



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 83/2024

EU:n ennallistamisasetuksen suhde maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmaan

Metsiä koskeva tarkastelu

**Leena Kärkkäinen, Matti Koivula, Kari T. Korhonen, Antti Mutanen,
Raisa Mäkipää, Timo P. Pitkänen, Sakari Tuominen ja Antti Wall**

EU:n ennallistamisasetuksen suhde maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmaan

Metsiä koskeva tarkastelu

**Leena Kärkkäinen, Matti Koivula, Kari T. Korhonen, Antti Mutanen,
Raisa Mäkipää, Timo P. Pitkänen, Sakari Tuominen ja Antti Wall**

Viittausohje:

Kärkkäinen, L., Koivula, M., Korhonen, K.T., Mutanen, A., Mäkipää, R., Pitkänen, T.P., Tuominen, S. & Wall, A. 2024. EU:n ennallistamisasetuksen suhde maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmaan : Metsiä koskeva tarkastelu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 83/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 108 s.



ISBN 978-952-380-974-1 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-974-1>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Leena Kärkkäinen, Matti Koivula, Kari T. Korhonen, Antti Mutanen, Raisa Mäkipää, Timo P. Pitkänen, Sakari Tuominen ja Antti Wall

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024

Julkaisuvuosi: 2024

Kannen kuva: Erkki Oksanen

Tiivistelmä

Leena Kärkkäinen¹, Matti Koivula², Kari T. Korhonen¹, Antti Mutanen¹, Raisa Mäkipää²,
Timo P. Pitkänen², Sakari Tuominen² ja Antti Wall³

¹ Luonnonvarakeskus, Joensuu

² Luonnonvarakeskus, Helsinki

³ Luonnonvarakeskus, Kokkola

Selvityksessä arvioitiin EU:n ennallistamisasetuksen artiklan 12 metsiä koskevien indikaattoreiden, valittujen artiklassa 4 mainittujen luontotyyppien (boreaaliset luonnonmetsät, puustoiset suot, harjumetsä, lehdot) sekä artiklan 13 kolmen miljardin puunistutustavoitteen suhdetta Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman (MISU) toimenpiteisiin. Selvityksessä myös tunnistettiin, mitä muita toimenpiteitä tarvittaisiin MISU:n toimenpiteiden lisäksi, jotta ennallistamisasetuksen metsiä koskevissa indikaattoreissa saavutettaisiin kasvava suuntaus ja jotta valittujen luontotyyppien tila paransi. Lisäksi arvioitiin metsiä koskevien indikaattoreiden seuranta.

Useimmilla tarkastelluilla MISU:n toimenpiteillä voidaan edistää EU:n ennallistamisasetuksen metsiä koskevien indikaattoreiden myönteistä kehitystä. Toimenpiteiden vaikutukset useisiin ennallistamisasetuksen indikaattoreihin riippuvat siitä, miten näitä toimenpiteitä toteutetaan. Joidenkin indikaattoreiden kohdalla MISU:n toimenpiteiden vaikutukset indikaattorin kehitykseen riippuvat tarkasteltavan ajanjakson pituudesta. Lisäksi toimenpiteiden vaikutukset indikaattoreihin riippuvat toimenpiteiden alueellisesta laajuudesta ja jakautumisesta sekä ajallisesta jakautumisesta.

Tarkastelluista MISU:n toimenpiteistä suurella osalla on ainakin vähäisiä positiivisia suoria vaikutuksia kaikkiin luontotyypeihin. Yleishyödyllisimpiä ovat toimet, jotka liittyvät metsäkadon ehkäisyyn sekä kiertoajan pidentämiseen. Metsätaloudellisista harvennuksista on haittaa boreaalisille luonnonmetsille, mutta myös muille direktiiviluontotyypeille. Harjuilla ja lehdoissa hyödyllistä on lähinnä luonnonhoitoon rinnastettava puuston harventaminen, joka ylläpitää paahteisuutta ja karuutta (harjut) tai lehtokasvillisuutta ja lehtipuita (lehdot). Pitkällä aikavälillä boreaaliset luonnonmetsät ja myös lehdot hyötynevät metsittämisestä. Lannoitusta ei tulisi käyttää direktiiviluontotyypeissä, koska se muuttaa kasvillisuutta, maaperää ja oletettavasti myös muuta eliölajistoa. Lannoituksesta voisi kuitenkin tietyn varauksin olla hyötyä boreaalisisissa luonnonmetsissä. Harjujen paahdeympäristöt hyötyvät polttamisesta, useimmat lehtoluontotyypit havupuiden poistamisesta ja puustoiset ojitetut suot ennallistamisesta, ojituksen välttämistä ja jatkuvapeitteisestä metsänkasvatuksesta.

Puunistutustavoitteen saavuttamista on merkittävästi edistänyt MISU:n toimenpiteeseen joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltujen metsitykseen liittyvä määräaikainen metsitystuki. Muilla tarkastelluilla MISU:n toimenpiteillä ei ole suoraa vaikutusta puunistutustavoitteeseen.

Muina kuin MISU:n toimenpiteinä EU:n ennallistamisasetuksen indikaattoreiden kasvavaa suuntausta voitaisiin edistää esimerkiksi sekametsien suosimisella niille soveltuvilla kasvupaikoilla. Herkkien alueiden metsien käytön ja käsittelyn rajoitukset sekä aluetason suunnittelu olisivat myös toimenpiteitä, joilla voitaisiin edistää useita indikaattoreita saavuttamaan kasvava suuntaus.

Valtakunnan metsien inventointi (VMI) pystyy tuottamaan pääosan puustoon liittyvien indikaattoreiden tiedoista. Maaperän hiilivaraston seurantaan on käytettävissä mallinnukseen perustuvat kasvihuonekaasuinventaariorissa vuosittain laskettavat tiedot. Luonnonvarakeskuksessa on valmisteltu myös maaperän hiilivaraston mittauksiin perustuvan seurannan toteuttamista kivennäismailla. Kaukokartoitusmenetelmiä voidaan käyttää eri-ikäisrakenteisten metsien osuus-, metsien kytkeytyneisyys- ja puuston monilajisuus indikaattoreiden seurantaan, mutta niitä käytettäessä on huomioitava menetelmiin liittyvät rajoitukset.

Asiasanat: biodiversiteetti, indikaattorit, luontotyytit, metsäluonnon monimuotoisuus, valtakunnan metsien inventointi

Abstract

Leena Kärkkäinen¹, Matti Koivula², Kari T. Korhonen¹, Antti Mutanen¹, Raisa Mäkipää², Timo P. Pitkänen², Sakari Tuominen² and Antti Wall³

¹ Natural Resources Institute Finland, Joensuu

² Natural Resources Institute Finland, Helsinki

³ Natural Resources Institute Finland, Kokkola

The study analysed the relationship of the forest indicators defined in Article 12, the selected habitat types referred to in Article 4 (boreal natural forests, bog woodlands, forests on or connected to glaciofluvial eskers, herb-rich forests) and the objective of planting three billion additional trees as set out in Article 13 of the EU regulation on nature restoration and the measures defined in the Climate Plan for the Land Use Sector. The study also investigated what other measures would be required in addition to the measures of the Climate Plan for the Land Use Sector to achieve an upward trend in the forest indicators of the EU regulation on nature restoration and to improve the state of the selected habitat types. Furthermore, it was assessed how the forest indicators are monitored.

Most of the examined measures of the Climate Plan for the Land Use Sector can contribute to the positive development of the forest indicators defined in the EU regulation on nature restoration. The impact of measures on most indicators of the EU regulation on nature restoration depends on how the measures are carried out. For certain indicators, the impact of the measures of the Climate Plan for the Land Use Sector on the development of each indicator is affected by the duration of the period being reviewed. In addition, the impact of the measures on the indicators depends on the regional scope and division of the measures as well as on their distribution over time.

Most of the examined measures of the Climate Plan for the Land Use Sector have at least minor direct impact on all habitat types. Measures associated with the prevention of deforestation, as well as the extension of the rotation period, produce the most general benefits. Thinning related to the forest management has an adverse impact on the boreal natural forests, but also to other Habitats Directive's habitat types. On eskers and in herb-rich forests, measures that produce benefits mainly include thinning regarded as nature management to maintain dryness and infertility (eskers) or herb-rich vegetation and deciduous trees (herb-rich forests). In the long term, boreal natural forests as well as herb-rich forests are also expected to benefit from afforestation. Fertilisation should not be used in the Habitats Directive's habitat types because it changes vegetation, the soil and probably other organisms as well. However, fertilisation can, with certain limitations, produce benefits in boreal natural forests. Sunny and dry esker environments benefit from burning, most herb-rich habitat types from the removal of coniferous trees and drained peatland forests from restoration, the avoidance of ditching, and continuous cover forestry.

The fixed-term forestation support associated with the forestation of unproductive land and poorly productive arable land has significantly contributed to the achievement of the tree planting objective. The other examined measures of the Climate Plan for the Land Use Sector do not have a direct impact on this objective.

Considering measures other than those set out in the Climate Plan for the Land Use Sector, the indicators of the EU regulation on nature restoration could be increased by preferring mixed forests in sites suitable for them. Restrictions on the use and managing of forests in sensitive areas as well as regional planning would also be measures that could help achieve an upward trend in several indicators.

The National Forest Inventory (NFI) can produce the majority of data for the tree indicators. Modelling-based estimates calculated annually for the greenhouse gas inventory are available to monitor carbon stocks in soil. The Natural Resources Institute Finland is also studying the requirements and opportunities associated with monitoring based on measurements of soil carbon storage in mineral soils. Remote sensing methods can be used to monitor indicators for the proportion of forests with varying age structures, the connectivity of forests and the diversity of tree species. However, method-related restrictions must be taken into account when using them.

Keywords: biodiversity, forest biodiversity, habitat types, indicators, National Forest Inventory

Sammanfattning

Leena Kärkkäinen¹, Matti Koivula², Kari T. Korhonen¹, Antti Mutanen¹, Raisa Mäkipää², Timo P. Pitkänen², Sakari Tuominen² och Antti Wall³

¹ Naturresursinstitutet, Joensuu

² Naturresursinstitutet, Helsinki

³ Naturresursinstitutet, Kokkola

I utredningen gjordes en utvärdering av hur de indikatorer som nämns i artikel 12 i EU-förordningen om restaurering av natur, de utvalda livsmiljötyper som nämns i artikel 4 (boreala naturskogar, skogbevuxen myr, skogar på eller i anslutning till rullstensåsar, örtrika skogar) samt målet om plantering av tre miljarder träd enligt artikel 13 förhåller sig till åtgärderna i klimatplanen för markanvändningssektorn. I utredningen identifierades också vilka andra åtgärder behövs utöver åtgärderna i klimatplanen för markanvändningssektorn för att indikatorerna för skog enligt förordningen om restaurering av natur ska utvecklas positivt och de utvalda livsmiljötypernas status ska förbättras. Därtill utvärderades övervakningen av indikatorerna för skog.

De flesta av de åtgärder i klimatplanen som omfattades av granskningen kan bidra till en positiv utveckling av indikatorerna för skog i EU-förordningen om restaurering av natur. Åtgärdernas effekt på flera av indikatorerna enligt restaureringsförordningen beror på hur åtgärderna genomförs. I vissa indikatorer beror effekten av åtgärderna enligt klimatplanen på indikatorutvecklingen på granskningsperspektivets längd. Åtgärdernas effekt på indikatorerna beror dessutom på åtgärdernas geografiska räckvidd och fördelning samt deras fördelning över tid.

En stor del av de granskade åtgärderna enligt klimatplanen för markanvändningssektorn har åtminstone små positiva direkta effekter på samtliga livsmiljötyper. Mest allmän nytta har åtgärder som hänför sig till förhindrande av avskogning samt till förlängning av omloppstiden. Gallringar skadar boreala naturskogar. På rullstensåsar och även i örtrika skogar erhålls fördelar snarast av sådan naturvårdande gallring som bevarar solexponeringen och kargheten (på rullstensåsar) eller den örtrika vegetationen och lövträden (i örtrika skogar). På lång sikt gynnas sannolikt boreala naturskogar och även örtrika skogar av beskogning. Gödselmedel bör inte användas i livsmiljöer som omfattas av habitatdirektivet, eftersom gödsling påverkar växtligheten, jordmånen och sannolikt även övriga arter. Med vissa förbehåll kan gödsling visserligen ge nytta i boreala naturskogar. Solexponerade livsmiljöer på rullstensåsar gynnas av avbränning, de flesta örtrika livsmiljöer gynnas av avlägsnande av barrträden och trädbevuxna torrlagda myrvar av avhållsamhet från dikning och av kontinuitetsbruk.

Det tidsbundna beskogningsstödet som hör till klimatplanens åtgärd för beskogning av impediment och av åkermark med dålig avkastning har på ett betydande sätt bidragit till uppnåendet av målet för plantering av träd. De andra åtgärder i klimatplanen som omfattades av granskningen har inga direkta effekter på målet för plantering av träd.

Utöver åtgärderna i klimatplanen kan en positiv utveckling av indikatorerna enligt EU-förordningen om restaurering av natur främjas till exempel genom att gynna blandskog på lämpliga ståndorter. Även begränsning av användningen och behandlingen av skogar på känsliga

områden samt planering på regionnivå kan vara sådana åtgärder som kan bidra till en positiv utveckling av flera av indikatorerna.

Riksskogstaxeringen (RST) kan ge det mesta av de indikatordata som hänför sig till trädbeståndet. För övervakningen av lagret av kol i marken kan användas värden från växthusgasinventeringen, som räknas fram årligen genom modellering. Naturresursinstitutet utreder också kraven och möjligheterna för övervakning som baserar sig på mätningar av markens kollager på mineraljordar. Fjärranalysmetoder kan användas för övervakning av indikatorerna för andel skogsmark med olikåldrig struktur, skoglig konnektivitet och trädartsblandning, men vid användning av dem bör metodernas begränsningar beaktas.

Ämnesord: biologisk mångfald, indikatorer, livsmiljötyper, riksskogstaxering, skogsnaturens mångfald

Sisällys

1. Johdanto	13
2. Aineistot ja menetelmät.....	15
3. Ennallistamisasetus ja MISU	18
3.1. Ennallistamisastus (EU) 2022/869.....	18
3.2. Ennallistamisasetuksen tavoitteet ja velvoitteet.....	18
3.3. Ennallistamisasetus ja metsät	20
3.3.1. Metsäiset direktiiviluontotyypit ja luontotyyppien ennallistaminen	20
3.3.2. Metsäekosysteemien biodiversiteetti-indikaattorit.....	24
3.3.3. Kolmen miljardin puun istuttaminen	24
3.4. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU).....	25
4. Tarkasteltavat MISU:n toimenpiteet	27
4.1. Metsähallituksen ilmastotoimet.....	27
4.2. Metsäkadon ehkäisy.....	28
4.3. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys.....	28
4.4. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	29
4.5. Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet	29
4.6. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet.....	30
5. Ennallistamisasetuksen artiklan 12 metsiä koskevien indikaattoreiden suhde MISU:n toimenpiteisiin.....	31
5.1. Yleisten metsälintujen indeksi	31
5.1.1. Metsälintuindeksin laskenta	31
5.1.2. Metsähallituksen ilmastotoimet.....	35
5.1.3. Metsäkadon ehkäisy	35
5.1.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	35
5.1.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	36
5.1.6. Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimenpiteet.....	36
5.1.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet.....	37
5.1.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	37
5.2. Kuolleet pysty- ja maapuut.....	38
5.2.1. Yleistä.....	38
5.2.2. Metsähallituksen ilmastotoimet.....	38
5.2.3. Metsäkadon ehkäisy	39
5.2.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	39
5.2.5. Suometsien ilmastokestävä hoito- ja käyttö.....	39

5.2.6.	Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet	40
5.2.7.	Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet.....	40
5.2.8.	Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	40
5.3.	Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus	41
5.3.1.	Yleistä.....	41
5.3.2.	Metsähallituksen ilmastotoimet.....	42
5.3.3.	Metsäkadon ehkäisy	42
5.3.4.	Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	42
5.3.5.	Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	42
5.3.6.	Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet	43
5.3.7.	Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet.....	43
5.3.8.	Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	43
5.4.	Metsien kytkeytyneisyys	44
5.4.1.	Yleistä.....	44
5.4.2.	Metsähallituksen ilmastotoimet.....	44
5.4.3.	Metsäkadon ehkäisy	45
5.4.4.	Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	45
5.4.5.	Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	45
5.4.6.	Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet	46
5.4.7.	Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet.....	46
5.4.8.	Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	46
5.5.	Orgaanisen hiilen varasto (kivennäismaiden maaperässä).....	47
5.5.1.	Yleistä.....	47
5.5.2.	Metsähallituksen ilmastotoimet.....	47
5.5.3.	Metsäkadon ehkäisy	48
5.5.4.	Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	48
5.5.5.	Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	49
5.5.6.	Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet.....	49
5.5.7.	Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet.....	50
5.5.8.	Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	50
5.6.	Metsien osuus, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina	51
5.7.	Puuston monilajisuus	52
5.7.1.	Yleistä.....	52
5.7.2.	Metsähallituksen ilmastotoimet.....	52
5.7.3.	Metsäkadon ehkäisy	53
5.7.4.	Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	53

5.7.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	53
5.7.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet	54
5.7.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet.....	54
5.7.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	54
5.8. Yhteenveto	55
6. Ennallistamisasetuksen artiklan 4 valittujen luontotyyppien suhde MISU:n toimenpiteisiin	59
6.1. Metsät ja muut puustoiset maat.....	59
6.1.1. Määritelmä.....	59
6.1.2. Metsäluontotyyppien uhanalaisuus.....	59
6.2. Boreaaliset luonnonmetsät (9010).....	62
6.2.1. Määritelmä ja lajisto.....	62
6.2.2. Metsähallituksen ilmastotoimet.....	63
6.2.3. Metsäkadon ehkäisy	63
6.2.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	63
6.2.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	64
6.2.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet	64
6.2.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet.....	64
6.2.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	65
6.3. Puustoiset suot (91D0)	65
6.3.1. Määritelmä ja lajisto.....	65
6.3.2. Metsähallituksen ilmastotoimet.....	66
6.3.3. Metsäkadon ehkäisy	67
6.3.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	67
6.3.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	67
6.3.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet	67
6.3.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet.....	68
6.3.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	68
6.4. Harjumetsät (9060).....	69
6.4.1. Määritelmä ja lajisto.....	69
6.4.2. Metsähallituksen ilmastotoimet.....	70
6.4.3. Metsäkadon ehkäisy	70
6.4.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	70
6.4.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö.....	70
6.4.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet	71
6.4.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet.....	71
6.4.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet.....	71

6.5. Lehdot (9050)	71
6.5.1. Määritelmä ja lajisto	71
6.5.2. Metsähallituksen ilmastotoimet	73
6.5.3. Metsäkadon ehkäisy	73
6.5.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys	74
6.5.5. Suometsien hoito ja käyttö	74
6.5.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet	74
6.5.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet	74
6.5.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet	75
6.6. Yhteenveto	75
7. EU:n tavoitteen kolmen miljardin puun istuttamisesta suhde MISU:n toimenpiteisiin	77
8. Ennallistamisasetuksen metsiä koskevien indikaattoreiden seuranta	78
8.1. Asetuksen mukainen indikaattoreiden seuranta	78
8.1.1. Yleisten metsälintujen indeksi	78
8.1.2. Kuolleet pysty- ja maapuut	79
8.1.3. Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus	80
8.1.4. Metsien kytkeytyneisyys	80
8.1.5. Orgaanisen hiilen varasto (kivennäismaiden maaperä)	83
8.1.6. Metsien osuus, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina	84
8.1.7. Puuston monilajisuus	85
8.2. Kaukokartoituksen mahdollisuudet indikaattoreiden seurannassa	85
8.2.1. Kaukokartoitusaineistojen yleisiä ominaisuuksia	85
8.2.2. Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus	87
8.2.3. Metsien kytkeytyneisyys	88
8.2.4. Puuston monilajisuus	89
9. Johtopäätökset	90
9.1. EU:n ennallistamisasetuksen indikaattoreiden suhde MISU:n toimenpiteisiin	90
9.2. EU:n ennallistamisasetuksen valittujen luontotyyppien suhde MISU:n toimenpiteisiin	91
9.3. Kolmen miljardin puun istutustavoitteen suhde MISU:n toimenpiteisiin	92
9.4. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet	92
9.5. Indikaattoreiden seuranta	93
Viitteet	94

1. Johdanto

EU:n ennallistamisasetuksen (Asetus (EU) 2024/1991) tavoitteena on parantaa luonnontilaa eri ympäristöissä sekä suojelualueilla että niiden ulkopuolella. Metsien osalta ennallistamisasetuksessa on esitetty metsäekosysteemien luonnon monimuotoisuutta kuvaavat indikaattorit, joiden avulla jäsenvaltioiden tulee arvioida metsäekosysteemien tilaa. Yksi indikaattori (yleisten metsälintujen indeksi) on kaikille jäsenvaltioille yhteinen. Sen lisäksi on seitsemän indikaattoria, joista kukin jäsenmaa valitsee kuusi indikaattoria, jotka soveltuvat parhaiten jäsenmaan olosuhteisiin ja metsäluonnon tilan parantamisen arviointiin. Ennallistamisasetuksen mukaan jäsenvaltioiden on saavutettava indikaattoreiden kehityksessä kasvava suuntaus ja tyydyttävä taso (Ympäristöministeriö 2024).

Ennallistamisasetus koskee myös luontodirektiivin liitteen I metsäluontotyypppejä. Näistä luontotyypeistä boreaalisten luonnonmetsien, puustoisten soiden, harjumetsien ja lehtojen kokonaispinta-ala on suuri ja niihin kuuluu huomattava määrä myös talouskäytössä olevia alueita (Arnkil ym. 2024, Räsänen ym. 2023). Näiden luontotyyppien osalta luontodirektiivin säädökset velvoittavat Suomea jo tällä hetkellä. Näiden kohteiden suojelemiseksi on tehty toimenpiteitä osana METSO- ja Helmi-ohjelmia sekä lakisääteisiä metsälakikohteita vaalimalla. Todennäköisesti ennallistamisasetuksen täytäntöönpano edellyttää, että METSO- ja Helmi-ohjelmia toteutetaan tulevaisuudessa entistä tehokkaammin (Ympäristöministeriö 2024).

EU:n ennallistamisasetuksen toimeenpanoa varten laaditaan kansallinen ennallistamissuunnitelma, jossa määritellään muun muassa keinot asetuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tämän suunnitelman on määrä valmistua kahden vuoden kuluessa asetuksen voimaantulosta (Ympäristöministeriö 2024). Ennallistamisasetus tuli voimaan elokuussa 2024, joten kansallisen ennallistamissuunnitelman tulee valmistua viimeistään elokuussa 2026.

Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU) julkaistiin vuonna 2022. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma edistää osaltaan Suomen tavoitteita saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2035 mennessä. Maankäyttösektorilla toteutettavilla lisätoimilla tavoitellaan vähintään kolmen miljoonan hiilidioksidiekvivalenttitonnin vuosittaista nettovaikutusta vuoteen 2035 mennessä (Maa- ja metsätalousministeriö 2022).

Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman päämääränä on edistää maankäytön, metsätalouden ja maatalouden siirtymistä kohti ilmastokestävyttä eli päästöjen vähentämistä, nielujen aikaansaamien poistumien vahvistamista sekä sopeutumista ilmastonmuutokseen. Suunnitelman yhtenä tärkeänä lähtökohtana on luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen ja edistäminen. Näin ollen ilmastonmuutoksen hillintätoimet tai niiden toimeenpano eivät saisi heikentää monimuotoisuutta. Toimenpiteiden tulisi hillitä ilmastonmuutosta sekä edistää ilmastonmuutokseen sopeutumista ja luonnon monimuotoisuuden turvaamista (Maa- ja metsätalousministeriö 2022).

Tämän selvityksen tavoitteena on arvioida EU:n ennallistamisasetuksen 12 artiklan metsiä koskevien indikaattoreiden, valittujen 4 artiklassa mainittujen luontotyyppien (boreaaliset metsät, puustoiset suot, harjumetsät, lehdot) sekä 13 artiklan kolmen miljardin puunistutustavoitteen suhdetta MISU:n toimenpiteisiin. Tavoitteena on myös tunnistaa, mitä muita toimenpiteitä tarvittaisiin MISU:n toimenpiteiden lisäksi, jotta ennallistamisasetuksen metsiä koskevissa indikaattoreissa saavutettaisiin kasvava suuntaus ja jotta valittujen luontotyyppien tila

paranisi. Lisäksi tavoitteena on arvioida metsiä koskevien indikaattoreiden seuranta. Selvitys tukee MISU:n toimeenpanon lisäksi kansallisen ennallistamissuunnitelman laatimista sitä kautta, että kansallisten tavoitteiden asettamisen yhteydessä voitaisiin paremmin ottaa huomioon tavoitteiden vaikutukset metsien hiilivarastoon ja -nieluun sekä ilmastonmuutokseen sopeutumiseen. Selvitys tehtiin maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa Hiilestä kiinni -tutkimus- ja innovaatio-ohjelman Arvio EU:n ennallistamisasetuksen metsiä koskevien tavoitteiden suhteesta Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman toimenpiteisiin (EEVA) -hankkeessa.

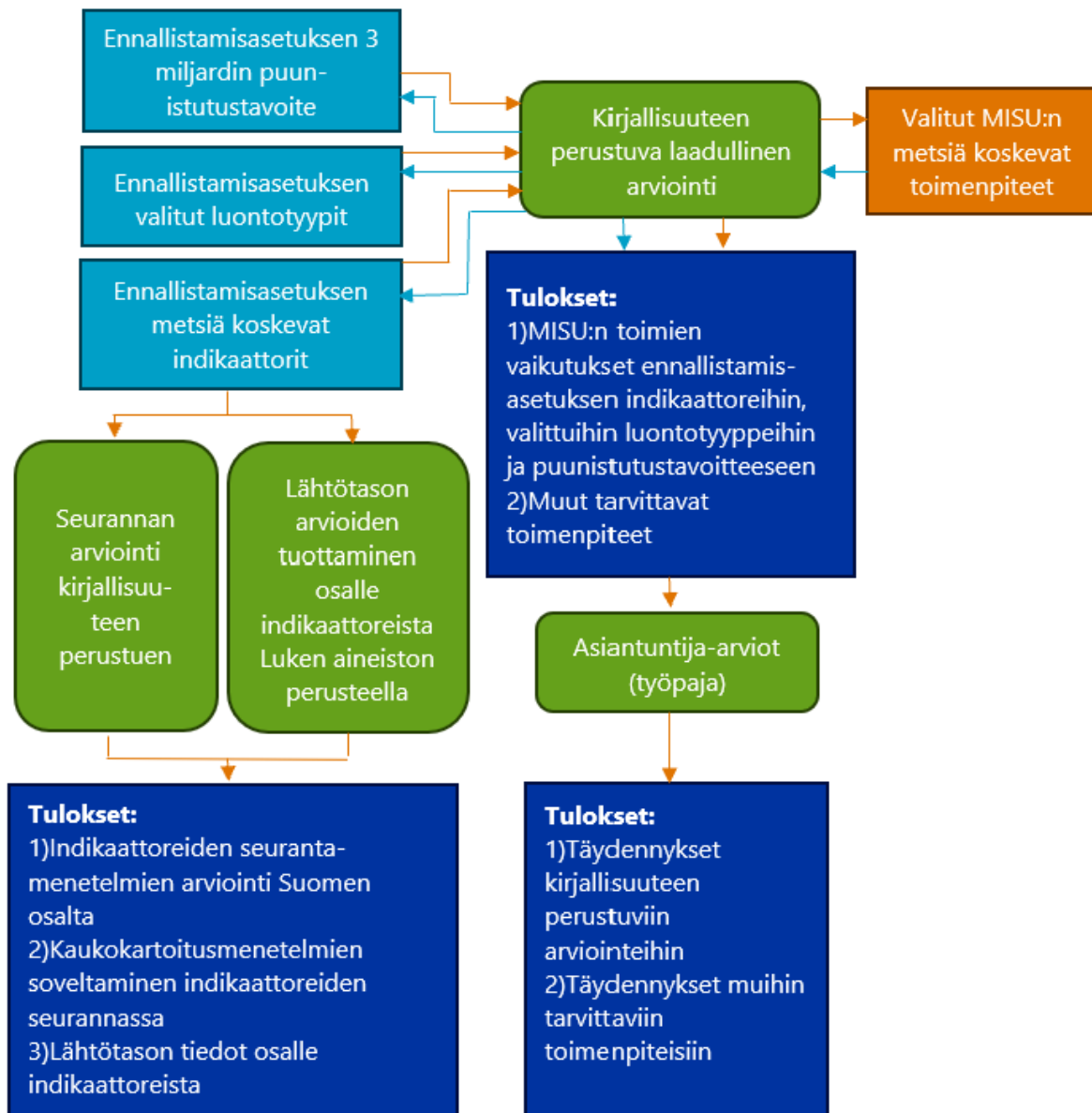
2. Aineistot ja menetelmät

Leena Kärkkäinen

Raportissa tarkastellaan aluksi (luku 3) EU:n ennallistamisasetusta (Asetus (EU) 2024/1991) ja maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmaa (MISU) (Maa- ja metsätalousministeriö 2022). EU:n ennallistamisasetuksen osalta keskitytään sen yleisiin tavoitteisiin ja velvoitteisiin. Lisäksi käsitellään tarkemmin, mitä asetuksessa säädetään metsiä koskien. MISU:n osalta esitellään lähinnä sen tavoitteita ja toimenpiteitä.

Raporttia varten tehtiin kirjallisuuteen perustuva tarkastelu (luvut 5–7), jossa selvitettiin EU:n ennallistamisasetuksen metsiä koskevien indikaattoreiden, valittujen luontotyyppien ja kolmen miljardin puun istutustavoitteen suhdetta valittuihin MISU:n metsiä koskeviin toimenpiteisiin (Kuva 1). Raportissa tarkasteltuja EU:n ennallistamisasetuksen indikaattoreita olivat yleisten metsälintujen indeksi, kuolleet pysty- ja maapuut, eri-ikäisrakenteisten metsien osuus, metsien kytkeytyneisyys, orgaanisen hiilen varasto, sellaisten metsien osuus, jossa kotimaiset puulajit ovat valtapuustona sekä puuston monilajisuus. Raportin tarkasteluihin valittuja ennallistamisasetuksen luontotyyppejä olivat boreaaliset luonnonmetsät, puustoiset suot, harjumetsät ja lehdot. MISU:n toimenpiteistä raportissa keskitytään Metsähallituksen ilmastotoimiin, metsäkadon ehkäisyyn, joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltujen metsitykseen, suometsien ilmastokestävään hoitoon ja käyttöön, muita hiilensidontaa ja -varastointia edistäviin toimenpiteisiin sekä edelleen kehitettäviin ja myöhemmin päätettäviin toimenpiteisiin. Raportissa keskitytään MISU:n toimenpiteisiin, jotka koskevat metsissä tehtäviä toimenpiteitä (luku 4). Tarkastelun ulkopuolelle jätetään MISU:ssa esitettyjen ohjauskeinojen vaikutusten arviointi.

Kirjallisuustarkastelun tuloksia täydennettiin työpajassa, joka järjestettiin 2.9.2024 kutsutuille asiantuntijoille Teamsin välityksellä. Kutsu lähetettiin 66 asiantuntijalle, joista 30 henkilöä osallistui työpajaan. Työpajaan osallistuneet asiantuntijat edustivat ministeriöitä (MMM, YM), metsäyhtiöitä, Metsähallitusta, tutkimuslaitoksia (Luonnonvarakeskus (Luke), Suomen ympäristökeskus (Syke)), Tapiota ja Suomen metsäkeskusta. Työpajan tavoitteena oli kirjallisuustarkastelujen tulosten täydentämisen lisäksi myös tunnistaa, mitä muita toimenpiteitä tarvittaisiin MISU:n toimenpiteiden lisäksi, jotta ennallistamisasetuksen metsiä koskevissa indikaattoreissa saavutettaisiin kasvava suuntaus ja jotta valittujen luontotyyppien tila paranisi.



Kuva 1. Selvityksen toteutuksen eteneminen.

Työpaja toteutettiin ryhmätöinä. Työpajassa osallistujat jaettiin kuuteen ryhmään, joissa kussakin arvioitavana oli kaksi ennallistamisasetuksen metsiä koskevaa indikaattoria, valittua luontotyyppiä ja/tai kolmen miljardin puun istutustavoite. Jokaisessa ryhmässä oli vetäjä Lu-kesta sekä 4–10 asiantuntijaa. Osallistujilla oli mahdollisuus ilmoittautua etukäteen tiettyyn ryhmään. Jos osallistuja ei ollut ilmoittautunut mihinkään ryhmään, hänet laitettiin satunnaisesti johonkin kuudesta ryhmästä.

Arviot toteutettiin ryhmissä käymällä läpi taulukkoa, johon oli listattu riveille MISU:n metsiä koskevat toimenpiteet ja sarakkeisiin ennallistamisasetuksen tarkastellut indikaattorit, luontotyytit sekä tavoite kolmen miljardin puun istuttamisesta. Taulukkoa oli täytetty etukäteen kirjallisuustarkastelujen tulosten perusteella. Ryhmissä nämä tulokset käytiin läpi ja niihin tehtiin täydennyksiä ja mahdollisia muokkauksia. Työpajan tulokset on esitetty tässä raportissa hajautetusti luvuissa 5–7.

Ennallistamisasetuksen liitteessä (Annex VI) on esitetty kuvaus kunkin indikaattorin seurannasta sekä linkki menetelmiin, joihin seuranta perustuu. Tässä raportissa esitetään asiantuntija-arviot ennallistamisasetuksen metsiä koskevien indikaattoreiden seurannan toteuttamiseen liittyvistä mahdollisuuksista ja haasteista Suomen osalta (Kuva 1) (luku 8.1). Raportissa lisäksi arvioidaan aikaisempien tutkimusten perusteella, millaisia mahdollisuuksia kaukokartoitusmenetelmien soveltaminen tarjoaisi valittujen indikaattoreiden seurantaan (luku 8.2).

Raportissa esitetään lähtötason arviot indikaattoreille, joille ne voitiin tuottaa Luken valtakunnan metsien inventointiaineiston (VMI-aineisto) perusteella (luku 8.1). Näitä indikaattoreita olivat kuollut pysty- ja maapuu, eri-ikäisrakenteisten metsien osuus, metsien osuus, joissa kotimaiset puulajit ovat valtapuustona sekä puuston monilajisuus. Lisäksi monilähteen valtakunnan metsien inventointiaineistoa (MVMI-aineisto) ja maastotietokantaa hyödynnettiin tuottaessa lähtötason arviot metsien kytkeytyneisyydelle.

3. Ennallistamisasetus ja MISU

Antti Mutanen

3.1. Ennallistamisastus (EU) 2022/869

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus luonnon ennallistamisesta ja asetuksen (EU) 2022/869 muuttamisesta eli ennallistamisasetus (Asetus (EU) 2024/1991) tuli voimaan 18.8.2024. Ennallistamisasetus on merkittävin sitova lainsäädäntötoimi vuonna 2020 julkaistun EU:n vuoteen 2030 ulottuvan biodiversiteettistrategian (COM(2020) 380 final) täytäntöönpanossa. Biodiversiteettistrategia on puolestaan keskeinen osa Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa (COM(2019) 640 final).

Ennallistamisasetuksella tavoitellaan pitkäaikaista ja jatkuvaa biologisen monimuotoisuuden ja luonnon resilienssin (kyky kohdata ympäristömuutoksia siirtymättä toiseen tilaan) elpymistä samalla, kun edistetään EU:n ilmastonmuutoksen hillinnän ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen tavoitteita ja täytetään EU:n kansainväliset velvoitteet (Euroopan komissio 2024). Ennallistamisasetus täydentää ja tehostaa jo voimassa olevan EU:n ympäristölainsäädännön, kuten luontodirektiivin (Direktiivi 92/43/ETY), lintudirektiivin (Direktiivi 2009/147/EY), vesipuidirektiivin (Direktiivi 2000/60/EY) ja meristrategiadirektiivin (Direktiivi 2008/56/EY) täytäntöönpanoa. Asetuksen johdanto-osassa tuodaan esille se, että vaikka EU:n ympäristölainsäädäntö on sinänsä kattavaa, ei esimerkiksi luonto- ja lintudirektiivin tavoitteiden toteutumiseksi, eli luontotyyppien hyvän tilan saavuttamiselle ja lintukantojen elpymiselle, ole asetettu määräaikoja. Johdanto-osassa myös todetaan, että luonnon biologisen monimuotoisuuden parantamiseksi ennallistamistoimia on otettava käyttöön myös luontodirektiivin luontotyyppien alueilla, jotka eivät kuulu Natura 2000 -verkostoon sekä luontodirektiivin luontotyyppien ulkopuolisilla alueilla erityisesti maatalous- ja metsäekosysteemeissä. Luontotyyppien ennallistamistavoitteet ovat pinta-alaperusteisia, kun taas luontotyyppien ulkopuolisten alueiden ennallistamistavoitteet ja -velvoitteet sekä niiden toteutumisen seuranta perustuvat suurelta osin eri indikaattoreihin.

3.2. Ennallistamisasetuksen tavoitteet ja velvoitteet

Ennallistamisasetuksen määrällisenä yleistavoitteena on, että vuoteen 2030 mennessä ennallistamistoimet kattavat 20 prosenttia Euroopan maa- ja merialueista sekä vuoteen 2050 mennessä kaikki ennallistamisen tarpeessa olevat ekosysteemit (2 artikla, 2 kohta). Jäsenvaltioiden ennallistamistavoitteet ja -velvoitteet on kuvattu artikloissa 4–13. 4 artikla käsittelee maa-, rannikko- ja makeanveden ekosysteemien ennallistamista, ja sen mukaan jäsenvaltioiden on toteutettava ennallistamistoimia vuoteen 2030 mennessä 30 prosentilla luontodirektiivin kunkin luontotyyppin alueista, joiden tila ei ole hyvä. Vuoteen 2040 mennessä ennallistamistoi- mien on katettava 60 prosenttia ja vuoteen 2050 mennessä 90 prosenttia luontotyyppiryhmien pinta-alasta, joka ei ole hyvässä tilassa (4 artikla, 1 kohta). Luontotyyppit, jotka kuuluvat 4 artiklan soveltamisalaan, on listattu luontotyyppiryhmittäin ennallistamisasetuksen liitteessä I.

