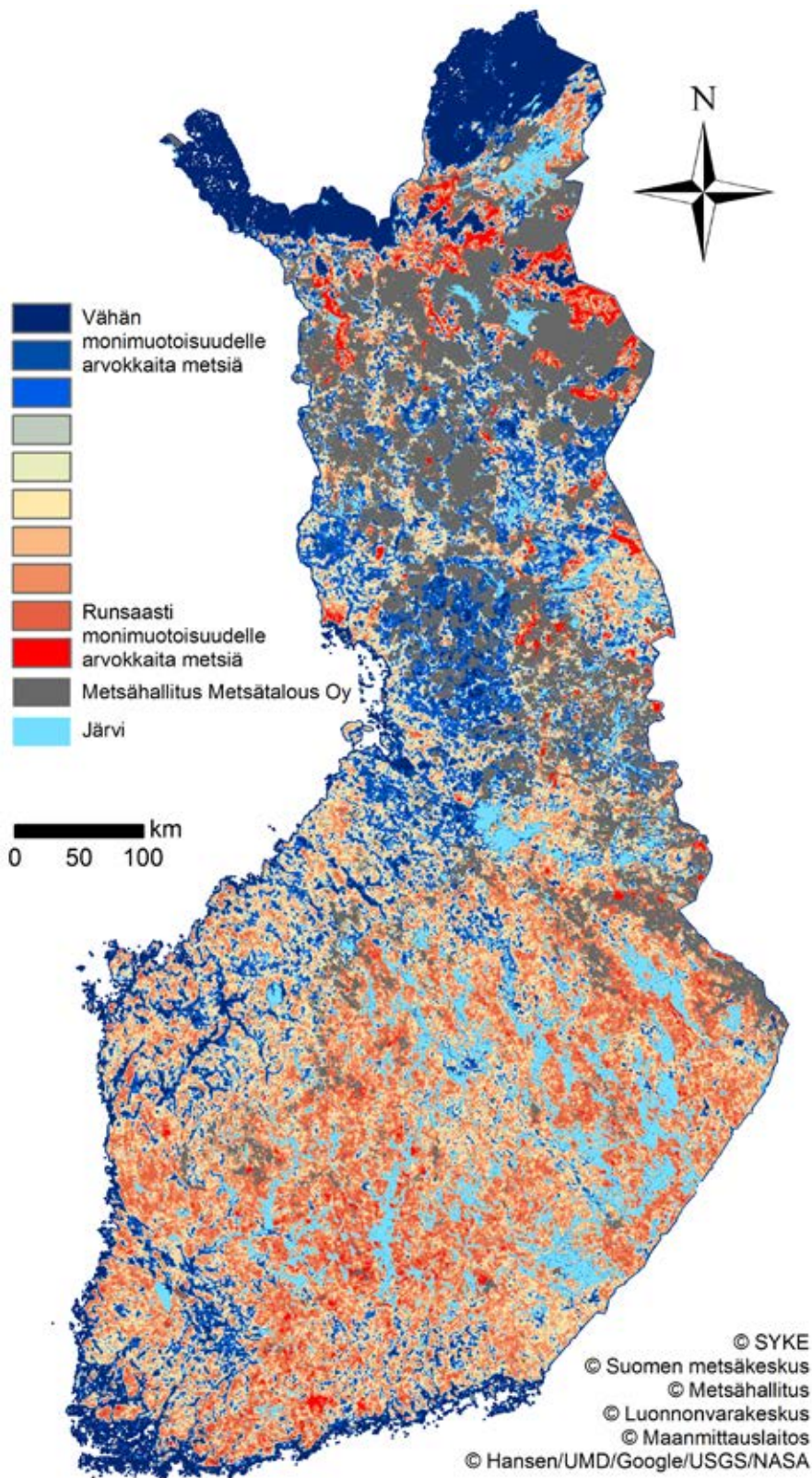
Liite VII. Valtakunnalliset tulokartat

Valtakunnalliset tulokartat on tehty summaamalla jokaisen 96 metrin x 96 metrin pikselin ympäriltä kaikki pikselit yhden kilometrin säteellä.

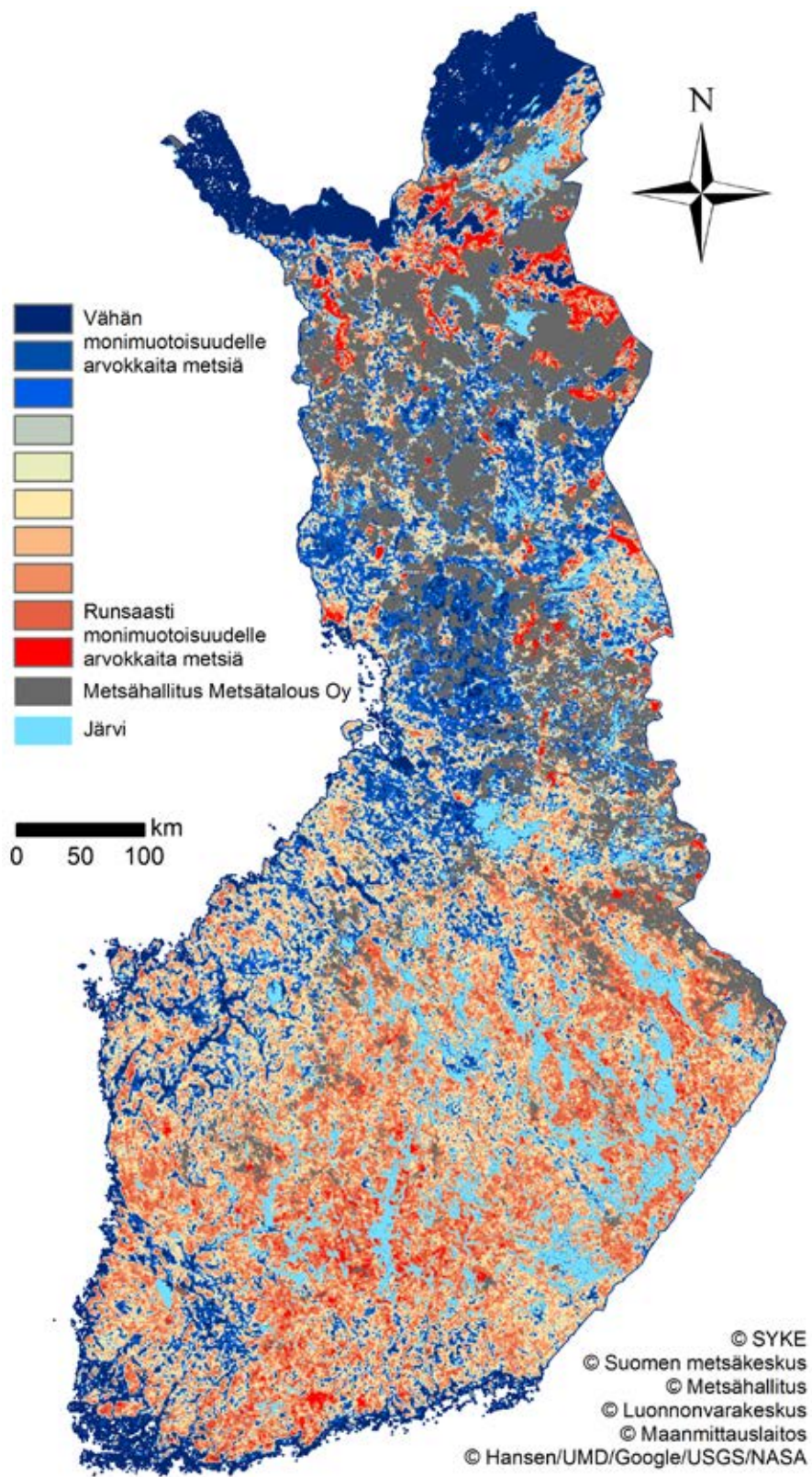
Kuva 25. Valtakunnallinen analyysi, versio I



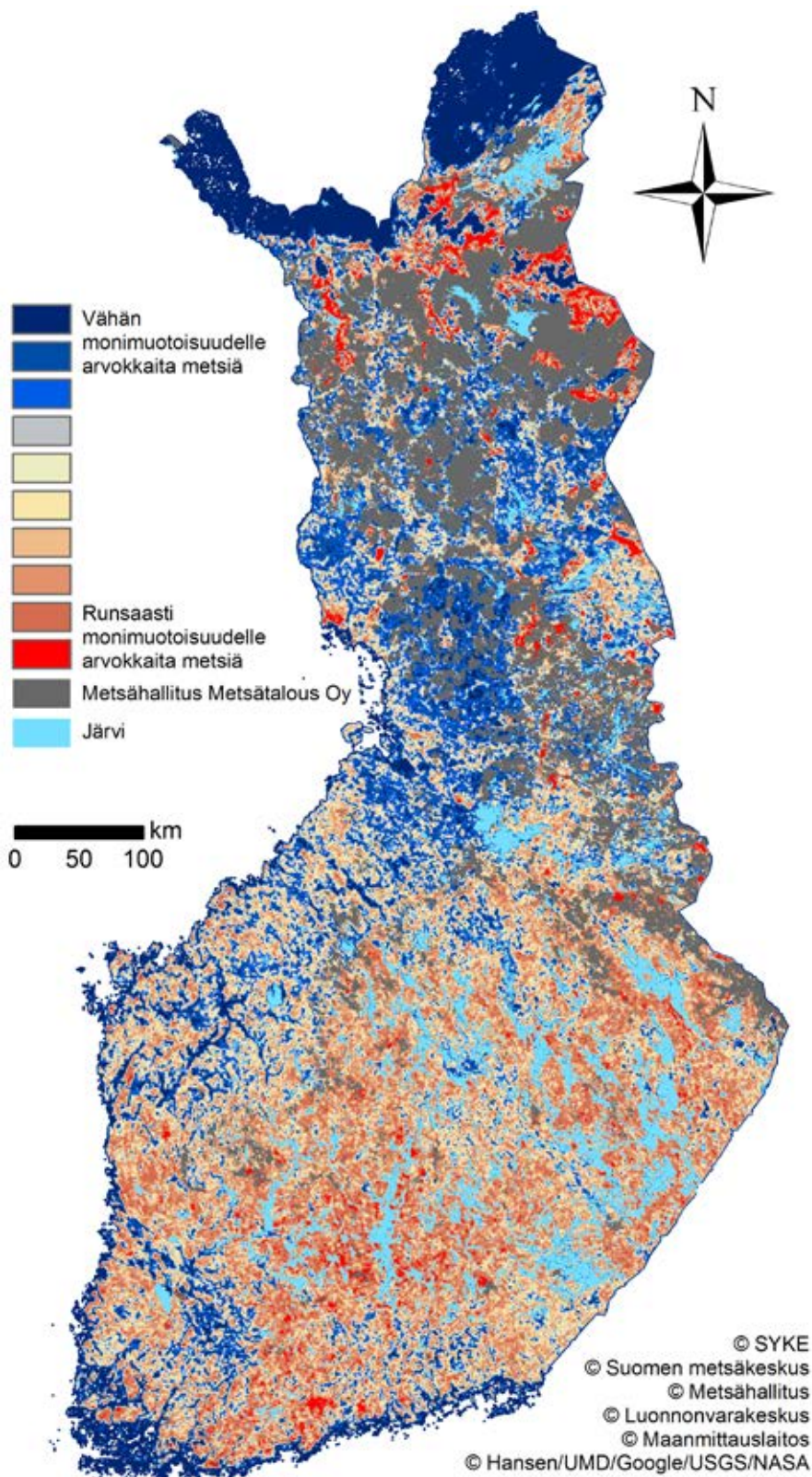
Kuva 26. Valtakunnallinen analyysi, versio 2



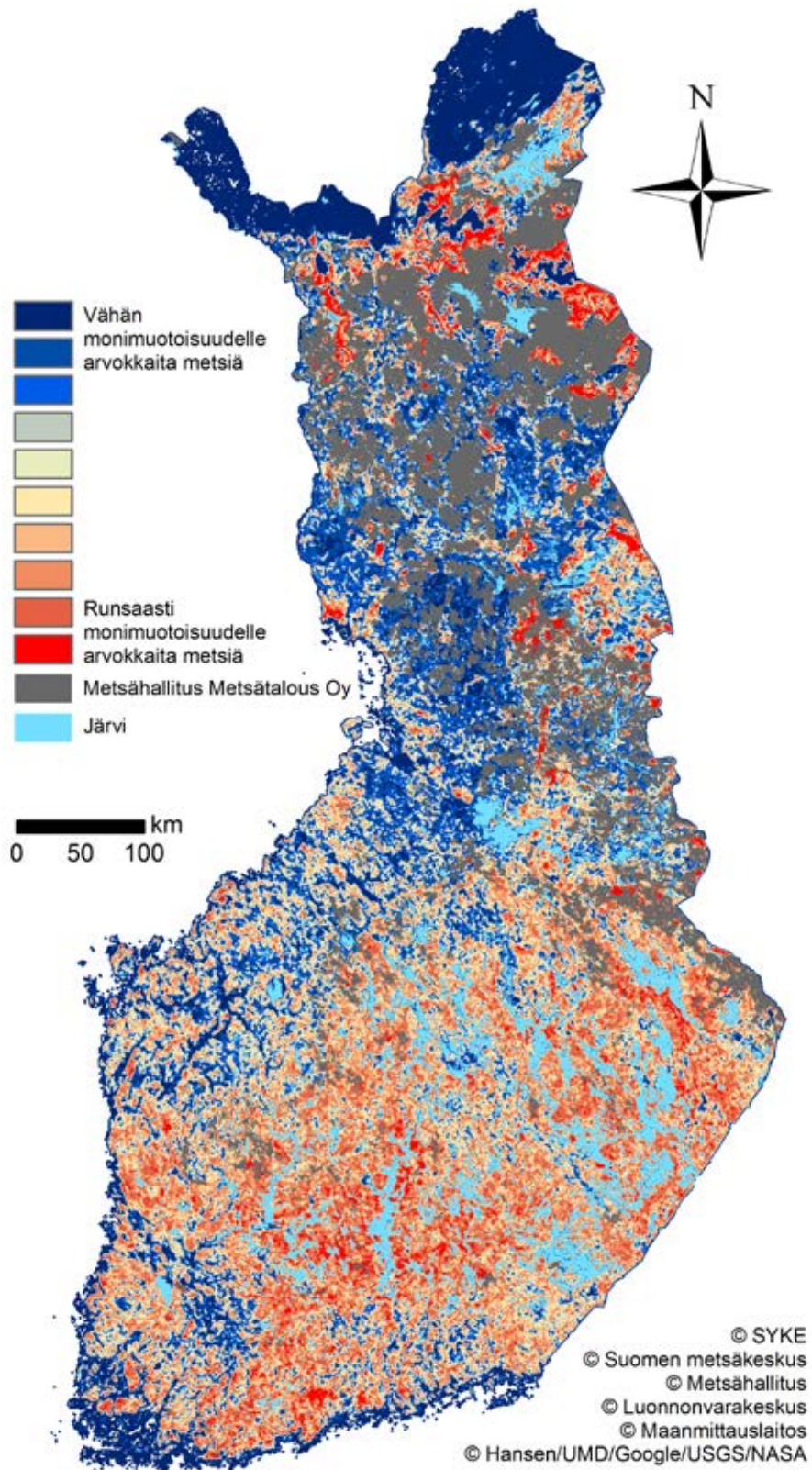
Kuva 27. Valtakunnallinen analyysi, versio 3