Jäsenvaltioiden on myös toteutettava ennallistamistoimia siten, että niillä palautetaan luontotyyppisiä sellaisilla alueilla, joilla niitä ei ole (4 artikla, 4 kohta). Tavoitteena on saavuttaa kunkin luontotyyppin suotuisa viiteala. Suotuisalla viitealalla tarkoitetaan 3 artiklan määritelmän mukaisesti "luontotyyppin sellaista kokonaispinta-alaa kansallisella tasolla tietyllä

luonnonmaantieteellisellä alueella tai merialueella, joka katsotaan välttämättömäksi vähimmäismääräksi luontotyyppin ja sen luonteenomaisten lajien tai luonteenomaisen lajikoostumuksen pitkän aikavälin elinkelpoisuuden ja sen luontaisen levinneisyysalueen kaikkien merkittävien ekologisten vaihtelujen varmistamiseksi ja joka koostuu luontotyyppin nykyisestä pinta-alasta ja, jos kyseinen alue ei ole kyseiselle luontotyyppille pitkän aikavälin elinkelpoisuuden ja sille luonteenomaisten lajien tai luonteenomaisen lajikoostumuksen kannalta riittävä, luontotyyppin palauttamiseen tarvittavasta lisäpinta-alasta; jos luontotyyppi on mainittu direktiivin 92/43/ETY liitteessä I, tällainen palauttaminen edistää luontotyyppin suotuisan suojelutason saavuttamista ja meriekosysteemeissä tällainen palauttaminen edistää ympäristön hyvän tilan saavuttamista tai säilyttämistä”. Suunniteltaessa ennallistamistoimia luontotyyppien tilan parantamiseksi sekä pinta-alan lisäämiseksi kohti suotuisaa viitealaa on tarkasteltava tarvetta luontotyyppien kytkeytyneisyyden parantamiseksi (4 artikla, 10 kohta).

4 artikla sisältää myös veloitteet luonto- ja lintudirektiivien lajien elinympäristöjen määrän, laajuuden ja kytkeytyneisyyden parantamiseksi (4 artikla, 7 kohta). Lisäksi jäsenvaltioiden on pyrittävä varmistamaan se, että alueet, joilla on saavutettu hyvä tila ja lajien elinympäristöjen riittävä laatu, eivät merkittävästi heikkene (4 artikla, 11 kohta). Tästä niin sanotusta heikentämiskiellosta on kuitenkin mahdollista poiketa esimerkiksi luonnonkatastrofin tai erittäin tärkeän yleisen edun mukaisen hankkeen tapauksissa.

5 artikla käsittelee meriekosysteemien, jotka on listattu luontotyyppiryhmittäin liitteessä II, ennallistamista. 6 artikla käsittelee uusiutuvan energian tuotannon ja 7 artikla maanpuolustuksen tarpeiden huomioon ottamista luontotyyppien ennallistamistavoitteiden ja -veloitteiden yhteydessä. 8 artikla määrittää kaupunkiekosysteemien ennallistamistavoitteet. 9 artikla käsittelee jokien luonnollisen kytkeytyneisyyden ja jokiin liittyvien tulvasanteiden luonnollisten toimintojen ennallistamista, ja se sisältää muun muassa koko EU:ta koskevan tavoitteen ennallistaa vähintään 25 000 kilometriä jokia vapaasti virtaaviksi vuoteen 2030 mennessä. 10 artikla käsittelee pölyttäjäkantojen ennallistamista ja 11 artikla maatalouden ekosysteemien ennallistamista. Maatalouden ekosysteemien ennallistamistavoitteisiin kuuluu eri indikaattorien kehityksen kääntäminen kasvavaksi kohti kansallisesti määritettävää tyydyttävää tasoa sekä määrälliset veloitteet turvemaapeltojen ennallistamiselle sekä sille, mikä osuus ennallistamisesta tulee olla vettämistä uudelleen. 12 artikla kuvaa metsäekosysteemien ennallistamistavoitteet, joihin kuuluu eri indikaattorien kasvava kehitys kohti kansallisesti määritettävää tyydyttävää tasoa. 13 artikla sisältää koko EU:ta koskevan tavoitteen istuttaa kolme miljardia puuta ekologisin perustein vuoteen 2030 mennessä.

Keskeinen osa ennallistamisasetuksen täytäntöönpanoa jäsenvaltiotasolla on kansallinen ennallistamissuunnitelma, jonka laadintaa, sisältöä, aikatauluja, arviointia ja uudelleentarkastelua käsitellään artikloissa 14–19. Ennallistamissuunnitelmaa varten jäsenvaltioiden on määritettävä muun muassa eri luontotyyppien kokonaispinta-alat ja alat, jotka eivät ole hyvässä tilassa, luontotyyppien suotuisat viitealat, alueet, jotka soveltuvat parhaiten luontotyyppien palauttamiseen, direktiivilajien elinympäristöjen riittävä laatu ja määrä, maatalouden ja metsäekosysteemien indikaattoreiden tyydyttävät tasot ja kartoitettava sekä yksilöitävä ne metsäalueet, jotka tarvitsevat parempaa kytkeytyneisyyttä. Kansallisen ennallistamissuunnitelman luonnos on toimitettava komissioon viimeistään 1.9.2026. Komissio arvioi suunnitelman ja voi esittää siihen muutoksia. Jäsenvaltioiden on raportoitava ennallistamistoimien etenemisestä viimeistään 30.6.2028 ja tämän jälkeen vähintään kolmen vuoden välein.

Useissa jäsenvaltioissa, Suomi mukaan luettuna, tiedot luontotyyppien pinta-alasta, sijainnista ja erityisesti tilasta ovat puutteellisia. Tämän vuoksi jäsenvaltioita velvoitetaan varmistamaan, että viimeistään vuonna 2030 asetuksen liitteen I luontotyyppien tila tunnetaan vähintään 90 prosentilla pinta-alasta ja vuonna 2040 koko pinta-alalta (4 artikla, 9 kohta). Tätä vaatimusta ei ollut komission alkuperäisessä asetusehdotuksessa. Vuoteen 2030 mennessä jäsenvaltioiden on myös vahvistettava pohjautuen viimeisimpään tieteelliseen tietoon eri ekosysteemien, kuten metsien, ennallistamistavoitteiden seurannassa käytettävien indikaattoreiden tyydyttävät tasot. Komissiolle on annettu ennallistamisasetuksessa laaja delegoitu säädösvalta, jonka avulla se voi esimerkiksi muuttaa asetuksen liitteitä, kuten metsien biodiversiteetti-indikaattoreiden kuvauksia, yksiköitä ja käytettäviä menetelmiä sekä antaa metsäekosysteemien indikaattoreiden tyydyttävien tasojen asettamiseen liittyvä ohjauskehys.

3.3. Ennallistamisasetus ja metsät

Ennallistamisasetuksen metsiä koskeissa tavoitteissa ja velvoitteissa voidaan erottaa kaksi laaja osakokonaisuutta: 1) 4 artiklan mukainen luontotyyppien ennallistaminen ja 2) 12 artiklan mukaiset metsäekosysteemien biodiversiteetti-indikaattorit. Lisäksi 13 artiklan tavoite kolmen miljardin puun istuttamisesta liittyy myös metsiin, mutta tavoite ei niinkään koske olemassa olevissa metsissä tapahtuvia ennallistamistoimia, vaan sillä tavoitellaan metsien määrän ja kytkeytyneisyyden lisäämistä metsittämällä sekä kaupunkien viherryttämistä.

3.3.1. Metsäiset direktiiviluontotyypit ja luontotyyppien ennallistaminen

Suomen luontodirektiivin vuoden 2019 raportoinnin mukaan ennallistamisasetuksen liitteiden I ja II Suomessa esiintyvien luontotyyppien kokonaispinta-ala on 12,9 miljoonaa hehtaaria (vaihteluväli 12,7–13,2 miljoonaa hehtaaria) (Anonyymi 2024). Metsäisten luontotyyppien kokonaispinta-alaksi on raportoitu 4,7 miljoonaa hehtaaria. Luvut ovat epävarmoja muun muassa sen vuoksi, että tarkkaa paikkatietoa luontotyyppien esiintymisestä ei ole olemassa. Lisäksi joidenkin luontotyyppien raportoiduissa pinta-aloissa on merkittävää päällekkäisyyttä (Räsänen ym. 2023). Suomen metsäiset, luontodirektiivin mukaiset luontotyypit jakautuvat ennallistamisasetuksen liitteen I luontotyyppiryhmittelyssä pääryhmiin 4 ”Metsät” ja 1 ”Kosteikot (rannikko ja sisämaa)”. Taulukossa 1 on esitetty metsäisten luontotyyppien raportoitu kokonaispinta-ala ja tämän jakaantuminen hyvässä, heikentyneessä tilassa ja tuntemattomassa tilassa oleviin alueisiin sekä luontotyyppin pinta-alaan Natura 2000-verkoston alueella.

Taulukko 1. Luontodirektiivin Suomessa esiintyvät metsäiset luontotyytit, niiden jako ennallistamisasetuksen luontotyyppiryhmiin, kokonaispinta-ala, hyvässä, heikentyneessä ja tuntemattomassa tilassa olevat pinta-alat sekä Natura 2000 -alueilla sijaitseva pinta-ala (Lähteet: Asetus (EU) 2024/1991, Anonyymi 2024, Räsänen ym. 2023).

Koodi	Luontodirektiivin luontotyyppi	Pinta-ala ha	Hyvä ha	Heikentynyt ha	Tuntematon ha	Natura 2000 ha
1. ryhmä "Metsät"						
Alaryhmä: boreaaliset metsät						
9010	Boreaaliset luonnonmetsät	1 299 000	1 014 700– 1 192 000	105 400– 328 000	0	945 700 (928 600–962 800)
9020	Fennoskandian hemiborealiset luontaiset jalopuumetsät (<i>Quercus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Acer</i> , <i>Fraxinus</i> tai <i>Ulmus</i>), joissa paljon epifyyttejä	800	240–700	100–560	0	300 (260–340)
9030	Maankohoamisrannikon primäärisukessiovaiheiden luontilaiset metsät	18 000	1 000–7 000	11 000– 17 000	0	10 600
9040	Tunturikoivikot, joissa <i>Betula pubescens</i> ssp. <i>czerepanovii</i> -kasvillisuutta	460 000	4 200– 140 000	190 000– 328 000	128 000	366 000
9050	Fennoskandian boreaaliset lehdot, joissa <i>Picea abies</i> -kasvillisuutta	255 900 (150 900– 360 900)	8 759	0	140 441– 350 441	12 730 (10 730–14 730)
9060	Harjumuodostumien metsäiset luontotyytit	700 000	11 000	0	689 000– 700 000	40 900 (37 800–44 000)
Alaryhmä: lauhkean alueen metsät						
9180	<i>Tilio-Acerion</i> -rinne-, vyörymä- ja raviinimetsät	30	11	0	19–30	19 (10–27)
9190	Hiekkatasankojen vanhat happamat <i>Quercus robur</i> -metsät	57	13–52	5–44	0	18 (14–22)
2. ryhmä: kosteikot (rannikko ja sisämaa)						
Alaryhmä: kosteat metsät						
9080a	Fennoskandian metsäluhdot	0	0	0	0	1 650 (1 300–2 000)
91D0	Puustoiset suot	1 917 000	805 000	605 500	506 500	237 500 (231 000–244 000)

Metsäisistä luontotyyteistä pinta-alaltaan suurimpia ovat puustoiset suot (91D0), boreaaliset luonnonmetsät (9010), harjumetsät (9060), tunturikoivikot (9040) ja boreaaliset lehdot (9050). Puustoisista soista noin kolmannes on heikentyneessä tilassa, noin neljännes tuntemattomassa tilassa ja 12 prosenttia luontotyytiin raportoidusta pinta-alasta sijaitsee Natura 2000 -alueilla. Puustoisten soiden osalta esiintyy merkittävää päällekkäisyyttä muiden luontodirektiivin luontotyyppien kanssa, sillä 69 prosenttia puustoisista soista on raportoitu myös keidasoiksi (7110a) tai aapasoiksi (7310a) (Räsänen ym. 2023, Arnkil ym. 2024). Ojittettuja alueita voi myös kuulua puustoihin soihin, mutta raportoidusta pinta-alasta kaikki tai lähes kaikki on ojittamaton aluetta (Räsänen ym. 2023, Arnkil ym. 2024). Todennäköisesti myös ojittettuja

alueita kuuluisi luontotyyppiin, mutta näiden pinta-alaa ei käytettävissä olevaan aineistoon pohjautuen pystytä arvioimaan Natura 2000 -alueiden ulkopuolella (Arnkil ym. 2022).

Borealiset luonnonmetsät sijaitsevat suurimmaksi osaksi nykyisillä suojelualueilla, ja niistä myös suurimman osan arvioidaan olevan hyvässä tilassa. Harjumetsien raportoidusta pinta-alasta puolestaan lähes kaikki on tuntemattomassa tilassa. Harjumetsien vuonna 2019 raportoitu kokonaispinta-ala on vajaa puolet harjujen ja reunamuodostumien pinta-alasta. Suomessa harjumetsien tulkintaa on tarkennettu vuoden 2019 raportoinnin jälkeen, ja uuden tulkin mukaan harjumetsiin luetaan koko geomorfologinen harjumuodostuma, mukaan lukien harjut, reunamuodostumat, deltat ja sandurit, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 1,5 miljoonaa hehtaaria (Arnkil ym. 2024). Harjumetsissä esiintyy päällekkäisinä luontotyyppinä esimerkiksi boreaalisia luonnonmetsiä. Vertailun vuoksi Ruotsissa harjumetsien määrittely tehdään valorinteiden harjukasvillisuuden perusteella, ja harjumetsien pinta-alaksi Ruotsissa raportoitiin vuoden 2019 raportoinnissa 6 000 hehtaaria (Anonyymi 2024).

Lehtojen kokonaispinta-ala-arvion vaihteluväli on suuri, niiden tila on suurelta osin tuntematon ja ne sijaitsevat Natura 2000 -alueiden ulkopuolella. Yleisesti tiedot eri luontotyyppien esiintymisestä ja tilasta ovat suojelualueiden ulkopuolella puutteellisia. Myös suojelualueiden inventointitiedoissa voi olla puutteita ja ne voivat olla vanhentuneita. Suojelualueiden ulkopuolella on luontodirektiivin raportoinnissa hyödynnetty esimerkiksi valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) koealatietoja, muita käytettävissä olevia tietolähteitä (esim. GTK:n maa-ainesaaineistot harjumetsien tapauksessa) sekä asiantuntija-arvioita (Arnkil ym. 2024). Käytettävissä olevan puutteellisen tietopohjan vuoksi luontotyyppien pinta-aloihin, sijaintiin sekä tilaan liittyy suuria epävarmuuksia. Luontotyyppien kriteereihin liittyy lisäksi tulkinvaraisuutta (Arnkil ym. 2024). Luontotyyppien seurannan tietopohjaa ja seurantamenetelmiä tulisi kehittää, ja ennallistamisasetus asettaa tietopohjan parantamiselle myös määräaikoja. On myös selvää, ettei tarpeeksi tarkan tiedon tuottaminen voi perustua pelkästään kaukokartoitukseen tai VMI:n koealatieloihin, vaan rinnalle tarvitaan laajoja maastokartoituksia. Ennallistamisasetus on jäsenvaltioita velvoittavaa lainsäädäntöä, mikä korostaa yksiselitteisten määritelmien ja tarkan paikkatietojen merkitystä erityisesti yksityismailla, joilla sijaitsee merkittävä määrä metsäistä direktiiviluontotyypeistä sekä ennallistamisen tarpeessa olevasta pinta-alasta ja joissa tieto luontotyyppien esiintymisestä ja tilasta on puutteellisinta. Arvion mukaan boreaalisista luonnonmetsistä kahdeksan prosenttia, puustoisista soista 53 prosenttia, harjumetsistä 72 prosenttia ja lehdoista 98 prosenttia sijaitsee yksityismailla (ml. kunnat) (Arnkil ym. 2024).

Taulukossa 1 on esitetty metsäisten luontotyyppien pinta-alat Suomen vuoden 2019 luontodirektiivin raportointiin pohjautuen. Ennallistamisasetuksen mukaan ei kuitenkaan riitä, että luontotyyppien ennallistamistoimia toteutetaan vain niiden nykyisellä esiintymisalueella, vaan jäsenvaltioiden on lisäksi kasvatettava luontotyyppien alueita kohti suotuisaa viitealaa. Suomi, toisin kuin esimerkiksi Ruotsi, ei ole ilmoittanut luontotyyppien suotuisia viitealoja luontodirektiivin raportoinnin yhteydessä. Raportoinnista käy kuitenkin ilmi, että luontotyyppien suotuisan suojelutason saavuttamiseksi boreaalisten luonnonmetsien ja puustoisten soiden pinta-alan tulisi kasvaa eli suotuisa viiteala olisi suurempi kuin luontotyyppien raportoitu pinta-ala. Sen sijaan harjumetsien sekä lehtojen raportoitu pinta-ala vastaisi likimain suotuisaa viitealaa.

Kansallisen ennallistamissuunnitelman laadinnan yhteydessä kunkin luontotyyppien suotuisa viiteala on määritettävä täsmällisesti. Ennallistamisasetuksen mukaan suotuisia viitealoja määrittäessä ”otetaan huomioon aineisto historiallisesta levinneisyydestä ja ilmastonmuutoksesta johtuvat ympäristöolosuhteiden ennustetut muutokset”. Komission alkuperäisessä

asetusehdotuksessa oli puolestaan runsaasti kritiikkiä herättänyt viittaus vähintään viimeisten "70 vuoden aikana tapahtuneisiin dokumentoituihin menetyksiin". Suotuisten viitealojen määrittelyssä jäsenvaltioille on siten annettu kolmikantaneuvottelujen tuloksena lisää joustoa sen suhteen, mikä ajankohta valitaan suotuisten viitealojen määrittämisen lähtökohdaksi. Kysymystä toisaalta herättää esimerkiksi se, kuinka kauas ajassa taaksepäin tulisi mennä ja mitä aineistolla historiallisesta levinneisyydestä tarkoitetaan: voidaanko esimerkiksi erilaisia mallinustuloksia käyttää luontotyyppien aiemman esiintymisen arviointiin, vai tuleeko aineiston olla esimerkiksi VMI:n kaltaista maastoinventointiaineistoa. Entä millaisin muin perustein suotuisa viiteala määritetään? Bijlsma ym. (2019) -raportti toimii teknisenä ohjeistona luontodirektiivin mukaisen raportoinnin suotuisten viitealojen määrittämiselle, mutta se ei ole jäsenvaltioita sitova. Viitealojen määrittäminen on monivaiheinen prosessi, jossa on tärkeää muun muassa tarkastella luontotyyppien aiempaa levinneisyyttä ja kehityssuuntaa sekä arvioida, millainen ala vähintään tarvitaan luontotyyppien elinkelpoisuuden turvaamiseksi. Suotuisa viiteala voi olla esimerkiksi tietty prosenttiosuus perusvuoden arvioidusta pinta-alasta. Esimerkiksi Ruotsissa luontodirektiivin raportoinnin yhteydessä suotuisat viitealat metsäisille luontotyypeille on asetettu vastaamaan joko pinta-alaa, joka niillä oli luontodirektiivin tullessa voimaan vuonna 1995 tai jos on todettu, että luontotyyppien pitkän aikavälin pinta-alatarve luontotyyppien suotuisan suojelutason saavuttamiseksi on suurempi kuin vuoden 1995 ala, suotuisa viiteala on 20 prosenttia luontotyyppien esiteollisen ajan pinta-alasta (Anonyymi 2024).

Ennallistamisasetuksen mukaan kansalliset ennallistamissuunnitelmat tulee lähtökohtaisesti laatia avoimesti, läpinäkyvästi ja eri sidosryhmiä osallistaen (14 artikla, 20 kohta). Jäsenvaltioiden on myös ennallistamissuunnitelmia laadittaessa pyrittävä optimoimaan ekosysteemien ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset toiminnot (14 artikla, 16 kohta, b alakohta). Lisäksi voidaan ottaa huomioon alueiden erilaiset tilanteet, jotka liittyvät sosiaalisiin, taloudellisiin ja kulttuurillisiin vaatimuksiin, alueellisiin ja paikallisiin erityispiirteisiin ja väestötiheyteen sekä esimerkiksi alueiden syrjäisyyteen, vaikeaan pinnanmuodostukseen sekä ennallistamistoimien kustannuksiin (14 artikla, 16 kohta, c alakohta). 14 artiklan 16 kohdan alakohtien b ja c joustomahdollisuuksia ei ollut mukana komission alkuperäisessä asetusehdotuksessa.

Metsäisten luontotyyppien tarkkoja ennallistamispinta-aloja ei tässä vaiheessa tunneta, sillä luontotyyppien esiintymiseen, tilaan sekä suotuisiin viitealoihin liittyy merkittäviä epävarmuuksia. Ennallistamistarpeet, ennallistamistoimet, niiden kohdentuminen sekä muut ennallistamisasetuksen täytäntöönpanoon liittyvät seikat tarkentuvat kansallisen ennallistamissuunnitelman laadinnan yhteydessä. Raportoitujen pinta-alojen mukaan määrällisesti eniten ennallistamistarpeita liittyy metsäisistä luontotyypeistä puustoisiin soihin.

Tarvittavat ennallistamistoimet puolestaan riippuvat kohteesta. Boreaalisisissa luonnonmetsissä ensisijainen toimi on metsätalouden ulkopuolelle jättäminen, mutta luontotyyppien ominaisuuksia voidaan parantaa esimerkiksi ennallistamispoltoilla. Puustoisilla soilla ennallistamistoimia olisivat esimerkiksi jatkuvapeitteiseen kasvatukseen siirtyminen ja ojien tukkiminen. Harjumetsissä on monenlaisia elinympäristöjä, joiden avoimena pitäminen on tärkeää ja joista monimuotoisuuden kannalta tärkeimpiä ovat paahdeympäristöt. Harjumetsiin kuuluu myös varjorinteiden metsiä ja tasaisia kangasmaita, joilla ennallistamistoimi voisi olla esimerkiksi jatkuvapeitteiseen kasvatukseen siirtyminen. Lehtipuuvaltaisissa lehdoissa ennallistamistoimiin kuuluisi esimerkiksi kuusettumisen ehkäiseminen pieniä kuusia poistamalla (Arnkil ym. 2024).

Kansallisia ennallistamissuunnitelmia laadittaessa jäsenvaltiot voivat halutessaan hyödyntää ennallistamisasetuksen liitteessä VII listattuja esimerkkejä ennallistamistoimista. Komission asetusehdotuksessa jäsenvaltioita sen sijaan velvoitettiin hyödyntämään liitettä VII. Liitteen VII mukaisia ennallistamistoimia metsäekosysteemeissä ovat muun muassa ei-toivottujen pensaikoiden ja luontaiseen lajistoon kuuluvien viljelmien poistaminen, suurten, vanhojen ja kuolleiden puiden määrän lisääminen, metsien rakennepiirteiden monipuolistaminen ja luontainen uudistuminen, luonnonläheisen metsänhoidon ja jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen hyödyntäminen sekä luopuminen puunkorjuusta vanhojen metsien lisäämiseksi. Metsiin liittyvä ennallistamistoimi on myös rantojen suojavyöhykkeet.

Ennallistamistoimet ja puuntuotanto eivät sinänsä ole toisiaan poissulkevia. Toisaalta luontotyyppien parhaat esiintymät tulisi asiantuntijoiden mukaan jättää metsätalouden ulkopuolelle (Arnkil ym. 2024). Eräs avoin kysymys on, mitä tapahtuu, mikäli ennallistamistoimien toteutuksen jälkeen päästään tavoitteeseen eli ennallistamistoimien kohteena olleella alueella saavutetaan hyvä tila. Tulkitaanko ennallistamisasetuksen heikentämiskieltoa metsäisten luontotyyppien hyvässä tilassa olevilla alueilla siten, että puuntuotantoon tähtäävät metsätalustoimet voivat heikentää luontotyyppin tilaa, joten ne tai ainakin osa niistä, kuten avohakkuu, olisivat kiellettyjä?

3.3.2. Metsäekosysteemien biodiversiteetti-indikaattorit

Ennallistamisasetuksen 12 artikla velvoittaa, että jäsenvaltioiden on otettava käyttöön ennallistamistoimenpiteitä myös metsissä, jotka sijaitsevat 4 artiklan mukaisten luontotyyppien ja luonto- ja lintudirektiivin lajien elinympäristöjen ulkopuolisilla alueilla. Veloitteena on saavuttaa seitsemässä indikaattorissa kasvava kehitys, kunnes saavutetaan kansallisesti määriteltävä tyydyttävä taso. Pakollinen seurattava indikaattori on yleisten metsälintujen indeksi. Lisäksi seuraavista seitsemästä indikaattoria on valittava kuusi:

1. kuolleet pystypuut,
2. kuolleet maapuut,
3. eri-ikäisrakenteisten metsien osuus,
4. metsien kytkeytyneisyys,
5. orgaanisen hiilen määrä,
6. sellaisen metsän osuus, jossa valtalajina ovat luontaiset puulajit ja
7. puuston monilajisuus.

Indikaattorien kehitystä mitataan 18.8.2024 ja 31.12.2030 välisellä ajanjaksolla ja joka kuudes vuosi tämän jälkeen. Metsäekosysteemien indikaattorien tarkemmat kuvaukset, yksiköt ja käytettävät seurantamenetelmät on esitetty ennallistamisasetuksen liitteessä VI. Indikaattorit ja niiden seuranta koskevat kunkin jäsenvaltion kaikkia metsäalueita. Indikaattoreiden tyydyttäviä tasoja määritettäessä on otettava huomioon metsäpalariski. Tämä on lisäys, joka tuli asetukseen kolmikantaneuvotteluissa.

3.3.3. Kolmen miljardin puun istuttaminen

Ennallistamisasetuksen 13 artiklan mukaan jäsenvaltioiden on 4 artiklan ja 8–12 artiklojen ennallistamistoimia määritellessään ja toteuttaessaan pyrittävä edistämään sitoumusta istuttaa vähintään kolme miljardia puuta EU:n alueelle vuoteen 2030 mennessä. Tavoite kolmen miljardin puun istuttamisesta täysin ekologisin perustein on mainittu EU:n

biodiversiteettistrategiassa osana EU:n ennallistamista koskevaa suunnitelmaa. Lisäksi EU:n uudessa metsästrategiassa (COM (2021) 572 final) on esitetty toimenpiteenä etenemissuunnitelma tavoitteen saavuttamiseksi. Komissio on julkaissut sitoumuksen kolmen miljardin puun istuttamisesta (SWD (2021) 651 final) sekä biodiversiteettiystävällisen metsittämisen (*afforestation*), uudelleenmetsittämisen (*reforestation*) ja puiden istuttamisen (*tree planting*) suuntaviivat (SWD (2023) 61 final). Komission alkuperäiseen asetusehdotukseen kolmen miljardin puun istuttaminen ei sisällynyt, eikä sitoumus kolmen miljardin puun istuttamisesta ollut jäsenvaltiota laillisesti sitova. Ennallistamisasetuksen myötä biodiversiteettistrategian kolmen miljardin puun istuttamistavoitteen painoarvo ja velvoittavuus nousevat aiempaan tilanteeseen verrattuna.

Jäsenvaltioiden on varmistettava, että puiden istuttamisessa noudatetaan täysimääräisesti ekologisia periaatteita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi puulajien monimuotoisuutta, ikärakenteen monipuolisuutta ja sitä, että istutuksessa käytetään ensisijaisesti luontaisia puulajeja. Vierasperäisten puulajien käyttö on mahdollista vain poikkeustilanteissa. Kolmen miljardin puun istuttamisella (metsittäminen, uudelleenmetsittäminen ja puiden istuttaminen) on pyrittävä lisäämään ekologista kytkeytyneisyyttä ja kaupunkien vihreyttä.

3.4. Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma (MISU)

Vuonna 2022 julkaistu Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma eli MISU (Maa- ja metsätalousministeriö 2022) on osa ilmastolain (423/2022) mukaista ilmastopoliittikan suunnittelujärjestelmää. Ilmastolain keskeinen tavoite on, että viimeistään vuonna 2035 Suomen kasvihuonekaasujen päästöt ovat enintään yhtä suuret kuin poistumat ja että poistumat kasvavat ja päästöt vähenevät myös vuoden 2035 jälkeen. Taakanjako- ja päästökauppasektorien yhteenlasketuille päästöille on laissa annettu päästövähennystavoitteet (vähintään -60 prosenttia vuoden 1990 tasoon verrattuna vuoteen 2030 mennessä, vähintään -80 prosenttia vuoteen 2040 ja vähintään -90 prosenttia, pyrkimys -95 prosenttia, vuoteen 2050 mennessä). Vuoden 2035 ilmastoneutraaliustavoitteeseen pääsemiseksi maankäyttösektorin nettopoistumien tulisi olla tuolloin vähintään yhtä suuret kuin taakanjako- ja päästökauppasektorien yhteenlasketut päästöt.

MISU:ssa on määritetty ilmastopoliittiset toimenpiteet, joilla vahvistetaan maankäyttösektorin poistumia ja vähennetään päästöjä siten, että maankäyttösektorin EU:n LULUCF-asetuksen mukaiset velvoitteet ja Suomen oma ilmastoneutraaliustavoite voidaan saavuttaa. Tärkeänä lähtökohtana MISU:n toimenpiteitä määritettäessä on ollut luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen ja edistäminen sekä synergioiden etsiminen ilmastonmuutoksen hillintää, ilmastonmuutoksen sopeutumista ja luonnon monimuotoisuutta edistävien toimien välillä.

MISU:ssa on listattu 37 erillistä toimenpidettä, jotka on jaoteltu 12 pääryhmään. Toimien maankäyttösektorin nettopoistumia lisäävän ja tavoitellun yhteisvaikutuksen arvioidaan olevan yhteensä vähintään kolme miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Kyseinen tavoite perustuu Marinin hallituksen Vuosaaren ilmastokokouksessa 3.2.2022 julkaisemaan tiekarttaan (Valtioneuvosto 2022). Tiekartan taustalla oli puolestaan skenaariotarkasteluja siitä, kuinka taakanjako-, päästökauppa- ja maankäyttösektorin päästöt ja poistumat kehittyisivät tulevaisuudessa, kun otetaan huomioon aiemmin päätetyt politiikkatoimet ja arvioidaan siitä, kuinka paljon lisää maankäyttösektorin nettopoistumia tarvittaisiin hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi, kun otetaan huomioon myös taakanjako- ja päästökauppasektorilla tehtävät lisätoimet.

Ilmastolain mukaan valtioneuvosto hyväksyy MISU:n vähintään joka toinen vaalikausi. Vaikka joka toinen vaalikausi ei ole velvollisuutta laatia uutta MISU:a, on myös näiden aikana arvioitava voimassa olevan suunnitelman ajantasaisuutta ja uusien toimien tarvetta. MISU:n laadinnan jälkeen tilanne maankäyttösektorilla on muuttunut. Kasvihuonekaasuinventaariorissa on otettu käyttöön uusia menetelmiä ja aiemmat arviot turvemaametsien päästöistä ovat osoittautuneet liian pieniksi. Metsien kasvu on notkahtanut samaan aikaan, kun hakkuumäärät ovat kasvaneet. Hakkuumäärien kasvuun on vaikuttanut metsäteollisuuden korkeasuhdanne, kasvanut tuotantokapasiteetti sekä venäläisen tuonnin päättyminen ja korvaaminen kotimaisella puulla. Maankäyttösektorin nettopoistumat ovatkin nyt selvästi alhaisemmat kuin MISU:a laadittaessa ennakoitiin. Orpon hallitusohjelman mukaan hallitus sitoutuu laatimaan päästövelan lyhennysohjelman vuoden 2024 loppuun mennessä sekä vahvistaa metsien kasvua toimenpidepaketilla. Metsien kasvua ja hiilinielujen vahvistamisen toimenpidepakettia valmistellaan tällä hetkellä maa- ja metsätalousministeriössä.

Seuraavissa luvuissa esitellään tähän selvitykseen valitut MISU:n metsiä koskevat toimet sekä arvioidaan niiden suhdetta ennallistamisasetuksen 4 artiklan ja 12 artiklan mukaisiin metsäekosysteemejä koskeviin ennallistamistavoitteisiin ja –velvoitteisiin sekä tavoitteeseen istuttaa kolme miljardia puuta vuoteen 2030 mennessä. On huomattava, että 11 artiklan 4 kohdan turvemaapeltojen uudelleenvettämismuutoksiin voidaan vastata ennallistamalla turvetuotantoalueita. Lisäksi voidaan ottaa huomioon myös sellaisten alueiden uudelleenvettäminen, jonka maankäyttö ei ole maatalous tai turpeen tuotanto. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi ojitettut turvemaametsät. Suomessa on turvemaapeltoja 270 000 hehtaaria (Räsänen ym. 2023). 12 artiklan mukaisesti Suomessa tulisi vuoteen 2050 uudelleenvettää turvemaapeltoja 45 000 ha, mistä 40 prosenttia eli 18 000 hehtaaria voitaisiin toteuttaa uudelleenvettämällä ojitettuja turvemaametsiä. Turvemaapeltojen ennallistamismuutosten kytkeytymistä turvetuotantoalueisiin ja ojitettuihin turvemaametsiin ei tarkastella tarkemmin tässä raportissa.

4. Tarkasteltavat MISU:n toimenpiteet

Leena Kärkkäinen

4.1. Metsähallituksen ilmastotoimet

Metsähallituksen ilmastotoimien osalta MISU-raportissa on viitattu Metsähallituksen omistajapoliittisten linjausten ja Metsähallituksen liiketoimintaa koskevan ohjauksen toimeenpanoon. Metsähallituksen ilmasto-ohjelmassa (Metsähallitus 2024) on määritetty pidemmän aikavälin linjaukset Metsähallituksen roolista Suomen hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamisessa vuoteen 2035 mennessä.

Metsähallituksen liiketoimintaa koskevana omistajapoliittisena linjauksena vuosille 2020–2024 on mainittu esimerkiksi peitteellisen metsänkäsittelyn pinta-alan lisääminen uudistusluonteisissa hakkuissa nykyisestä noin 15 %:n tasosta 25 %:iin. Lisäys kohdennetaan erityisesti turvemaille. Linjauksena mainitaan myös metsän- ja luonnonhoidon sekä ennallistamismenetelmien kehittäminen entistä paremmin luonnon monimuotoisuutta ja ilmastokestävyyttä huomioon ottavaan suuntaan. Omistajapolitiikan 2020–2024 yhteensovittamistoimia koskevana palvelu- ja toimintatavoitteina mainitaan muun muassa ilmastovaikutusten ja vesiensuojelun laajempi huomioiminen turvemaiden käsittelyssä. Lisäksi tavoitteena on pyrkiä lannoittamaan metsiä 30 000 hehtaarilla metsien hiilivaraston lisäämiseksi. Yhtenä tavoitteena mainitaan monikäyttömetsissä kiertoajan jatkaminen siihen soveltuviin kohteisiin tulostavoitteen raamit huomioiden. Tavoitteena on myös aktiivisten luonnonhoitotoimenpiteiden ohjelman toteutuksen jatkaminen monikäyttömetsissä Helmi-ohjelman valmistelussa sovittujen tavoitteiden mukaisesti. Vuonna 2023 tämä sisälsi muun muassa lehtojen ja paahdeympäristöjen luonnonhoitotöitä, tulen käytön lisäämistä palojatkumoalueilla sekä soiden ennallistamista (Maa- ja metsätalousministeriö 2023).

Metsähallituksen ilmasto-ohjelmassa keskeisinä toimina valtion maiden hiilinielujen ja -varastojen vahvistamiseksi ja maaperäpäästöjen vähentämiseksi on mainittu hyvä metsien ja luonnonsojelualueverkoston hoito sekä harkittu ennallistaminen. Metsien hyvää kasvua ja tehokasta hiilidioksidin sitomista pyritään varmistamaan kasvupaikkaan soveltuvalla metsien hoidolla, oikealla puulajivalinnalla ja nopealla metsien uudistamisella sekä oikea-aikaisella metsien harventamisella. Keskeisinä toimina ovat myös jalostetun viljelymateriaalin käyttö metsänuudistamisessa ja lannoituksen lisääminen. Ilmasto-ohjelmassa on lisäksi mainittu peitteellisen metsänkäsittelyn pinta-alan lisääminen uudistushakkuuluonteisissa hakkuissa nykyisestä noin 15 prosentin tasosta 25 prosenttiin. Tämä lisäys kohdennetaan erityisesti turvemaille ja virkistyskäytön kannalta tärkeille kohteille. Ilmasto-ohjelmassa todetaan keinoina pienentää lumi-, metsäpalo- ja tuulituhoriskiä muun muassa kasvupaikalle soveltuvan puulajin valinta, vaihteleva metsikkörakenne sekä varttuneiden taimikoiden ja kasvatusmetsien oikea-aikaiset ja sopivan voimakkaat harvennukset (Metsähallitus 2024).

Metsähallituksen ilmasto-ohjelmassa mainitaan, että luonnonhoito- ja ennallistamistoimet kohdennetaan ja toteutetaan niin, että ne edistävät sekä luonnon monimuotoisuutta että ilmastotavoitteita. Monikäyttömetsissä ennallistetaan mieluummin reheviä kuin karuja soita. Ilmastomuutoksen vaikutusten ja sopeutumiskeinojen arvioinnin todetaan ohjelmassa olevan olennainen osa suojelealueiden hoidon ja käytön suunnittelua (Metsähallitus 2024).