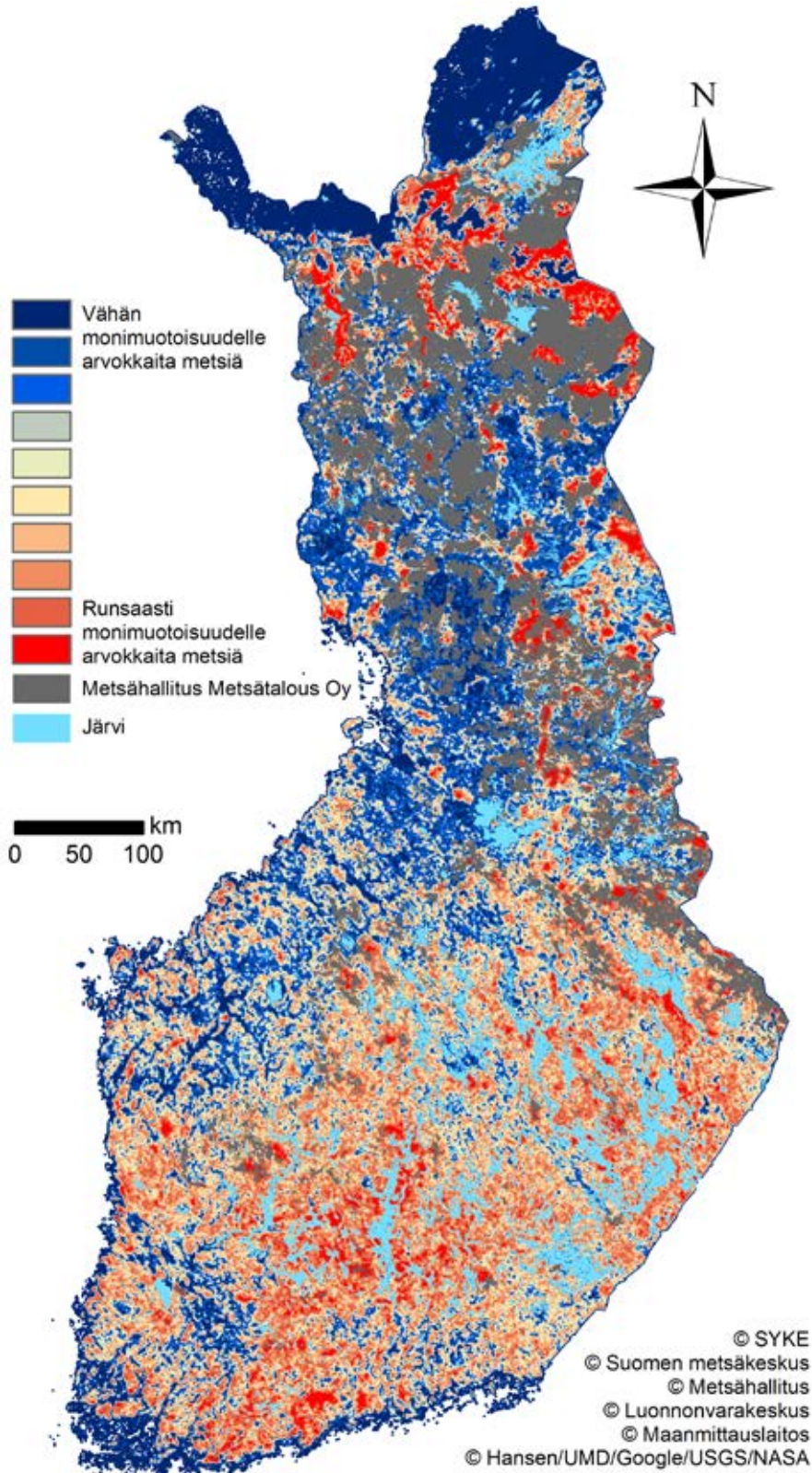
Kuva 28. Valtakunnallinen analyysi, versio 4



Kuva 29. Valtakunnallinen analyysi, versio 5



Kuva 30. Valtakunnallinen analyysi, versio 6



Liite VIII. 2016 ja 2018 analyysien erot

Tässä raportissa esitetyt ja SYKEN avoimessa rajapinnasta ladattavissa olevat tuloskartat ovat uusimmat, vuonna 2018 tehdyt puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysit. Tuloskarttojen käyttäjille, jotka ovat hyödyntäneet vuonna 2016 tuotettuja tai sitä vanhempia tulosaineistoja, on ohessa selostus 2016 ja 2018 analyysien eroista.

Nämä metsäisten elinympäristöjen monimuotoisuutta kuvaavat analyysitulokset vanhenevat sitä mukaa, kun Suomen metsissä tehdään metsänhoidollisia toimenpiteitä tai hakkuita. Kun 2017 vuoden lopulla saatiin Suomen metsäkeskuksesta kaikki tiedot metsänkäsittelyilmoituksista ja metsälain 10 § perusteella rauhoitetuista alueista tulevia Zonation-analyysijä varten, päätettiin vuonna 2016 valmistuneet metsien monimuotoisuutta kuvaavat analyysit päivittää yksinkertaisesti ja nopeasti ilman, että koko aineiston käsittelyä tarvitsi aloittaa alusta.

Muutokset perustuvat soiden ja metsien monimuotoisuusarvojen yhteistarkastelun yhteydessä tehtäväksi suunniteltuihin muutoksiin. Työryhmässä ovat mukana olleet SYKEstä Ninni Mikkonen, Niko Leikola, Kaisu Aapala, Kimmo Syrjänen ja Seppo Tuominen, MH LP:sta Santtu Kareksela, Ari Lahtinen, Marja Hokkanen ja Sakari Rehell, Riistakeskuksesta Janne Miettinen, Uudenmaan ELY-keskuksesta Lida Kämäri sekä SMK:sta Jarmo Laitinen.

Muutokset on esitelty tässä sellaisessa järjestyksessä, kuin ne Zonation-analyyseissä otettiin käyttöön.

1. Monimuotoisuutta kuvaavista syöttöaineistoista yhdessä, männyt kasvillisuusluokassa 5–8, korjattiin havaittu puute Metsähallituksen luontopalveluiden alueilla kasvillisuusluokassa 7 (kalliomaa ja hietikko). Lisäyksellä ei ollut suurta vaikutusta tuloksiin. Männyt kasvupaikkaluokissa 5–8 esiintyi aikaisemmissa analyyseissä 35 prosentilla koko tutkimusalueen pinta-alasta, ollen siis valtakunnallisesti yleinen, joten lisäys 36 prosenttiin ei muuttanut tilannetta juurikaan (taulukko luku 2, taulukko 3.)

2. Niin kutsuttu sakkokerros päivitettiin kuudella eri tavalla.

2.1. Kaikki sakkokertoimet käytiin läpi ja päivitettiin. Uusia sakkokertoimia lisättiin. Metsänkäsittelyyn liittyvät sakkokertoimet on esitelty taulukossa 17. Ojituksen arvonaleneman kertoimet päivitettiin MVMI kohdalta siten, että ojitetut kohteet turvemaille MVMI alueella saivat kertoimen 0,5. Aiemmin kerroin oli ollut 0,6.

2.2. Uudessa sakkokerroksessa ojitustieto otettiin ensisijaisesti MH LP, YSA ja MH MT ja SYKEN ojitustilanneaineistosta ja vasta toissijaisesti metsävaratiedosta. Aiemmin metsävaratietoa oli luultu SYKEN ojitustilanneaineistoa tarkemmaksi. Myöhempien tarkastelujen perusteella havaittiin metsävaratiedossa olevan selviä virheitä. Koska SYKEN ojitustilanneaineisto koskee vain turvemaata, on korjaus pystytty tekemään vain turvemaille.

2.3. Kohteille, joille oli lisätty toimenpiteisiin tieto kunnostus- tai täydennysojituksista viimeisen 10 vuoden ajalle, annettiin arvonalenema kertomalla ojituksen arvonalenemat keskenään. Aiemmin ojituksesta oli sakotettu vain kertaalleen. Tällä haluttiin erottaa paremmin esimerkiksi pitkään suojeltuna olleet ojitetut alueet kohteista, joilla on käyty tekemässä ojitukseen liittyviä toimenpiteitä lähiaikoina.

2.4. Suomen metsäkeskuksesta saatiin kaikki metsänkäsittelyilmoitukset aiempien 2005–2015 vuosien sijaan.

Taulukko 17. Metsänkäsittelyn toimenpiteiden vaikutus kohteen monimuotoisuusarvoihin eli niiden arvokertoimet vuosina 2016 ja 2018 tehdyissä analyyseissä. Kertoimet määritettiin asiantuntijatyönä. 0 = arvo häviää täysin, 1 = arvo säilyy täysin. Muutokset on korostettu.

Metsävaratieto		Metsähallituksen aineistot		Arvokerroin 2016		Arvokerroin 2018	
koodi	selite	koodi	selite	kasvillisuus- luokka I	kasvillisuus- luokat–28	kasvillisuus- luokka I	kasvillisuus- luokat 2–8
I	ylispuiden poisto	14	siemen- tai ylispuiden poisto	0,4	0,1	0,4	0,1
2	ensiharvennus	11	Ensiharvennus	0,8	0,8	0,7	0,5
3	harvennushakkuu	12	muu harvennus- ja väljennyshakkuu	0,6	0,4	0,6	0,4
4	kaistalehakkuu	16	kaistaleavohakkuu (ei käytössä)	0,5	0,6	0,5	0,6
5	Avohakkuu	15	Avohakkuu	0,4	0,1	0,3	0,1
6	verhopuuhakkuu			0,7	0,5	0,7	0,5
7	suojuispuuhakkuu	17	siemen- tai suojuispuuhakkuu	0,7	0,5	0,4	0,2
8	siemenpuuhakkuu			0,7	0,5	0,3	0,1
9	erikoishakkuu			0	0	0,5	0,5
A	asutuksen hakkuu			0	0	0	0
E	erityishakkuu	13	erirakenteisen metsän hakkuu	I	I	I	I
J	poimintaluonteinen kasvatushakkuu	18	poimintahakkuu (esimerkiksi vieraan puulajin tai kuusen poisto)	0,6	0,4	0,8	0,6
K	kasvatushakkuu			0,6	0,4	0,6	0,4
M	muu hakkuu			0,6	0,4	0,6	0,4
O	ojalinjaksi hakkuu			0,6	0,6	0,6	0,6
P	pelloksi hakkuu			0	0	0	0
R	pienaukkohakkuu			I	I	0,8	0,6
T	tielinjaksi hakkuu			0,5	0,5	0,5	0,5
U	uudistamishakkuu			0,4	0,1	0,3	0,1
W	myrskytuhoalue, uudistamishakkuu			0,4	0,1	0,6	0,4
V	myrskytuhoalue, kasvatushakkuu			0,6	0,4	0,3	0,1
X	hyönteistuhoalue, uudistamishakkuu			0,4	0,1	0,3	0,1
Z	hyönteistuhoalue, kasvatushakkuu			0,6	0,4	0,6	0,4
		19	Muu puuston käsittely (esimerkiksi kulotuksen valmistelu)	I	I	I	I
	kunnostusojitus		Kunnostusojitus			0,6	0,6
	Kemera taimikonhoito					0,7	0,5
	Kemera nuoren metsän kunnostus					0,7	0,5

2.5. Suomen metsäkeskuksesta saatiin kestävän metsätalouden rahoituslain (eli KEMERAn) perusteella rahoitettujen metsänhoito- ja metsänparannustöiden tiedot. Arvokertoimet ovat taulukossa 17.

2.6. Sakko eli arvonalenema annettiin metsänkäsittely- ja KEMERA toimenpiteistä riippuen ajankohdasta, jolloin ne oli toteutettu siten että mitä kauemmin toimenpiteestä on, sitä vähemmän se vaikutti. Laskenta on selostettu luvussa 2.3.4.1 Arvoa alentavan sakkokerroksen rakentaminen.

3. Metsälakikohteiden määrä ja käsittely muuttui.

3.1. Uusiin analyyseihin saatiin kaikkien metsälakikohteiden tiedot. Tämä tarkoitti 38 000 ei aiemmin tiedossa ollutta metsälakikohdetta, joista noin 4000 on lähinnä lähteitä MH MT:n alueilla. Vanhoissa analyyseissä oli mukana yhteensä 186 462 metsälain 10 §:n perusteella rauhoitettua kohdetta. Suomen metsäkeskuksesta oli saatu aiemmin vain metsälakikohteet, joiden puusto oli inventoitu välillä 6.5.2005–6.5.2015.

3.2. Metsälakikohteiden aineiston koontitapa päivitettiin: pistetietoja ei yleistetty kuviolle vaan vain siihen hilan pikseliin, johon piste osui. Tämä vähensi merkittävästi metsälakikohteiden yhteenlaskettua pinta-alaa MH MT alueilla vaikka kohteiden määrä yhteensä kasvoi. Pinta-ala on kasvanut yksityisissä metsissä noin 6800 hehtaarilla, mutta laskenut MH MT alueilla 80 000 hehtaarilla. MH MT ja pysyvien suojelualueiden päällekkäiset geometriat poistettiin. Lisäksi osa metsälakikohteista on siirtynyt pysyvään suojeluun.