Tässä selvityksessä Metsähallituksen ilmastotoimista valittiin tarkasteluun oikea-aikainen metsän harventaminen, soiden ennallistaminen, tulen käyttö palojatkumoalueilla sekä lehtojen ja paahdeympäristöjen luonnonhoito. EU:n ennallistamisasetuksen valittuja indikaattoreita ja luontotyyppettä tarkasteltiin suhteessa näihin toimenpiteisiin. Suurin osa muista Metsähallituksen ilmastotoimista sisältyy muihin MISU:n toimenpiteisiin.

4.2. Metsäkadon ehkäisy

MISU-raportissa metsäkadon ehkäisyn edistämiseen mainitaan neljä toimenpidettä, jotka ovat 1) ehkäistään metsän muuttumista pelloksi, 2) kehitetään peltojen kiinteistöä rakennetta, 3) ehkäistään metsänraivausta rakennetuksi maaksi ja 4) maankäytön muutosmaksu kaikelle maankäytölle tai raivauksen luvanvaraisuus. Tämän selvityksen tarkasteluissa keskitytään lähinnä siihen, millaiset ovat vaikutukset ennallistamisasetuksen metsiä koskeviin indikaattoreihin ja valittuihin luontotyyppisiin, kun ehkäistään metsän muuttumista pelloksi ja metsänraivausta rakennetuksi maaksi.

Metsäkatoala oli Suomessa 2010-luvulla keskimäärin 14 000 hehtaaria vuodessa (Assmuth ym. 2022, Peltoniemi ym. 2023a). Se on kasvihuonekaasuinventaarion mukaan ollut viime vuosina alle 10 000 hehtaaria. Rakentamiseen liittyy noin 56 % ja maatalouteen noin kolmannes vuosittaisesta metsänraivausalasta (Lehtonen ym. 2021).

Metsäkato voi heikentää metsien monimuotoisuutta sekä suorasti että epäsuorasti. Se voi heikentää metsien monimuotoisuutta suoraan paikallisesti. Epäsuorasti metsäkato voi vaikuttaa monimuotoisuuteen vähentämällä puuntuotannossa olevan metsän pinta-alaa, jolloin metsäteollisuuden kysyntä voi nostaa hakkuupainetta jäljelle jäävissä metsissä (Assmuth ym. 2022).

Metsäkadon vaikutukset monimuotoisuuteen riippuvat erityisesti maankäytön muutosta edeltävästä metsän tilasta, uudesta maankäyttömuodosta ja metsähävityksen sijainnista ympäristöön elinympäristöihin nähden. Tyypillisesti pelloksi raivataan logistisesti helposti saavutettavissa olevia talousmetsiä, joissa ei välttämättä ole huomattavia luontoarvoja. Kaupunkien ja taajamien laajentuessa metsäkato voi kohdistua pitkään virkistyskäytössä ja metsätalouden ulkopuolella olleisiin metsiin, joilla voi olla huomattavia monimuotoisuusarvoja. Rakennettuja ympäristöjä ovat myös esimerkiksi erilaiset maanottoon, kaivostoimintaan sekä energia- ja liikenneinfrastruktuuriin hyödynnettävät alueet. Metsäkadon aiheuttamat monimuotoisuusvaikutukset riippuvat näillä alueilla sijainnista, laajuudesta ja toteutustavasta. Maankäyttömuodon muutos metsästä esimerkiksi rakennetuksi maaksi ei välttämättä johda metsän täydelliseen raivaamiseen. Esimerkiksi mökkitonteilla voi merkittävä osa puustoista säilyä (Assmuth ym. 2022).

4.3. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys

MISU-raportissa joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitykseen liittyy kaksi toimenpidettä. Ensimmäinen toimenpide on joutoalueiden määräaikainen metsitystuki, joka tuli voimaan vuoden 2021 alusta ja päättyi vuoden 2023 lopussa. Toinen toimenpide on heikkotuottoisten metsitykseen soveltuvien peltojen metsitys. Tässä selvityksessä tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitystä. Selvityksessä ei tarkastella näiden alueiden metsityksen edistämiseen tarvittavia ohjaukeinoja.

Metsityksen vuotuinen pinta-ala oli 1990-luvulla yli 10 000 hehtaaria. Metsityksen pinta-ala on sen jälkeen laskenut ja se oli 1 500 hehtaaria vuonna 2020. Eniten on metsitetty ruohikko-alueita, joista suurin osa on ollut hylättyjä peltoja (Haakana ym. 2022). Turvetuotannosta on poistunut noin 50 000 hehtaaria tuotantoalaa lähinnä viimeisen 30 vuoden aikana. Tästä alasta on metsitty tai metsitetty 75 %, otettu peltoviljelyyn 20 % ja muutettu kosteikoiksi 5 % (Bioenergia 2019).

Tapio Oy:n selvityksen mukaan metsitettäväksi soveltuvia joutomaita on noin 118 000 hehtaaria, josta noin 9 000 hehtaaria on tuotannosta poistuneita entisiä turvemaita. Joutoalueilla tarkoitettiin sellaisia alueita, jotka eivät ole maatalouden aktiivisessa käytössä ja joiden puuntuotoskyky arvioitiin maaperätietojen perusteella hyväksi (Lumperoinen & Hämäläinen 2020). Osa näistä alueista soveltunee muuhunkin jatkokäyttöön (Aro ym. 2023).

4.4. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

Suometsien ilmastokestävää hoitoa ja käyttöä koskevana toimenpiteenä MISU-raportissa on mainittu kunnostusojitusten välttäminen harvennushakkuiden yhteydessä rehevissä korvissa ja karuilla rämeillä, rehevissä korvissa 30 prosentin hakkuiden toteuttaminen peitteisen metsänkasvatuksen menetelmillä sekä ojitettujen turvemaiden tuhkalannoituksen edistäminen.

Suomessa on 4,9 miljoonaa hehtaaria ojitettua suota (Luke 2023a). Vuonna 2015 ojien kunnostusta tehtiin 17 069 hehtaarilla. Vuonna 2022 tämä pinta-ala oli 2 719 hehtaaria. Keskimäärin vuosina 2015–2022 ojien kunnostuksia tehtiin 8 517 hehtaaria vuodessa (Luke 2023b).

Suurimmalla osalla turvekankaista ei ole tehty kunnostusojituksia vaan ainoastaan uudistusojitus. Lisääntyvän hakuupaineen takia myös paine turvekankaiden kunnostusojituksiin voi kasvaa. Kunnostusojituksen välttämällä on myönteisten vesistövaikutusten lisäksi myös suotuisa etävaikutus lähitöillä jäljellä olevaan suoluontoon (Hotanen ym. 2018).

Suomessa tuhkalannoitusta tehdään noin 12 000 hehtaaria vuodessa (Metsäkeskus 2021). Metsäkeskuksen (2021) mukaan sopivaa lannoitus-alaa olisi viisi kertaa enemmän.

4.5. Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet

Muina hiilensidontaa ja -varastointia edistävinä toimenpiteinä MISU-raportissa mainitaan peltojen hiilen sidonnan ja hiilivarastojen edistäminen, kivennäismaametsien lannoituksen edistäminen, metsien nopean ja tehokkaan uudistamisen edistäminen, lahoppuun hiilivaraston lisääminen talousmetsissä monimuotoisuus- ja ilmastoyistä säästöpuita jättämällä ja jättämällä korjaamatta metsätuhoppuita, suopohjien ilmastokestävä jatkokäyttö sekä hiilivarastojen edistäminen pitkäikäisissä puutuotteissa ja rakenteissa. Tässä raportissa keskitytään metsiin liittyviin toimenpiteisiin ja siten tarkastelujen ulkopuolelle jätetään peltojen hiilen sidonnan ja hiilivarastojen edistäminen sekä hiilivarastojen edistäminen pitkäikäisissä puutuotteissa. Lahoppuun hiilivaraston lisääminen talousmetsissä monimuotoisuus- ja ilmastoyistä säästöpuita jättämällä ja jättämällä korjaamatta metsätuhoppuita -toimenpiteen osalta keskitytään tarkastelemaan säästöpuiden jättämistä.

MISU-raportissa viitataan lannoitusten osalta kasvatuslannoitusten määrän lisäämiseen. Metsien nopean ja tehokkaan uudistamisen osalta mainitaan aktiivisin toimin uudistettavat viljelytaimikot sekä jalostetun metsänviljelyaineiston (siemenet ja taimet) käyttö.

4.6. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet

MISU-raportin mukaan myöhemmin päätettäviä toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi hiilikädenjälkimenetelmien kehittäminen sekä metsien kiertoajan pidentämiseen kannustaminen kohdennetusti joillakin kohteilla. Lisäksi raportissa todetaan, että myöhemmin tarkastellaan, miten niin sanottujen teknisten nielujen arviointi ja mahdollinen edistäminen voitaisiin sisällyttää kansallisen ilmastopolitiikan valmisteluun. Tässä selvityksessä tarkastellaan metsien kiertoajan pidentämisen vaikutuksia ennallistamisasetuksen metsiä koskeviin indikaattoreihin ja valittuihin luontotyyppeihin.

5. Ennallistamisasetuksen artiklan 12 metsiä koskevien indikaattoreiden suhde MISU:n toimenpiteisiin

Leena Kärkkäinen, Matti Koivula ja Raisa Mäkipää

5.1. Yleisten metsälintujen indeksi

5.1.1. Metsälintuindeksin laskenta

Tässä alaluvussa tarkastellaan kolmea metsälinnuston tilaa kuvaamaan suunniteltua indeksiä: kotimaisia pesimälajiston (Lehikoinen ym. 2024; Kuva 2) ja talvilajiston (luonnontila.fi; Kuva 3) indeksejä sekä Forest Europe'n (2020) pesimälajiston indeksiä. Yleisperiaatteiltaan näiden indeksien laskenta on melko samanlainen, mutta koska lajijoukot eroavat toisistaan jonkin verran, myös niiden tuottama kuva metsälintujen kannanmuutoksista voi olla erilainen. Tarkastelun keskiössä ovat pesimälinnustoon perustuva kotimainen indeksi.

Kotimaiset pesimä- ja talvilintuindeksit perustuvat lajijoukkoon, joka on rajattu Brlikin ym. (2021) liitetaulukoiden niihin lajeihin, jotka pesivät Suomessa ja joiden pääpesimäympäristöt ovat puustoisia, mutta niitä on täydennetty kotimaisilla yleisillä lajeilla (Taulukko 2; täsmennykset, katso alempana). Indeksi yhdistää arviot yksittäisten lajien kannankehityksestä yhdeksi lukuarvoksi. Kotimaisten pesimä- ja talvilinnuston indeksiluvut kuvaavat suhdetta vertailuvuoteen, joka on kaikkien 14 muun Luonnontila-sivustolla (4.9.2024) esitettävän, ympäristön tilaa kuvaavan indikaattorin tavoin asetettu vuoteen 2000. Yhteisiä lajeja kotimaisen pesimälintuindeksin ja Forest Europe'n (2020) lajilistan kanssa on 11.

Kotimaisina pohja-aineistoina indekseille ovat Luomuksen linnustonseurannan vakiolinjojen (vuodesta 1979) ja pistelaskentareittien (vuodesta 1984) valtakunnalliset verkostot. Talvilintuindeksin laskenta perustuu reittilaskentoihin, joita on tehty valtakunnallisesti talvesta 1956/1957 (<https://www.helsinki.fi/fi/luomus/havainnot-ja-seurannat/linnustonseuranta-ja-rengastus>).

Forest Europe'n (2020) indeksi on tuotettu vuonna 2002 aloitetussa yhteiseurooppalaisessa yleisten lintujen seurantaprojektissa, jonka päätoteuttajia ovat BirdLife International ja Euroopan lintulaskentaneuvosto (European Bird Census Council, EBCC). Lajijoukossa on runsaasti lajeja, joita Suomessa ei ole tavattu (siniharakka, etelänpuukiiپیjä), jotka ovat maassamme satunnaisharhailijoita tai -pesijöitä (tammitikka, vuoriuunilintu, sepelsieppo, tulipäähippiäinen, viitatiainen, sitruunahemppo) tai joista Suomessa kertyy liian vähän pesimääjän havaintoja mielekästä tarkastelua varten (harmaapäätikka, pähkinähakki, pähkinänakkeli, nokkavarpu-nen). Joidenkin lajien osalta myös eri osissa Eurooppaa vaihtuva alalaji, muuttokäyttäytyminen tai pääelinympäristö voivat olla tulkinnan kannalta haasteellisia (esim. uuttukyyhky, metsäkivinen, hömötiainen, hippiäinen, tiltalti). Tavoitteena on kuitenkin ollut Euroopan laajuisen eikä niinkään spesifin maantieteellisen alueen, kuten Suomen, linnuston seuranta. Maat eivät ole yhteismitallisia, koska niiden indeksiin sisällytettävät lajistot eroavat monilta osin.

Lajimäärät pesimälintu-, talvilintu- ja Forest Europe'n indekseissä ovat samanlaisia (53, 55 ja 55 lajia). Kaikkiaan 12 lajia Lehikoisen ym. (2024) pesimälintuindeksissä ja Forest Europe'n

indeksissä on samoja. Kaikissa kolmessa indeksissä on pyy, hippiäinen, hömö- ja töyhtötäinen ja puukiiپیjä (Taulukko 2). Lehikoisen ym. (2024) pesimälintuindeksin lajilistassa on 14 lajia (26 %), joiden kannanmuutoksen lukuarvo on negatiivinen; kahdeksan näistä on myös Forest Europe'n (2020) lajilistassa.

Metsälintuindeksiin (Lehikoinen ym. 2024) sisällyttämisen lajitason ehdot ovat:

- vakiintunut (vähintään sata vuotta Suomessa esiintynyt) pesimälaji,
- aineistossa vuosittain vähintään kymmenen havaintoa,
- pesimätiheys metsissä – kaikki sukkessiovaiheet ja turvemaametsät huomioiden – vähintään puolitoistakertainen verrattuna muihin biotooppeihin (asutus, maatalous jne.),
- runsaus painottuu johonkin tiettyyn valtapuulajiluokkaan (mänty-, kuusi-, seka- tai lehtipuuvaltaisuus; valtapuusto yli viisimetristä) siten, että tiheys on vähintään kaksinkertainen verrattuna tiheyteen sukkession alkuvaiheen ympäristöissä (hakkuut, taimikot, pensaikot; valtapuusto enintään viisimetristä), ja
- soistuneita turvemaita suosivat lajit, kuten pohjansirkku, suljettiin pois.

Metsälintuindeksi on nk. monilaji-indikaattori, jonka laskenta alkaa yksittäisten lajien kannankehitysten arvioinnista. Lajien kannankehitykset perustuvat laskennoissa havaittuihin lintumääriin ja yleistettyihin lineaarisiin malleihin, jotka huomioivat laskentapaikkojen välisiä eroja ja perättäisten vuosien välisiä riippuvuussuhteita (TRends and Indices for Monitoring data, TRIM; van Strien ym. 2004). Tällaisiin otannasta riippuviin malleihin pohjaavat lajikohtaiset arviot sisältävät aina epävarmuutta. Tämä epävarmuus pyritään huomioimaan indeksin laskennassa Monte Carlo -simulaatioiden avulla (Soldaat ym. 2017).

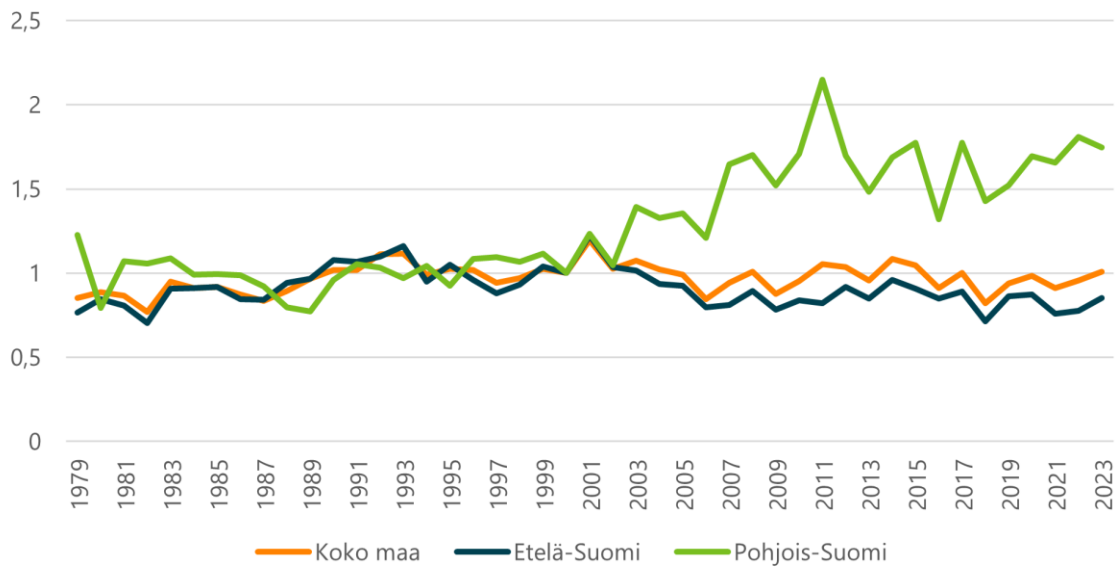
Taulukko 2. Kolmen metsälintuindeksin laskennassa käytetyt lintulajit. Sarakkeet Alku (aika-sarjan ensimmäinen vuosi), Hav (aineiston havaintomäärä) ja Trendi (prosentuaalinen kannanmuutos alkuvuodesta vuoteen 2023) ovat kotimaisen pesimälintuindeksin (Lehikoinen ym. 2024) lajeille; lukuja ei saatu kaikille taulukon lajeille. Kuhunkin kolmesta indeksistä sisällytetyt lajit on kolmessa oikeanpuoleisessa sarakkeessa merkitty X-symbolilla. Indeksit ovat Lehikoisen ym. (2024) pesimälintuindeksi (PL), Luonnontila-sivuston talvilintuindeksi (TL) ja Forest Europe'n pesimälintuindeksi (FE).

Laji	Alku	Hav	Trendi	PL	TL	FE
Varpushaukka <i>Accipiter nisus</i>	2006	192	-2,2	X		X
Pyy <i>Tetrastes bonasia</i>	1979	2 928	-1,0	X	X	X
Teeri <i>Tetrao tetrix</i>					X	
Metso <i>Tetrao urogallus</i>	1984	1 749	-0,3	X	X	
Lehtokurppa <i>Scolopax rusticola</i>	1979	1 729	1,3	X		
Metsäviklo <i>Tringa ochropus</i>						X
Uuttukyyhky <i>Columba oenas</i>						X
Hiiripöllö <i>Surnia ulula</i>					X	
Varpuspöllö <i>Glaucidium passerinum</i>					X	
Palokärki <i>Dryocopus martius</i>					X	X
Pohjantikka <i>Picoides tridactylus</i>	2006	407	3,0	X	X	
Pikkutikka <i>Dendrocopos minor</i>						X
Tammitikka <i>Dendrocopos medius</i>						X
Harmaapäätikka <i>Picus canus</i>						X
Peukaloinen <i>Troglodytes troglodytes</i>	1984	8 087	3,8	X		
Metsäkirvinen <i>Anthus trivialis</i>						X

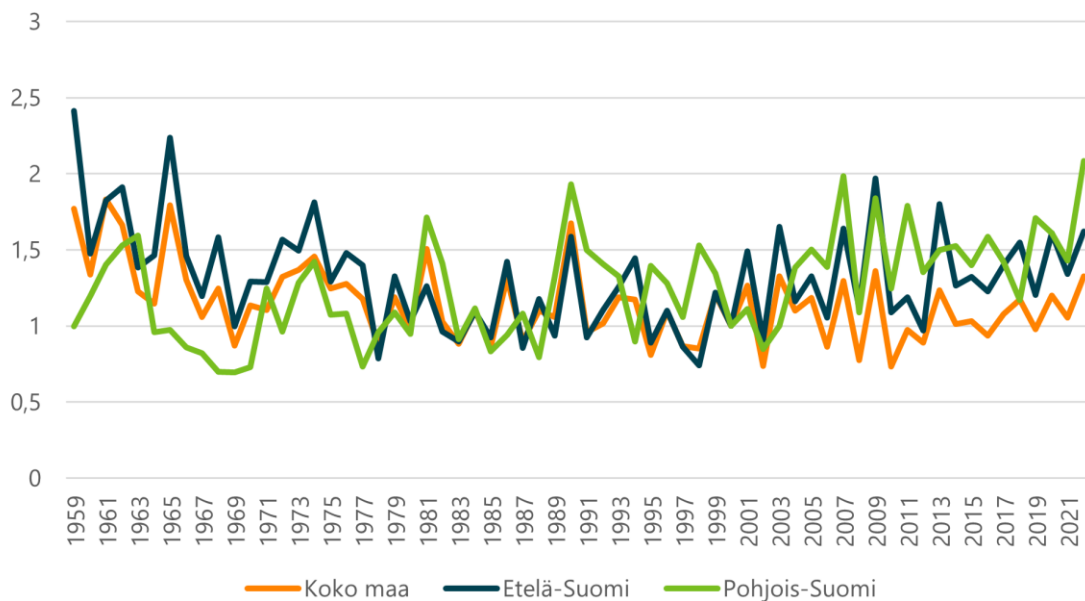
Laji	Alku	Hav	Trendi	PL	TL	FE
Tilhi <i>Bombycilla garrulus</i>						X
Punarinta <i>Erithacus rubecula</i>	1979	57 075	0,7	X		
Leppälintu <i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1979	31 491	0,7	X		X
Laulurastas <i>Turdus philomelos</i>	1979	61 540	0,6	X		
Kulorastas <i>Turdus viscivorus</i>	1984	7 113	3,8	X		X
Mustapääkerttu <i>Sylvia atricapilla</i>						
Idänuunilintu <i>Phylloscopus trochiloides</i>	1979	881	1,5	X		
Vuoriuunilintu <i>Phylloscopus bonelli</i>						X
Sirittäjä <i>Phylloscopus sibilatrix</i>	1979	14 297	-3,1	X		X
Tiltatti <i>Phylloscopus collybita</i>	1979	20 231	1,0	X		X
Hippiäinen <i>Regulus regulus</i>	1979	24 683	-0,6	X	X	X
Tulipäähippiäinen <i>Regulus ignicapilla</i>						X
Harmaasieppo <i>Muscicapa striata</i>	1979	25 980	-0,7	X		
Sepelsieppo <i>Ficedula albicollis</i>						X
Kirjosieppo <i>Ficedula hypoleuca</i>						X
Pikkusieppo <i>Ficedula parva</i>	2006	468	0,7	X		
Hömötiainen <i>Poecile montanus</i>	1979	13 312	-2,3	X	X	X
Viitaiainen <i>Poecile palustris</i>						X
Lapintiainen <i>Poecile cinctus</i>	2006	547	-0,7	X	X	
Töyhtötiainen <i>Lophophanes cristatus</i>	1979	7 796	-0,9	X	X	X
Kuusitiainen <i>Periparus ater</i>	1979	2 983	0,1	X		X
Pähkinänakkele <i>Sitta europaea</i>						X
Puukiipijä <i>Certhia familiaris</i>	1979	5 594	0,4	X	X	X
Etelänpuukiipijä <i>Certhia brachydactyla</i>						X
Kuukkeli <i>Perisoreus infaustus</i>	2006	808	-2,3	X	X	
Siniharakka <i>Cyanopica cyanus</i>						X
Närhi <i>Garrulus glandarius</i>						X
Pähkinähakki <i>Nucifraga caroycatectes</i>						X
Peippo <i>Fringilla coelebs</i>	1979	316 934	-0,3	X		
Järripeippo <i>Fringilla montifringilla</i>	1979	67 696	-1,1	X		
Nokkavarpuinen <i>Cocc. coccothraustes</i>						X
Vihervarpuinen <i>Carduelis spinus</i>	1979	78 258	0,6	X		X
Urpainen <i>Carduelis flammea</i>	1980	26 173	-0,7	X		
Sitruunahemppo <i>Serinus citrinella</i>						X
Käpylintulaji <i>Loxia sp</i>	1979	38 924	0,6	X	X*	
Taviokuurna <i>Pinicola enucleator</i>	2006	182	1,1	X	X	
Punatulku <i>Pyrrhula pyrrhula</i>	1979	9 413	-0,1	X		X
Pohjansirkku <i>Emberiza rustica</i>						X

* talvilintulaskenta-aineistossa on eroteltuna iso- ja pikkukäpylintu.

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 83/2024



Kuva 2. Valtakunnallisiin pesimälinnuston linja- ja pistelaskentoihin perustuva metsälintuindeksi vuodesta 1979 vuoteen 2023. Vertailutaso on vuosi 2000, jolloin indeksiarvo on 1. Aineisto: luonnontila.fi (4.9.2024).



Kuva 3. Valtakunnallisiin talvilintujen reittilaskentoihin perustuva metsälintuindeksi vuodesta 1959 (talvi 1959/1960) vuoteen 2022 (talvi 2022/2023). Vertailutaso on vuosi 2000 (talvi 2000/2001), jolloin indeksiarvo on 1. Aineisto: luonnontila.fi (18.3.2024).

5.1.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Metsähallituksen ilmastotoimet yleisellä tasolla kasvattavat metsän puumäärää (ja tätä kautta hiilinielua ja -varastoa) ja sellaisenaan oletettavasti hyödyttävät indeksiin sisällytetyjä, puustoisuudesta ja puuston peitteisyydestä hyötyviä lajeja, kuten tilitilli, hippiäinen, vihervarpunen, urpiainen, peippo ja järripeippo (esim. Edenius ym. 2011, Sullivan & Sullivan 2018). Harvennushakkuu, kun sillä tavoitellaan metsän tasarakenteisuutta, on linnuston kannalta haitallinen. Harvennuksia on kuitenkin mahdollista toteuttaa monimuotoisuus huomioiden siten, että toimenpiteisiin sisällytetään luonnonhoidon komponentteja (ehdotus työpajassa 2.9.). Esimerkiksi lehtipuiden ja lahoppun (myös tekopökökoiden) sekä riistatiheikköjen jättäminen harvennuksissa vähentää lintulajistoon kohdistuvia haittavaikutuksia.

Metsätalouuskäyttöön aikoinaan ojitettujen soiden ennallistamisen linnustovaikutukset ovat lyhyellä aikavälillä erilaisia riippuen turvemaa- tai suotyypistä, ojitustilanteesta ja lähtöpuustosta (metsäinen vaiko puoliavoin) (huomio työpajassa 2.9.). Puustoisien ojitettujen turve- ja maametsän ennallistaminen ("historian kääntäminen") avoimeksi vaikuttaa metsälintuihin paikallisesti negatiivisesti, mutta suoluontotyypin- ja suolajistohyödyt voivat olla tätä haittaa suurempia.

Helmi-ohjelman toimenpiteet (kulotukset, lehto- ja paahdeympäristöjen hoito) hyödyttänevät useita metsälintuindeksin lajeja hoidettavilla kohteilla. Polttojen vähyys ja keskittäminen palojatkumoalueille kuitenkin väistämättä tarkoittavat lähinnä paikallisia lajistovaikutuksia. Luonnonhoidon (mukaan lukien poltot) yhdistely mahdollisuuksien mukaan puustoa koskeviin ilmastotoimiin olisi hyödyllistä erityisesti Etelä-Suomessa; tällainen synergiasuunnittelu on kuitenkin haastavaa, mikäli on puntaroitava eri toimien kustannuksia.

5.1.3. Metsäkadon ehkäisy

MISU:n toimenpide-ehdotuksissa metsäkatoa ehkäisevät toimenpiteet vähentävät metsälintuindeksin lajeihin kohdistuvia negatiivisia vaikutuksia verrattuna tilanteeseen, jossa toimia ei tehtäisi, koska ne ylläpitävät puustoista pinta-alaa. Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että Suomessa metsäkato kuitenkin on pinta-alaltaan globaalissa vertailussa vähäistä. Koska pääosa peltoalasta ja rakentamispaineesta on eteläisessä Suomessa ja peltojen osalta toimenpiteet kohdistuisivat rehevimpiin kasvupaikkoihin, toimet ovat maamme eteläosissa erityisen hyödyllisiä luontotyyppien ja lajiston suojelun kannalta (Kouki ym. 2018, Hyvärinen ym. 2019).

5.1.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys

Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys kasvattaa puustoista pinta-alaa, joten ne oletettavasti hyödyttävät osaa metsälintuindeksin lajeista, vähintään peipon tapaisia metsien yleislajeja. Toimenpiteiden vaikutus aloittamisesta hyötyjen realisoitumiseen vie vuosikymmeniä, koska pääosa metsälintuindeksin lajeista välttelee avoimia ympäristöjä. Sidosryhmätyöpajassa mainittiin, että vanha metsitystuki kohdistui osittain tähän MISU-toimenpiteeseen, mutta sen vaikutus lienee ollut vähäinen. Työpajassa myös todettiin, että avomaiden metsittämisessä on tärkeää huomioida, että maatalousympäristöissä elää huomattava määrä uhanalaista lajistoa, eivätkä toimet saisi vaarantaa tätä lajiston osaa.

5.1.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

MISU-raportissa listatut suometsien hoitotoimet hyödyttävät yleisellä tasolla metsälintuindeksien lajeja (ks. alaluku 5.1.1). Peitteisen metsätalouden osuuden kasvattaminen oletettavasti hyödyttää suurta osaa metsälintuindeksien lajeista, myös turvemaidella, ja oletettavasti hyödyttää puustoisuutta vaativia taltaltia, hippiäistä ja peippoa sekä metsätiaista, puukiipijää ja kuukkelia. Kolmen viimeksimainitun osalta hyöty voi olla erityisen merkittävä talvikuukausina, jolloin ne hakevat talviravintoa – talvehtivia selkärangattomia – pääasiassa isokokoisten puiden rungoilla ja oksilla kasvavien epifyyttijäkälien lomasta (Pettersson ym. 1995). Kuitenkin jatkuva-peitteinen metsänkasvatus ylläpitää keskimäärin melko pienikokoista puustoa, joten näillä kohteilla voi metsälinnuston kannalta olla tarpeen säästää hyvin suuret ja vanhat puuyksilöt tai lisätä näiden kohteiden pysyvää suojelua (Siitonen & Koivula 2022). Turvemaametsät ovat kuitenkin pääasiassa metsäojituksilla tuotettuja ja siten keinotekoisia ympäristöjä, joilla ei tiedetä olevan erityistä merkitystä uhanalaiselle lajistolle, mutta esimerkiksi korvet ovat ojitusvaikutuksien näkökulmasta tärkeitä (ks. alaluku 6.3, Puustoiset suot). Ne ovat merkittäviä esimerkiksi metsäkanalintujen poikasympäristöinä, ja kuivuessaan niiden hyönteistarjonta vähenee, jolloin poikasille on tarjolla vähemmän ravintoa; kanalintujen poikaset saattavat myös hukkaa tuoreisiin kuivatusojiin (esim. Melin ym. 2020).

Tuhkalannoituksen linnustovaikutuksista ei ole suoraa tutkimustietoa, mutta lannoituksen myötä kohentuva puiden kasvu luultavasti hyödyttää niitä indeksien lajeja, jotka hyötyvät puuston peitteisyydestä ja isokokoisesta puustosta (katso alaluku 5.1.1). Tuhkalannoitus aiheuttaa aluskasvillisuuden rehevöitymistä (Moilanen ym. 2002, Aronsson & Ekelund 2004, Huotari ym. 2015, Silvan & Hytönen 2016). Runsastuva kenttä- ja pensaskerros saattaa hyödyttää maassa pesiviä lintulajeja, kuten metsäkanalintuja, sirittäjää ja taltaltia. Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että ojitettujen turvemaiden tuhkalannoituksen vaikutus monimuotoisuuteen lienee vähäinen johtuen muun muassa tällaisten metsien vähäisestä merkityksestä uhanalaiselle lajistolle.

5.1.6. Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimenpiteet

Kivennäismaametsien lannoitus, uudistamisen tehostaminen, lahoppuun hiilivaraston kasvattaminen sekä suopohjien jatkokäyttöä koskevat tavoitteet toteutuessaan luultavimmin hyödyttävät ainakin osaa metsälintuindeksien lajeista (katso edelliset alaluvut). Uudistamisen tehostaminen ja metsien lannoittaminen nostavat puumäärää ja näin ollen vähentävät hakkuuta välittömästi seuraavien avointen vaiheiden kestoa ja yleisyyttä; tämä hyödyttää puuston peitteisyyttä vaativia lajeja (alaluku 5.1.1). Jalostettujen ja luontaisesti syntyneiden taimien vaikutuksia linnustoon ei tietääksemme ole tutkittu, mutta oletamme ainakin suorien vaikutuksien olevan vähäisiä. Lannoituksen vaikutus monimuotoisuuteen luultavasti kuitenkin vaihtelee kasvupaikoittain ja on karuilla kasvupaikoilla negatiivinen. Typpi- ja tuhkalannoitus aiheuttavat aluskasvillisuuden rehevöitymistä (Moilanen ym. 2002, Aronsson & Ekelund 2004, Huotari ym. 2015, Silvan & Hytönen 2016). Runsastuva kenttä- ja pensaskerros saattaa hyödyttää maassa pesiviä lintulajeja, kuten metsäkanalintuja, sirittäjää ja taltaltia. Toisaalta typpilannoitus heikentää merkittävästi mustikan ja puolukan marjasatoa ja varpujen kuntoa (Granath & Strengbom 2017). Varvuilla – etenkin mustikalla – vuorostaan elää runsaasti perhosten ja sahapistiäisten toukkia, jotka ovat tärkeää ravintoa esimerkiksi metsäkanalintujen maastopoikasille (Atlegrim & Sjöberg 1995, Kvasnes & Storaas 2007). Näin ollen, kun mustikka typpilannoituksen seurauksena kärsii, kärsivät edelleen myös monet hyönteiset ja niitä syövät lintulajit, kuten indeksiin sisällytetyt pyy ja metso.

Lahopuun määrän nostaminen hyödyttää esimerkiksi tiaisia, sieppoja ja tikkoja sekä uhanalaista lajistoa laajalti, mutta tavoiteltava määrätaso on tässä mielessä olennainen; yleinen tutkimusperusteinen suositus on noin 20 m³/ha (esim. Koivula & Vanha-Majamaa 2020). Mainitut linturyhmät hyötyvät epäsuorasti myös elävien isokokoisten puiden säästämisestä, mikä turvaisi lahopuun jatkuvaa saatavuutta tarkasteltavassa metsikössä. Pelkästään lahopuun säästäminen ei turvaa jatkumoa, sillä lajistolle käyttökelpoinen lahopuusto – ja lintujen osalta etenkin järeä pystypuusto – loppuu kohteelta muutamissa vuosikymmenissä, mikäli uutta lahoppuuta ei synny elävänä säästetystä puustosta (Keto-Tokoi ym. 2021).

5.1.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet

Pidennetyn kiertoajan soveltaminen yleisesti ottaen kasvattaa puiden kokoa ja voi myös lisätä talousmetsien lahoppuuta (Roberge ym. 2016, 2018). Lisäksi se pienentää vuotuista uudistushakkuualaa, koska puuta saadaan tuotettua enemmän hakattua metsähehtaaria kohti. Näin ollen potentiaalisia hyötyjä ovat esimerkiksi tikat, siepot, metsätiaiset ja puukiipijä; tämä toisaalta edellyttää, että järeitä eläviä puita ja järeää lahoppuuta tietien säästetään pysyvästi kaikissa metsänhoidon vaiheissa (esim. Koivula ym. 2022). Siirtymävaiheessa kiertoajan pidentäminen kuitenkin lisää harvennushakkuiden määrää, jos puun kysyntä pysyy samana. Tällöin osa pidennetyn kiertoajan suotuisista vaikutuksista (esimerkiksi lahoppuun määrään) mitätöityy. Esimerkiksi Metsähallituksen strategiassa todetaan kiertoajan pidentämistä sovellettavan ”soveltuissa kohteissa tulostavoitteen asettamat raamit huomioiden”, joten soveltamisen laajuutta ja kohdeluontotyyppettä valtion metsissä ei ole mahdollista arvioida. Olennaista hyötyjen mittakaavan kannalta kuitenkin on, millaisissa kasvupaikkatyypeissä kiertoajan pidentämistä sovelletaan. Tästä ja erilaisista luonnonhoitotoimista potentiaalisesti hyötyvää uhanalaista lajistoa on eniten Etelä-Suomessa rehevimmillä kasvupaikoilla (Hyvärinen ym. 2019). Sidosryhmätyöpajassa mainittiin, että tämä lienee yksittäisistä MISU:n toimenpiteistä metsälinnuston kannalta merkittävin.

5.1.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Puulajiston monipuolistaminen monipuolistaa metsälinnustoa (esim. Koivula ym. 2022, 2024). Metsikön sekapuustoisuus tai aluetason laajempi puulajikirjo myös parantavat puuston selviytymiskapasiteettia esimerkiksi kuivuusjaksojen, myrskytuhojen tai puustotuhoilaisten suhteen (Hantula ym. 2023).

Uusiutuvan energian tuotannon (Metsähallituksen toimenpiteissä mainitaan uusiutuvan energian tuotannon kolminkertaistaminen valtion mailla 2030 mennessä) edellyttämä infrarakentaminen saattaa haitata joitakin metsälintuindeksin lajeja etenkin, jos rakentaminen kohdistuu harvinaisiin tai muutoin lajistoltaan arvokkaisiin luontotyyppisiin tai pirstoo esimerkiksi vanhojen metsien suojelualueverkostoa. Näitä ongelmia voidaan vähentää huolellisella tuotantorakenteiden ja sähkönsiirtolinjojen suunnittelulla.

Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että varttuneen metsän saatavuuden turvaaminen aluetason metsien käytön suunnittelulla on vanhojen metsien lajiston kannalta tärkeä toimenpide. Työpajassa mainittiin, että suunnittelun kaikinpuolinen onnistuminen voi myös edellyttää ilmastomuutoksen (erilaisten seurausvaikutuksien) ja monimuotoisuuden yhtäaikaista tarkastelua siten, että huomioidaan myös metsälinnuston sopeutuminen ilmastomuutokseen.

5.2. Kuolleet pysty- ja maapuut

5.2.1. Yleistä

Kuolleet pystypuut -indikaattori osoittaa kuolleiden pystyssä olevien puiden ja kuolleet maapuut -indikaattori maahan kaatuneiden puiden biomassan määrää metsässä ja muualla puustoisella maalla (Asetus (EU) 2024/1991).

Suomessa on 4 000–5 000 sellaista lajia, jotka ovat riippuvaisia kuolleesta puusta. Tämä on 20–25 % kaikista metsälajeista (Siitonen 2001). Lahopuun määrän väheneminen on ensisijainen uhanalaisuuden syy 181 lajille, mikä on 25 % niistä lajeista, joiden ensisijainen uhanalaisuuden syy liittyy metsäelinympäristöihin (Hyvärinen ym. 2019).

Lahopuun määrä ja laatu ovat tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat esimerkiksi kääpien ja kovakuoriaisten lajimäärien vaihteluun metsikkökuvioiden välillä (Siitonen ym. 2012). Kuolleen puun määrä luonnontilaisissa metsissä riippuu kasvupaikan puuntuotoskyvystä. Runsaspuustoisissa metsissä kuollutta puuta on enemmän kuin niukka- ja puustoisissa. Kuolleen puuston määrä määräytyy uuden kuolleen puuston syntynopeuden ja lahoamisnopeuden perustella (Siitonen 2001). Talousmetsissä kuolleen puun määrään vaikuttaa lisäksi hakkuut. Esimerkiksi harvennushakkuut vähentävät kuolleen puun määrää, koska puiden kilpailusta johtuva luonnonpoistuma vähenee. Kuollutta puuta tuhoutuu myös maanmuokkauksen seurauksena (Punntila ym. 2023). Lahopuun määrää voidaan lisätä erilaisilla luonnonhoitotoimilla.

Lahopuun laatua kuvioitasolla määrittää muun muassa eri lahoamisasteessa olevien puiden määrä, eri läpimittaisten lahopuiden määrä, lahopuun jakautuminen pysty- ja maapuuhun sekä eri puulajia olevien lahopuiden määrä (Kunttu ym. 2015). Ennallistamisasetuksen indikaattori ei kuitenkaan kuvaa lahopuun laatua.

Seuraavaksi tarkastellaan metsiä koskevien MISU:n toimenpiteiden vaikutusta kuolleen määrään. Tarkastelussa ei ole eroteltu erikseen kuollutta pysty- ja maapuuta, vaan niitä tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena.

5.2.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Harvennukset, sikäli kun ne vähentävät heikentyneitä ja kuolleita puita, ovat lahopuun ja siitä riippuvaisen lajiston kannalta haitallisia. Puita kuolee varttuvassa metsässä itseharvenemisen kautta; harventaminen vähentää tätä kuolemista ja näin ollen lahopuun syntymistä (Siitonen ym. 2000). Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että harvennuksia on kuitenkin mahdollista toteuttaa monimuotoisuutta huomioiden siten, että toimenpiteisiin sisällytetään luonnonhoidon komponentteja. Esimerkiksi lehtipuiden ja riistatiheikköjen jättämisen mainittiin lisäävän lahopuun määrää harvennetuissa metsissä; myös korjuukaluston aiheuttamaa lahopuun murskautumista täytyy välttää.

Soiden ennallistamisen vaikutukset kuolleen puun määrään riippuvat ennallistettavasta kohteesta (esimerkiksi onko kyseessä puustoinen vai avosuo) ja tarkasteltavan ajanjakson pituudesta. Työpajassa tuli esille, että soiden ennallistaminen, koskiessaan metsänkasvatukseen aikoinaan ojitettua puustoista kohdetta, aluksi paikallisesti vähentää elävää, mutta (suoraan ja epäsuorasti) tuottaa huomattavan paljon kuollutta puustoa. Pidemmällä aikavälillä toimenpide kuitenkin vähentää kuollutta puustoa, koska lahoavien tilalle ei synny uutta elävien puiden kuollessa. Soiden ennallistamisen hyödyt suoluontotyypeille ja -lajistolle voivat kuitenkin

olla tätä haittaa suurempia. Metsätalouskäyttöön aikoinaan ojitetuilla turvemaiden lienee uhanalaiselle lajistolle melko vähäinen merkitys (Koivula ym. 2024).

Tulen käyttö palojatkumoalueilla -toimenpiteen vaikutukset kuolleen puun määrään riippuvat poltettavasta kohteesta ja polttotavasta. Metsänhoidolliset kulotukset, jotka kohdistuvat hakkuutahteisiin, eivät tuota lahoppuuta, mutta voivat vähäisessä määrin hyödyttää kulolajistoa. Suuremman puumäärän poltot sitä vastoin lisäävät lahoppuuta ja hyödyttävät paitsi kulolajistoa, myös pitemmällä aikavälillä lahoppuulajistoa (Koivula ym. 2022).

Lehtojen ja paahdeympäristöjen hoito eivät välttämättä sellaisenaan tuota lahoppuuta, joten näissä toimenpiteissä olisi erikseen kiinnitettävä huomiota järeiden elävien puiden sekä kohteella jo olemassa olevan kuolleen puuston säästämiseen. Paahdeympäristöissä tulisi säästää erityisesti pystykelot ja jättää kaadettuja runkoja kohteelle lahoppuiksi. Lisäksi erityisesti kuollutta lehtipystypuuta voidaan tuottaa kaulaamalla (Kittamaa ym. 2009).

5.2.3. Metsäkadon ehkäisy

Metsäkadon ehkäisyn vaikutus kuolleen pysty- ja maapuun määrään riippuu siitä, kuinka paljon raivattavalla metsäalueella on kuollutta pysty- ja maapuuta. Jos raivattava alue on melko nuorta eikä sillä ole muitakaan erityisiä luontoarvoja, metsäkadon haitta monimuotoisuudelle voi olla vähäinen (Assmuth ym. 2022). Metsäkato voi lisätä hakkuupainetta jäljelle jäävissä metsissä, joten metsäkadon ehkäisy voi vaikuttaa positiivisesti lahoppuun määrään metsissä.

5.2.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsitys

Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsityksessä lahoppuuta voidaan lisätä tuomalla alueelle esimerkiksi harvennuksista syntyneitä runkoja. Myöhemmin lahoppuun määrää voidaan lisätä jättämällä säästöpuita sekä jättämällä kuolleet ja kaatuneet puut paikalleen tai tekemällä hakkuiden yhteydessä tekopökölöitä (Matila & Salin 2023) eli samoilla toimenpiteillä kuin muissakin metsissä.

5.2.5. Suometzien ilmastokestävä hoito- ja käyttö

Yksi suometzien ilmastokestävään hoitoon ja -käyttöön liittyvistä ja kuolleen puun määrään vaikuttavista MISU:n toimenpiteistä on kunnostusojitusten välttäminen harvennushakkuiden yhteydessä rehevissä korvissa ja karuilla rämeillä. Turvekankailla on todettu olevan selvästi vähemmän kuollutta puuta kuin kivennäismaiden metsissä (Hotanen ym. 2018). Kunnostusojituksen välttäminen ja runsaspuustoisten ojitusaluiden jääminen pois metsätaloudesta voi lisätä lahoavan puuston määrää (Ojanen ym. 2021).

Hakkuista 30 prosentin toteuttaminen peitteisen metsänkasvatuksen keinoin rehevissä korvissa on toimenpide, jonka toteuttamistapa vaikuttaa kuolleen puun määrään. Peitteisessä metsänkasvatuksessakin on erikseen huolehdittava kuolleiden ja lahoppuiden säilyttämisestä (Kotiaho ym. 2022) ja niiden määrän lisäämisestä säästöpuita jättämällä.

Tätä raporttia varten tehdystä kirjallisuustarkastelusta ei löytynyt tietoa ojitettujen turvemaiden tuhkalannoituksen vaikutuksesta kuolleen puun määrään. Oletettavasti nämä vaikutukset ovat samankaltaisia kuin lannoituksen vaikutukset kivennäismailla (ks. luku 5.2.6.)

5.2.6. Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet

Kivennäismaametsien lannoitus voi lisätä tai vähentää kuolleen puun määrää metsässä. Lannoitus nopeuttaa puun kasvua, minkä vuoksi puuaineen lujuus on pienempi kuin hitaasti kasvaneessa rungossa. Nopea kasvu lisää siten riskiä esimerkiksi lumi- ja tuulivaurioille (Heräjärvi & Lehto 2023), ja sitä kautta kuolleen puun määrä metsässä voi myös lisääntyä. Lannoituksen on todettu paikoin lisänneen myös kuusenjuurikäävän kasvua puissa. Typpilannoitus voi edistää sekä hyönteis- että tautiperäisiä tuhoja tietyissä olosuhteissa. Karuilla kasvupaikoilla se voi toisaalta vahvistaa puiden elinvoimaa ja kykyä puolustautua tuholaisia vastaan (Matala & Nuorteva 2023).

Metsien nopeaa ja tehokasta uudistamista edistävästä toimenpiteistä erityisesti maanmuokkaus vaikuttaa kuolleen puun määrään. Maanmuokkauksessa tulisi kiinnittää huomiota olemassa olevan lahoppuun säästämiseen (Koivula ym. 2022). Eri-ikäisrakenteisen metsään muokkauksen on metsänkasvatusmielessä todettu sopivan huonosti, koska se tuhoaa alikasvosta ja puiden tyvet ja juuret voivat vaurioitua (Valkonen ym. 2022).

Hakkuualalle jätetyistä säästöpuista kehittyä aikaa myöten kuollutta puuta. Hakkuualaa ympäröivän metsäalueen luontotyytit, puuston rakenteet ja niillä elävät eliölajit määrittelevät pääasiassa sen, mitkä lajit voivat hyötyä hakkuualalle jätetyistä säästöpuista ja kuolleista puista. Säästöpuiksi jätettävien puiden määrää, valintaa ja sijoittelua tulisi ohjata säästöpuiden jättämiselle asetetut ensisijaiset tavoitteet. Esimerkiksi jos tavoitteena on puuston rakenteen monipuolistaminen vanhoilla ja järeillä puuyksilöillä, on tärkeää säästää näitä puita sekä valita säästöpuiksi muita sellaisia puuyksilöitä, joilla on hyvät edellytykset säilyä kauan elävinä, kehittyä vanhoiksi sekä kuolla ja lahota hitaasti. Jos taas tavoitellaan esimerkiksi sukkession alkuvaiheen paisteisten lahoppuuympäristöjen tuottamista häiriöistä hyötyville lajeille, säästöpuut tulisi jättää mielellään hajalleen tai pieniin ryhmiin ja mahdollisuuksien mukaan kulottaa hakkuualue. Tällöin syntyy nopeasti paljon kuolleita puita (Keto-Tokoi ym. 2021). Säästöpuiksi jätettävien puiden määrällä, valinnalla ja sijoittelulla on siten vaikutusta siihen, kuinka paljon lahoppuun hiilivarastot lisääntyvät tietyssä metsikössä säästöpuita jättämällä. Lisäksi lahoppuun hiilivarastojen lisääminen säästöpuita jättämällä edellyttää sitä, ettei säästöpuita korjata esimerkiksi polttopuiksi.

Suopohjien ilmastokestävällä jatkokäytöllä ei lyhyellä aikavälillä ole vaikutusta lahoppuun määrään. Jos suopohja metsitetään, kuolleen puun määrä voidaan pitkällä aikavälillä lisätä esimerkiksi säästöpuita jättämällä.

5.2.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet

Edelleen kehitettävänä ja myöhemmin päätettävänä MISU:n toimenpiteenä tarkasteltiin kiertoajan pidentämistä. Kiertoaikaa pidentämällä on toisaalta mahdollista lisätä järeän lahoppuun määrää talousmetsissä (Tikkanen ym. 2007). Toisaalta kiertoajan pidentäminen lisää erilaisten tuhoriskien, kuten laho- ja hyönteistuhojen, todennäköisyyttä (Äijälä ym. 2019). Kiertoajan pidentämisen vaikutukset lahoppuun määrään riippuvat siitä, kuinka paljon kiertoaikaa pidennetään (Domisch & Hynynen 2023).

5.2.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että METKA:ssa (metsätalouden kannustejärjestelmä) oleva mahdollisuus yksityismaiden polttotukeen - jonka yksi edellytys on säästöpuiden jättäminen

polttoalalle - lisää lahoppuuta metsiin paikallisesti. Työpajassa myös mainittiin varttuneen metsän saatavuuden turvaamisen aluetason metsien käytön suunnittelulla olevan lahoppuun ja siitä riippuvaisen lajiston kannalta tärkeä toimenpide.

Säästöpuiden jättämisen lisäksi lahoppuun tilavuutta voidaan lisätä katkaisemalla elävistä puista tekopötkkelöitä uudistus- ja harvennushakkuiden yhteydessä. Mikäli tällä tavoin halutaan turvata metsätilan tai muun metsäalueen lahoppuujatkumoa, olisi uusia tekopötkkelöitä kyettävä tuottamaan esimerkiksi 20–30 vuoden välein (Koivula ym. 2022).

Lahoppuun määrää saadaan myös lisättyä rajaamalla arvokkaiden elinympäristöjen ja vesistöjen suojavyöhykkeet käsittelyjen ulkopuolelle sekä toisaalta pidentämällä harvennusväliä (ks. myös kiertoajan pidentäminen alaluvussa 5.2.7) ja vähentämällä harvennusvoimakkuutta. Arvokkaiden rakennepiirteiden, kuten lahoppuun, lisäämisen suotuisat vaikutukset eivät useinkaan näy välittömästi, vaan vasta useiden vuosikymmenien päästä. Tästä syystä lisäämistä olisi tehtävä jatkuvasti, jotta metsälajiston tarvitsemien elinympäristöjen ja rakennepiirteiden ajallinen ja paikallinen jatkuvuus alueellisella tasolla voidaan turvata (esim. Koivula ym. 2022).

5.3. Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus

5.3.1. Yleistä

Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus -indikaattori osoittaa niiden metsien osuuden puun hankintaan käytettävissä olevista metsistä, joiden ikärakenne on vaihteleva verrattuna metsien taiseen rakenteeseen (Asetus (EU) 2024/1991).

Eri-ikäisrakenteisten metsien osuuden lisäämisessä keskeinen toimenpide on jatkuvan kasvatuksen lisääminen. Savilaakson ym. (2020) tekemän kirjallisuustarkastelun perusteella metsikötasolla tarkasteltuna eri-ikäisrakenteinen metsänhoito vaikutti olevan metsälajeille suotuisampi menetelmä kuin tasaikäiskasvatus. Tarkasteltaessa samankokoisia metsiä avohakkuun jälkeisissä nuorissa metsissä oli vähemmän metsälajeja kuin eri-ikäisrakenteisissa metsissä. Tasaikäisrakenteisen metsän varttuessa metsälajien määrä kuitenkin kasvoi. Yli 80-vuotiaissa metsissä ei kuitenkaan Savilaakson ym. (2020) kirjallisuustarkastelujen perusteella havaittu eroja metsälajien määrässä eri-ikäisrakenteiseen metsään verrattuna.

Eri-ikäisrakenteisten metsien osuuden lisäämisestä jatkuvan kasvatuksen avulla hyötyvät todennäköisesti varjostusta vaativat lajit, kuten mustikka, sekä niiden seuralaislajisto. Jatkuvasta kasvatuksesta saattavat hyötyä myös peitteisyyden jatkuvuutta vaativat lajit, kuten liito-orava ja jotkin epifyyttijäkälät (Siitonen & Koivula 2022).

Jatkuvan kasvatuksen hakkuiden toteutustapa vaikuttaa eliölajistoon. Siitosen ja Koivulan (2022) mukaan pääosa varttuneen metsän eliölajistosta säilyy, jos poimintahakkuussa puustosta poistetaan enimmillään puolet. Herkimmät lajit kuitenkin vähenevät tai jopa häviävät alueelta. Pienaukkohakkuu muuttaa lajiston runsautta aukoissa sitä enemmän, mitä isompia aukot ovat. Vaatelias lajisto näyttää säilyvän säästetyissä varttuneen metsän osissa, jos koko metsikössä korjuuintensiteetti on esimerkiksi 30–50 % (Siitonen & Koivula 2022).

Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan, voidaanko MISU:n metsiä koskevilla toimenpiteillä lisätä eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta.

5.3.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Oikea-aikaisella tasaikäisten metsien harventamisella ei ole vaikutusta eri-ikäisrakenteisten metsien osuuteen. Kirjallisuudesta ei löytynyt tietoa soiden ennallistamisen vaikutuksesta eri-ikäisrakenteisten metsien kehittymiseen. Soiden ennallistamisella ei kuitenkaan ole vaikutusta eri-ikäisrakenteisten metsien osuuteen puun hankintaa käytettävissä olevissa metsissä.

Sidosryhmätyöpajassa kulotuksen todettiin lisäävän metsien monimuotoisuutta ja eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta. Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöoppaan mukaan kulu tuottaa luonnontilaisen kaltaisia nuoria metsiä, jotka voidaan jättää kehittymään täysin luonnontilaisina luontokohteina (Kaukonen ym. 2024).

Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöoppaan mukaan kaikki lehdot metsitettyjä peltoja lukuun ottamatta ovat luontokohteita valtion metsissä. Tämän takia valtion metsissä lehtojen hoidolla ei ole vaikutusta eri-ikäisrakenteisten metsien osuuteen puun hankintaan käytettävissä olevissa metsissä. Metsähallituksen Metsätalous Oy:n ympäristöoppaan mukaan kuitenkin myös lehtoon rajautuvia osia voidaan tarvittaessa käsitellä eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatushakkuilla (Kaukonen ym. 2024).

Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöoppaan mukaan paahdeympäristöjen hoidossa voidaan käyttää muun muassa kulotusta tai polttoa, tai varjostavan puuston vähentämistä (Kaukonen ym. 2024). Näiden toimenpiteiden toteutustapa vaikuttaa siihen, lisäävätkö ne eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta.

5.3.3. Metsäkadon ehkäisy

Tuoreimman valtakunnan metsien inventoinnin (VMI13, vuodet 2019–2023) mukaan eri-ikäisrakenteisten metsien kokonaispinta-ala puuntuotannon metsämaalla on 26 000 hehtaaria. Eri-ikäisrakenteisten metsien pinta-ala on pieni suhteessa tasaikäisrakenteisten metsien pinta-alaan. Metsäkatoala on viime vuosina ollut alle 10 000 hehtaaria (luku 4.2). Osalla tästä pinta-alasta on todennäköisesti kasvanut eri-ikäisrakenteista metsää (esim. joillakin virkistysalueilla), mutta niiden pinta-ala ei ole tiedossa. Metsäkadon ehkäisyn vaikutus eri-ikäisrakenteisten metsien osuuteen lienee kuitenkin pieni ainakin lyhyellä aikavälillä.

5.3.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys

Metsityksessä puuston ikärakenteen vaihtelua voidaan lisätä säästämällä alueella jo kasvavia puiden taimia (Matila & Salin 2023). Jos alueella ei ole ennestään puustoa, metsitettävät alueet kehittyvät yleensä tasaikäisrakenteisina.

5.3.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

MISU:n toimenpide on kunnostusojitusten välttäminen harvennushakkuiden yhteydessä rehevissä korvissa ja karuilla rämeillä. Sidosryhmätyöpajassa kunnostusojituksen välttäminen ja jatkuvapeitteinen metsänkasvatus karuimmilla rämeillä nostettiin keinoksi lisätä eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta. Työpajassa mainittiin, että osa suurimmista metsänomistajista kasvattaa karuja rämeitä jo entistä märempinä ja jättää kunnostusojitukset tekemättä, jotta puuston uudistuminen onnistuisi. Ojasen ym. (2021) mukaan kunnostusojituksen tarvetta voidaan vähentää siirtymällä metsäojitetuilla soilla jatkuvaan kasvatukseen, koska se voi ehkäistä

avohakkuiden aiheuttaman äkillisen vedenpinnan nousun ja ravinteiden oton vähenemisen aiheuttamaa ravinnepäästöä. Työpajassa tuotiin esiin myös tuhkalannoituksen merkitys; tuhkalannoituksen myötä voidaan mahdollisesti välttää kunnostusojitustarve ja jatkaa kasvatusta poimintahakkuin.

MISU:n toimenpide on myös rehevissä korvissa 30 prosentin hakkuiden toteuttaminen peitteisen metsänkasvatuksen menetelmillä. Korpien puustolle on tyypillistä sen erirakenteisuus (Syrjänen ym. 2016). Osa korpikuusikoista on ojitettunakin puustoltaan aukkoisia ja eri vaiheissa kehittyneiden taimiryhmien seurauksena myös eri-ikäisrakenteisia. Tämän takia niihin on melko nopeasti kehitettävissä säännöllisen eri-ikäisrakenteisen metsän poimintahakkuihin soveltuva kuusivaltainen läpimittajakauma (Saarinen ym. 2020). Tätä kautta voidaan siten lisätä eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta.

5.3.6. Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet

Kivennäismaametsien lannoituksen edistämällä voidaan tietyissä tapauksissa lisätä metsän erirakenteisuutta. Niemistön (2022) mukaan lannoitus lisää kaksijaksoisen mänty-kuusisekametsän erirakenteisuutta varsinkin, jos sitä kehitetään harvennushakkuiden puuvalinnalla.

Säästöpuita jättämällä voidaan lisätä metsien eri-ikäisrakenteisuutta. Säästöpuita voidaan jättää sekä tasaikäisrakenteisten että eri-ikäisrakenteisten metsien kasvatuksessa. Jos pitkällä aikavälillä jätetään suuri määrä säästöpuita, johtaa se metsän rakenteellisen vaihtelun lisääntymiseen (Keto-Tokoi ym. 2021). Tämä on kuitenkin hidas tapa lisätä eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta.

Muista hiilensidontaa ja -varastointia edistävästä MISU:n toimenpiteistä metsien nopea ja tehokas uudistaminen ja suopohjien ilmastokestävä jatkokäyttö eivät ainakaan lyhyellä aikavälillä vaikuta eri-ikäisrakenteisten metsien osuuteen. Jos suopohjia metsitetään, pitkällä aikavälillä vaikutukset eri-ikäisrakenteisten metsien osuuteen riippuvat siitä, miten puustoa käsitellään. Koska metsitettävien suopohjien kokonaispinta-ala on todennäköisesti kuitenkin pieni (luku 4.3), vaikutukset eri-ikäisrakenteisten osuuteen jäänevät vähäisiksi.

5.3.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet

Useilla kasvupaikoilla metsän kiertoajan pidentäminen voi lisätä eri-ikäisrakenteisen puuston kehittymismahdollisuuksia. Tämä on seurausta esimerkiksi siitä, että puuston ikääntyessä puita kuolee ja kuolleiden puiden jättämien aukkojohtien taimettuminen lisää metsien eri-ikäisrakenteisuutta.

5.3.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Työpajassa nostettiin esille sekametsien suosiminen toimenpiteenä lisätä eri-ikäisrakenteisuutta metsiin. Sekametsien suosiminen on yhteydessä ennallistamisasetuksen puuston monilajisuus -indikaattorin tilan parantamiseen liittyviin toimenpiteisiin (luku 5.7). Sidosryhmät totesivat lisäksi herkkien alueiden käsittelyrajoitusten lisäävän puuston monimuotoisuutta ja eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta.

5.4. Metsien kytkeytyneisyys

5.4.1. Yleistä

Metsien kytkeytyneisyydellä viitataan yleensä tarkasteltavan alueen eri elinympäristöistä koostuvien laikkujen ominaisuuksien (kuten eliölajit tai rakennepiirteet), tilajakauman tai ekologisten prosessien välisiin yhteyksiin. Metsien kytkeytyneisyyttä voidaan tarkastella joko rakenteellisen tai toiminnallisen kytkeytymisen kautta. Rakenteellisella kytkeytyneisyydellä tarkoitetaan yleensä maisemassa olevien elementtien yhteyttä toisiinsa, kuten tietyn tyyppisten metsälaikkujen tai suojelualueiden spatiaalisia suhteita. Toiminnallinen kytkeytyneisyys kuvaa sitä, miten maisemassa olevat kohteet mahdollistavat tai estävät eliölajien liikkumista elinympäristölaikkujen välillä. Toiminnalliseen kytkeytyneisyyteen vaikuttaa lajin liikkumiskyky, lajin käyttäytyminen erilaisten elinympäristöjen muodostamassa mosaiikissa sekä maisemamosaiikin yksityiskohdat (esim. elinympäristölaikkujen määrä, niiden koko ja suhde toisiinsa) (Moilanen & Kotiaho 2013).

Kytkeytyneisyyden vastakohta on metsien sirpaloituminen, ja rakenteellisen kytkeytyneisyyden kannalta merkittävimpänä riskinä ovat sellaiset maankäytön muutokset, joissa metsää siirtyy muihin maankäyttömuotoihin, kuten pellon raivaus sekä rakentaminen. Esimerkiksi hakkuut voivat heikentää toiminnallista kytkeytyneisyyttä useiden eliölajien kannalta. Suurin riski toiminnallisen kytkeytyneisyyden heikkenemiseen koskee tyyppillisesti eliölajeja, joilla on vähäinen kyky siirtyä elinympäristöstä toiseen tai jotka vaativat suuria yhtenäisiä alueita elinympäristökseen.

Suojelualueiden välillä kytkeytyneisyyttä ylläpitävät tai lisäävät metsät ovat merkittäviä metsälajiston pitkäaikaisen selviytymisen kannalta. Kytkeytyneisyyttä parantavissa metsissä on sellaisia rakennepiirteitä, jotka mahdollistavat yksilöiden liikkumisen suojelualueiden välillä. Tällaisia rakennepiirteitä ovat esimerkiksi metsän peitteisyys, lahopuu ja puulajiston monipuolisuus (Pekkonen ym. 2023).

EU:n ennallistamisasetuksen mukaan metsien kytkeytyneisyys -indikaattori osoittaa metsien peittämien alueiden tiiviyttä (Asetus (EU) 2024/1991). Asetuksen määrittelemä indikaattori kuvaa metsien rakenteellista kytkeytyneisyyttä. MISU:n toimenpiteistä indikaattorin arvoon vaikuttavat siten metsäkadon ehkäisy, joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys sekä suopohjan ilmastokestävä jatkokäyttö siinä tapauksessa, että suopohja (turpeennostoalue) metsitetään. Myös soiden ennallistaminen voi vaikuttaa kytkeytyneisyyteen (forest patch size -tunnukseen; alaluku 8.2.3), jos maankäyttöluokka muuttuu metsästä joutomaaksi. Seuraavaksi tarkastellaan kuitenkin MISU:n toimenpiteiden vaikutuksia laajemmin ottaen huomioon sekä metsien rakenteellinen että toiminnallinen kytkeytyneisyys.

5.4.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Kirjallisuudesta ei löytynyt tietoa oikea-aikaisen metsien harventamisen vaikutuksesta metsien kytkeytyneisyyteen. Ekologisten yhteyksien mahdollisessa käsittelyssä tulisi kuitenkin kiinnittää huomiota hakkuutapaan, jotta yhteyksien toimivuutta voidaan parantaa. Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöoppaan mukaan mäntyvaltaisia yhteysmetsiä käsiteltäessä menetelmänä käytetään väljennyshakkuita tai eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatushakkuita, ja nuoria metsä voidaan myös harventaa. Jos kuusi- ja lehtipuuvältaisten yhteysmetsien puustoa

käsitellään, mahdollinen hakkuutapa on eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatushakkuu siten, että varjoisuus ja kostea pienilmasto säilyy (Kaukonen ym. 2024).

Soiden ennallistaminen vaikuttaa niiden hydrologiseen kytkeytyneisyyteen. Vesitalouden kytkeytyneisyys on muuttunut ojituksen seurauksena kahdella tavalla riippuen siitä, tarkastellaanko suon alapuolista vettä, joka lähtee suolta vai suon yläpuolista vettä, joka tulee suolle. Ojien kautta suolta voi poistua merkittävä määrä ravinteita ja siten alapuolisille vesistöille voi aiheutua ylimääräistä ravinnekuormitusta. Suolle tulevat vedet vaikuttavat huomattavasti suon ravinteisuuteen ja siten siellä esiintyviin kasveihin, ja soita ennallistettaessa tulisikin pyrkiä kytkemään suohon uudelleen valuma-alue, jolta suo on ennen ojitusta vetensä saanut (Moilanen & Kotiaho 2013).

Tulen käyttö palojatkumoaalueilla edistää kytkeytyneisyyttä. Lajien leviämistä helpotetaan, jos esimerkiksi eri vuosina kulotettavat alueet sijaitsevat korkeintaan muutaman kymmenen kilometrin etäisyydellä toisistaan. Lajiston kannalta tärkeää on pitää yllä metsäaluetason kulojatkumoa, eikä kulotettavien alojen tarvitse siten välttämättä olla erityisen laajoja (Ahlroth & Lehesvirta 2004).

Paahdekohteiden maisemataso suunnittelulla voidaan lisätä kohteiden kytkeytyneisyyttä. Turkian ym. (2015) mukaan paahdekohteiden verkosto tulisi rakentaa lähdealueiden ympärille. Lähdealueiden lähistöltä tulisi etsiä potentiaaliset paahdekohteet, joita voidaan yhdistää toisiinsa. Eri kohteiden välillä yhteyksiä voivat olla teiden ja polkujen varret, vanhat sorakuopat sekä pienet, tilapäisetkin paahdekohteet. Paahde-elinympäristöverkostossa tulisi olla mieluummin pieniä paahteisia alueita tiheään kuin suuria alueita harvassa.

5.4.3. Metsäkadon ehkäisy

Metsäkato vähentää puustoista aluetta ja lisää metsien pirstoutumista maisematasolla. Metsäkadon ehkäisyssä tulisi kiinnittää huomiota erityisesti laajojen metsäalueiden säilyttämiseen (Fitzsimmons 2003). Tällä tavalla metsäkadon ehkäisyllä voidaan turvata metsien kytkeytyneisyyttä.

5.4.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys

Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsityksen avulla voidaan parhaassa tapauksessa tehdä ekologisia käytäviä ja askelkiviä, ja siten lisätä metsäalueiden kytkeytyneisyyttä (Hynönen & Hytönen 1997, Matila & Salin 2023). Metsityksellä voidaan mahdollisesti myös lisätä erilaisten elinympäristöjen määrää (Matila & Salin 2023).

5.4.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöoppaan mukaan soiden hydrologista kytkeytyneisyyttä voidaan ylläpitää ja parantamalla myös jättämällä arvokkaita suokuvioita kunnostusojittamatta (Kaukonen ym. 2024).

Arvokkaiden suoalueiden lähellä voidaan soiden hydrologiaa ylläpitää hakkuiden piirissä olevilla suokuvioilla valitsemalla käsittelyvaihtoehdot, jotka eivät merkittävästi muuta suon vesitaloutta (esim. korpimetsän käsittely eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatushakkuulla) (Kaukonen ym. 2024).

Ojitettujen turvemaiden tuhkalannoituksen vaikutuksesta metsien kytkeytyneisyyteen ei löydetty tietoa kirjallisuudesta.

5.4.6. Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet

Metsien nopea ja tehokas uudistaminen parantaa peitteisen metsän kytkeytyneisyyttä, kun puuttoman vaiheen kesto lyhenee. Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että lehtomaisten elinympäristöjen esiintymistä ja kytkeytyneisyyttä parantaisi merkittävästi jalopuumetsien perustaminen metsänviljelyllä.

Säästöpuiden avulla voidaan lisätä elinympäristöjen kytkeytyneisyyttä aluetasolla vanhoilla ja kuolleilla puilla elävien lajien populaatioille (Keto-Tokoi ym. 2021).

Suopohjan ilmastokestävällä jatkokäytöllä voi olla samanlaisia vaikutuksia alueiden kytkeytyneisyyteen kuin joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsityksellä (alaluku 5.4.4), jos jatkokäyttö on esimerkiksi metsän tai kosteikon perustaminen.

Kivennäismaametsien lannoituksen vaikutuksesta metsien kytkeytyneisyyteen ei löydetty tietoa kirjallisuudesta.

5.4.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet

Robergen ym. (2018) mukaan luonnon monimuotoisuuden edistäminen metsien kiertoaikaa pidentämällä edellyttää maisematason strategista suunnittelua. Tässä suunnittelussa tulisi huomioida sekä alueelliset että ajalliset ulottuvuudet. Huolellisella alueellisella suunnittelulla voidaan varmistaa alueiden kytkeytyneisyys esimerkiksi keskittämällä metsiköt, joilla kiertoaika on pidennetty tietyille alueille tai sijoittamalla ne suojeltujen vanhojen metsien läheisyyteen.

5.4.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Suojelualuesuunnittelun avulla voidaan parantaa suojelualueiden kytkeytyneisyyttä (Forsius ym. 2024). Kytkeytyneisyyttä tarkasteltaessa tulisi ottaa huomioon myös muiden monimuotoisuuden kannalta tärkeiden elinympäristöjen (esim. metsälain 10 § kohteet) laatu ja läheisyys (Mikkonen ym. 2018). Myös riistatiheikköjen jättäminen monipuolistaa lyhyellä aikavälillä metsärakennetta ja kohentaa metsäelin ympäristöjen kytkeytyneisyyttä (Koivula ym. 2022). Sidosryhmätyöpajassa lisäksi todettiin, että lehtipuiden suosiminen talousmetsien puulajivalinnassa parantaisi kytkeytyneisyyttä monien lajien kannalta (esim. metsälinnut).

Sidosryhmätyöpajan osallistajat kiinnittivät erityistä huomioita lehtojen ja metsäluhtien kytkeytyneisyyteen. Näiden kytkeytyneisyyttä olisi mahdollisuus parantaa ennallistamistoimin palauttamalla lehtojen kaltaisia metsiä potentiaalisille alueille esimerkiksi metsittämällä viljelykäytöstä poistuvaa maatalousmaata. Työpajassa mainittiin, että luhtamaisten ympäristöjen osalta avainasemassa olisi pelloksi kuivattujen järvien ennallistaminen. Tässä avainasemassa todettiin olevan erityisesti peltoalueet, joiden kuivatusta ylläpidetään vettä pumpaamalla. Työpajassa mainittiin, että maankohomaisalueet, joissa on ennallistamispotentiaalia luhtaisten ympäristöjen suhteen, olisi hyvä ottaa myös tarkasteluun.

Sidosryhmätyöpajassa lisäksi korostettiin, että soiden kytkeytyneisyyden osalta tärkeää olisi paremmin huomioon ennallistamiskohteiden priorisointi maisematasolla. Tällä hetkellä ennallistaminen ei välttämättä kohdistu kytkeytyneisyyden kannalta ensisijaisiin kohteisiin.

Kytkeytyneisyyden kannalta merkittävänä riskinä työpajassa nähtiin ristiriita luonnon monimuotoisuuden ja päästöttömän energiantuotannon vaatimusten välillä. Esimerkiksi tuuli- ja aurinkoenergian tuotantolaitokset sekä niihin liittyvät sähkönsiirtolinjat ja huoltotieverkostot pirstovat elinympäristöjä.

5.5. Orgaanisen hiilen varasto (kivennäismaiden maaperässä)

5.5.1. Yleistä

Maaperän orgaanisen hiilen varaston muutosten seuranta tuottaa tietoa metsien ja niiden käytön ilmastovaikutuksista. Kivennäismailla maaperän hiilivarasto on suurin runsasravinteisillä kasvupaikoilla silloin, kun puuston määrä ja sen tuottaman karikkeen määrä on suuri. Puuston uudistaminen avohakkuin johtaa maaperän hiilivaraston pienenemiseen eli maaperä on hiilen lähde, kunnes kasvava puusto ja muu kasvillisuus palautuu ja tuottaa maaperään suuremman hiilisyötteen kuin mitä maaperän orgaanisen aineksen hajoamisessa vapautuu. Avohakkuun jälkeen maaperä voi olla hiilen lähde parikymmentä vuotta ja voi kulua useita vuosikymmeniä ennen kuin maaperän hiilivarasto on palautunut hakkuuta edeltävälle tasolle.

Ennallistamisasetuksen mukainen orgaanisen hiilen varasto on rajattu tarkoittamaan kivennäismaiden maaperän hiilivarastoa. Turvemaiden maaperä on metsätalouskäyttöön ojitetuilla runsasravinteisillä kasvupaikoilla voimakas päästölähde, koska ojituksen myötä paksu turvekerros hajoaa ja tuottaa hiilidioksidipäästöjä. Avohakkuiden jälkeen ojitettujen turvemaiden päästöt kasvavat voimakkaasti. Turvemaiden maaperän hiilivaraston muutoksia ei kuitenkaan ole sisällytetty ennallistamisasetuksen mukaan seurattaviin indikaattoreihin. Turvemaametsiä koskevia ennallistamistoimia voi tulla toteutettavaksi turvemaapeltojen vettämistavoitteiden kautta. Turvemaapeltojen vettämisen tavoitepinta-alasta osa voidaan toteuttaa turvetuotannon suopohjia tai turvemaametsiä vettämällä (esimerkiksi heikkotuottoisia ojitettuja suometsiä vettämällä). Vettäminen hidastaa tai pysäyttää maaperän hiilivaraston hupenemisen, mutta muutosta ei seurata hiilivarastoindikaattorilla, koska muutos tapahtuu turvemaalla.