4. Suojelualueiden rajaustieto päivitettiin vastaamaan Suojelualuetietojärjestelmään (SATJiin) 20.2.2018 päivitettyä tietoa liitteen III mukaisesti. Näin mukaan saatiin muun muassa osa "Luontolahjani Suomelle" -kohteista ja 2017 perustettu Hossan kansallispuisto. Edellisissä analyyseissä leikkaus oli tehty 24.1.2016 seuraaville alueille a) perustetut valtion omistamat suojelualueet, 2) perustetut yksityiset suojelualueet ja 3) Metsähallituksen luonnonsuojelun taseessa olevat perustettavat alueet ja ne sisälsivät myös erämaa-alueet ja retkeilyalueet. 2018 päivityksessä retkeilyalueet jätettiin pois suojelualueiksi määritellyistä alueista.

Liite IX. ”Mahdollisesti METSO-ohjelmaan soveltuva kohde” -merkinnän kriteerit

Metsänomistajille on tuotettu Zonation-analyysitulosten perusteella tietoa omistamiensa alueiden mahdollisesta soveltuvuudesta METSO-ohjelmaan. Tieto analyysien perusteella arvokkaista metsäkuvioista vietiin Suomen metsäkeskuksen ylläpitämään metsään.fi -internetpalveluun maaliskuussa 2017. Kohteiden tuli täyttää kaikki seuraavat kriteerit saadakseen ”mahdollisesti METSO-ohjelmaan soveltuva kohde” -merkinnän:

- Kuviot kuuluvat parhaaseen 10 %:n prioriteettiin neljässä analyysissä: valtakunnallisessa ja alueellisessa 4 ja 6 versiossa (katso kartta 18)
- Kuviot muodostavat vähintään 4 hehtaarin kokoisen yhtenäisen kokonaisuuden saman kiinteistön sisällä
- Kuvion tilan koodi on 0 ”Tiedot kunnossa”
- Kuvion kuivatustilanne on 1 ”Ojittamaton kangas” tai 6 ”Luonnontilainen suo”
- Kuvion kehitysluokka on 04 ”Uudistuskypsä metsikkö”
- Kuvion mittauksen ajankohta (Mittauspvm) on 1.1.2006 tai myöhempi, tai kuviolla on monimuotoisuuskoodi, jonka lisämääre on 40 ”muu arvokas elinympäristö”, 43 ”Metsälain tärkeä elinympäristö” tai 46 ”harvinainen elinympäristö” (FFCS, kriteeri 10 c: Arvokkaiden elinympäristöjen ominaispiirteet säilytetään (PEFC Suomi 2014))
- Kuviolla ei ole monimuotoisuuskoodeja
 - 91 ”Ympäristötuki”
 - 95 ”Metso-ohjelmaan soveltuva kohde”
 - 102 ”Luonnonsuojelualue”
- Kuvioon ei kohdistu toteutunutta toimenpidettä

Lopullinen kuvion METSO-kelpoisuuden arviointi toteutetaan aina kartoittamalla kohde maastossa.

Kiitokset

Tekijät haluavat kiittää ympäristöministeriötä projektin rahoituksesta ja ylipäänsä ekologisen päätösanalyysin käytön tukemisesta valtion ympäristöhallinnon tarpeisiin. Samoin kiitämme maa- ja metsätalousministeriötä siitä, että se on osaltaan ollut ohjaamassa ja tukemassa metsätalouden ja luonnon monimuotoisuuden suojelun huomiointia, yhteissuunnittelua ja edistämistä Suomen metsätaloudessa. Erityisesti kohdistamme kiitokset MetZo II -projektin ohjausryhmän puheenjohtajana jo vuosia toimineelle ympäristöneuvos Mikko Kuusiselle ympäristöministeriöstä sekä neuvottelevalle virkamiehelle Ville Schildille maa- ja metsätalousministeriöstä.

Raportin kirjoittajat haluavat kiittää kaikkia näiden metsäisten elinympäristöjen monimuotoisuutta ilmentävien analyysien suunnittelua, toteuttamista ja raportin valmistumista edistäneitä henkilöitä. Kiitos, että olette antaneet aikaanne ja osaamisenne käyttöömme metsien uhanalaisten lajien suojelun nimissä: Kaisu Aapala (SYKE), Susanna Anttila (SYKE), Tuomas Haapalehto (MH LP), Risto Heikkilä (SYKE), Santtu Kareksela (MH LP), Matti Koivula (Itä-Suomen Yliopisto), Tytti Kontula (SYKE), Saija Kuusela (SYKE), Iida Kämäri (Uudenmaan ELY-keskus), Jarmo Laitinen (SMK), Antti Leinonen (SMK), Saara Lilja-Rothsten (maa- ja metsätalousministeriö / Tapio), Tapio Lindholm (SYKE), Janne Miettinen (Riistakeskus), Olli Ojala (SYKE), Pekka Punttila (SYKE), Lauri Saaristo (Tapio), Juha Siitonen (Luke), Kimmo Syrjänen (SYKE), Seppo Tuominen (SYKE) ja Tarja Wallenius (MH MT).

Erityiskiitos MetZo II -hankkeen koordinaattorille Marja Hokkaselle avusta käyttö-oikeussopimusten parissa, koko MetZo II -hankkeen koordinoinnista, kannustuksesta ja kommentoinnista sekä Zonationin 'isälle' Atte Moilaselle, joka on kulkenut näiden analyysien ja meidän tekijöiden rinnalla alusta loppuun asti.

SANASTO

Aggregaatio	Sijainti suhteessa toisiin, vaihtelee hajaantuneesta tiiviiseen.
Biodiversiteettipiirre	Katso monimuotoisuuspiirre
Dynamiikka	Ajassa ja tilassa tapahtuva muutos; populaatiodynamiikka, lajin ajalliset ja paikalliset kannanvaihtelut
Ekologinen suojeluarvon malli	Käsitteellinen malli siitä, miten määrällinen aineisto vastaa tekijöiden näkemystä monimuotoisuusarvosta
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset hoitavat valtionhallinnon alueellisia toimeenpano- ja kehittämistehtäviä Suomessa. Keskukset kehittävät ja tukevat taloudellista, sosiaalista ja ekologisesti kestävää hyvinvointia. ELY-keskuksia on Suomessa 15 kappaletta.
ELYy-keskus	ELY-keskus, jonka tehtävänä on hoitaa ympäristö ja luonnonvarat vastuualueen asiantuntijatehtäviä. Suomessa 13 kappaletta.
Ennallistaminen	Ennallistamista ovat ne toimenpiteet, joilla edistetään heikentyneen ekosysteemin palautumista kohti tilaa ennen heikennystä
Etäisyyskerneli	Etäisyyden mukaan vaimeneva vaste, eli kuinka nopeasti paikasta A loitotessa paikan A vaikutus vaimenee
Hila	Pikseleistä (tai rasterisoluista) muodostuvan tiedoston tietorakenne, esimerkiksi tieto on 16 metriä x 16 metriä kokoisissa pikseleissä, hila on tällöin 16 metriä, käytetään myös nimeä gridi
Ilmentäjä	Surrogaatti / eduste: asiaa kuvaava muuttuja
Jakso	Puuston rakenteen luokittelu esimerkiksi 1: vallitseva jakso, 2 ylispuut, 3 alikasvos
KEMERA	Kestävän metsätalouden rahoituslakiin perustuva rahallinen tukimuoto maanomistajien metsähoidon tukemiseen
Komplementaarisuus	Katso täydentävyys
Kuvio	Yksittäinen maastokuvio, joka sisältää monia puusto-ositteita, jotka jakautuvat jaksoihin
Kytkeytyvyys	Kohteiden alueellinen sijoittuminen suhteessa toisiinsa esim. eliön näkökulmasta
Lahopuupotentiaali-funktio	Matemaattinen lahopuupotentiaalikaava, jolla laskettiin jokaiselle puusto-ositteelle lahopuukerroin, MOTTI-ohjelman tuottaman laskennallisen kuolleen puun määrän ja keskiläpimitan muodostama funktio, jonka avulla saadaan todellisille keskiläpimitoille laskettua lahopuukerroin. Funktioita oli yhteensä 168 erilaista. Ne muodostettiin erilaisina sijainti-, puulaji- ja kasvillisuusluokkatietojen yhdistelminä.
Lahopuukerroin (ositteittainen)	Tulos, kun ositteen keskiläpimitta sijoitetaan haluttuun lahopuupotentiaalifunktioon
Lahopuuindeksi (ositteittainen)	Tulos, kun ositteen lahopuukertoimella kerrotaan ositteen tilavuus
Lahopuupotentiaali	Käytännössä puustotietojen perusteella laskettu, MOTTI-ohjelman laskennalliseen kuolleen puun määrään perustuva, lahopuun potentiaalinen määrä kohteessa. Teknisesti samassa kohtaa hilaa olevien ositteittaisten lahopuuindeksien summaus hilassa puulaji- ja kasvillisuusluokittain
Monimuotoisuuspiirre	Luonnon monimuotoisuutta kuvaava asia, usein esimerkiksi laji tai lajimäärä, puuston tilavuus, näissä analyyseissä kasvillisuusluokan ja puulajin perusteella laskettu lahopuun määrän arvio
Osite	Katso puusto-osite
Pikseli	Eli solu, rasteri muodostuu pikseleistä, katso rasterisolu

Prioriteetikartta	Zonation analyysin lopputuote, rasterikartta, josta ilmenee alueiden paremmuus suhteessa toisiinsa
Puulaji	Maastossa tunnistettu ja tietokantaan kirjattu puulaji (kymmeniä erilaisia)
Puulajiluokka	Puulajien luokittelu 4 luokkaan: kuusi, mänty, koivut, muut lehtipuut (katso tarkempi luokittelu kohdasta aineiston käsittely)
Puusto-osite	Yhden suurin piirtein samankaltaisen puuryhmän puustotiedot yhdellä maastokuviolla. Jako tehdään puulajeittain (esimerkiksi koivu, kuusi, lehtipuu) ja kasvu-ryhmittäin (vallitseva puustojakso, ylispuut, alikasvos). Esimerkiksi tervalepän alikasvoksen tiedot maastokuviolla x muodostavat yhden ositteen.
Rasteri	Yleinen paikkatiedon esitysmuoto, pikseleistä koostuva kuva; paikkatietoa kuvaava matriisi
Rasterisolu	Tai solu, tai pikseli; rasterin yksikkö, nelikulmion muotoinen alue
Saavutettavuus	Tieto siitä kuinka helposti johonkin paikkaan pääsee
Sakkokerros	Arvoa alentavat arvokerroimet
Solu	Katso rasterisolu tai pikseli
Spatiaalinen	Tilaan ja paikkaan liittyvä esimerkiksi sijainti- tai kytkeytyvyystieto
Spatiaalinen suojelun-priorisointi	Suojelusuunnittelun osa-alue, joka tarkastelee erilaisten monimuotoisuuden turvaamistoimenpiteiden tai monimuotoisuudelle tärkeiden kohteiden välistä priorisointia perustuen ekologisiin periaatteisiin sekä monimuotoisuuden esiintymistä kuvaaviin paikkatietoihin
Surrogaatti	Katso ilmentäjä
Syöttöaineisto ja syöttöpiirre	Zonation-ohjelmistoon syötettävä tietomateriaali, esimerkiksi monimuotoisuuspiirteet, sakkokerrokset, interaktiotieto, kustannustieto, hallinnolliset alueet ja päätösyksiköt
Täydentävyys	Eli komplementaarisuus. Kuinka asiat, tai tässä tapauksessa alueet, täydentävät toisiaan sen osalta, mitä monimuotoisuutta kuvaavia piirteitä niissä esiintyy.
Vaimeneva vaste	Katso etäisyyskernel

LÄHTEET

- Alanen, A. & Aapala, K. 2015. Soidensuojelutyöryhmän ehdotus soidensuojelun täydentämiseksi.
- Anttila, S., Koskela, T., Syrjänen, K. & Kuusela, S. 2017. METSO-tilannekatsaus 2016: Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2008–2025.
- Arponen, A. 2012. Prioritizing species for conservation planning. *Biodiversity and Conservation* 21(4): 875–893 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000301178500001].
- Euroopan unioni. 2007. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/2/EY, annettu 14 päivänä maaliskuuta 2007, Euroopan yhteisön paikkatietoinfrastruktuurin (INSPIRE) perustamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti L 108. S. 14. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32007L0002>.
- Ferrier, S. & Wintle, B. A. 2009. Quantitative approaches to spatial conservation prioritization: matching the solution to the need. *Julk.: Moilanen, A., Wilson, K. A. & Possingham, H. P. (toim.). Spatial conservation prioritization: Quantitative methods and computational tools.* Oxford, Oxford University Press. S. 304. 987-0-19-954776-0 (Hbk) 987-0-19-954777-7 (Pbk).
- Game, E. T., Kareiva, P. & Possingham, H. P. 2013. Six common mistakes in conservation priority setting. *Conservation Biology* 27(3): 480–485 s.
- Haapalehto, T. k., Mikkonen, N., Aapala, K., Leikola, N., Salminen, P., Tuominen, S., Virkkala, R., Karek-sela, S., Lehtomäki, J., Moilanen, A., Miettinen, J., Leinonen, A. & Soini, P. 2013. Suoluonnon arvotus Zonationilla: Suo-Zonation -pilottianalyysit 19.3.2013 Tuomas Haapalehto - esitys Soidensuojelutyö-ryhmälle. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B5AF7B688-8236-47D0-922C-1EE1C6CD3F-F2%7D/37426> [Viitattu 2.3.2018].
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S., Tyukavina, A., Thau, D., Steh-man, S., Goetz, S. & Loveland, T. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *science* 342(6160): 850–853 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>].
- Hanski, I. 2011. Habitat Loss, the Dynamics of Biodiversity, and a Perspective on Conservation. *Ambio* 40(3): 248–255 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000288998500002].
- Hodgson, J. A., Thomas, C. D., Wintle, B. A. & Moilanen, A. 2009. Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *Journal of Applied Ecology* 46(5): 964–969 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000270425100006].
- Hynynen, J., Salminen, H., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Ojansuu, R., Siipilehto, J., Lehtonen, M. & Eerikäinen, K. 2015. Long-term impacts of forest management on biomass supply and forest resource development: a scenario analysis for Finland. *European Journal of Forest Research* 134(3): 415–431 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000353060100003].
- Hynynen, J., Salminen, H., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Ojansuu, R., Siipilehto, J., Lehtonen, M., Rum-mukainen, A., Kojola, S. & Eerikäinen, K. 2014. Scenario analysis for the biomass supply potential and the future development of Finnish forest resources.
- Jalkananen, J., Moilanen, A. & Toivonen, T. 2018. Uudenmaan ekologiset verkostot Zonation-analyysien perusteella. *Uudenmaan liiton julkaisuja E 194*
- Komonen, A. & Müller, J. 2018. Dispersal ecology of deadwood organisms and connectivity conservati-on. *Conservation Biology*
- Kool, J. T., Moilanen, A. & Treml, E. A. 2013. Population connectivity: recent advances and new perspectives. *Landscape Ecology* 28(2): 165–185 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000316289800001].
- Korttesmaa, T., Jokela, A. & Salo-Kauppinen, R. (toim.). 2017. Ruoka- ja luonnonvaratilastojen e-vuo-sikirja 2017 : Tilastoja maataloudesta, metsäsektorilta sekä kala- ja riistataloudesta. 1. Helsinki, Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 81/2017. 98 s. <http://urn.fi/URN:IS-BN:978-952-326-511-0>.
- Kotilainen, J. & Rytteri, T. 2011. Transformation of forest policy regimes in Finland since the 19th centu-ry. *Journal of Historical Geography* 37(4): 429–439 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000297888400004].
- Kouki, J. 1993. Luonnon monimuotoisuus valtion metsissä – katsaus ekologisiin tutkimustarpeisiin ja suojelun mahdollisuuksiin. *Vantaa, Metsähallituksen monistamo. Metsähallituksen luonnonsuojelu-julkaisuja. Sarja A 11.* 88 s. 951-47-7629-1. <https://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/382>.
- Kujala, H., Moilanen, A. & Gordon, A. 2018. Spatial characteristics of species distributions as drivers in conservation prioritization (in press). *Methods in Ecology and Evolution*
- Kukkala, A. S. & Moilanen, A. 2013. Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservati-on planning. *Biological Reviews* 88(2): 443–464 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000317067900011].
- Kuuluvainen, T. 2009. Forest Management and Biodiversity Conservation Based on Natural Ecosystem Dynamics in Northern Europe: The Complexity Challenge. *Ambio* 38(6): 309–315 s. [Aineisto saata-villa osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000270193300004].
- Laitila, T., Hujala, T., Tikkanen, J. & Kurttila, M. 2009. Yksityismetsien monikäyttöön ja monimuotoisuu-teen liittyvät arvot ja asenteet: analyysi metsänomistajien haastatteluista.
- Laki Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä. 2012. Laki Suomen metsäkeskuksen metsätie-tojärjestelmästä 6.5.2011/419. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110419#P3> [Viitattu 2.3.2018].