5.5.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Oikea-aikaisilla harvennuksilla ohjataan kasvua valittuihin puulajeihin ja puuyksilöihin, mutta samalla vähennetään puuston biomassatuotosta, minkä seurauksena myös maaperään kertyy hitaammin hiiltä kuin harventamattomissa metsissä. Voimakkaimpien harvennusten seurauksena maaperän hiilivaraston kasvu voi pysähtyä ja kääntyä päästölähteeksi, kunnes harvennuksen jälkeen voimistunut biomassatuotos ja karikesyöte maaperään on jälleen suurempi kuin maaperästä orgaanisen aineksen hajoamisessa syntyvä hiilivuo ilmakehään. Näin ollen harvennuksilla ei edistetä kivennäismaiden maaperän orgaanisen hiilivaraston kasvua.

Soita ennallistamalla voidaan hillitä ojituksen ja alhaisen pohjaveden tason kiihdyttämää turpeen hajoamista. Kun turvekerros jää pohjaveden pinnan alapuolelle, sen happipitoisuus pienenee ja turpeen hapellinen hajoaminen hidastuu. Hapettomissa olosuhteissa turpeessa elävät mikrobit tuottavat metaania, jonka turpeen hapellisessa pintakerroksessa elävät mikrobit kuitenkin käyttävät ja metaani ei päädy ilmakehään. Jos ennallistamisen jälkeen suo ajoittain

tulvii, voi syntyä metaanipäästöjä, mutta kokonaisvaikutus ilmastonmuutosta aiheuttaviin kasvihuonekaasupäästöihin on kuitenkin hillitsevä. Työpajassa sidosryhmät toivat esiin, että ennallistamiskohteen säilyminen puustoisena ylläpitää puuston hiilivarastoa ja voi vähentää turvemaametsissä maaperän päästöjä, jos vesitaloutta ennallistetaan ja kohteesta tulee märempi. Ennallistamisasetuksen indikaattorina seurataan kuitenkin vain kivennäismaiden maaperän orgaanisen hiilivaraston muutosta eikä näillä turvemaiden ilmastoviisailloilla vaikuteta siihen.

Metsänhoidollisissa kulotuksissa ja poltoissa osa karikkekerroksesta ja maan orgaanisesta kerroksesta palaa eli niihin varastoitunut hiili vapautuu ilmakehään ja maan orgaaninen hiilivarasto pienenee.

Lehtojen ja paahdeympäristöjen hoidossa poistetaan osa puustosta, ja käsittelyn jälkeen puuston biomassatuotos sekä sen vuosittain maaperään siirtämän karikkeen määrä pienenevät. Tämä vähentää maaperän orgaanisen hiilen varastoa. Lehtojen maaperän hiilivarasto on kuitenkin suuri ja puuston poiston vaikutus maaperän hiilitaseeseen on oletettavasti vähäinen eikä sitä välttämättä pystyittäisi edes todentamaan mittauksin. Paahdeympäristöjen maaperä voi olla ohut ja hiilivarasto pieni, joten siellä voimakkaimmat hoitotoimet voivat aiheuttaa maaperän hiilivaraston pienenemistä, joka olisi mittauksin todennettavissa. Tätä kirjoitettaessa ei ole tiedossa, onko tällaisia tutkimuksia tehty.

5.5.3. Metsäkadon ehkäisy

Metsämaaperän hiilivarasto on keskimäärin suurempi kuin peltojen ja rakennettujen alueiden maaperän. Erityisesti soiden maaperän on kertynyt suuri määrä eloperäistä (orgaanista) hiiltä, joka on ollut pitkään pois ilmakehästä. Kun metsää muutetaan pelloksi tai rakennetuksi maaksi, häviää puuston hiilivarasto lopullisesti. Samalla maaperän hiilivarastosta osa saateetaan menettää välittömästi ja jäljellä oleva hiilivarasto pienenee vähitellen viljelytekniikasta tai urbaanin alueen rakenteista ja hoidosta riippuen.

Metsäkatoa hillitsemällä voidaan säilyttää puuston ja maaperän hiilivarasto sekä kyky kasvat-
taa varastoa tulevaisuudessakin (eli hiilinielu). Viime vuosina metsää on otettu muuhun käyttöön noin 10 000 ha vuodessa, josta 56 % rakennetuksi maaksi (Lehtonen ym. 2021), ja lisääntynyt aurinko- ja tuulivoimarakentaminen edelleen lisää metsäkatoa. Jos metsäkadon vauhti puolitettaisiin, niin vuoteen 2035 mennessä saavutettaisiin vuosittain 1,27 Mt CO₂ ekv. päästövähennys (Lehtonen ym. 2021).

Sidosryhmät toivat työpajassa esille, että metsäkato lisää metsien käyttöpainetta toisaalla ja metsäkatoa hillitsemällä voidaan parantaa metsien käytön kestävyttä.

5.5.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsitys

Peltojen ja joutoalueiden metsityksellä voidaan lisätä maankäyttösektorin hiilinieluja, koska puustobiomassaan kertyy vähitellen hiiltä. Puustoisien alueiden hiilivirta kasvillisuudesta maaperään on myös suurempi kuin pellolla, mikä kääntää kivennäismailla maaperän hiilen lähteestä hiilinieluksi.

Turvemaiden metsityksen vaikutus puuston hiilivarastoon on samanlainen kuin kivennäismailla, mutta maaperän hiilivarastoon ja kasvihuonekaasutaseeseen vaikuttaa turvemaan vesitalous. Turvemaapeltojen maaperä on suuri hiilidioksidipäästöjen lähde ja voi säilyä

sellaisena metsityksen jälkeenkin, jos ojien kuivattava vaikutus säilytetään. Jos turvemaapelto metsitetään kosteassa kasvavalla puulajilla (esim. hieskoivu) ja pohjaveden pinnan annetaan nousta tai sitä nostetaan ojia patoamalla, voidaan hiilidioksidipäästöt välttää. Metaanipäästöjä ei synny, jos tulvimiselta vältetään ja pintaturve säilyy hapellisena.

Metsitetyillä kivennäismailla maaperän orgaanisen hiilen varasto kasvaa hitaasti (Tupek ym. 2021), joten lyhyellä aikavälillä maaperän hiilivaraston muutos ei ehkä ole mittauksin todennettavissa.

5.5.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

Ojitetut metsätaloustalouksissa olevat suometsät ovat Suomessa kasvihuonekaasupäästölähde, koska ojitusaluiden maaperän orgaaninen aines hajoaa ja hajoamisprosessi tuottaa kasvihuonekaasuja (hiilidioksidin ohella myös typpioksiduulia ja ojat metaania) suuremman määrän kuin mitä puuston hiilivaraston kasvuun sitoutuu hiilidioksidia. Päästöjä syntyy eniten runsasravinteisilla kasvupaikoilla ja avohakkuun jälkeen. Suometsien hiilivarastoa voidaan ylläpitää ja kasvihuonekaasupäästöjä hillitä säilyttämällä runsasravinteiset suometsät puustoisina ja välttämällä ojien kaivamista. Kuusivaltaisen suometsän kasvatusta voidaan jatkaa harvennuksin ja ilman kunnostusojituksia, jolloin ojat vähitellen sammaloituvat ja pohjavesi saa nousta selvästi nykyistä korkeammalle (noin 30 cm syvyyteen saakka). Ojien sammaloituminen lopettaa metaanipäästöt (Rissanen ym. 2023) ja korkeampi pohjaveden taso hidastaa turpeen hajoamista (Peltoniemi ym. 2023b). Kun avohakkuuta vältetään siellä missä se on mahdollista, vältetään avohakkuiden jälkeiset suuret hiilidioksidi ja typpioksiduulipäästöt (Korkiakoski ym. 2024). Jos kaikissa Suomen runsasravinteisissä ojitetuissa suometsissä tehtäisiin avohakkuun sijaan harvennushakkuu (poimintahakkuu, jonka tavoitteena siirtyminen jatkuvapeitteiseen kasvatukseen) silloin kun uudistaminen on puuston ikä ja järeys huomioiden ajankohtaista, lisäksi se Suomen metsien hiilinielua miljoonalla hiilidioksiditonilla (Lehtonen ym. 2023).

Tuhkalannoituksella voidaan ylläpitää ja parantaa puuston elinvoimaisuutta ja kasvua, mikä vähentää kunnostusojitustarvetta, koska elävän puuston haihdutus riittää pitämään pohjaveden puuston kasvun kannalta riittävän alhaalla. Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esille tuhkalannoitukseen (terveyslannoitukseen) suunnatun tuen kannustava merkitys.

Sidosryhmät nostivat työpajassa esiin kunnostusojituksesta luopumisen tuottamat edut myös niukkaravinteisemmilla soilla eli mäntyvaltaisilla rämeillä. Niillä puuston uudistumisen mahdollisuudet voivat parantua, kun liika kuivuminen vältetään. Myös puuston kasvu voi lisääntyä, kun nämä suot eivät kärsi ojituksen aiheuttamasta kuivuudesta. Työpajassa nostettiin esiin myös suometsien hoitoon ja kokonaisvaltaiseen suunnitteluun kohdennettujen tukien positiivinen vaikutus turvemaametsien kestäväan käyttöön.

5.5.6. Muut hiilensidontaa ja –varastointia edistävät toimet

Puuston ja maaperän hiilivarastoa voidaan kasvattaa ja kasvihuonekaasupäästöjä hillitä monin metsätalouden toimin, joista tärkeimpiä ovat elinvoimaisen puuston ylläpitäminen, tarkoituksenmukaiset harvennukset/poimintahakkuut ja mahdollisen avohakkuun jälkeen mahdollisimman nopea uudistaminen kasvupaikalle soveltuvalla puulajilla sekä laadukkaalla siemen ja taimiaineksella.

Lannoitus lisää puuston kasvua siellä, missä muut kasvutekijät, kuten vesi ja lämpötila, eivät ole ensisijaisia kasvua rajoittavia tekijöitä. Turvemailla kasvua rajoittaa yleensä fosforin ja

kaliumin puute ja kivennäismailla typen puute. Niukkaravinteisten kivennäismaiden typpilannoitus lisää puuston kasvun osalla maaperän hiilivaraston kasvunopeutta (Mäkipää ym. 1998). Kangasmaiden typpilannoitusta pidetään tehokkaana keinona lisätä maan hiilivarastoa (esim. Saarsalmi ym. 2014).

Sidosryhmät nostivat työpajassa esille maanmuokkauksen vaikutuksen maaperän hiilivarastoon; erityisesti voimakkaimpien maanmuokkausmenetelmien aiheuttaman tarpeettoman suuren häiriön nähtiin heikentävän maaperän hiilivarastoa.

Kivennäismailla jatkuvapeitteinen metsänkasvatus voi tuottaa keskimäärin suuremman puuston ja maaperän hiilivaraston kuin jaksollinen kasvatus, mutta hiilivaraston ja –nielun koko riippuu harvennusten voimakkuudesta ja kasvatettavan puuston määrästä eikä pelkästään valinnasta jatkuvapeitteisen ja kiertoaikametsätalouden välillä. Työpajassa sidosryhmät toivat esille, että metsien tehokkaan käytön historia jaksollisesti kasvattaen heikentää mahdollisuuksia siirtyä jatkuvapeitteiseen metsänkasvatukseen sielläkin, missä se kasvupaikan ominaisuuksien puolesta olisi mahdollista ja ympäristövaikutuksiltaan suotuisaa.

Lahopuiden hiilivarastoa voidaan kasvattaa jättämällä aiempaa enemmän säästöpuuta. Jos hakkuiden yhteydessä jätettävä säästöpuumäärä kaksinkertaistettaisiin ja koko Suomessa luonnonpoistuma kasvaisi 50 %, lisäisi se Suomessa lahoppuuston hiilivarastoa vuosittain 1,26 Mt CO₂ ekv. vuoteen 2035 mennessä (Lehtonen ym. 2021).

Työpajassa sidosryhmät korostivat säästöpuuryhmien koon ja käsittelyn merkitystä lahoppu-määrälle ja lahoppuuston hiilivarastolle. Säästöpuuryhmän jättäminen lisää maaperän hiilivarastoa myös välillisesti, koska säästöpuuryhmän kohdalla maaperää häiritään vähemmän ja puuston karikesyöte maaperään säilyy. Metsänhoidossa voidaan myös aktiivisesti tuottaa esimerkiksi monimuotoisuutta lisääviä tekopökkelöitä, joilla on samankaltainen maaperän hiilivarastoa kasvattava vaikutus. Lisäksi poltetusta säästöpuuryhmästä jää metsään hyvin pitkäikäistä hiiltä.

5.5.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet

Metsien kiertoaika pidentämällä lisätään puuston ja maaperän keskimääräistä hiilivarastoa, koska varttuneissa metsissä on suurempi hiilivarasto kuin nuorissa (Liski ym. 2001, Mäkipää ym. 2011). Pidentämällä kiertoaika 10–15 vuotta ja lieventämällä harvennuksia voitaisiin säästää 50 vuodessa 3,6 Mt CO₂ ekv. suurempi puuston vuosittainen hiilinielu (Hynynen ym. 2023) ja samalla myös maaperän orgaanisen hiilen varasto kasvaisi.

5.5.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Sidosryhmät toivat työpajassa esille sekametsien kasvatuksen positiivisen vaikutuksen maaperän hiilinieluun. Tutkimusten mukaan erityisesti havupuusekametsissä (kuusen ja männyn sekapuusto) biomassatuotos on korkea ja hiiltä kertyy maaperään nopeammin kuin yhden puulajin metsissä tai lehtipuusekametsissä (Shanin ym. 2014).

Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että herkkien alueiden metsien käytön ja käsittelyn rajoitukset vähentävät metsänhoidon intensiteettiä ja toimenpiteiden kohteena olevaa pinta-alaa, mikä voi lisätä maaperän orgaanisen hiilen varastoa.

Työpajassa tunnistettiin myös METKA:ssa tuettavan uuden työmuodon kuloutuksen merkitys. Kuloutuksen yhteydessä osa maaperän orgaanisen hiilen varastosta palaa, mutta toisaalta muodostuu hyvin pitkään maaperässä säilyvää hiiltynyttä puuta. Kulotusalueelle ohjeistetaan jättämään säästöpuuta vähintään 20 m³/ha, jotka sijoitetaan yhteen tai useampaan säästöpuuryhmään. Yli neljän hehtaarin kulotusaloilla säästöpuuta tulee jättää vähintään viisi kuutiometriä hehtaaria kohden.

Sidosryhmät toivat työpajassa esille myös maan hiilivaraston kasvattamista tukevia ohjauskeinoja ja markkinalähtöisiä keinoja säilyttää ja kasvattaa hiilirikkaiden kohteiden maaperän hiilivarastoa. Näissä keskeiseksi tunnistettiin seurannan ja todentamisen uskottava toteuttaminen.

5.6. Metsien osuus, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina

Metsien osuus, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina -indikaattori kuvaa metsän ja muun puustoisien maan osuutta, jossa valtalajina (peittävyys > 50 %) ovat luontaiset puulajit (Asetus (EU) 2024/1991).

VMI13:n mukaan Suomessa on 28 000 hehtaaria metsämaata, jossa vallitseva puulaji on eikotimainen puulaji. Tämä vastaa 0,1 %:a metsämaan alasta. Vieraspuulajina on tässä arvioissa mukana lehtikuusi, joka muodostaa kaksikolmasosaa vieraspuulajien metsiköistä. Jos eikotimaisia puulajeja käytettäisiin paljon peltojen ja joutoalueiden metsittämisessä, eikotimaisia puulajia olevien metsien suhteellinen lisäys olisi suuri. Potentiaalinen metsitysala on kuitenkin pieni suhteessa nykyiseen metsäalaan, mistä johtuen luontaisten puulajien osuus säilyisi suurena.

Sidosryhmätyöpajassa keskusteltiin lehtikuusen lukeminen vieraspuulajeihin. Metsälainsäädännössä lehtikuusi on kasvatuskelpoinen puulaji ja lehtikuusi on ennen viimeisintä jääkautta kasvanut Suomessa luontaisesti. FAO:n Global FRA:n määritelmät mahdollistaisivat lehtikuusen tulkittamisen myös kotimaiseksi puulajiksi, sillä määritelmän mukaan myös historiassa kotimaisina esiintyneet puulajit voivat olla kotimaisia puulajeja. Sidosryhmätyöpajassa keskusteltiin myös se, onko hybridihaapa tulkittava kotimaiseksi puulajiksi – metsälainsäädännössä hybridihaapa on kasvatettava puulaji.

Sidosryhmätyöpajassa mainittiin, että kulotus kontortamäntymetsien läheisyydessä voi aiheuttaa kontortamäntynyt voimakasta leviämistä. Lisäksi työpajassa todettiin, että metsien rakennetuksi maaksi muuttamisen estäminen voi vähentää vieraspuulajien leviämisen riskiä, sillä rakennetulla maalla käytetään eikotimaisia puulajeja useammin kuin metsässä.

Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että douglaskuusen käyttöä metsänuudistamisessa tutkitaan mm. ilmastonmuutokseen varautumisen vuoksi. Douglas-kuusen käyttö olisi ristiriidassa eikotimaisien puulajien välttämisen tavoitteen kanssa. Sidosryhmätyöpajassa pidettiin tärkeänä, että ilmastonmuutokseen varautumiseksi olisi jatkossakin oltava mahdollista käyttää alueelle sopivia vieraspuulajeja. Myös Euroopan komission (2023) julkaisemassa Biodiversiteettiä tukevaa metsittämistä, uudelleen metsittämistä ja puiden istuttamista koskevat suuntaviivat -raportissa mainitaan, että erityisissä tapauksissa vieraslajit voivat lisätä kykyä sietää ilmastonmuutosta.

Vieraiden puulajien leviämistä lehdoissa voidaan ehkäistä poistamalla ne mahdollisimman nopeasti (Siitonen ym. 2011).

5.7. Puuston monilajisuus

5.7.1. Yleistä

EU:n ennallistamisasetuksen Puuston monilajisuus -indikaattori kuvaa metsäalueella esiintyvien puulajien keskimääräistä lukumäärää (Asetus (EU) 2024/1991).

Metsien puulajisuhteiden muutokset eli lehtipuiden väheneminen ja lehtojen kuusettuminen ovat ensisijainen uhanalaisuuden syy 113 lajille, mikä on 15 % lajeista, joiden ensisijainen uhanalaisuuden syy liittyy metsäelinympäristöihin (Hyvärinen ym. 2019). VMI13:n tulosten mukaan lehtipuuston määrä on kuitenkin lisääntynyt 70 %:lla sadan vuoden takaiseen VMI1-tulokseen verrattuna.

Sekametsät lisäävä luonnon monimuotoisuutta. Sekametsissä on useita rakennepiirteitä, jotka tekevät niistä monille lajeille sopivamman elinympäristön kuin yhden puulajin metsät. Huomattavat osa uhanalaista eliölajeista on erikoistunut tiettyyn puulajiin. Yksilömääriltään harvalliset puulajit eivät yleensä muodosta puhtaita yhden puulajin metsiköitä. Tämän takia sekametsät ovat tärkeitä myös näitä puita tarvitsevien eliölajien kannalta (Huuskonen ym. 2021).

Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan, miten MISU:n metsiä koskevat toimenpiteet vaikuttavat puuston monilajisuuteen.

5.7.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Metsähallituksen yhtenä ilmastotoimena tarkastellaan tässä raportissa oikea aikaista metsän harventamista. Puuston monilajisuutta voidaan ylläpitää säilyttämällä harvennuksissa alueelta löytyviä puulajeja (Tapio 2022b, Matila & Salin 2023).

Soiden ennallistamisen tavoitteena voi olla vesitalouden, puulajikoostumuksen ja puuston määrän palauttaminen alueella sellaiseksi kuin se on ollut ojittamattomassa tilanteessa (vrt. Tolvanen ym. 2013). Kohteesta riippuen ennallistamisella voi siten olla joko kielteisiä tai myönteisiä vaikutuksia puuston monilajisuuteen. Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esille, että soiden ennallistamisen yhteydessä hieskoivu valtaa helposti alaa, minkä takia puulajien monipuolistaminen ennallistamisen yhteydessä vaatii huolellista suunnittelua.

Palojatkumoalueella tarkoitetaan yhdestä tai useammasta luonnonsuojelualueesta ja niitä ympäröivistä valtion monikäyttömetsistä muodostettua aluetta, jolla suojelualueiden metsiä ja monikäyttömetsien säästöpuuryhmiä poltetaan säännöllisin väliajoin paloista riippuvaisten ja niistä hyötyvien lajien säilyttämiseksi (Kaukonen ym. 2024). Polton vaikutukset puuston monilajisuuteen riippuvat siitä, millainen on säästöpuuryhmien puulajikoostumus ja mitä puulajeja poltetuille alueille tulee luontaisesti.

Lehtojen hoidossa tulisi kiinnittää huomiota puuston monilajisuuteen. Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöoppaan mukaan lehtojen hoidossa tulisi suosia jaloja lehtipuita, jos niitä on alueella. Lisäksi niiden hoidossa tulisi pyrkiä säilyttämään puuston kerroksellisuus (Kaukonen ym. 2024). Myös metsänhoidon suositusten mukaan lehtojen taimikon hoidossa tulisi ohjata puuston kehittymistä lehtipuuvaltaisempaan suuntaan, edistää sekapuustoisuutta sekä suosia jaloja lehtipuita ja pähkinäpensaita (Tapio 2022a).

Paahdeympäristöjä luonnehtivat avoimet, lämpimät, kuivat ja äärevät olosuhteet. Jos säteilyn lisäämiseen on tarvetta, paahdeympäristöjä hoidetaan säästämällä valitut männyt ja poistamalla pääsääntöisesti muu puusto. Monimuotoisuudelle tärkeitä järeitä lehtipuita voidaan kuitenkin säästää (Lindberg & Arnkil 2023). Työpajassa mainittiin, että lehtojen ja paahdeympäristöjen hoito voi olla paikallisesti ristiriidassa puulajiston monimuotoisuuden lisäämisen tavoitteen kanssa, koska hoitotoimissa poistetaan valittuja puulajeja.

5.7.3. Metsäkadon ehkäisy

Rakentamisesta johtuva metsäkato keskittyy eteläiseen Suomeen ja siten keskimääräistä ravinteikkaammille ja lajirikkaimmille metsätyypeille (Pouta ym. 2023). Eteläisessä Suomessa metsäkadon vaikutus puuston monilajisuuteen on siten keskimäärin suurempi kuin muualla maassa.

5.7.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsitys

Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsityksessä tulisi ottaa huomioon puuston monilajisuus. Metsänhoidon suositusten (2024) mukaan metsityksessä tulisi sekapuustoisuuden aikaansaamiseksi hyödyntää mahdollista luontaista taimiainesta. Lisäksi metsityksessä tulisi hyödyntää muun muassa jaloja lehtipuita, haapaa, tervaleppää ja lehtikuusta. Puuston monilajisuutta voidaan lisätä metsityksen toteutusvaiheessa istuttamalla havupuun taimien sekaan esimerkiksi koivuja, leppiä, pihlajaa tai haapaa (Matila & Salin 2023).

5.7.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

Peitteisen metsänkasvatuksen menetelmien toteutustavoilla voidaan vaikuttaa puuston monilajisuuteen. MISU:n toimenpiteenä on rehevissä korvissa 30 prosentin hakkuiden toteuttaminen peitteisen metsänkasvatuksen menetelmin. Korvet ovat yleensä kuusivaltaisia. Tervalepät, harmaalepät ja halavat sekä korpeen rajoittuvissa kivennäismaareunuksissa kasvavat haavat ja raidat lisäävät korven monimuotoisuutta. Etelä-Suomessa voivat rehevimmissä korvissa kasvaa harvinaisina myös saarni, vaahtera, vuorijalava ja metsälehmus (Syrjänen ym. 2016).

Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että peitteisen metsänkasvatuksen edistäminen vähentää lähtökohtaisesti puuston monilajisuutta. Eri-ikäisrakenteisten metsien poimintahakkuissa tulisi siten erikseen turvata puuston monilajisuus. Valoa vaativat puulajit, kuten mänty, koivut, haapa, lepät ja jalot lehtipuut uudistuvat eri-ikäisrakenteisessa kuusikossa hyvin hitaasti eivätkä ne menesty alikasvoksena. Näiden puulajien säilyttäminen tai lisääminen edellyttäisi, että poimintahakkuiden lisäksi tai niiden asemesta käytettäisiin pienaukkohakkuuta (Koivula ym. 2022, Valkonen ym. 2022). Lisäksi hirvieläimet syövät taimia, mikä vaikeuttaa jatkuvapeitteisessäkin kasvatuksessa muiden puulajien kuin kuusten uudistamista ja vähentää siten puuston monilajisuutta (Hantula ym. 2022).

Kirjallisuudesta ei löytynyt tietoa siitä, millaisia vaikutuksia kunnostusojitusten välttämällä harvennushakkuiden yhteydessä rehevissä korvissa ja karuilla rämeillä tai ojitettujen turvemaiden tuhkalannoituksen edistämällä on puuston monilajisuuteen.

5.7.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet

Lannoituksen vaikutuksesta puulajien monimuotoisuuteen ei löytynyt tietoa kirjallisuudesta. Suhteellisen pienelläkin lehtipuusekoituksella voidaan parantaa maan viljavuuden kannalta keskeisiä ominaisuuksia, joten havumetsissä on perusteltua suosia lehtipuita sekapuuna. Kaugasmaat ovat yleensä typpirajoitteisia, joten puulajikoostumuksen avulla voitaisiin mahdollisesti vaikuttaa kasveille käyttökelpoisen tyyppien saatavuuteen (Smolander ym. 2023).

Metsien nopean ja tehokkaan uudistamisen edistämiseksi tulisi ottaa huomioon puuston monilajisuus. Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esille, että lehtipuusuuden lisääminen taimikoissa on nykyisten metsänhoitosuosituksen mukaista. Viime vuosina kuusen osuus on ollut Suomessa yli 50 % metsänviljelypinta-alasta. Kuusta on suosittu metsänviljelyssä erityisesti hyvän viljelyvarmuuden ja muita puulajeja vähemmän hirvituhoalttiuden vuoksi. Kuusen arvellaan kärsivän ilmastomuutoksesta, koska se on altis muuan muassa mahdolliselle kuivuuden lisääntymiselle ja siitä aiheutuville seurannaistuhonille. Esimerkiksi kuusikoissa vakavia tuhoja aiheuttavan juurikäävän ennakoitaan hyötyvän ilmastomuutoksesta (Ruotsalainen ym. 2022). Metsien sopeutumista ilmastomuutokseen edistetään tarkentamalla puulajivalintaa paikkaan sidotun kasvuolosuhdetiedon perusteella sekä perustamalla ja kasvattamalla kuusi-koivu- ja mänty-kuusi-sekametsiä (Saksa 2020).

Säästöpuita jättämällä voidaan monipuolistaa metsien rakennetta esimerkiksi vähälukuisilla puulajeilla (Keto-Tokoi ym. 2021). Puustorakenteen monipuolistaminen uudistushakkuissa onnistuu säästämällä taloudellisesti vähäarvoiset puut, kuten pihlajat, raidat, haavat ja lepät (Koivula ym. 2022). Lahopuun tuottamisen lajistohyödyt riippuvat puulajista ja tuottamistavasta. Mikään puulaji ei kuitenkaan ole uhanalaisen lajiston kannalta hyödytön, koska kullakin puulajilla elää juuri siihen erikoistunutta lajistoa (Koivula & Vanha-Majamaa 2021, Koivula ym. 2022).

Suopohjien metsitykseen sopivimmat puulajit ovat mänty sekä hies- ja rauduskoivu. Kuusi ei sovi ensimmäisen kiertoajan puulajiksi, koska se vaatii hallanarkuuden takia verhopuuston. Muiden puulajien käytöstä suopohjien metsityksessä on saatu niukasti kokemuksia. Männyn istutus tai kylvö soveltuu parhaiten suopohjalle, jolla ohuen turvekerroksen alla oleva pohjamaa on hiekkaa tai soraa. Männyn ohella puulajiksi sopivat raudus- ja hieskoivu sellaisella suopohjalla, jonka ohuen turvekerroksen alla on hienolajitteinen pohjanmaa. Jos turvekerros on paksu, puulajiksi suositellaan vain mäntyä tai hieskoivua. Metsitettyjen suopohjien metsänhoidossa tulisi suosia sekapuustoa metsikön terveydentilan turvaamiseksi ja monimuotoisuuden lisäämiseksi. Esimerkiksi taimikonhoidossa tulisi lisäksi jättää riistalle tiheikköjä suoja- paikoiksi (Aro ym. 2023).

5.7.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet

Pidennetyn kiertoajan vaikutuksista puuston monilajisuuteen ei löytynyt tietoa kirjallisuudesta. Eri puulajeilla elinikä vaihtelee, minkä takia kiertoajan pidennyksellä voi kuitenkin olla vaikutusta puuston monilajisuuteen.

5.7.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Useiden puulajien, kuten rauduskoivun, tammen ja tervelepän, viljelymäärien kasvattamisen yksi keskeinen edellytys on hirvieläintuhoriskien merkittävä vähentäminen (Ruotsalainen ym.

2022). Myös työpajassa nostettiin esille, että sorkkaeläinlaidunnus on merkittävä este lehtipuiden käytön yleistymiselle ja muun muassa tunturikoivun uudistumiselle.

Jos vähän viljeltyjen puulajien viljelyä halutaan lisätä, tarvitaan myös viljelyyn, tuhoihin sekä siemen- ja taimituotantoon liittyvää tutkimus- ja kehitystyötä. Tutkimuksen avulla voidaan alentaa viljelykustannuksia ja siten tehdä näistä puulajeista kilpailukykyisempiä vaihtoehtoja metsänviljelyssä (Ruotsalainen ym. 2022).

Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esille, että uusi siemenviljelysten perustamisohjelma (Antola ym. 2023) sisältää aiempaa laajemman puulajijoukon. Luken metsänjalostusohjelmassa puulajivalikoima on kuitenkin vähenemässä.

5.8. Yhteenveto

Arcilla & Strazds (2023) tiivistivät globaalissa metsälintujen kirjallisuuskatsauksessaan "lintuystävällisen metsätalouden" kymmenen periaatetta. Nämä periaatteet ovat pitkälti samoja kuin viime vuosien kotimaiset talousmetsien luonnonhoitosuositukset, jotka perustuvat lintuja laajempaan lajijoukkoon (esim. Koivula ym. 2022, Siitonen & Huhta 2023). Yksi periaatteista on monipuolisen latvusrakenteen ja eri-ikäisyyden luova ja säilyttävä metsätalous, ja toinen on horisontaalisen puuston ja aluskasvillisuuden vaihtelun edistäminen pienaukkohakkuilla, joita kumpaakin tukee Metsähallituksen tavoite tehdä 30 % rehevien korprien hakkuista peitteisen metsänkasvatuksen menetelmillä. Kolmas periaate on eri lahoasteiden kuolleen puun säästäminen, mikä sopii yksiin lahoppuun lisäämisen MISU-toimenpiteen kanssa; tätä voidaan toteuttaa säästöpuuta jättämällä, mutta myös esimerkiksi puustotuhokohteita (tuuli, metsäpalo) suojelemalla. Lisäksi Metsähallituksen kulutus- ja polttotavoitteet palojatkumoalueilla tukevat lahoppuutavoitetta ja näin ollen myös kuolleista puista hyötyvää linnustoa epäsuorasti. Neljäntenä on vaateliaan lajiston huomiointi metsätaloudessa, mitä voidaan katsoa epäsuorasti edistettävän Metsähallituksen kulutus- ja polttotavoitteilla sekä lehtojen ja paahdeympäristöjen luonnonhoidolla. Nämä toimet oletettavasti tukevat kuollutta puuta ja toisaalta erilaisia valoisia metsiä suosivia lintulajeja. Viides periaate, pidennetyn kiertoajan soveltaminen, luettiin edellä edelleen kehitettäviin toimenpiteisiin; tämäkin hyödyttäneee metsälintuja laajasti.

Arcilla & Strazds'in (2023) kymmenestä periaatteesta viiteen muuhun on mahdollista vastata lisäämällä talousmetsissä luonnonhoitoa. Nämä periaatteet ovat erityisen suurten puuyksilöiden säästäminen, käsittelemättömien säästöpuumetsiköiden ja ekologisten käytävien säilyttäminen, varttuneen tai vanhan metsän ydinosaisten olosuhteiden ylläpito säästämällä tällaisia metsiä yhtenäisinä, toisiinsa ekologisesti kytkeytyneinä kokonaisuuksina, vesistöjen, kosteikkojen ja taajama-asutuksen reunojen suojavyöhykkeiden säästäminen sekä hakkuiden vaikutusten minimointi erityisesti pesimäkaudella.

Edellä mainittujen ohella eräät muut MISU-toimenpiteet luultavasti hyödyttävät metsälintuindeksin lajeja: metsäkadon ehkäisy (koskien pellonraivausta ja infrarakentamista), joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsittäminen (tässä tosin on huomioitava avomailla elävien uhanalaisten lajien suuri määrä) sekä metsien nopean ja tehokkaan uudistamisen edistäminen. Toisaalta kahdella toimenpiteellä voidaan katsoa olevan merkittäviä negatiivisia vaikutuksia: harvennushakkuut (suoja-, ravinnonhankinta- ja pesäpaikkojen väheneminen) ja typpilannoitus (jälkimmäisen epäsuora vaikutus marjavarpujen ja niitä syövien hyönteisten kautta mm. metsäkanalintujen poikasiin). On kuitenkin toisaalta huomattava, että tuhka- ja myös typpilannoitus rehevöittävät metsänpohjan kasvillisuutta, mikä oletettavasti hyödyttää

esimerkiksi maassa pesiviä lintulajeja. Myös ojitetun turvemaametsän ennallistaminen luultavasti paikallisesti haittaa metsälinnustoa, mutta suolajistolle koitua hyöty voi olla suurempi. Jalostetun viljelymateriaalin käytöllä ei luultavasti ole merkittävää vaikutusta metsälinnustoon muutoin kuin uudistamisen nopeutumisen kautta.

MISU:n toimenpiteistä säästöpuiden jättämisellä voidaan edistää kuolleen pysty- ja maapuun syntymistä. Oikea-aikainen metsänharventaminen vähentää kuolleen puun määrää, jollei alueelle jätetä esimerkiksi säästöpuita. Useiden muidenkin toimenpiteiden, kuten lehtojen ja paahdeympäristöjen hoidon, peitteisen metsänkasvatuksen tai joutoalueiden, heikkotuottoisten peltojen metsityksen sekä metsien nopean ja tehokkaan uudistamisen vaikutukset pysty- ja kuolleen puun määrään riippuvat niiden toteutustavasta. Soiden ennallistamisella, tulen käytöllä palojatkumoalueilla, metsäkadon ehkäisyllä, kunnostusojitusten välttämällä, kivennäismaiden lannoituksella ja suopohjien ennallistamisella voi olla myönteisiä vaikutuksia kuolleen pysty- ja maapuun määrään. Vaikutukset riippuvat siitä, millaisesta kohteesta on kysymys ja kuinka pitkää ajanjaksoa tarkastellaan.

MISU:n toimenpiteistä erityisesti rehevissä korvissa 30 prosentin hakkuiden toteuttamisella peitteisen metsänkasvatuksen menetelmillä voidaan lisätä eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta. Myös tulen käyttö palojatkumoalueilla, säästöpuiden jättäminen ja metsien kiertoajan pidentäminen voivat lisätä eri-ikäisrakenteisten metsien pinta-alaa. Useilla muilla tarkastelluilla MISU:n toimenpiteillä joko ei ole vaikutusta eri-ikäisrakenteisten metsien osuuteen tai toimenpiteiden toteutustapa ja tarkasteltavan kohteen ominaispiirteet vaikuttavat siihen, lisäävätkö toimenpiteet eri-ikäisrakenteisten metsien osuutta.

EU:n ennallistamisasetuksen määrittelemä metsien kytkeytyneisyys -indikaattori kuvaa metsien rakenteellista kytkeytyneisyyttä. MISU:n toimenpiteistä indikaattorin arvoon vaikuttavat siten metsäkadon ehkäisy, joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys sekä suopohjan ilmastokestävä jatkokäyttö siinä tapauksessa, että suopohja (turpeennostoalue) metsitään. Nämä toimenpiteet vaikuttavat metsien kytkeytyneisyyteen positiivisesti. Myös soiden ennallistaminen voi vaikuttaa kytkeytyneisyyteen, jos maankäyttöluokka muuttuu metsästä joutomaaksi.

Orgaanisen hiilen varastoon kivennäismaiden maaperässä vaikuttavat positiivisesti MISU:n toimenpiteistä metsäkadon estäminen, kivennäismaametsien lannoitus, säästöpuiden jättäminen sekä uudistusalueille mahdollisimman tehokas ja nopea uudistaminen. Metsien harventaminen pienentää maaperän hiilivarastoa. Talousmetsissä, joissa tehtävillä harvennuksilla ohjataan kasvua kasvatettavan puulajin arvokasvuun, maaperän hiilivaraston kannalta puuston elinvoimaisuuden säilyttävät oikea-aikaiset harvennukset ovat suotuisin vaihtoehto eli niiden maaperän hiilivarastoa pienentävä vaikutus jäänee vähäiseksi verrattuna tarpeettoman voimakkaisuun tai niin myöhään tehtyihin, että puuston toipuminen on hidasta. Tulen käyttö pienentää maaperän hiilivarastoa, samoin lehtojen ja paahdeympäristöjen hoito, jos niissä vähennetään puuston määrää ja sen tuottaman karikkeen määrää.

MISU:n toimenpiteillä ei ole vaikutusta tai vaikutus on erittäin pieni sellaisten metsien osuuteen, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina. Tämä johtuu siitä, että lähes kaikissa Suomen metsissä luontaiset puulajit ovat valtalajeina jo tällä hetkellä.