- Lehtomäki, J. & Moilanen, A. 2013. Methods and workflow for spatial conservation prioritization using Zonation. *Environmental Modelling & Software* 47: 128-137 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000322351600011].
- Lehtomäki, J., Moilanen, A., Toivonen, T. & Leathwick, J. 2016. Running a zonation planning project. 58 pp. Unigrafia, Helsinki
- Lehtomäki, J., Tomppo, E., Kuokkanen, P., Hanski, I. & Moilanen, A. 2009. Applying spatial conservation prioritization software and high-resolution GIS data to a national-scale study in forest conservation. *Forest Ecology and Management* 258(11): 2439-2449 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000271708500010].
- Lehtomäki, J., Tuominen, S., Toivonen, T. & Leinonen, A. 2015. What Data to Use for Forest Conservation Planning? A Comparison of Coarse Open and Detailed Proprietary Forest Inventory Data in Finland. *Plos One* 10(8)[Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000360299100050].
- Leinonen, A., Lehtomäki, J., Saaristo, L., Haapalehto, T. & Mikkonen, N. 2013. Metsäelin ympäristöjen Zonation-analyysien tulosten käyttöohje. Suomen metsäkeskus, Metsähallitus, Tapio, Suomen ympäristökeskus. 31 s.
- Luonnonvarakeskus. 2015a. Monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2013. <http://kartta.luke.fi/opendata/valinta.html>. [Tiedot poimittu 4.11.2015].
- Luonnonvarakeskus. 2015b. Monilähteen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto 2013 -seloste. Luonnonvarakeskuksen kartta-aineistojen ohje: 7 s.
- Maanmittauslaitos. 2008. Maanpeiteaineistot, turvemaan ojitustilanne. Maastotietokanta.
- Maanmittauslaitos. 2017. INSPIRE. <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteiskaytto/inspire> [Viitattu 4.8.2017].
- Maltamo, M., Næsset, E. & Vauhkonen, J. 2014. Forestry applications of airborne laser scanning: concepts and case studies. Springer Science & Business Media. 9401786631.
- Metsähallitus. 2013. Metsien suojelun edistäminen METSO-hankkeessa valtion mailla 2014. (Zonation-raporttia ei ole saatavilla). <http://www.metsa.fi/metso-ohjelma/metsiensuojelu> [Viitattu 4.8.2017].
- Metsähallitus. 2014. Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteet. Helsinki, Edita Prima Oy. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 203. 134 s. 978-952-295-069-7 (painettu), 978-952-295-070-3 (pdf) <https://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/1710>.
- Metsähallitus. 2015a. Luontopalvelujen luontotyyppi-inventoinnin maastotyöohje. Sähköinen ohje. Metsähallituksen ympäristökäsikirja
- Metsähallitus. Metsähallitus Luontopalvelut. 2015b. Metsähallitus Luontopalvelut Suojelualueiden kuviotietojärjestelmä SAKTI. Suojelualueiden kuviotietojärjestelmä SAKTI. [Tiedot poimittu 9.4.2015].
- Metsähallitus. 2015c. Metsähallitus Metsätalous Oy:n numeerinen paikkatietoaineisto. Silvia paikkatietojärjestelmä, SutiGIS paikkatietojärjestelmä. [Tiedot poimittu 9.4.2015].
- Metsähallitus, Alueelliset ympäristökeskukset & Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset. 2015. Yksityisten luonnonsuojelualueiden numeerinen paikkatietoaineisto. Suojelualueiden kuviotietojärjestelmä SAKTI.
- Metsälaki. 1997. Metsälaki 12.12.1996/1093. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093> [Viitattu 2.3.2018].
- Mikkonen, N. 2013. Suojelualueiden priorisointi sekä merkittävimmät luontoarvokeskittymät Metsähallituksen luontopalveluiden hallinnoimilla alueilla Natura 2000 -luontotyyppeihin perustuen. Vantaa, Metsähallitus. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 200. 87 s. 978-952-295-003-1 (pdf) <https://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/1529>.
- Mikkonen, N., Anttila, S., Lehtomäki, J., Lilja-Rothsten, S., Kuusela, S. & Syrjänen, K. 2014. Metsäelin ympäristöjen alueellisten Zonation-analyysien hyödyntämisohje. Suomen ympäristökeskus. S. 13.
- Mikkonen, N. & Moilanen, A. 2013. Identification of top priority areas and management landscapes from a national Natura 2000 network. *Environmental Science & Policy* 27: 11-20 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000316843500002].
- Moilanen, A., Pouzols, F., Meller, L., Veach, V., Arponen, A., Leppänen, J. & Kujala, H. 2014. Zonation-Spatial Conservation Planning Methods and Software. Version 4. User Manual. Helsinki, Finland: University of Helsinki
- Packalen, P. & Maltamo, M. 2007. The k-MSN method for the prediction of species-specific stand attributes using airborne laser scanning and aerial photographs. *Remote Sensing of Environment* 109(3): 328-341 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000248091500006].
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. t. 2010. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Helsinki, Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus., 685 s. ISBN 978-952-11-3806-5 (PDF) ISBN 978-952-11-3805-8 (nid.). http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Erillisjulkaisut/Suomen_lajien_uhanalaisuus_Punainen_kirja%284709%29.
- Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus–Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet.
- Roström, H. 2017. Metsäisten elinympäristöjen suojeluarvot - valtakunnallinen ja alueellinen vertailu. Turun yliopisto, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta: 53 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <http://www.doria.fi/handle/10024/133616>].
- Salminen, H., Lehtonen, M. & Hynynen, J. 2005. Reusing legacy FORTRAN in the MOTTI growth and yield simulator. *Computers and electronics in agriculture* 49(1): 103-113 s.
- Suomen metsäkeskus. 2015. Metsävaratieto. AARNI-järjestelmä. [Tiedot poimittu 6.5.2015].