Useiden tarkasteltujen MISU:n toimenpiteiden vaikutus puuston monilajisuuteen riippuu siitä, kuinka paljon kohteella on tällä hetkellä erilaisia puulajeja ja miten toimenpiteet kohteella toteutetaan. Esimerkiksi oikea aikainen metsän harventaminen voi lisätä puuston monilajisuutta,

jos jokin puulaji on vaarassa hävitä tiheästä metsästä itseharvenemisen seurauksena. Harvenuksessa voidaan myös vähentää puuston monilajisuutta, jos jonkin puulajin kaikki yksilöt poistetaan harvenuksessa. Puuston monilajisuus voi harvenuksessa säilyä myös samana kuin ennen harvennusta.

Lehtojen hoidolla, metsäkadon ehkäisyllä ja säästöpuiden jättämisellä on myönteisiä vaikutuksia puuston monilajisuuteen, jos siihen kiinnitetään huomioita näitä toimenpiteitä toteuttaessa. Metsäkadon ehkäisy säilyttää metsäkatouhan alla olevalla alueella olemassa olevan puuston monilajisuuden. Metsäkadon ehkäisyllä on kuitenkin lyhyellä aikavälillä pieni vaikutus puuston monilajisuuteen koko maan tasolla, koska metsäkatoala on pieni verrattuna puun tuotannossa olevan metsäalaan. Paahdeympäristöjen hoito ja peitteinen metsänkasvatus voivat vähentää puuston monilajisuutta.

MISU:n toimenpiteiden vaikutukset puuston monilajisuuteen, kuten myös useisiin muihin tarkasteltuihin indikaattoreihin, riippuvat siitä, kuinka laajalla alueella toimenpiteitä toteutetaan. Esimerkiksi harvennuksia toteutetaan huomattavasti laajemmalla alueella kuin soiden ennallistamista. Tämän takia puuston monilajisuuden edistämällä harvennuksissa on suurempi vaikutus kuin sen edistämällä esimerkiksi soiden ennallistamisessa.

Kirjallisuudesta ei löytynyt tietoa kunnostusojituksen välttämisen, ojitettujen turvemaiden tuhkalannoituksen, kivennäismaiden lannoituksen ja kiertoajan pidentämisen vaikutuksesta puuston monilajisuuteen. Kiertoajan pidentämisellä on todennäköisesti vaikutuksia puuston monilajisuuteen, koska eri puulajien elinikä on erilainen. Vaikutukset riippuvat siitä, kuinka paljon kiertoaikaa pidennetään.

Seuraavassa taulukossa on yhteenveto siitä, miten MISU:n tarkastellut toimenpiteet vaikuttavat metsiä koskeviin EU:n ennallistamisasetuksen indikaattoreihin (Taulukko 3). Toimenpiteitä on arvioitu kohdetasolla (metsikkötasolla). Arviot ovat joissakin tapauksissa epävarmoja, koska kunkin toimenpiteen vaikutus riippuu muun muassa toteutustavasta. Lisäksi arvioon vaikuttaa se, mitä on pidetty vertailukohtana. Taulukossa oikea-aikaisen harventamisen vaikutuksia arvioitaessa vertailukohtana on ollut tilanne, jossa harvennuksia ei tehtäisi. Peitteisen metsänkasvatuksen vaikutuksia arvioitaessa vertailukohtana ovat olleet jaksollisen kasvatuksen menetelmät.

Taulukko 3. MISU:n metsiä koskevien toimenpiteiden arvioidut vaikutukset ennallistamisasetuksen metsiä koskeviin indikaattoreihin. Vaikutuksen suunta ilmaistaan seuraavasti: vihreä = positiivinen vaikutus, keltainen = ei vaikutusta/vaikutus riippuu toteutustavasta tai -kohteesta, punainen = negatiivinen vaikutus, valkoinen = vaikutuksen arviointi ei ole relevantia/ei ole mahdollista nykyisen tutkimustiedon perusteella.

MISU:n toimenpiteet	Ennallistamisasetuksen indikaattorit						
	Yleisten metsälintujen indeksi	Kuollut pysty- ja maapuu	Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus	Metsien kytkeytyneisyys	Orgaanisen hiilen varasto (kivennäismaat)	Metsien osuus, joissa luontaiset puulajit ovat valtajina	Puuston monilajisuus
Metsähallituksen ilmastotoimet (ainoastaan ne, joita ei ole mainittu jäljempänä)							
-Oikea-aikainen metsän harventaminen							
-Soiden ennallistaminen							
-Tulen käyttö palojatkumoalueilla							
-Lehtojen hoito							
-Paahdeympäristöjen hoito							
Metsäkadon ehkäisy							
-Ehkäistään metsämaan muuttumista pelloksi							
-Ehkäistään metsän raivausta rakennetuksi maaksi							
Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsitys							
Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö							
-Kunnostusojitusten välttäminen							
-Peitteinen metsänkasvatus							
-Ojitettujen turvemaiden tuhkalannoitus							
Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet							
-Kivennäismaiden lannoitus							
-Metsien nopea ja tehokas uudistaminen							
-Säästöpuiden jättäminen							
-Suopohjien ilmastokestävä jatkokäyttö							
Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet							
-Metsien kiertoajan pidentäminen							

6. Ennallistamisasetuksen artiklan 4 valittujen luontotyyppien suhde MISU:n toimenpiteisiin

Matti Koivula

6.1. Metsät ja muut puustoiset maat

6.1.1. Määritelmiä

Boreaalinen vyöhyke on maantieteellinen alue, jolla vuorokauden keskilämpötila on vuoden kuluessa vähintään kolme kuukautta yli +10°C ja metsät ovat enimmäkseen havupuuvaltaisia (FAO 2023). Metsä taas on FAO:n (2023) määritelmän mukaan maata, joka ei ole maatalousmaata tai rakennettua maata, jossa puusto voi kypsyysvaiheessa saavuttaa vähintään viiden metrin pituuden ja 10 % latvuspeittävyden, tai jossa puusto saavuttaisi luontaisesti nämä kynnysarvot. Lisäksi metsän tulee olla pinta-alaltaan vähintään puoli hehtaaria ja leveydeltään vähintään 20 metriä. Metsää siis määrittelevät puustoisuus ja muiden maankäyttömuotojen puuttuminen, mutta toisaalta nuorta puustoa kasvavat maa-alat sekä avoimet uudistus- tai luonnonhäiriöalat luetaan metsäksi edellä kuvattujen ehtojen mukaan. Metsällä voi olla ympäristö-, tutkimus-, historia-, kulttuuri- tai henkisiä merkityksiä. Myös maatalouskäytöstä poistuneet ja myöhemmin metsittyneet alat ovat metsää, jos ne täyttävät edellä kuvatun puuston pituus- ja latvuspeittoehdon. Peltometsäviljelyalat (agroforestry) luetaan metsäksi vain harvinaisissa erikoistapauksissa (FAO 2023).

Muiksi puustoiseksi maaksi luetaan sellaiset maa-alat, joiden puusto on yli viisimetristä ja latvuspeittävyys on 5–10 %, tai jotka luontaisesti saavuttavat nämä kynnysarvot (FAO 2023). Muiksi puustoiseksi maaksi luetaan myös sellaiset maa-alat, joilla varpujen, pensaiden ja puiden yhteenlaskettu peittävyys on yli 10 %; tällöin puuston pituus saa olla alle 5 metriä; tällaisia ympäristöjä ovat esimerkiksi osa tunturikoivikoista.

6.1.2. Metsäluontotyyppien uhanalaisuus

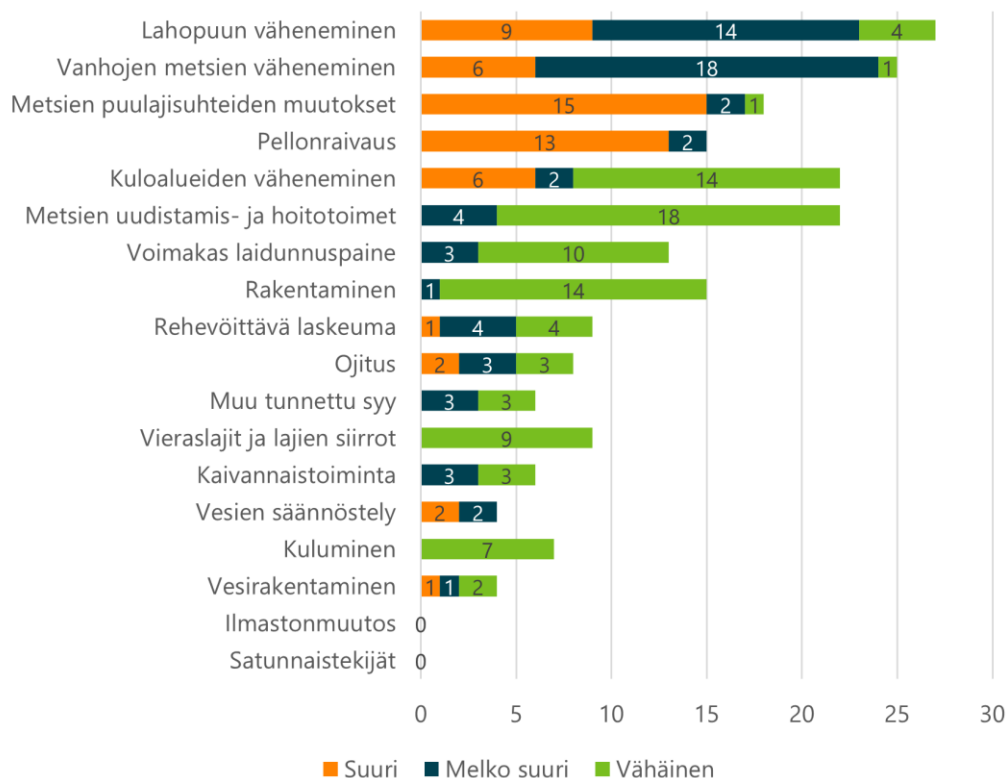
Valtaosa metsäluontotyypeistä on joko alueellisesti tai valtakunnallisesti uhanalaisia (Taulukko 4). Yleisimmin uhanalaisuus johtuu ekologisen laadun heikkenemisestä, eli luonnonmetsissä tavalliset lajistoa ylläpitävät rakennepiirteet ovat eri syistä ja eri aikaväleillä vähentyneet voimakkaasti. Arvioiduista metsäluontotyypeistä koko maan tasolla uhanalaisiksi (VU, EN tai CR) katsottiin 76 %; lisäksi 21 % oli silmälläpidettäviä (NT). Uhanalaisia luontotyyppiä oli suhteellisesti eniten Etelä-Suomen kangasmetsissä (Taulukko 4). Uhanalaisten luontotyyppien osuus oli korkeampi Etelä- kuin Pohjois-Suomessa (79 % ja 56 %).

Taulukko 4. Metsäluontotyyppien uhanalaisuus viimeisimmän arvion mukaan Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko maassa (Kouki ym. 2018). LC = ei uhanalainen, NT = silmälläpidettävä, VU = vaarantunut, EN = erittäin uhanalainen ja CR = äärimmäisen uhanalainen. Kahta luontotyyppiä ei tavata Pohjois-Suomessa tai ne ovat siellä liian harvinaisia arvioitavaksi.

Luontotyyppi	E-Suomi	P-Suomi	Koko maa
Kuivat keskiravinteiset lehdot	NT	NT	NT
Kuivat runsasravinteiset lehdot	VU	-	VU
Tuoreet runsasravinteiset lehdot	EN	VU	VU
Tuoreet keskiravinteiset lehdot	EN	EN	EN
Kosteat keskiravinteiset lehdot	NT	NT	NT
Kosteat runsasravinteiset lehdot	VU	VU	VU
Lehtomaiset kankaat	VU	NT	VU
Nuoret lehtomaiset kankaat	VU	VU	VU
Varttuneet havupuuvaltaiset lehtomaiset kankaat	NT	LC	NT
Vanhat havupuuvaltaiset lehtomaiset kankaat	EN	EN	EN
Tuoreet kankaat	VU	NT	VU
Nuoret tuoreet kankaat	VU	VU	VU
Varttuneet havupuuvaltaiset tuoreet kankaat	VU	NT	NT
Vanhat havupuuvaltaiset tuoreet kankaat	EN	EN	EN
Varttuneet lehtipuuvaltaiset lehtomaiset ja tuoreet kankaat	VU	VU	VU
Vanhat lehtipuuvaltaiset lehtomaiset ja tuoreet kankaat	VU	EN	VU
Kuivahkot kankaat	EN	VU	EN
Nuoret kuivahkot kankaat	EN	VU	EN
Varttuneet kuivahkot kankaat	EN	NT	VU
Vanhat kuivahkot kankaat	CR	EN	EN
Kuivat kankaat	EN	VU	EN
Nuoret kuivat kankaat	CR	EN	EN
Varttuneet kuivat kankaat	VU	VU	VU
Vanhat kuivat kankaat	CR	EN	EN
Karukkokankaat	EN	EN	EN
Harjumetsien valorinteet	EN	NT	VU
Sisämaan dyynimetsät	DD	DD	DD
Sisämaan tulvametsät	EN	NT	VU
Kalliometsät	NT	LC	NT
Serpentiinivaikutteisen maapohjan metsät	NT	NT	NT
Jalopuustoiset kangasmetsät	VU	-	VU

Uhanalaisista luontotyypeistä 97 %:lla yksi uhanalaistumisen syy oli kuolleen puun väheneminen viimeisten 50 vuoden aikana (VMI-aineistot) ja/tai verrattuna tilanteeseen vuonna 1750 (globaalin teollistumisen ja ekosysteemien voimakkaan hyödyntämisen ajan alku; Kouki ym. 2018). Valtaosalle näistä luontotyypeistä syy oli arvioitu vähintään melko merkittäväksi (Kuva 4). Vanhojen metsien ja vanhojen puuyksilöiden väheneminen taas katsottiin yhdeksi uhanalaisuuden syyksi 74 %:lle uhanalaisista luontotyypeistä (samat tarkastelujaksot) ja tekijä oli jälleen valtaosalle vähintään melko merkittävä. Reilulle puolelle (53 %) uhanalaisista luontotyypeistä yksi uhanalaisuuden syy olivat muutokset puulajisuhteissa, tekijän ollessa jälleen

valtaosalle vähintään melko merkittävä. Näiden lisäksi pellonraivaus katsottiin merkittäväksi tai melko merkittäväksi uhanalaisuuden syyksi 15 luontotyypille; nämä tyytit olivat enimmäkseen lehtoja tai lehtomaisia metsiä (Kouki ym. 2018).



Kuva 4. Metsäluontotyyppien lukumäärät jaoteltuna uhkatekijöittäin sen mukaan, kuinka monelle luontotyypille kyseisellä tekijällä on suuri, melko suuri tai vähäinen merkitys (aineisto: Kouki ym. 2018).

Jäljempänä luontotyyppinä tarkastellaan viimeisimmässä metsäluontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa (Kouki ym. 2018) esitettyjen metsäluontotyyppien koskevien avaintoimenpiteiden valossa:

- ekologisesti hyvälaatuiset metsäluontotyyppien esiintymät säästetään,
- metsäluontotyyppien ekologisesti tärkeimmät rakennepiirteet säästetään,
- harvinaisten ja voimakkaasti taantuneiden metsäluontotyyppien esiintymät, myös laadultaan heikentyneet, turvataan,
- metsäluontotyyppien ekologista laatua heikentäviä toimenpiteitä vältetään,
- metsäluontotyyppien ekologista laatua säilytetään ja parannetaan luonnonhoidolla, ja
- metsiin pyritään palauttamaan niiden luontaisia piirteitä ennallistamisella.

MISU-toimenpiteitä tarkastellaan ensisijaisesti siltä osin kuin ne suoraan vaikuttavat tarkasteltavan luontotyypin pinta-alaan tai rakenteellisiin ominaisuuksiin. Toimilla saattaa olla vaikutusta myös epäsuorasti näihin metsiin: esimerkiksi niihin rajautuvien kuvioden ennallistaminen, ojitus, ennallistamispolto tai metsänuudistaminen. Näitä vaikutuksia ei alempana tarkastella, koska oletuksien ketju muodostuisi varsin pitkäksi. Tapaukset sinänsä lienevät verraten yleisiä mm. reunavaikutuksen kautta.

6.2. Boreaaliset luonnonmetsät (9010)

6.2.1. Määritelmä ja lajisto

Luontotyyppi boreaaliset luonnonmetsät (9010) on EU:n tulkintaohjeessa (Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR25) kuvattu seuraavasti (European Commission 2003). Määritelmä pitää sisällään luonnontilaiset vanhat metsät sekä palon tai muun laaja-alaisen luonnonhäiriön jälkeen luontaisesti kehittyneet nuoren metsän kehitysvaiheet. Esimerkiksi palaneita luonnonmetsiä luonnehtivat palaneen kuolleen puun suuri määrä sekä vaihteleva määrä eläviä puita, joka vaikuttaa suuresti metsän uudistumiseen. Luonnontilaiset vanhat metsät ovat sukkession kliimaksivaihetta tai myöhäistä vaihetta, joissa on vain vähän tai ei lainkaan ihmisvaikutusta. Nykyiset luonnontilaiset vanhat metsät ovat vain pieniä jäänteitä niistä, jotka alun perin esiintyivät Fennoskandiassa. Intensiivisen metsätalouden, jota harjoitetaan käytännössä koko tällä alueella, seurauksena luonnontilaisten vanhojen metsien olennaisimmat ominaisuudet katoavat, toisin sanoen huomattavan suuri kuolleen ja lahonneen puun määrä, suuri vaihtelu puuston iässä, pituudessa sekä puulajikoostumuksessa, aiemman puusukupolven puut ja vakaampi mikroilmasto. Vanhat luonnonmetsät ovat elinympäristö suurelle joukolle uhanalaisia lajeja. Osassa nykyisistä vanhoista luonnonmetsistä on ihmistoiminnan vaikutusta, mutta ne ovat siitä huolimatta säilyttäneet monia luonnonmetsän ominaisuuksia (European Commission 2003).

Natura 2000 -luontotyyppioppaassa (Airaksinen & Karttunen 2001) ja Natura 2000 -luontotyyppien inventointiohjeessa (Syke & Metsähallitus 2020) boreaalisen luonnonmetsän kriteereitä ovat puuston ikä ja puuston luonnontilaisuus sekä myös vanhojen metsien luonnontilaisuutta ja jatkuvuutta kuvastava indikaattorilajisto. Inventointiohjeen (Syke & Metsähallitus 2020) mukaan puuston iän kriteerinä on, että puuston tulee olla vähintään metsätaloudellisesti uudistuskypsää. Luonnontilaisuutta määritettäessä sekä puuston satunnaisen tilajakautuman että vähintään yhden puuston muuta luonnontilaisuutta kuvaavan ominaisuuden tulee selvästi olla havaittavissa. Indikaattorilajistolta edellytetään, että se on lajistollisesti ja määrällisesti edustava.

Satunnaista tilajakaumaa koskeva kriteeri yleensä täyttyy, ellei alueella ole tehty nykykäytännön mukaisia väljennys- tai harvennushakkuita. Esimerkiksi 1920–30 (–50) -lukujen poimintahakkuut eivät ole välttämättä muuttaneet puuston tilajakaumaa systemaattiseksi. Sen sijaan 1960-luvulta lähtien tehdyt väljennykset ja harvennukset ovat pääsääntöisesti muuttaneet puuston tilajakautuman systemaattiseksi.

Puuston muulta luonnontilaisuudelta edellytetään lisäksi:

- a) puuston vaihtelevakorkeuksista kerroksellisuutta ja lahoppuuston esiintymistä, tai
- b) puuston jatkuvakorkeuksista kerroksellisuutta, tai
- c) kuolleen pystypuuston ja eri lahovaiheiden maapuuston suurta määrää, tai
- d) nykyistä puusukupolvea selvästi vanhempia puita.

Puusto on vaihtelevakorkeuksista, kun latvustoon kuuluu vallitsevaa ja vallittua puustoa ja puuston pituusvaihtelu on 20–50 % valtapituudesta. Puusto on jatkuvakorkeuksista, kun puustoon kuuluu lisäksi alikasvosta ja pituusvaihtelu on yli 50 % valtapituudesta. Kuollutta

puustoa tulee olla vähintään 10 % kokonaispuuston määrästä tai 10 m³/ha. Aiemman puusukupolven puita tulee olla vähintään 10 kpl/ha.

Borealiset luonnonmetsät voidaan jakaa seuraaviin alatyyppeihin: (i) kuusivaltaiset vanhat; (ii) mäntyvaltaiset vanhat; (iii) sekapuustoiset vanhat; (iv) lehtipuuvalltaiset vanhat; (v) hiljattain palaneet; ja (vi) jo uudistuneet, nuoret palonjälkeiset metsät. MISU-toimenpiteiden vaikutus boreaaliin luonnonmetsiin vaihtelee paljon, mutta keskeistä tämän luontotyypin kannalta on kokonaispinta-alan säilyttäminen sekä mahdollisimman vähäinen puuttuminen luontaisesti kehittyviin puusto- ja kasvupaikkarakenteisiin (Kouki ym. 2018). Seuraavaksi käymme läpi MISU-toimet boreaalisten luonnonmetsien määrän ja rakenteellisten ominaisuuksien valossa.

6.2.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Borealisen luonnonmetsän ei tarvitse olla luonnontilainen (luku 6.2.1), mutta osa Metsähallituksen ilmastotoimista (erityisesti harvennukset) heikentää luonnontilan astetta, koska ne kaivoavat metsän luontaisiin prosesseihin (suksessiot), puulajistoon ja maaperän vesiolosuhteisiin. Kulotus ja poltot tuottavat nykyään harvinaisia luontaisen sukcession varhaisvaiheita, joten nämä toimet hyödyttävät boreaalisia luonnonmetsiä, tarkemmin ottaen niiden luontaisia puustorakenteita, sulkeutuneisuuden vaihtelua sekä palo- ja lahoppulajistoa (esim. Koivula ym. 2022).

Sidosryhmätyöpajassa todettiin, että vaikka suurin osa Metsähallituksen ilmastotoimista kohdistuu ensisijaisesti talousmetsiin, on toimien laajuudella ja voimakkuudella kuitenkin vaikutuksia myös boreaaliin luonnonmetsiin. Koska merkittävä osa boreaalisten luonnonmetsien määrittelystä perustuu niiden vanhoihin metsiin sopeutuneeseen lajistoon, tulisi esimerkiksi harvennuksia tehtäessä ajatella pitkällä tähtäimellä lahoppuista ja säästöpuista riippuvaista lajistoa, joka hyötyy myös kuviotasoa laajemman metsikköverkoston tarjoamista resursseista (Angelstam ym. 2003, Laaksonen ym. 2008, Sverdrup-Thygeson ym. 2014). Työpajassa nousikin esille, että metsänhoitotoimenpiteiden suunnittelussa olisi oleellista ottaa huomioon yksittäisiä kuvioita laajempi maisemataso, jota ilman boreaalisten luonnonmetsien tilaa, kytkeytyneisyyttä ja ekologisten prosessien pysyvyyttä on vaikeaa hallita.

6.2.3. Metsäkadon ehkäisy

Boreaalisten luonnonmetsien kannalta metsäkadon ja metsänraivauksen ehkäisy on tärkeä toimenpide. Hyötynäkökulmasta on olennaista, mihin kasvupaikkatyyppeihin ja puustoikäluokkiin ehkäisytimet kohdistuisivat. Pellonraivaus on suuri uhka nimenomaan rehevimmille kasvupaikoille eteläisessä Suomessa, ja pellonraivauksen ehkäiseminen hyödyttää näin ollen erityisesti lehtoluontotyyppisiä, mutta myös eteläisiä boreaalisia kuusivaltaisia metsiä (Kouki ym. 2018). Työpajassa tähdennettiin myös sitä, että etenkin energiantuotannon ja muun infran, kuten uusien sähkönsiirtolinjojen ja teiden, rakentamisella voi olla suuri merkitys metsälaikkujen yhtenäisyydelle. Työpajassa muistutettiin, että tällöin vaikutukset boreaalisille luonnonmetsille saattavat pirstoutumisen myötä olla paljon suurempia kuin pelkkä metsäkadon pinta-ala antaisi olettaa.

6.2.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsitys

Joutoalueiden tai heikkotuottoisten viljelymaiden metsitys ei välittömästi synnytä boreaalista luonnonmetsää, mutta metsityskohde voi periaatteessa kehittyä luonnonmetsämäiseksi (erikäs rakenteisuus, laikuttaisuus, lehtipuusekoitus, runsas lahoppuusto; esim. Siitonen ym. 2001,

Kulha ym. 2020) useiden vuosikymmenien aikana. Jo lyhyemmällä aikavälillä ne luultavasti käynnistävät lajiston sekä maaperä- ja muiden olosuhteiden palautumista, mikä saattaisi hyödyttää luonnonmetsälle ominaista lajistoa. Prosessia voidaan nopeuttaa ja luonnonmetsämäisyyttä (eri-ikäisine ja –lajisine puineen vaihtelevissa tiheyksissä) lisätä, jos kohde jätetään kehittymään luontaisesti. Tätä voidaan tukea esimerkiksi luontaisella uudistamisella ja hoitoharvennuksista pidättäytymällä. Joutoalueiden metsityksessä taas on tärkeää ennen toimenpiteeseen ryhtymistä tietää, millaisesta ympäristöstä tarkkaan ottaen on kyse ja mitä lajistoa sillä luultavimmin elää. Esimerkiksi harvaa kasvillisuutta kasvavat paahteiset hiekkamaat voivat olla heikkoja maatalouden tai puunkasvatuksen näkökulmasta, mutta merkittäviä uhanalaisen lajiston kannalta (Hyvärinen ym. 2019).

6.2.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

Suometsien kunnostusojitusten välttäminen, peitteinen metsänkasvatus ja tuhkalannoitus kohdistuvat nimenomaan suometsiin (alaluku 6.2.1, luku 6.3), joten niiden vaikutus boreaaliin luonnonmetsiin on enintään epäsuora. Euroopan komission määritelmien mukaan boreaaliset luonnonmetsät ovat lähinnä kuusi- tai mäntyvaltaisia kangas- tai turvemaametsiä, ja niistä erillisiä tai erottuvia ovat puustoiset suot, kuten korvet ja rämeet. Kuitenkin luonnontilaiseen metsään kuuluu mm. pienipiirteinen maaperän kosteusvaihtelu, mikä voi esimerkiksi kuusikossa ilmetä kangas- ja turvemaan mosaiikkimaisena vaihteluna, jälkimmäisten ollessa korpia (esim. Echiverri & Macdonald 2019, Kempainen ym. 2023). Näin ollen kosteiden ja kuivempien kasvupaikkojen liian tiukka erottelu voi tuottaa niin ekologisesti kuin taloudellisestikin epäoptimaalisia metsätalouden ratkaisuja. Jos suometsien ilmastotoimet kuvaillun kaltaisissa mosaiikeissa eivät vaaranna vanhan metsän puustorakenteita, luontaista vesitaloutta ja lajistoa, toimilla voidaan ylläpitää puustoisien suon (luku 6.3) olosuhteita.

Työpajassa kiinnitettiin huomiota siihen, että esimerkiksi rehevien korprien peitteisyyden kasvattaminen voi vaikuttaa positiivisesti myös läheisten boreaalisten luonnonmetsien lajiston tilaan. Lisäksi esiin nostettiin se, että soiden vesitalouteen liittyvät tekijät vaikuttavat lajoihin alueisiin, ja suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö voivat näin ollen hyödyttää myös lähellä sijaitsevia boreaalisia luonnonmetsiä.

6.2.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet

Muina hiilensidontaa ja varastointia edistävinä MISU:n toimenpiteinä tarkastellaan tässä raportissa kivennäismaametsien lannoittamista, metsien uudistamista, lahoppuun hiilivaraston kasvattamista sekä suopohjien jatkokäyttöä. Kolme ensin mainittua lisää puuston kasvua ja voi hyödyttää boreaalisia luonnonmetsiä (esim. Lehtonen ym. 2021); etenkin lahoppuutoimenpide parantaa kohteen luonnonmetsämäisyyttä (Koivula ym. 2022).

6.2.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet

Pidennetty kiertoaika parantaa boreaalisen metsän luonnonmetsämäisyyttä mm. lahoppuun määrää nostamalla (alaluku 5.2.7). Hyötyjen realisoitumisen kannalta on kuitenkin olennaista, millaisilla luontotyypeillä kiertoaikoja pidennetään. Luontotyyppien ja lajiston uhanalaisuuskehityksen kannalta toimien suuntaaminen rehevimmille kasvupaikoille ja eteläisimpään Suomeen luultavasti tuottaisivat suurimmat kiertoaikojen pidentämisen hyödyt (Kouki ym. 2018, Hyvärinen ym. 2019).

6.2.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Turvepeltojen metsittäminen saattaa useiden vuosikymmenien luontaisen kehityksen jälkeen synnyttää boreaalisen luonnonmetsän kriteerit täyttävää metsää. Tämä edellyttää, että metsänpohja säilyy suhteellisen kuivana. Veden noustessa metsittäminen taas voi tuottaa puustoisien suoympäristön (luku 6.3). Yleisellä tasolla toimenpiteen vaikutus boreaaliin luonnonmetsiin lienee pääasiassa epäsuora, esimerkiksi maankäyttöpaineen siirtymisen vuoksi.

Uudistaminen ja ojittaminen muuttavat mahdollisesti jo hyvinkin luonnonmetsämäiseksi kehittyneessä olleen puustorakenteen, ja myös uusiutuvan energian lisäämisen edellyttämä infrarakentaminen voi vähentää ja laadullisesti heikentää boreaalisia luonnonmetsiä.

Sidosryhmätyöpajassa korostettiin sitä, että toimenpiteiden vaikutusten tarkasteluikkuna täytyisi ulottaa riittävän pitkälle tulevaisuuteen, koska monen sinänsä oikeasuuntaisen toimenpiteen vaikutus voi olla hyvin hidaskäynnäinen eikä näy seurannassa pitkään aikaan; hyvä esimerkki tästä ovat edellä kuvaillut metsitystoimien vaikutukset. Tämä linkittyy myös siihen, ettei metsäaluetta tulisi nähdä pelkästään luokiteltuina boreaaliin luonnonmetsiin ja talousmetsiin, vaan ennemminkin tunnistaa vaiheittainen siirtymä näiden välillä. Erilaisten toimenpiteiden suunnittelussa olisi tärkeää määritellä selkeät tavoitteet, joihin toimenpiteillä pyritään, ja toimenpiteiden laadun seuranta tulisi kehittää. Toimenpidetkokonaisuudet tulisi myös sitoa nykyistä paremmin laajempaan maisemarakenteeseen, jossa kohdentamisen apuna käytettäisiin kaukokartoitusmenetelmiä ja huomioitaisiin myös metsänomistukseen liittyvät spatiaaliset rakenteet. Lisäksi työpajassa keskusteltiin siitä, että metsänhoidon kannustinjärjestelmän "jatku-moa" voisi kehittää esimerkiksi niin, että boreaalisille luonnonmetsille tärkeiden rakennepiirteiden määrä kasvaisi, ja niiden säilymiseen pyrittäisiin myös jatkossa.

6.3. Puustoiset suot (91D0)

6.3.1. Määritelmä ja lajisto

Puustoisilla soilla tarkoitetaan havu- ja/tai lehtipuuvaltaisia kostealla tai märällä turvepohjalla kasvavia metsiä, joissa vedenpinta on pysyvästi korkealla ja jopa paikallista pohjaveden pintaa korkeammalla (EU Commission 2003). Vesi on aina niukkaravinteista (kohosuot ja happaman maaperän rämeet). Näitä yhteisöjä hallitsevat yleensä hieskoivu (*Betula pubescens*), korpipaatsama (*Frangula alnus*), mänty (*Pinus sylvestris*) ja kuusi (*Picea abies*), ja niissä tavataan yleisesti soille tai yleisemmin oligotrofisille ympäristöille ominaisia lajeja, kuten *Vaccinium*-suvun marjavarpuja, rahkasammalia (*Sphagnum*) ja saroja (*Carex*). Borealisella vyöhykkeellä puustoisia soita ovat myös kuusivaltaiset suometsät, jotka ovat minerotrofisia soita erilaisten suokompleksien reunoilla taikka eristyneinä kaistaleina laaksoissa ja puronvarsilla. Keskeisiä alatyyppejä Suomen oloissa ovat rahkasammalkoivikot, mäntyrämeet ja kuusikkokorvet (EU Commission 2003).

Puustoisille soille ominaisia kasvilajeja Suomen oloissa ovat luhtarölli (*Agrostis canina*), hieskoivu (*Betula pubescens*), harmaa-, tähti-, jokapaikan- ja pullosara (*Carex canescens*, *C. echinata*, *C. nigra*, *C. rostrata*), paatsama (*Frangula alnus*), siniheinä (*Molinia caerulea*), metsätähti (*Trientalis europaea*), kuusi (*Picea abies*), mänty (*Pinus sylvestris*), rahkasammalet (*Sphagnum*), karpalo (*Vaccinium oxycoccus*), juolukka (*Vaccinium uliginosum*) ja suo-orvokki (*Viola palustris*). Kuusikkokorvissa tavataan lisäksi hento- ja viitasaraa (*Carex disperma*,

C. tenuiflora), myyränporrasta (*Diplazium sibiricum*), korpikerrossammalta (*Hylocomium umbratum*) ja metsäliekosammalta (*Rhytidiadelphus triquetrus*) (EU Commission 2003).

Suoluontotyypit ovat uhanalaistuneet paljon etenkin hemi-, etelä- ja keskiborealisella vyöhykkeellä (Kaakinen ym. 2018). Voimakkaimmin uhanalaistuneita ovat letot, korvet, nevakorvet ja lettokorvet. Turpeenotto ja ojitus ovat ylivoimaisesti merkittävimmät puustoisten soiden ja ylipäänsä turvemaiden lajiston uhanalaisuuden syyt ja tulevaisuuden uhkatekijät (Kaakinen ym. 2018). Muita merkittäviä, etenkin puustosiin soihin vaikuttavia tekijöitä ovat metsätaloustoimet: vanhojen puiden ja lahopuun väheneminen hakkuussa sekä maaperän vesitalouden muutokset ojituksessa. Kuten muidenkin luontotyyppien osalta, myös suoluontotyyppien rakennepiirremuutoksia tarkasteltiin viimeisten 50 vuoden aikana ja toisaalta 1750-luvun tilanteeseen verrattuna. Ojittamattomien kangaskorpien pinta-alasta on viimeisten noin 30 vuoden aikana ollut hakkuun kohteena Etelä-Suomessa 58 % ja Pohjois-Suomessa 17 % (Kaakinen ym. 2018). Laatumuutosten ohella kokonaispinta-ala on vähentynyt viimeisten 50 vuoden aikana lehtokorvissa 30–50 %, ojittamattomissa ruohokorvissa 50–70 % ja ojittamattomissa aitokorvissa 50–80 % (Kaakinen ym. 2018).

Puustoisia soita turvaavat joiltakin osin sertifikaatit ja lainsäädäntö. Lehto- ja ruohokorvet, metsäkorte- ja muurainkorvet, letot, vähäpuustoiset kitu- ja joutomaan suot sekä luhdet, rehevät lehtolaikut, kangasmetsäsaarekkeet, jotka sijaitsevat ojittamattomilla soilla, sekä kallio-perään tai kivennäismaahan uurtuneet, vähintään kymmenen metriä syvät rotkot ja kurut ovat metsälain tarkoittamia monimuotoisuudelle tärkeitä elinympäristöjä (Koivula ym. 2024). Lainsäädäntö sitä vastoin ei turvaa kangas- ja varpukorpia. Puustoisilla soilla elää joukko niille erikoistuneita lajeja, joista osa on uhanalaisia. Esimerkiksi korvet ovat ensisijainen elinympäristö 161 uhanalaisarvioidulle lajille, joista uhanalaisia tai silmälläpidettäviä on 28 (Hyvärinen ym. 2019).

Seuraavassa MISU-toimenpiteitä tarkastellaan edellä kuvattujen puustoisten soiden ominaispiirteiden ja lajiston säilymisen näkökulmasta. Monet MISU-toimenpiteet eivät suoraan koske puustoisia soita, vaikkakin epäsuorat vaikutukset ovat mahdollisia esimerkiksi muuttuvan maankäytön tai naapurikuvion käsittelyn seurauksena. Vesitalouteen vaikuttavat toimet, etenkin ojitukset, sekä puustorakenteeseen puuttuminen vaikuttavat merkittävästi puustosiin soihin. Ennallistaminen ja yleinen puustoisuuden ylläpitäminen hyödyttävät myös puustoisia soita.

6.3.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Metsähallituksen ilmastostrategian toimenpiteet eivät usein suoraan koske puustoisia soita. Oletettavasti positiivisia vaikutuksia puustoisten soiden pinta-alaan, luonnontilaisuuteen ja niille ominaiseen lajistoon on ojitettujen soiden ennallistamisella sekä hiilivarastoja kasvattavilla toimilla. Hiilivaraston kasvattaminen, sikäli kun se tapahtuu esimerkiksi puustoisten soiden lisäsuojelulla tai niiden kuivattamisesta pidättäytymällä (Ojanen ym. 2020), tai – mikäli niitä pidetään metsätalouden piirissä – niiden kiertoaikoja pidentämällä tai jatkuvapeitteisellä metsätaloudella, on positiivisia vaikutuksia.

Sidosryhmätyöpajassa nostettiin esiin se, että soiden ennallistamisen suunnittelussa pitäisi huomioida myös maisematason tavoitteet eikä tyytyä tarkastelemaan hoitotoimenpiteiden vaikutuksia kohde kerrallaan. Jos suo on ollut ojitettuna pitkään ja muuttumassa tai muuttunut turvekankaaksi, voi sen merkitys nykytilassaan olla suurempi esimerkiksi lähiympäristön

boreaalisille luonnonmetsille kuin ennallistamisesta suolajistolle koituva hyöty. Lisäksi ennallistamistyössä tulisi etenkin pitkän tähtäimen suunnittelussa huomioida se, että ennallistamistavoitteita voidaan usein tukea jättämällä hoitotoimenpiteitä kokonaan tai osittain tekemättä eli antamalla kohteen tilan kehittyä siihen sen enempää puuttumatta.

6.3.3. Metsäkadon ehkäisy

Metsäkadon ja metsänraivauksen ehkäisy voi estää puustoisten soiden kuivattamista pelto- maata varten ja on näin ollen säilyttävä toimenpide. Sidosryhmätyöpajassa mainittiin, että myös energiatuotannon infran rakentaminen voi vaikuttaa puustoihin soihin.

6.3.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys

Toimenpiteet eivät suoraan koske puustoisia soita.

6.3.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

Suometsien MISU-toimiin luetaan peitteinen metsänkasvatus, kunnostusojitusten välttäminen ja tuhkalannoitus. Kaksi ensin mainittua hyödyttää puustoisia soita ja niille ominaista lajistoa, koska ne mm. säilyttävät kohteen vesitaloutta ja varjostusta (Haapalehto ym. 2011, Mäkipää ym. 2018, Ojanen ym. 2020, Kareksela ym. 2021). Metsätalouden harjoittaminen – myös jatku- vapeitteinen metsätalous – haittaa suometsän luonnontilaisuutta rakennepiirteineen; jos suo- metsä kuitenkin halutaan pitää talouskäytössä, jatkuvapeitteinen metsätalous on hiili- ja lajis- tovaikutuksien kannalta jaksollista kasvatusta parempi vaihtoehto (Mäkipää ym. 2018). Puus- toisiin soihin kohdistuessaan kunnostusojitukset sitä vastoin heikentävät mahdollisesti jo pa- lautumaan lähteneen suoympäristön luonnontilaa kuivattaen metsänpohjaa (Haapalehto ym. 2011, Ojanen ym. 2020). Ojitettaessa suon vedenpinta laskee ja maan hapellinen pintakerros ulottuu aiempaa syvemmälle, mikä kiihdyttää orgaanisen aineksen hajoamista ja usein tur- peen menetystä, minkä seurauksena hiilen ja typpioksiduulin vapautuminen ilmakehään kiih- tyy (Kareksela ym. 2021).

Työpajassa muistutettiin, että vaikka kunnostusojituksen välttäminen tuottaa selkeän ilmasto- hyödyn, on sen lajistovaikutuksissa ja vaikutusten realisoitumisen nopeudessa merkittäviä tie- topuutteita. Lisäksi suunnittelussa pitäisi ottaa huomioon selkeät ja pitkäjänteiset tavoitteet – esimerkiksi se, pyritäänkö kohteet, joilla kunnostusojitusta vältetään, pitämään jatkossakin metsätalouden piirissä vai tavoitellaanko ennemmin soiden ennallistamista.

Tuhkalannoitus rehevöittää ja muuttaa koostumukseltaan kohteen kasvilajistoa sekä vaikuttaa monelta osin negatiivisesti alapuolisiin vesistöihin (Moilanen ym. 2002, Aronsson & Ekelund 2004, Huotari ym. 2015, Silvan & Hytönen 2016, Mäkipää ym. 2018, Lehtonen ym. 2021). Lannoittamisen vesistövaikutuksiin kuuluvat muutokset veden laadussa sekä rantavyöhykkeen ja itse vesiuoman lajistossa (esim. Koivula ym. 2022). Lannoittamisen vaikutukset lajistoon koko- naisuudessaan ja erityisesti uhanalaisiin lajeihin kuitenkin tunnetaan huonosti.

6.3.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet

MISU-toimenpiteistä tarkastellaan tässä yhteydessä kivennäismaametsien lannoitusta, met- sien nopeaa ja tehokasta uudistamista ja lahoppuun hiilivaraston kasvattamista. Toimet koske- vat etupäässä vain osin tai epäsuorasti puustoisia soita.

Typpi- ja tuhkalannoittaminen rehevöittävät ja muuttavat koostumukseltaan kohteen kasvijaistoa sekä vaikuttavat monelta osin negatiivisesti alapuolisiin vesistöihin (Moilanen ym. 2002, Aronsson & Ekelund 2004, Huotari ym. 2015, Silvan & Hytönen 2016, Mäkipää ym. 2018, Lehtonen ym. 2021). Vesistövaikutuksiin kuuluvat muutokset veden laadussa sekä rantavyöhykkeen ja itse vesiuoman lajistossa (esim. Koivula ym. 2022). Lannoittamisen vaikutukset lajistoon kokonaisuudessaan ja erityisesti uhanalaisiin lajeihin kuitenkin tunnetaan huonosti.

Puustoisilla soilla mahdollisesti tehtävä uudistamisen jouduttaminen olisi vahingollista niin räme- ja korpilajistolle kuin uudistamisen seurauksena kasvavien hiilidioksidipäästöjen kannalta (Kareksela ym. 2021), kun taas lahoppuun lisääminen on yleisemmin metsäluontoa tukeva toimenpide (esim. Koivula ym. 2022).

Turvelliksi kuivatettujen soiden ennallistaminen saattaa palauttaa suon vesitalouden, valtakasvillisuuden sekä ainakin joiltakin osin myös puustoisille soille erikoistunutta lajistoa (esim. Taylor ym. 2019, Kareksela ym. 2021). Toimenpide voi ylläpitää ja kasvattaa puustoisten soiden pinta-alaa olettaen, että kohteille kehittyy puustoa; useimmiten entiset turpeennostoalueet Suomessa metsitetään (Kareksela ym. 2021). Puustoiseksi suoksi lajiston, vesitalouden ja pienilmasto-olojen osalta vie vähintään vuosikymmeniä, koska kuivatuksen seurauksena turvekerrokset ovat pakkautuneet ja turpeen hajoaminen nopeutunut hapettumisen vuoksi (Kareksela ym. 2021). Turpeenoton jäljiltä jääneen, tuhansia vuosia vanhan turvekerroksen ravinteisuus ja muut ominaisuudet (veden läpäisevyys, huokoisuus ym.) poikkeavat huomattavasti luonnontilaisen suon pintakerroksista. Onnistunut ennallistaminen edellyttää vesitasapainon ja usein pohjavesiyhteyden palauttamista (Vasander ym. 2003, Haapalehto ym. 2011). Erityyppiset suot ennallistuvat kuitenkin hyvinkin eritahtisesti (Kareksela ym. 2021). Ennallistamisen onnistumisen seuranta hankaloittaa se, että kohteen alkuperäisiä olosuhteita ja lajistoa ei yleensä tarkkaan tunneta. Hyvin usein käytöstä poistuneiden turpeenottoalueiden ekologisen tilan parantaminen käsittääkin Suomessa alueiden muuttamisen lintuvedeksi tai avokosteikoksi; ennallistaminen useimmiten huonontaa puiden kasvuolosuhteita (Kareksela ym. 2021).

6.3.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet

Pidennetty kiertoaika voi puustoisilla soilla – korvissa ja rämeillä – ylläpitää monimuotoisuudelle erityisen arvokkaita rakennepiirteitä, kuten vanhoja puuyksilöitä ja kuollutta puuta sekä näiden myötä uhanalaista lajistoa (Koivula ym. 2022, 2024). Monimuotoisuuden kannalta ainakin luonnontilaiset tai sen kaltaiset puustoiset suot olisi hyvä jättää hakkaamatta. Jos näin kuitenkin ei toimita, jatkuvapeitteinen metsätalous ja kiertoajan pidentäminen ylläpitävät maanpinnan varjostusta. Päätehakuussa varjostus menetetään, elävästä ja kuolleesta puustosta riippuvaisia lajeja menetetään (esim. Koivula ym. 2022) ja myös suon hiilidioksidipäästöt kasvavat jälleen useiksi vuosiksi (Kareksela ym. 2021).

6.3.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Sidosryhmätyöpajassa painotettiin laaja-alaisen suunnittelun tarvetta puustoisten soiden kuviokohtaisen arvioinnin asemesta kompromissien ja synergioiden löytämiseksi. Työpajan osallistajat painottivat myös sitä, että puustoisten soiden hoitosuunnittelussa oleellisia lähtökoh-tia ovat sekä kohteen nykyisten luonto- ja muiden arvojen tuntemus että riittävä ymmärrys kohteen vesitaloudesta. Lisäksi keskusteltiin siitä, että esimerkiksi soiden ennallistamisen vaikutuksiin liittyy paljon epävarmuuksia ja tietopuutteita, mitkä hankaloittavat suunnittelun pitkäaikaisvaikutusten arviointia.

6.4. Harjumetsät (9060)

6.4.1. Määritelmä ja lajisto

Harjumetsät ovat havupuuvaltaisia metsiä, jotka sijaitsevat jyrkillä rinteillä tai niiden tuntumassa (EU Commission 2003). Rinteen tai harjun yläosassa kasvaa usein mäntyä, jota joskus on paljon myös alempana rinteillä; harjumetsissä tavataan yleisesti myös kuusta ja eri lehtipuulajeja. Harjut ovat jäätikköjokien aikaan saamia sora- ja hiekkamuodostumia, jotka koostuvat suhteellisen lajittuneesta materiaalista, usein myös hiekasta (EU Commission 2003). Ne muodostavat yli 20 metriä korkeita harjanteita. Kasvupaikkatekijät harjulla vaihtelevat enemmän kuin tasaisemalla maalla kasvava, itse harjua ympäröivä metsä. Erityisesti pienilmasto vaihtelee huomattavasti varjoisten ja aurinkoisten rinteiden välillä. Tarkasteltavan pisteen avoimuus ja rinteen kaltevuus määrittävät auringon säteilymäärän, ilman lämpötilan ja maaperän vaikutusta. Näiden tekijöiden ansiosta aurinkoisten rinteiden kasvillisuus on usein suhteellisen runsaslajista, sisältäen erityisen paljon hernekasveja ja eräitä itäisiä arokasvilajeja (EU Commission 2003).

Harjumetsille luonteenomaisia kasvilajeja ovat ahokissankäpälä (*Antennaria dioica*), masmalo (*Anthyllis vulneraria* ssp. *fennica*), tunturikurjenherne (*Astragalus alpinus*), mäkiluste (*Brachypodium pinnatum*), hietakastikka (*Calamagrostis arundinacea*), kanervi- ja rinnejalkasara (*Carex ericetorum*, *C. pediformis*), hietaneilikka (*Dianthus arenarius*), ahomansikka (*Fragaria vesca*), metsämaarianheinä (*Hierochloë australis*), harjuhäränsilmä (*Hypochoeris maculata*), katarja (*Juniperus communis*), musta- ja kevätlinnunherne (*Lathyrus niger*, *L. vernus*), nuokkuhelmiä (*Melica nutans*), kenttäkeulankärki (*Oxytropis campestris*), mänty (*Pinus sylvestris*), kalliokieli (*Polygonatum odoratum*), hämeen kylmänkukka (*Pulsatilla patens*), kangasvuokko (*Pulsatilla vernalis*), sananjalka (*Pteridium aquilinum*), lillukka (*Rubus saxatilis*), nuokkukohokki (*Silene nutans*), kangasajuruoho (*Thymus serpyllum*), puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ja harjuhiettaorvokki (*Viola rupestris* ssp. *rupestris*) (EU Commission 2003).

Harjumetsien valorinteillä kasvupaikkaa määrittää voimakkaasti geomorfologinen maaperämuodostuma. Maa-aineksen lajittuneisuus ja raekoko sekä rinteen kaltevuus ja suunta säätelevät pienilmastoa ja eliöstöä keskeisellä tavalla (Kouki ym. 2018). Harjumetsien valorinteiksi voidaan lukea sellaiset kaakon ja lännen välille avautuvat harjurinteet, joiden kaltevuus on vähintään 5 %. Valorinteille on usein ominaista suhteellisen harva puusto ja lämpimälle ilmastolle tai kasvupaikalle ominainen aluskasvillisuus. Harjumetsät sinänsä koostuvat ympäristötekijöiden määrittelemästä jatkumosta erilaisia kasvupaikkatyyppejä, vaihdellen karuista jäkäläpohjaisista (huiput, ylärinteet) hyvin reheviin lehtoihin (alavat osat) (Kouki ym. 2018).

Harjuilla on suhteellisen vähäisestä kokonaispinta-alastaan huolimatta suuri merkitys taantuneelle lajistollemme. Uhanalaisista metsälajeista noin 9 % on ensisijaisesti harjumetsien lajeja, valtaosan ollessa paahteisten ympäristöjen lajistoja, etupäässä pistiäisiä ja perhosia (Hyvärinen ym. 2019). Harjumetsien valorinteitä arvioitiin vuosituhannen alussa Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla olleen noin 100 000 ha, mistä lajiston kannalta edustavia ja erityisen arvokkaita 4 000 ha (Ympäristöministeriö 2000), ja tuorein luontotyyppien arviointiryhmä arvioi näitä ympäristöjä olevan tällä hetkellä koko maassa vajaa 100 000 ha (Kouki ym. 2018). Pienestä pinta-alastaan johtuen ja osittain myös siksi, että harjut on tunnistettu Suomessa yhdeksi tärkeimmistä suojelua ja luonnonhoitoa vaativista kasvupaikoista, monet toimet eivät merkittävästi suoraan vaikuta harjumetsiin. Harjumetsien ominaisuuksia ja lajistoa voidaan tehokkaasti

säilyttää ja parantaa useilla MISU:n toimenpiteillä, mutta monet toimet harjumetsissä sovellettuina – etenkin niiden karuimmissa luontotyypeissä – ovat näille ympäristöille haitallisia.

6.4.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Harjumetsien paahdeympäristöjen osalta olisi ensiarvoista huolehtia niiden säilymisestä vähäravinteisina, aurinkoisina ja harvahkopuustoisina (Kouki ym. 2018). Puuston harventaminen ylläpitää metsäpohjan paahteisuutta, mutta tällainen toimenpide on katsottava pikemminkin luonnonhoidoksi kuin talousmetsän harvennushakkuuksi. Luontotyyppi- ja lajistonäkökulmasta luonnonhoidollinen harvennus on erityisen hyödyllinen harjumetsien yläosissa ja etelärinteillä, joille luonteenomaisia piirteitä ovat suhteellinen karuus yhdistettynä valoisien ja puolivarjoisien ympäristöjen vaihteluun (Kouki ym. 2018, Hyvärinen ym. 2019). Luonnonhoidollisten hakkuiden pienilmasto- ja lajistotehoa voidaan parantaa korjaamalla hakkuutähde pois kohteelta (Keto-Tokoi 2018, Lindberg ym. 2018). Sidosryhmätyöpajassa mainittiin, että paahdeympäristöissä tulee kiinnittää puiden poistossa huomiota puiden määrän lisäksi myös puulajiin. Esimerkiksi haapojen poistaminen voi kiihdyttää vesomista ja umpeenkasvua. Alarinteiden metsien osalta MISU:n toimenpiteiden vaikutukset ovat samankaltaisia kuin mitä on kuvailtu luvussa 6.2 (boreaaliset luonnonmetsät) ja myöhemmin luvussa 6.5 (lehdot). Näin ollen metsätalouden ja luonnonhoidon suunnittelussa eri osille harjumetsiä olisi hyvä olla erilaisia toimenpidesuosituksia, jos niitä säilytetään talousmetsinä tai jos niihin kohdistetaan ennallistamista.

Luonnonhoitotoimista tulen käyttö ylläpitää harjumetsien ominaispiirteitä, koska tuli on luonnonoloissa kuivissa ja karuissa metsissä melko tavallinen metsää uudistava luonnonvoima (toistuvuudeltaan jopa vain joitakin kymmeniä vuosia), joka pitää metsänpohjaa karuna ja valoisana (esim. Aakala 2021). Tällaiset olosuhteet ovat keskeisiä edellytyksiä harjuille erikoistuneelle kasvi- ja hyönteislajistolle (alaluku 6.4.1). Metsähallituksen ilmastostrategiassa mainittu harjumetsien luonnonhoito voi sisältää polttoja, mutta myös harjujen paahdeympäristöjen pitämistä avoimina hakkuilla. Sidosryhmätyöpajassa nousi esille, että polttoja voi olla tarpeen rajoittaa pohjavesialueilla, joskin käytäntö vaihtelee ELY-keskuksittain.

6.4.3. Metsäkadon ehkäisy

Metsäkadon ja metsänraivauksen ehkäisy koskee harjumetsiä siltä osin kuin näitä toimia tehdään rakentamisen tai maa-aineksen ottamiseksi. Metsäkadon ehkäisy yleisellä tasolla voi vähentää näitä toimia ja näin ollen hyödyttää harjumetsiä.

6.4.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltöjen metsitys

Toimenpiteet koskevat harjumetsien alarinteitä; vaikutukset ovat samankaltaisia kuin mitä on kuvailtu luvuissa 6.2 (boreaaliset luonnonmetsät) ja 6.5 (lehdot). Paahdeympäristöissä metsittäminen on haitallinen toimenpide, sillä olennaista on pitää ne karuina ja paahteisina (Kouki ym. 2018, Lindberg ym. 2018).

6.4.5. Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö

Toimet eivät suoraan koske harjumetsiä. Suometsien MISU:n toimenpiteisiin luetaan suometsien kunnostusojitusten välttäminen, peitteinen metsänkasvatus ja tuhkalannoitus. Jos toimet eivät muuta toimenpiteen kohteena olevaa suometsää reunustavan harjumetsän puustorakenteita, luontaista vesitaloutta ja lajistoa, niistä ei ole haittaa harjumetsille.

6.4.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet

Paahteiset harjumetsät täytyisi luontotyyppi- ja lajistosuojelun kannalta säilyttää vähäravinteisina, aurinkoisina ja melko harvapuustoisina (Kouki ym. 2018). Näin ollen metsänlannoitus ja uudistamisen tehostaminen, kiihdyttäessään puuston kasvua ja maaperän ravinteisuuden nousua, haittaavat harjumetsien paahdeympäristöjä. Runsasravinteisemmissä harjujen alaosissa toimista voi kuitenkin olla hyötyä (katso boreaalisten luonnonmetsien (luku 6.2) ja lehtojen (luku 6.5) käsittely). Suopohjien jatkokäyttö ei suoraan vaikuta harjumetsiin.

Sidosryhmätyöpajassa esitettiin, että lannoittamiseen tulisi suhtautua suurella varauksella kaikkien direktiiviluontotyyppien alueella ja pyrkiä luontaiseen sukkessioon. Sitä vastoin lahoppuun lisäämistä paahdeympäristöjen ulkopuolella pidettiin kannatettavana. Toisaalta monien paahdeympäristöjen hyönteisten todettiin voivan hyötyä lahoppuusta. Sopiva määrä maa- ja pystylahoppuuta paahdeympäristöissä ei merkittävästi lisää niiden ravinteikkuutta.

6.4.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet

Pidennetty kiertoaika voi harjuympäristössä ylläpitää monimuotoisuudelle erityisen arvokkaita vanhoja puuyksilöitä. Etenkin paahdeympäristöissä on kuitenkin olennaista säilyttää karuus, avoimuus ja paahteisuus; näin ollen hakkuukierron pidentämisellä voi olla myös negatiivista vaikutusta harjuvuontotyyppisiin. Myös sidosryhmätyöpajassa arveltiin, että kiertoajan pidentämisellä voisi olla kielteinen vaikutus paahdeympäristöihin, mutta tasamaa- ja varjorinnetseissä vaikutus voi olla myönteinen. Jos harjumetsiä on tarpeen säilyttää metsätalouden piirissä, jatkuvapuiteinen metsätalous ja hyvin suurten puiden pysyvä säästäminen voivat tarjota luonnonsuojelullisesti parempia vaihtoehtoja kuin avohakkuu-uudistaminen (esim. Koi-vula ym. 2022).

6.4.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Uusiutuvan energiantuotannon infrarakentaminen voidaan nähdä yleisenä uhkana harjumetsille; usein ympäristöään korkeampina muodostumina harjut saattavat olla tuuliolojen kannalta oivallisia energiantuotantokohteita. Energiainfra- ja muun rakentamisen haittoja voidaan välttää kohdentamalla rakentamista luontoarvoiltaan vähäisemmille maille.

Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esille ajatus paahdelajien siirtoistutuksista ja toisaalta tarve vieraslajien torjunnalle paahdeympäristöissä. Lisäksi joidenkin työpajaan osallistuneiden mukaan tarvittaisiin uutta hallinnollista ohjausta paahdeympäristöjen, kuten myös arvokkaimpien harjujen varjorinnetseiden, huomioon ottamiseksi ympäröivien metsien käsittelyn suunnittelussa ja toteutuksessa.

6.5. Lehdot (9050)

6.5.1. Määritelmä ja lajisto

Tässä tarkastelussa lehdoilla tarkoitetaan niitä maaperältään ja kasvillisuudeltaan rikkaita, multavia, hienojakoisia metsämaita, jotka Pohjoismaissa kehittyvät luontaisesti pitkällä aikavälillä kuusivaltaisiksi, mutta toisaalta lehtipuut muodostavat niissä tärkeän komponentin (EU Commission 2003). Erilaiset ruohovartistet kukkakasvit ja saniaisat vallitsevat kenttäkerroksessa, mutta lajikoostumus vaihtelee suuresti maamme eri osissa. Lehtometsille on ominaista

kasvillisuuden kerroksellisuus. Pohjakerrosta peittävät epätasaisesti sammalet, kenttäkerrosta hallitsevat ruohot ja heinät, ja pensas- ja puukerrokset ovat monilajisia ja hyvin kehittyneitä. Lehtokasvillisuustyypit jaetaan kasvupaikan mukaan kuiviin, tuoreisiin ja kosteisiin lehtoihin (Alanen ym. 1995). Maastonkohdissa, joissa pohjavesi on lähellä maanpintaa, voi olla hyvinkin rikas kosteapohjaisen lehdon kasvi- ja eläinlajisto. Lehtojen luokittelussa kosteus (kosteaa, tuore, kuiva) onkin tärkein luokitteleva tekijä. Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa käytetty lehtojen luokittelu perustuu kosteuden lisäksi ravinteisuuteen: kustakin edellä mainitusta kosteusluokasta erotetaan keskiravinteinen ja runsasravinteinen tyyppi (Kouki ym. 2018).

Lehtometsille tyypillisiä kasvilajeja ovat musta- ja punakonnanmarja (*Actaea spicata*, *A. erythrocarpa*), lehtonoidanlukko (*Botrychium virginianum*), neidonkenkä (*Calypso bulbosa*), hajasara (*Carex remota*), pohjansinivalvatti (*Cicerbita alpina*), suokeltto (*Crepis paludosa*), tikankontti (*Cypripedium calceolus*), taigamyyränporras (*Diplazium sibiricum*), metsänemä (*Epipogium aphyllum*), metsäkurjenpolvi (*Geranium sylvaticum*), lehtopalsami (*Impatiens noli-tangere*), kotkansiipi (*Matteuccia struthiopteris*), nuokkuhelmikkä (*Melica nutans*), tesma (*Milium effusum*), sudenmarja (*Paris quadrifolia*), kaiheorvokki (*Viola selkirkii*); suikerosammalet (*Brachythecium*), lehtohaivensammal (*Cirriphyllum piliferum*), isonokkasammalet (*Eurhynchium*) ja lehväsamalet (*Plagiomnium*) (EU Commission 2003). Muu metsäeliölajisto on karrumpia kangas- ja turvemaametsiä huomattavasti rikkaampaa, ja noin 45 % maamme uhanalaisista metsäeliölajeista elää ensisijaisesti lehdoissa (Hyvärinen ym. 2019).

Maamme lehtojen kokonaispinta-ala on selvästi yli 3 500 km², mutta useiden lehtoluontotyyppien kokonaispinta-alaa tai edes suurinta osaa esiintymistä ei tunneta. Yksittäisten lehtoluontotyyppien pinta-ala-arvioiden keskivirheet viimeisimmässä luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa olivatkin 15–75 % valtakunnan tasolla (Kouki ym. 2018). Tiedon epävarmuuden vuoksi monia ravinteisuuden ja kosteuden perusteella eroteltuja lehtoluontotyyppijä ei voitu arvioida. Yleisellä tasolla lehtojen uhanalaisuus on pitkälti seurausta vuosisatojen peltonraivausperinteestä. Pieni osa pelloista on sittemmin metsitetty ja toisaalta yleisen rehevöitymiskehityksen myötä lehtometsien pinta-ala on aidosti viime vuosikymmeninä kasvanut (Kouki ym. 2018).

Yleisimpiä lehtoluontotyyppien uhanalaisuuden syitä on kokonaislaadun tai määrän muutos viimeisen 50 vuoden aikana. Lehtoluontotyyppien yleisiä uhanalaisuuden syitä ovat lisäksi esiintymisalueen tai levinneisyyden suppeus ja pitkän aikavälin (vuodesta 1750) väheneminen (Kouki ym. 2018). Tämänhetkisistä uhanalaistumisen syistä merkittävimpiä ovat pellonraivaus ja muutokset puulajisuhteissa, mutta myös esimerkiksi ojitukset uhkaavat kosteita lehtoja. Kuivempien metsäluontotyyppien tapaan lehtoja uhkaa myös rakenteellinen heikkeneminen, varsinkin lahoppuun ja vanhojen puuyksilöiden väheneminen; vähäisempiä syitä ovat mm. maanmuokkaus, luontaisten sukessioiden suhteellinen harvinaisuus, rakentaminen sekä hirvieläinten lehtipuihin sekä pohja- ja kenttäkerroskasvillisuuteen kohdistama laidunnus (Kouki ym. 2018).

Etelä-Suomen lehtoluontotyypeistä noin kolme neljännestä on luokiteltu uhanalaisiksi, kun taas Pohjois-Suomessa uhanalaisiksi luokiteltiin kosteat ja tuoreet runsasravinteiset lehdot, muiden ollessa silmälläpidettäviä (Kouki ym. 2018). Lehtometsistä on suojeltu Pohjois-Suomessa noin 24 % ja Etelä-Suomessa noin 3 %.

Hyvätuottoisia lehtomaita on eniten eteläisessä Suomessa, missä erilaiset maankäytön paineet ovat yleisesti ottaen voimakkaampia kuin pohjoisessa (Kouki ym. 2018). Lisäksi puuston uudistumisesta luonnontilassa vastaavat luonnonhäiriöt ovat vuosikymmenien metsänhoidon ansiosta harvinaisia, etenkin sellaiset, jotka uudistaisivat huomattavan tai jopa pääosan kuvion puustosta (Kuuluvainen & Aakala 2011). Lehtojen osalta tämä johtaa kuusettumiseen; kuitenkin osassa lehtoluontotyyppisiä kuusi voi luontaisestikin olla merkittävä puulaji. Lehtoluontotyyppien uhanalaisuus kytkeytyykin paitsi niukkaan pinta-alaan myös niiden rakenteelliseen heikkenemiseen ja valoiseen lehtometsiin erikoistuneen uhanalaisen lajiston säilymisen haasteisiin (Kouki ym. 2018, Hyvärinen ym. 2019). Koska Suomi on eri sopimuksin sitoutunut säilyttämään nykyisen eliölajistonsa, lehtoihin ilman häiriöitä luonnostaan kehittyvää kuusivaltaisuutta täytyy estää ja lehtoja aktiivisesti hoitaa esimerkiksi havupuita poistamalla, jotta lehtolajisto säilyisi (esim. Saaristo & Vanhatalo 2019).

Useiden MISU-toimenpiteiden vaikutus lehtoihin on epäsuora, osin negatiivinenkin, ja keskeistä tämän luontotyypin kannalta on mahdollisimman vähäinen puuttuminen luontaisesti kehittyviin puusto- ja kasvupaikkarakenteisiin. Seuraavaksi käymme tiivistetysti läpi MISU:n toimenpiteet lehtojen määrän ja ominaisuuksien valossa.

6.5.2. Metsähallituksen ilmastotoimet

Yleistavoitteena hiilivaraston kasvattaminen, sikäli kun se tapahtuu esimerkiksi lehtojen lisäsuojelulla tai talousmetsälehtojen kiertoaikoja tuntuvasti pidentämällä, voi olla huomattavia positiivisia vaikutuksia tähän luontotyyppiin. Metsähallituksen ilmastotoimet voivat joiltakin osin heikentää ja joiltakin osin parantaa lehtojen lajisto-olosuhteita. Kaikki toimet eivät vaikuta lehtoihin suoraan, koska ne mm. kohdistuvat karumpiin kasvupaikkoihin tai soihin. Epäsuorat vaikutukset ovat teoriassa mahdollisia vaikkapa maaperän vesitalouden muuttuessa naapurikuvion maankäytön takia.

Harvennushakkuu, kun se kohdistuu havupuihin, auttaa lehtokasvillisuutta (Keto-Tokoi 2018, Saaristo & Vanhatalo 2019), mutta tällöin kyse on luonnonhoidollisesta lehto-olosuhteiden ja -lajiston ylläpitämisestä eikä metsätalousharvennuksesta. Työpajassa todettiin, että luonnonhoidossa kuusten vähentämisen tulisi kohdistua ensisijaisesti nuoriin yksilöihin. Luonnonhoitotoimista tulen käyttö ei käytännössä koskisi lehtoja, jotka rehevinä ja suhteellisen märkäpohjaisina luontotyyppinä myös luonnonoloissa palaisivat melko harvoin, ehkä joitakin kertoja vuosituhannessa (esim. Aakala 2021). Lehtojen luonnonhoidon perustelut käsiteltiin edellä lehtoluontotyyppisiä koskevien uhkatekijöiden kuvauksessa (luku 6.5.1).

6.5.3. Metsäkadon ehkäisy

Metsäkadon ja metsänraivauksen ehkäisy on tärkeä toimenpide lehtoluontotyyppien uhanalaisuuden hillitsemiseksi ja lehtoihin erikoistuneen lajiston auttamiseksi, ei vähiten siksi, että lehtojen nykyinen pinta-ala luonnontilaan nähden lienee hyvin alhainen (ks. luku 6.5.1). Peltonraivaus on merkittävimpiä uhkia nimenomaan rehevimmille kasvupaikoille eteläisessä Suomessa (Kouki ym. 2018).

6.5.4. Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys

Toimenpiteet eivät itsessään välittömästi synnytä lehtometsiä, mutta kehitystä lehdon suuntaan voidaan tukea lannoituksella ja käyttämällä metsityksessä lehtipuita, erityisesti jaloja lehtipuita; esimerkiksi tammi kasvaa hyvin niin rehevillä kuin tuoreillakin kasvupaikoilla (Väre & Kiuru 2013). Lehtikarike ja suhteellisen valoisana säilyvä metsänpohja muuttavat nekin kasvupaikkaa vähitellen rehevämmäksi (esim. Kunttu & von Bonsdorff 2018). Vaikka muutos lehtometsäksi vie näillä tavoin vähintään vuosikymmeniä, saattaa olosuhteiden ja lajiston palautuminen alkaa nopeamminkin, joten metsittäminen täytyy katsoa lehtojen kannalta vähintään potentiaalisesti hyödylliseksi toimeksi.

Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esille, että metsityskohteen valinnassa on tunnistettava sen mahdollisuudet kehittyä lehdon suuntaan, ja lisäksi että kasvatuspuulajin valinta on tällöin tehtävä huolellisesti. Työpajassa myös todettiin, että lannoitukseen tulee suhtautua varauksella lehdossa, kuten kaikissa muissakin direktiiviluontotyypeissä.

6.5.5. Suometsien hoito ja käyttö

Suometsien hoitoa ja käyttöä koskevat MISU:n toimenpiteet eivät yleensä suoraan koske lehtoja; sidosryhmätyöpajassa kuitenkin muistutettiin, että lehtokorvet kuuluvat lehtoihin. Tarkasteltuja MISU-toimenpiteitä olivat suometsien kunnostusojitusten välttäminen, peitteinen metsänkasvatus ja tuhkalannoitus. Jos toimet eivät muuta toimenpidekohdetta reunustavan lehdon puustorakenteita, vesitaloutta tai eliölajistoa esimerkiksi reunavaikutuksen takia, niistä ei luultavasti ole haittaa lehtometsille. Ojittamisen tai metsätalouden vuoksi rakenteeltaan heikentyneessä lehtokorvessa kaksi ensin mainittua voivat olla hyödyllisiä toimia.

6.5.6. Muut hiilensidontaa ja varastointia edistävät toimenpiteet

MISU-toimenpiteistä metsien nopea ja tehokas uudistaminen sekä lahopuun hiilivaraston kasvattaminen lisäävät puuston kasvua ja voivat periaatteessa hyödyttää lehtoja, mikäli niitä pidetään metsätalouskäytössä; lahopuutoimenpide parantaa varsinkin rakennepiirteiltään heikentyneitä lehtoja. Sidosryhmätyöpajassa esitettyjen näkemysten mukaan lehtojen, kuten muidenkaan direktiiviluontotyyppien, lannoittaminen ei ole suositeltavaa. Lisäksi työpajassa ehdotettiin lehtojen pitämistä puustoisina ja puulajeiltaan monipuolisina, ei välttämättä lehtipuuvaltaisina. Työpajassa todettiin myös, että alueelliset erityispiirteet on otettava huomioon puulajivalinnassa. Uudistamiseen liittyvät toimet voivat periaatteessa olla metsätalouskäytössä oleville lehdolle hyödyllisiä, jos niitä tehdään kotimaisilla lehtipuulajeilla, varsinkin ja-loilla lehtipuilla (Koivula ym. 2022).

6.5.7. Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimenpiteet

Pidennetty kiertoaika voi parantaa luonnonmetsämäisyyttä rakennepiirteineen ja muun muassa lisätä lahopuun määrää (alaluku 5.2.7). Luontotyyppien ja lajiston uhanalaisuuskehityksen kannalta kohteiden suojelu tai kiertoaikojen pidentäminen talousmetsälehdossa ja eteläisimmässä Suomessa tuottaisivat huomattavia lajisto- ja luontotyyppihyötyjä (Kouki ym. 2018, Hyvärinen ym. 2019).

6.5.8. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esille tarve vieraslajien sekä hirvieläintuhojen torjuntaan lehdossa. Lisäksi ehdotettiin metsälain 10 § arvokkaiden elinympäristöjen pinta-alarajoitteen tarkistamista.

Uusiutuvan energiantuotannon infrarakentaminen (sähkönsiirtolinjojen, aurinkopaneelientien ja tuulipuistojen raivaus) voi teoriassa vähentää tai laadullisesti heikentää lehtometsiä, mutta haittoja voidaan välttää kohdentamalla rakentamista heikkotuottoisille tai luontoarvoiltaan vähäisemmille maille.

6.6. Yhteenveto

Viidestätoista tarkastellusta MISU-toimenpiteestä peräti yhdellätoista oli vähintään jossakin määrin positiivisia suoria vaikutuksia neljään luontotyyppiin, jos positiiviseksi tulkitaan kaikki toimet, jotka hyödyttävät vähintään yhtä luontotyyppiä ja enintään marginaalisesti haittaavat muita (Taulukko 5). Yleishyödyllisimpiä toimia näyttäisivät olevan toimet, jotka liittyvät metsäkadon ehkäisyyn sekä talousmetsissä kiertoajan pidentäminen silloin, kun tarkasteltavaan kohteeseen kohdistuu hakkuita. Harjut ja lehdot hyötyvät luonnonhoidollisista harvennuksista, mutta boreaalisille luonnonmetsille niistä voi olla haittaa.

Heikkotuottoisten maiden ja joutomaiden metsitys hyödyttäneen varovaisesti arvioiden etupäässä boreaalisia luonnonmetsiä ja niitäkin pitkällä aikavälillä ja tietyin edellytyksin. Lannoittaminen lisää puiden kasvua, mutta vaikuttaa myös aluskasvillisuuteen suosien ruoho- ja heinäkasveja ja vähentäen varpujen ja sammalten peittävyttä, mistä voi olla hyötyä melko rehevillä kasvupaikoilla mutta suurta vahinkoa harjujen paahderinteillä. Lannoittamisen vaikutuksista uhanalaiseen lajistoon tiedetään toistaiseksi hyvin vähän; direktiiviluontotyyppien lannoittamiseen onkin syytä suhtautua suurella varauksella niin luontotyyppien ominaispiirteiden ja lajiston säilymisen kuin varovaisuusperiaatteenkin nojalla.

Luonnonhoitotoimet hyödyttävät niitä luontotyyppiä, joihin ne on tarkoitettu: harjujen paahdeympäristöt hyötyvät polttamisesta, useimmat lehtoluontotyypit havupuiden poistamisesta ja puustoiset suot ennallistamisesta, ojituksen välttämistä ja (siltä osin kuin niitä pidetään metsätalouskäytössä) peitteisestä metsänkasvatuksesta. Yleishyödyllisiä luonnonhoitotoimia ovat lahoppuuston lisääminen ja säästöpuuston jättäminen; lajiston ja lahoppuujatkumon takia säästöpuiden tulisi olla suuria ja vanhoja ja säästettävä pysyvästi.

Epäsuorat vaikutukset voivat johtua esimerkiksi siirtyvästä maankäyttöpaineesta, mutta myös kohteeseen rajautuvan toisen luontotyypin maankäytöstä tai siihen kohdistuvasta luonnonhäiriöstä. Näitä vaikutuksia ei lähemmin tarkasteltu tässä raportissa.

Taulukko 5. MISU:n metsiä koskevien toimenpiteiden oletetut vaikutukset ennallistamisasetuksen luontotyyppeihin; arviointi suhteessa muutoksiin luontotyypin pinta-alassa, rakennepiirteissä tai uhanalaisessa, luontotyypille ominaisessa lajistossa. Vaikutuksen suunta ilmaistaan seuraavasti: vihreä = positiivinen vaikutus, keltainen = ei vaikutusta tai vaikutukset ovat erisuuntaisia, punainen = negatiivinen vaikutus, valkoinen = vaikutuksen arviointi ei ole relevanttia tai sitä ei tiedon puutteen vuoksi voitu tehdä (ojitettujen turvemaiden tuhkalannoitus). Verrokkina tässä kuviotason tarkastelussa on tilanne, jossa kuvion tila on ihmistoiminnan vuoksi voimakkaasti heikentynyt.