- Suomen metsäkeskus. 2016. Alueelliset metsäohjelmat. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <https://www.metsakeskus.fi/alueelliset-metsaohjelmat>].
- Suomen metsäkeskus. 2017. Metsävaratieto. AARNI-järjestelmä. [Tiedot poimittu 20.10.2017].
- Suomen ympäristökeskus. 2006. Corine 2006.
- Suomen ympäristökeskus. 2011. Soiden ojitustilanne. [Tiedot poimittu 17.12.2013].
- Suomen ympäristökeskus. 2014. Corine maanpeite 2012. <http://www.syke.fi/avointieto>.
- Suomen ympäristökeskus. 2017. Tunturialueet.
- Syrjänen, K., Hakalisto, S., Mikkola, J., Musta, I., Nissinen, M., Savolainen, R., Seppälä, J., Seppälä, M., Siitonen, J. & Valkeapää, A. 2016. Monimuotoisuudelle arvokkaiden metsäympäristöjen tunnistaminen. METSO-ohjelman luonnontieteelliset valintaperusteet 2016–2025. Lönnberg Print & Promo, Helsinki 2016, Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön raportteja 17. 978-952-11-4606-0. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/74890>
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (koord.), Satellio Oy, Suomen metsäkeskus, Luonnonvarakeskus & Suomen ympäristökeskus. 2018. Hakuut.fi Satelliittikuviin perustuva metsävaratiedon ajantasais-tus. www.hakuut.fi <http://www.satellio.com/mmm/> [Viitattu 2.3.2018].
- Tilastokeskus. 2018. Ympäristö ja luonnonvarat, Maantieteellisiä tietoja. https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_alue.html [Viitattu 23.2.2018].
- Tomppo, E., Haakana, M., Katila, M. & Peräsaari, J. 2008. Multi-source national forest inventory: Methods and applications. Springer Science & Business Media. 1402087136.
- Tomppo, E. & Halme, M. 2004. Using coarse scale forest variables as ancillary information and weight-ing of variables in k-NN estimation: a genetic algorithm approach. *Remote Sensing of Environment* 92(1): 1-20 s.
- Tomppo, E., Katila, M., Mäkisara, K. & Peräsaari, J. 2011. The Multi-Source National Forest Inventory of Finland—Methods and Results 2011. *Measurement* 319: 1-224 s.
- Tuominen, S. Luonnonvarakeskus. 2015. Metsiköittäin estimoidut puulajeittaiset läpimittatiedot perus-tuen monilähteiseen valtakunnan metsien inventointi (MVMI) kartta-aineistoon 2013 (julkasematon). [Tiedot poimittu 19.8.2015].
- Tuominen, S., Fish, S. & Poso, S. 2003. Combining remote sensing, data from earlier inventories, and geostatistical interpolation in multisource forest inventory. *Canadian Journal of Forest Research* 33(4): 624-634 s.
- Wallenius, T., Karvonen, L., Paalamo, P., Ahola, T., Kaukonen, M., Holappa, A. & Kammonen, A. 2016. Itä-Lapin alue-ekologinen tarkastelu 2015. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 74, Mestähalli-tus. 21 s. 978-952-295-146-5. <https://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/show/2003>.
- Valtioneuvosto. 2008. Valtioneuvoston periaatepäätös Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toi-mintaohjelmasta 2008 - 2016. 13 s.
- Valtioneuvosto. 2014. Valtioneuvoston periaatepäätös Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toi-mintaohjelman jatkamisesta 2014-2025. 18 s.
- Vauhkonen, J., Tokola, T., Packalen, P. & Maltamo, M. 2009. Identification of Scandinavian Commercial Species of Individual Trees from Airborne Laser Scanning Data Using Alpha Shape Metrics. *Forest Science* 55(1): 37-47 s. [Aineisto saatavilla osoitteesta: <Go to ISI>://WOS:000263341300004].
- Wilson, K. A., Cabeza, M. & Klein, C. J. 2009. Fundamental concepts of spatial conservation prioritiza-tion. Julk.: Moilanen, A., Wilson, K. A. & Possingham, H. P. (toim.). *Spatial Conservation Prioritiza-tion: quantitative methods and computational tools*. Oxford, UK2009. Oxford, Oxford University Press. S. 304. 987-0-19-954776-0 (Hbk)987-0-19-954777-7 (Pbk).
- Ympäristöministeriö. 2016. METSO-ohjelman toteuttamisen linjaukset v. 2016-2019. Ympäristöministeri-ön ohjeistusta Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksille: 2 s.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. 2014. Metsänhoidon suositukset.[Forest management recommendations]. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.[In Finnish] 1(2): 3 s.

Tämä raportti on kuvaus ensimmäistä kertaa koko Suomen mittakaavassa tehdyistä, tarkkoihin paikkatietoaineistoihin perustuvista, metsien monimuotoisuusarvojen priorisoinneista. Näiden priorisointien tuloskartat ovat pääosin avointa paikkatietoa ja tämä raportti on tehty näiden tietojen käytön tueksi ja tulevien analyysien suunnittelun avuksi.

Tehtyjen analyysien tavoitteena oli tunnistaa metsiä, joissa on paljon erilaista lahoppuuta ja jotka ovat kytkeytyneet muihin laadukkaisiin metsäalueisiin ja suojelualueisiin. Tällaisten metsien lajisto on todennäköisesti hoidettuja metsiä monipuolisempi ja kohteissa voi esiintyä uhanalaisia lajeja. Jos nämä arvokkaat alueet ovat toisiinsa hyvin kytkeytyneitä, ne turvaavat niin tavanomaisen kuin uhanalaisenkin metsälajiston säilymisen todennäköisesti pitkälle tulevaisuuteen.

Valmistuneet analyysit on alun perin suunniteltu palvelemaan asiantuntijoiden työtä Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman (METSO) toteuttamisessa, mutta maaliskuussa 2018 tapahtuneen metsävaratiedon avautumisen myötä näitä kartta-aineistoja voidaan hyödyntää laajemminkin esimerkiksi maankäytön, metsätalouden ja luonnon monimuotoisuuden suojelun suunnittelussa.



ISBN 978-952-11-4923-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-4924-5 (PDF)

ISSN 1796-1718 (pain.)

ISSN 1796-1726 (verkkok.)