MISU:n toimenpiteet	Ennallistamisasetuksen luontotyypit			
	Boreaaliset luonnonmetsät	Puustoiset suot	Harjut	Lehdot
Metsähallituksen ilmastotoimet (ainoastaan ne, joita ei ole mainittu jäljempänä)				
-Oikea-aikainen metsän harventaminen				
-Soiden ennallistaminen				
-Tulen käyttö palojatkumoalueilla				
-Lehtojen ja paahdeympäristöjen hoito				
Metsäkadon ehkäisy				
-Ehkäistään metsämaan muuttumista pelloksi				
-Ehkäistään metsän raivausta rakennetuksi maaksi				
Joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys				
Suometsien ilmastokestävä hoito ja käyttö				
-Kunnostusojitusten välttäminen				
-Peitteinen metsänkasvatus				
-Ojitettujen turvemaiden tuhkalannoitus				
Muut hiilensidontaa ja -varastointia edistävät toimet				
-Kivennäismaiden lannoitus				
-Metsien nopea ja tehokas uudistaminen				
-Säästöpuiden jättäminen				
-Suopohjien ilmastokestävä jatkokäyttö				
Edelleen kehitettävät ja myöhemmin päätettävät toimet				
-Metsien kiertoajan pidentäminen				

7. EU:n tavoitteen kolmen miljardin puun istuttamisesta suhde MISU:n toimenpiteisiin

Antti Wall

EU:n ennallistamisasetuksen mukaan jäsenvaltioiden on edistettävä Euroopan Unionin tavoitteena olevan 3 miljardin uuden puun istuttamista vuoteen 2030 mennessä. Tavoite liittyy EU:n metsästrategiaan, joka vastaa laajempia luonnon monimuotoisuutta ja ilmastoneutraaliutta koskevia EU:n tavoitteita. Tavoitteen saavuttamiseksi toteutettavien toimenpiteiden on perustuttava metsittämiseen, uudelleen metsittämiseen ja kaupunkialueiden viherryttämiseen ekologisia periaatteita noudattaen. Tavoitteen saavuttamisen hyväksi luettaviksi tehtyjen puunistutusten täytyy olla lisäksi eli toimia, joita ei tehtäisi normaalisti maankäytön yhteydessä. Puun istuttamisen tavoitetta ei ole jyvitetty EU-maiden kesken.

MISU:n toimenpiteen joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitykseen liittyy joutoalueiden määräaikainen metsitystuki, joka tuli voimaan vuoden 2021 alusta ja päättyi vuoden 2023 lopussa. Määräaikaan mennessä jätettyjen tukihakemusten päätökset on tehty 30.6.2024 mennessä, jolloin toimenpiteen toteutusaika jatkuu vuoteen 2026, koska metsitys voidaan toteuttaa 2 vuoden kuluessa tukipäätöksestä. Toinen toimenpide on heikkotuottoisten metsitykseen soveltuvien peltojen metsitys, jota varten ei ole olemassa tukimuotoa.

Joutoalueiden määräaikaisella metsitystuella on metsitetty vuoden 2024 kesäkuuhun mennessä yhteensä 4 300 ha, mikä merkitsee arviolta 8,6 miljoonan puuntaimen istuttamista. Myönnettyjen tukihakemusten pinta-ala on 6 500 ha, jolloin metsitystuella tullaan vielä istuttamaan 2 200 ha, mikä merkitsee 4,4 miljoonan taimen istutusta.

Sidosryhmätyöpajassa tuotiin esiin muina kuin MISU:n toimenpiteinä lehtojen muodostaminen jalojen lehtipuiden ja pensaiden istutuksella. Lisäksi todettiin tavoitteen saavuttamisen toimenpiteinä alueiden maisemoinnin yhteydessä istutettavat puut, kaupunkien viherryttämisen yhteydessä istutettavat puut sekä sähkönsiirtolinjojen alustat puiden istutuskohteina.

8. Ennallistamisasetuksen metsiä koskevien indikaattoreiden seuranta

Kari T. Korhonen, Matti Koivula, Raisa Mäkipää, Timo P. Pitkänen ja Sakari Tuominen

8.1. Asetuksen mukainen indikaattoreiden seuranta

8.1.1. Yleisten metsälintujen indeksi

Maamme pesimä- ja talvilintujen kannanseurannat ovat viime vuosikymmeninä olleet ja ovat edelleen Luonnontieteellisen keskusmuseon (Luomus) vastuulla. Samoin Luomus on tuottanut Forest Europe'n (2020) indeksin Suomen aineiston. Luomus koordinoi kotimaisia linnustonseurantoja ja huolehtii linja- ja pistelaskentojen laadunvarmistuksesta sekä mahdollisimman edustavasta alueellisesta jakautumisesta eri vuosina. Laskijat ovat useimmiten vapaaehtoisia, kotimaisen lajiston hyvin tuntevia harrastajia ja ammattiornitologeja. Mikäli Luomuksen laskennoille kohdistama rahoitus säilyy nykyisellä tasollaan, jokavuotinen pesimä- ja talvilintuindeksien vaatimien aineistojen tuottaminen voi jatkua.

Lintujen elinympäristövaatimukset tunnetaan useisiin muihin lajiryhmiin verrattuna hyvin (esim. von Haartman ym. 1963–1967, Väisänen ym. 1998). Tästä syystä on mahdollista tunnistaa sellaisia lajeja, joiden kannankoon ja levinneisyyden muutokset kytkeytyvät läheisesti esimerkiksi metsien laatuun ja määrään. Lajijoukon käyttämisestä indeksitarkoituksessa hankaloittaa hieman se, että metsissä pesivien lajien vaatimukset elinympäristönsä suhteen vaihtelevat varsin paljon. Yleisesti ottaen nämä lajit kuitenkin välttelevät avoimia alueita, mikä näkyy vähälukuisuutena uudistusaluilla tai taimikoissa. Osa lajeista suosii esimerkiksi havumetsiä tai havupuuvaltaisia sekametsiä, kuten metso, hömö- ja töyhtötiainen sekä käpylinnut, kun taas esimerkiksi sirittäjä suosii lehtipuuvaltaisia metsiä. Varttuneen tai vanhan metsän lajistoa taas ovat esimerkiksi metso, idänuunilintu, puukiipijä, pikkusieppo ja kuukkeli. Joillakin muutamaa hehtaaria isommalla pinta-alalla elävillä lajeilla – kuten metsolla – soidin-, pesäpaikka- ja poikasaluet voivat olla hyvinkin erilaisia. Nämä esimerkit ovat karkeita yleistyksiä, ja useimpia lajeja tavataan monenlaisista metsistä, joiden välillä lintujen paritiheydet kuitenkin vaihtelevat paljon (von Haartman ym. 1963–1967, Väisänen ym. 1998).

Maankäyttösektorin ilmastotoimien vaikutusta metsälintuindeksiin on vaikea ennakoida joutuessaan siitä, että indeksiin sisällytetyt lajit ovat melko erilaisia muun muassa niiden suosimien kasvupaikkatyyppien ja puustoikäluokkien sekä muutto-, pesimä- ja ravinnonhakustrategian suhteen. Lisäksi jotkin lajit lienevät runsastumassa ilmaston lämpenemisen johdosta. Tällaisia lajeja saattavat olla idänuunilintu, sirittäjä, tulipäähippiäinen ja pähkinänakkeli (esim. Fraixedas ym. 2015, Lehikoinen & Virkkala 2016). Tällä vuosituhannella kotimainen pesimälintuindeksi näyttää valtakunnan tasolla melko vakaalta (vuosien välinen vaihtelu on normaalia), mutta trendit Etelä- ja Pohjois-Suomessa ovat eri suuntaisia (Kuva 2). Erisuuntaisuuden syitä voivat olla esimerkiksi lajiston siirtyminen pohjoisemmaksi tai osittain eri lajipoolit erilaisine kannankehityksineen. Myös talvilintuindeksin valtakunnallinen yleistrendi näyttää vakaalta, mutta vuosien välistä vaihtelua on pesimälintuindeksiä selvästi enemmän (Kuva 3). Forest Europe'n (2020) yleisten metsälintujen indeksi on sekin säilynyt vuodesta 1980 verraten vakaina, mutta tarkastelumittakaava on paljon suurempi.

Melko suuri vuotuinen vaihtelu tarkastelluissa indekseissä (Kuvat 2 ja 3) tarkoittaa käytännössä sitä, että muutaman vuoden ajanjakson tarkastelu ei ole mielekäs, vaan indeksit heijastavat ympäristön muuttumista pitemmällä aikavälillä, esimerkiksi 10–20 vuoden aikana. Lisäksi lajikohtaisten syy-seuraussuhteiden varma osoittaminen käytännössä edellyttää tuekseen empiiristä tutkimusta. Eri lajit reagoivat elinolosuhteiden muuttumiseen erisuuntaisesti pitkällä aikavälillä, koska ne ovat ekologisesti erilaisia. Lisäksi niiden kulloiseenkin runsauteen vaikuttaa aina useampi ympäristötekijä, kuten ilmasto, metsätalous, ravintokohteen kannanvaihtelu sekä muutto-, talvehtimis- ja pesimäalueiden muutokset. Viime kädessä MISU:n toimenpiteiden vaikutus metsälintuindeksiin ja yksittäisiin lajeihin riippuu siitä, mitä toimia painotetaan sekä missä laajuudessa ja millaisella aikataululla niitä tehdään. Lisäksi on huomattava, että pesimälintuindeksiin sisällytettävä lajijoukko voi edellyttää vahvistusta EU:n taholta. Suuria muutoksia siihen ei kuitenkaan liene tulossa; edellä kuvatut päätuloksetkaan tuskin merkittävästi muuttuisivat.

Yksi pesimälajistoon perustuvien indeksien ongelmista on, että ne sisältävät muuttavia lajeja, joiden kannanmuutoksien juurisyyt saattavat olla Suomen ulkopuolella, mistä syystä kytkös esimerkiksi Suomen metsien käyttöön voi jäädä epäselväksi. Tässä mielessä tässä raportissa sivuttu, talvehtivaan lajistoon perustuva indeksi on parempi. Sen ongelmana kuitenkin on epäsystemaattinen havaintoverkosto: käytännössä reitit ovat siellä, missä laskijat eri syistä ovat halunneet talvilintuja laskea. Verkosto ei siten välttämättä kovin edustavasti sisällä esimerkiksi eri maakuntien metsiä. Kotimaiseen ja eurooppalaiseen seurantakäyttöön olisikin hyvä kehittää kotimaisten pesimä- ja talvilajistoon perustuvien sekä Forest Europe'n (2020) indeksien rinnalle sellainen indeksi, joka tarkastelee vain ensisijaisesti metsissä pesivää paikallintulajistoa. Euroopan mittakaavassa erot lajien muuttostrategiassa ja pesimäympäristöissä voivat lisäksi edellyttää lajien luokittelua näiden elinkierto-ominaisuuksien mukaisesti kansallisella tasolla. Tällöin indeksiä laskettaessa jokin tietty laji sisältyisi joihinkin, muttei välttämättä kaikkiin kansallisiin aineistoihin.

8.1.2. Kuolleet pysty- ja maapuut

Kuolleen puun määrää seurataan valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI) ja tietoa on saatavissa tämän vuosituhannen ajalta. Asetuksen määritelmässä kuolleelle puulle viitataan pystyssä olevaan kuolleeseen puuhun (non-living standing woody biomass) sekä maassa makavaan kuolleeseen puuhun (non-living woody biomass lying on the ground) ja monitorointimenetelmässä viitataan State of Europe's Forests 2020 -raporttiin (Forest Europe 2020), valtakunnan metsien inventointeihin ja IPCC:n kasvihuonekaasuinventaarion ohjeisiin (IPCC 2006). Eri maiden inventoinneissa on pieniä eroja mittauskynnyksessä ja -käytännöissä. IPCC:n ohjeiden mukaan kuolleeseen puuhun sisältyvät niiden juuret, kun VMI:ien määritelmässä ja State of Europe's Forests 2020 -raportissa kuollut puu koostuu vain runkopuusta ja mahdollisesti suurista oksista. Asetuksen määritelmä ja monitorointiohjeistus ovat siten jossain määrin ristiriitaisia. Monitoroinnin yksiköksi on asetuksessa määritelty m^3/ha , mikä tukee tulkintaa, että käytetään kuolleen runkopuun määrää eikä puun biomassaa.

Suomessa VMI tehdään viiden vuoden kierrolla, jolloin kokonaan uutta tietoa on saatavilla viiden vuoden välein. Koko maasta (Ylä-Lappia ja Ahvenanmaata lukuun ottamatta) tehdään vuosittainen otos, joten seurantatuloksia voi laskea myös vuosittain joko yhden vuoden otoksesta tai liukuvan keskiarvon periaatteella useamman vuoden aineistosta. Yhden vuoden otokseen perustuvat tulokset ovat kuitenkin epävarmoja.

VMI13:n (2019–2023) mittausten mukaan kuolleen puun määrä metsämaalla on keskimäärin 6,9 kuutiometriä hehtaarilla (keskivirhe 0,3 kuutiometriä hehtaarilla). Määrä on koko 2000-luvun ajan kasvanut Etelä-Suomessa, mutta edelliseen inventointiin saakka vähentynyt Pohjois-Suomessa. Koko maan tuloksissa ei ole tilastollisesti merkitsevää muutosta. VMI13-tulosten mukaan kuolleen puun määrä on hieman lisääntynyt myös Pohjois-Suomessa. Yhden vuoden otoksissa keskivirhe olisi yli kaksinkertainen viiden vuoden otoksesta laskettuun keskivirheeseen verrattuna.

Kuolleen puun määrä jatkaa lisääntymistään Suomessa. Sertifiointikriteerien tiukentuminen (säästöpuuvaatimukset, suojavyöhykkeet) ja metsäyhtiöiden omat suositukset (esim. Metsä Group Plus9) sekä kasvanut huomio kuolleen puun säästämiseen hakkuissa vaikuttavat tähän suuntaan. Myös metsätuhot todennäköisesti lisääntyvät edelleen.

8.1.3. Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus

Eri-ikäisrakenteisten metsien osuudella tarkoitetaan näiden metsien osuutta puuntuotannon maan metsistä. Asetuksen määritelmässä eri-ikäisrakenteiselle metsälle viitataan valtakunnan metsien inventointeihin ja State of Europe's Forests 2020 -raporttiin (Forest Europe 2020). Suomessa VMI tuottaa tietoa eri-ikäisrakenteisista metsistä, mutta niiden määritelmässä on kuitenkin tarkennettavaa. Perinteisesti VMI:ssä eri-ikäisrakenteisella metsällä on tarkoitettu Pohjois-Suomen karuilla kasvupaikoilla esiintyviä (kitumaan) metsiä, joissa puuston on jatkuvasti erikokoista. Jatkuvan kasvatuksen tultua hyväksytyksi metsälaissa, VMI:iin on otettu käyttöön myös toinen määritelmä eri-ikäisrakenteiselle metsälle: metsä, jossa on tehty jatkuvan kasvatuksen hakkuu. Näin määritettyjä eri-ikäisrakenteisiä metsiä on VMI13-tulosten mukaan puuntuotannon metsämaalla 26 000 hehtaaria, joka on 0,14 % puuntuotannon metsämaan alasta. Eri-ikäisrakenteisten metsien määrä todennäköisesti lisääntyy, koska jatkuvan kasvatuksen hakkuita tehdään yhä enemmän. Suomen metsäkeskuksen metsänkäyttöilmoitusten mukaan jatkuvaan kasvatukseen tähtääviä hakkuita on vuosina 2015–2023 aiottu tehdä noin 140 000 hehtaaria.

Eri-ikäisrakenteisten metsien osuuden odotetaan hitaasti kasvavan, koska viime vuosina on erityisesti reheville korpisoille voimakkaasti suositeltu peitteistä kasvatusta (Nieminen ym. 2018).

Eri-ikäisrakenteisen metsän määritelmä tulisi tarkentaa kansainvälisesti: ei ole aivan selvää, tulisiko siemenpuuhakkuilla käsitellyt metsät ja kaksijaksoiset metsät laskea eri-ikäisrakenteisiin metsiin. Forest Europe -prosessin raportoinnissa suojuspuuhakkuin (shelter tree cutting) käsiteltävät metsät määritetään eri-ikäisrakenteisiksi metsiksi. Epäselvää on, miten eri maissa luokitellaan jossain määrin erirakenteiset metsät, joissa ei ole pitkään aikaan ollut hakkuita.

8.1.4. Metsien kytkeytyneisyys

Asetuksen määritelmässä viitataan JRC:n tekniseen raporttiin, jossa on kuvattu JRC:n tuottama metsien kytkeytyneisyyden analyysi State of Europe's Forests 2020 -raportointiin (Forest Europe 2020). Analyysi hyödyntää EU:n Copernicus-ohjelmassa tuotettavia maanpeitekarttoja 100 metrin resoluutiolla. State of Europe's Forest 2020 raportin mukaan Pohjois-Euroopassa metsien kytkeytyneisyys on korkeampi ja pienien metsäsaarekkeiden osuus alhaisempi kuin muualla Euroopassa. Raportin mukaan vuosien 2000 ja 2018 välillä ei ole tapahtunut juurikaan kytkeytyneisyyden muutosta missään Euroopan osassa.

Tätä selvitystä varten tehdyissä metsien kytkeytyneisyyden/pirstoutuneisuuden tarkastelussa käytettiin pohjana Quantifying Forest Fragmentation- (Vogt 2024) ja FAO – State of the World’s forests: Forest Fragmentation (Vogt ym. 2019) -raporteissa kuvattua menetelmää, joka perustuu Forest Area Density (FAD) -indeksiin. Indeksien laskennassa sovellettiin Quantifying Forest Fragmentation -julkaisussa käytettyjä parametreja ja luokituksia.

Menetelmä perustuu FAD-indeksien laskentaan käyttäen maankäyttöä ja maanpeitettä kuvaavaa taustakartta-aineistoa, jota tarkastellaan käyttäjän määrittämässä liukuvassa ikkunassa. Liukuvan ikkunan menetelmässä sitä aluetta, jossa metsä/ei-metsä-muuttujan arvoa tarkastellaan, siirretään pieni askel kerrallaan. Eri maankäyttö- ja maanpeiteluokista erotellaan omaksi luokakseen ”metsä”, joka määritellään FAO:n FRA metsäluokan määritelmän mukaisesti. Lisäksi omiksi luokikseen erotellaan metsää pirstovat maankäyttö- ja maanpeiteluokat (kuten pellot ja rakennetut maat), sekä muuta kuin metsää olevat maanpeite- ja maankäyttöluokat, jotka eivät ole metsää pirstovia (Taulukko 6). Näihin sisällytetään metsäalueeseen liittyvät FRA metsään kuulumattomat vähäpuustoiset kitumaat ja joutomaat (kuten avosuot) sekä luonnonvesistöt.

Kun FAD-indeksiä lasketaan spatiaalisesti liukuvassa ikkunassa, metsää pirstovien luokkien osuuden vaikutus FAD-indeksiin on negatiivinen, kun taas metsää pirstomaton ei-metsä on vaikutukseltaan neutraali. Toisin sanoen, korkeimman FAD-arvon saa alue, jossa on joko pelkkää metsää, tai metsän lisäksi vain metsää pirstomatonta luokkaa.

Taulukko 6. Käytetty FAD-luokitus ja luokkien määrittely.

FAD-luokka	Määritelmä	FAD-indeksin arvo
1	Rare	$FAD < 10 \%$
2	Patchy	$10 \% \leq FAD < 40 \%$
3	Transitional	$40 \% \leq FAD < 60 \%$
4	Dominant	$60 \% \leq FAD < 90 \%$
5	Interior	$90 \% \leq FAD < 100 \%$
6	Intact	$FAD = 100 \%$

FAD-indeksien laskennassa maanpeitteen ja maankäytön luokituksen pohjana käytettiin maastotietokannan ja monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin tietoja. Tarkastelussa käytetty liukuva ikkuna asetettiin Quantifying Forest Fragmentation -julkaisun (Vogt 2019) esimerkin mukaisesti vastaamaan kooltaan 500 hehtaarin suuruista alaa. Lähtöaineiston resoluution osalta FAD-indeksien laskennassa käytettiin kahta vaihtoehtoa:

1. 16 m, joka vastaa kansallisen maanpeiteaineiston sallimaa korkeinta resoluutiota
2. 96 m, edellisestä yleistetty vastaamaan likimääräisesti State of Europe’s Forests 2020-raportissa käytettyä Corine Land Cover -aineistoa, jonka resoluutio on 100 m

Toisena metsien kytkeytyneisyyttä kuvaavana tunnuksena käytettiin yhtenäisten metsäalueiden kokojakaamaa (average patch size). Tarkastelussa laskettiin koko metsäalueen jakautuminen pinta-alaosuksiin sen mukaan, kuinka suuria yhtenäisiä alueita metsät muodostavat. Yhtenäisten metsäalueiden kokojakaaman laskennassa käytettiin seuraavia kokoluokkia (luokat vastaavat State of Europe's Forests 2020-raportissa käytettyjä):

- alle 100 ha
- 100–1 000 ha
- 1 000–10 000 ha
- 10 000–100 000 ha
- yli 100 000 ha

Edellä kuvattujen analyysien tulokset on esitetty taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7. Suomen metsien kytkeytyneisyys (%) FAD-indeksin mukaan (referenssinä Forest connectivity in Europe -raportin mukaiset luvut) (Forest connectivity... 2024), 16 m ja 96 metrin resoluutioinen lähtöaineisto.

FAD	Kuvaus	96 m resoluutio	16 m resoluutio	Forest connectivity in Europe -raportti
1	Rare	0,01	0,01	0,0
2	Patchy	0,85	0,89	2,5
3	Transitional	3,19	3,53	7,9
4	Dominant	21,44	26,76	36,6
5	Interior	35,67	55,48	53,0*
6	Intact	38,84	13,33	

*FAD-luokat 5 ja 6 yhdistetty

Taulukko 8. Metsäpinta-alan jakautuminen prosenttiosuuksiin yhtenäisen metsäalueen koon mukaan (forest-patch-size) 16 ja 96 metrin resoluutiolla laskettuna.

Resoluutio	Pinta-ala				
	alle 100 ha	100–1 000 ha	1 000–10 000 ha	10 000–100 000 ha	>100 000 ha
96 m	3,4	2,3	2,5	2,4	89,3
16 m	2,7	2,4	2,8	3,1	89,0

Käytetyt tarkastelumenetelmät mahdollistavat eri maantieteellisten alueiden kytkeytyneisyyden yhteismitallisen vertailun. Tarkastelussa käytetyt kytkeytyneisyyden tunnuksot kuvaavat pääosin metsien rakenteellista kytkeytyneisyyttä, ja ei eivät juurikaan ota kantaa metsien toiminnalliseen kytkeytyneisyyteen eri eliölajien vaatimusten suhteen. Käytetyllä tarkastelumenetelmällä pääasiallinen metsää pirstova (kytkeytyneisyyttä heikentävä) tekijä on maankäytön muuttuminen metsästä muuksi maankäyttöluokaksi (esim. rakennetuksi maaksi tai pelloksi). Koska tarkastelussa käytetty metsän määritelmä perustuu FAO FRA "forest" luokkamäärittelyyn, metsätalouden puitteissa tehtävät hakkuut tai muut metsän käsittelyt eivät ole pirstovia tekijöitä.

Käytettäessä korkeimman erotuskyvyn kansallista paikkatietoaineistoa analyysin lähtötietona kaikkein korkeinta kytkeytyneisyyttä edustavan luokan osuus vähenee selvästi verrattuna

karkeamman resoluution lähtöaineistoon. Tämä johtuu siitä, että tarkimmalla resoluutiolla pienialaiset ja kapeat metsää pirstovat maankäyttöluokat (kuten liikenneväylät ja sähkönsiirtolinjat) vaikuttavat tulokseen enemmän, kun taas karkean resoluution lähtöaineistolla näiden vaikutus osittain peittyy kartan yleistyksen takia. Menetelmän tulos on siten sensitiivinen käytetylle lähtöaineistolle. Tulos on myös jossain määrin sensitiivinen esim. tarkastelussa käytetyn ikkunan koolle, mutta tämä vaikuttaa lähinnä korkeimman kytkeytyneisyysluokan osuuteen; hyvin suurella tarkasteluikkunalla kaikkein parhaiten kytkeytyneen metsän osuus vähenee, koska yhä suuremmalla osalla alueesta tulee mukaan metsää pirstovia maankäyttötekojäitä.

Kytkeytyneisyyden mittarina FAD-indeksi ei ole merkittävässä määrin riippuvainen maan metsien kokonaispinta-alasta tai metsien osuudesta maan kokonaispinta-alasta, vaikka metsäalan osuus olisi pieni, metsät voivat tällä mittarilla olla hyvin kytkeytyneitä, jos niiden sijainti toisiinsa nähden on rakenteellisen kytkeytyneisyyden kannalta edullinen.

Kytkeytyneisyyden FAD-indeksi kehittyi tulevaisuudessa Suomessa todennäköisesti lievästi heikompaan suuntaan, kun rakentaminen (esimerkiksi uusiutuvan energian infrarakentaminen) lisääntyy. Peltojen ja joutomaiden metsitys puolestaan parantaa kytkeytyneisyyttä. Muutokset ovat kuitenkin todennäköisesti hyvin pieniä. Merkittävä muutos indeksin arvoon voi olla, jos se lasketaan metsän latvuspeittävyuden mukaan eikä FRA-luokituksen mukaisen metsän mukaan. Tällöin avohakkuualat näyttäytyvät metsää pirstovina tekijänä.

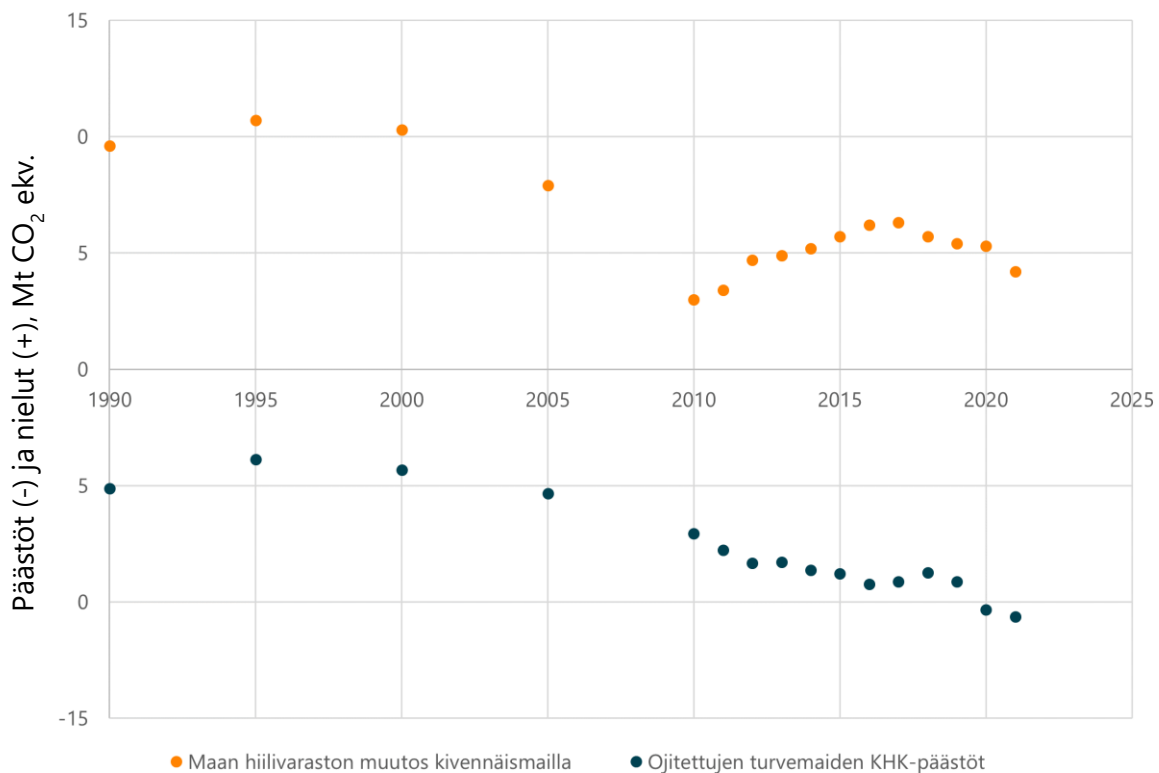
8.1.5. Orgaanisen hiilen varasto (kivennäismaiden maaperä)

Asetuksessa esitetty kuvaus orgaanisen hiilen varastosta rajaa tarkastelun kivennäismaiden karikekerrokseen ja kivennäismaan ylimpään 0–30 cm kerrokseen. Kuvauksessa ei mainita lainkaan turvemaita. Kuvaus mitattavista maaperäkerroksista on mielekäs lauhkean vyöhykkeen ja Välimeren ilmaston metsissä, joissa ei ole pohjoisen havumetsävyöhykkeen metsille tyypillistä orgaanista kerrosta. Maaperän ominaisuuksien mittaamista (ml. orgaaninen kerros) on valmisteltu Suomessa osana maaperän seurantalain toimeenpanoon varautumista. Eurooppalaisessa metsämaaperää koskevassa harmonisoiduissa seurannassa (ICP-Forest) orgaanisen kerroksen näytteenotto on yksiselitteisesti mukana, mutta kaikkia maankäyttöluokkia koskevassa LUCAS-seurannassa asia on jätetty epäselväksi. Seurantamenetelmien kohdalla asetuksessa viitataan sekä kasvihuonekaasuinventaarioissa sovellettaviin IPCC (2006) ohjeisiin että LUCAS-maaperäseurantaan. Mielekäs tulkinta asetustekstistä on ottaa seurattavaksi kivennäismailla orgaaninen kerros (ml. tekstissä mainittu karikekerros, litter) ja kivennäismaan ylin 0–30 cm kerros. Turvemaiden seurantaa asetus ei ohjeista.

Suomessa toistuvaan näytteenottoon perustuvan maaperän hiilivaraston seurantamenetelmän toteuttamista selvitetään Luonnonvarakeskuksessa MMM:n toimeksiannosta toteutettavassa hankkeessa. Selvittävänä on muun muassa hiilivaraston muutoksen todentamiseen riittävän näytealaverkoston koko ja näytteenoton frekvenssi. Kivennäismaametsien maaperäseurannan voisi toteuttaa käyttämällä VMI:n vuosina 1985–1986 perustamia näytealoja tai niiden osatosta (BioSoil-aineisto), joilta on tehty maaperänäytteiden otto ja analyysit vuonna 2006 (Ilvesniemi 2023) ja näytteenotto toistettu vuonna 2024. Koska maaperän hiilivaraston muutokset ovat puustoisessa metsässä yleensä hitaita, vuosittaisten muutosten mittaaminen vaatisi suuren näytemäärän, mikä ei ole toteutettavissa koko maan kattavassa seurannassa. Maaperän seurantalain käsittelyn yhteydessä on ehdotettu mittaamista kolmen, kuuden tai kymmenen vuoden välein. Käytännössä laboratorioresurssien riittävyyden ja työmäärän

hallitsemiseksi jatkuva vuosittain etenevä näytteenotto, joka tuottaisi esimerkiksi viidessä vuodessa riittävän suuren aineiston, olisi toteuttamiskelpoinen.

Suomen kasvihuonekaasuinventaariorissa sovelletaan maaperän hiilivaraston muutosten estimoinnissa dynaamista maaperän hiilimallia (Yasso07), jolla lasketaan VMI:n puustomittausaineistoja ja tilastoituja hakkuumääriä soveltaen hiilen syöte maaperään ja mallitetaan sen hajoamista. Laskennan tuloksena saadaan vuosittainen estimaatti maaperän hiilivaraston muutoksesta ja tulokset raportoidaan Ilmastopöytäkirjalle osana Suomen kasvihuonekaasuinventaarioria (Kuva 5). Inventaariorissa käytettävän menetelmän epävarmuudeksi (2 x keskihajonta) on kivennäismaiden maaperää koskevan estimaatin osalta arvioitu 31,5 % (Lehtonen & Heikkinen 2016). Menetelmä on tähän saakka hyväksytty IPCC ohjeistuksen mukaiseksi Ilmastopöytäkirjan vuosittain tekemissä kasvihuonekaasuinventaariorin tarkastuksissa. Menetelmä ei tuota luotettavaa estimaattia maaperän hiilivaraston koosta asetuksessa mainituille kerroksille (karike ja 0–30 cm kivennäismaakerros). Mallinnus koskee metsämaata 1 metrin syvyyteen saakka ja kivennäismaiden metsämaalla keskimääräisen hiilivaraston on arvioitu olevan 46 t C/ha. Kasvihuonekaasuinventaariorin mukaan vuonna 2021 kivennäismaiden metsämaata oli Suomessa 15,83 miljoonaa hehtaaria.



Kuva 5. Kivennäismaametsien maaperän hiilivaraston muutokset (hiilinielu) ja ojitettujen turvemaaametsien maaperän päästöt Suomessa (Lähde: NIR Finland 2023).

8.1.6. Metsien osuus, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina

Asetuksen määritelmässä metsien osuudelle, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina, viitataan valtakunnan metsien inventointeihin ja State of Europe's Forests 2020 -raporttiin (Forest Europe 2020). Suomessa VMI tuottaa tietoa metsien pinta-alasta vallitsevan puulajin mukaan, ja aineistosta voidaan erottaa kotimaiset ja vierasperäiset puulajit. VMI13-tulosten mukaan vierasperäisten puulajien vallitsevia metsiä on metsämaalla 28 000 hehtaaria.

Luontaisten puulajien osuutta on vaikea kasvattaa nykyisestä, koska osuus on jo niin suuri. Ilmastosta sopeutumisen lisää kiinnostusta vieraspuulajien käyttöä kohtaan. Tästä johtuen luontaisten puulajien osuus voi jonkin verran kasvaa pidemmällä aikavälillä.

8.1.7. Puuston monilajisuus

Asetuksen määritelmässä puuston monilajisuudelle viitataan valtakunnan metsien inventointeihin ja State of Europe's Forests 2020 -raporttiin (Forest Europe 2020). Valtakunnan metsien inventoinneilla ei ole yhteistä määritelmää puuston monilajisuudelle. Forest European (2020) raportissa puuston monilajisuutta tarkastellaan sen mukaan, kuinka paljon eri maissa on metsiä, joissa on vain yhtä puulajia, 2–3 puulajia, 4–5 puulajia ja 6 tai useampi puulaji. Raportin tiedonkeruussa ei ole määritetty tarkastelualaa, jolta puulajit lasketaan. Suomessa VMI:n tiedoista puulajien määrä voidaan laskea joko metsikkötasolle kirjatuista puulajeista tai koealoilta mitatuista puista. Kaikkien maiden inventoinneissa ei ole vastaa metsikkötason käsitettä, ja käytetyn koealan koko vaihtelee. Koska koealan koko vaikuttaa havaittavien lajien määrään, eri maiden inventoinneista saatu tieto on vertailukelpoista. Eri kasvillisuusvyöhykkeillä ja kasvupaikoilla puulajien monimuotoisuus vaihtelee luontaisesti, joten eri alueiden, esimerkiksi maiden, vertailu on kyseenalaista. Seuranta yli ajan on informatiivisempaa kuin alueiden vertailu.

Suomen tiedot Forest Europe (2020) raporttiin on laskettu VMI:ssä metsiköille kirjatuista havainnoista. State of Europe's Forest 2020 -raporttia varten lasketuissa tiedoissa metsän ja muun puustoisien maan (=metsä- ja kitumaan) alasta 8,393 milj. hehtaaria on yhden puulajin metsää.

Puuston monilajisuus todennäköisesti lisääntyy tulevaisuudessa. Metsänhoitosuosituksissa neuvotaan jättämään vähintään 10 % lehtipuuosuus havupuutaimikoihin (Tapio 2022b).

8.2. Kaukokartoituksen mahdollisuudet indikaattoreiden seurannassa

8.2.1. Kaukokartoitusaineistojen yleisiä ominaisuuksia

Sekä MISU:n toimenpiteiden että ennallistamisasetuksen yhteydessä kaukokartoitus tunnustetaan tärkeäksi menetelmäkokonaisuudeksi kohteiden tilan arvioinnissa ja seurannassa. MISU-raportissa kaukokartoitus pohjaisen tiedon mainitaan parantavan kohdekohtaista tietoa ja auttavan toimenpiteiden kohdentamisessa. Ennallistamisasetuksessa korostetaan kaukokartoituksen mahdollisuuksia oikea-aikaisen, vaikuttavan ja johdonmukaisen tiedonkeruun varmistamisessa. Lisäksi ennallistamisasetuksen artiklan 20 mukaan asetuksen seuranta tulee perustua sähköisiin tietokantoihin ja paikkatietojärjestelmiin, joissa kaukokartoitus pohjainen havainnointi ja siitä saatavan datan analysointi ovat olennaisessa roolissa.

Kaukokartoitusaineistot ovat iso kokonaisuus erilaisilla alustoilla ja laitteilla havainnoitavaa tietoa, joista tässä yhteydessä käsitellään lähinnä laaja-alaiseen ja kustannustehokkaaseen indikaattoreiden seurantaan sopivia tietolähteitä.

- **Optiset satelliitit** tuottavat kuvamateriaalia usealla eri aallonpituusalueella (kanavalla). Pääpaino indikaattorien seurannan osalta on Copernicus-ohjelman Sentinel-2 satelliitilla, jonka maastoresoluutio (kuva-alkion koko maanpinnalla) on 10–60 m riippuen käytetystä kanavasta. Yksittäisellä ylilennolla kuvataan 290 km:n levyinen vyöhyke, ja samasta kohteesta saadaan uutta kuvamateriaalia muutaman päivän välein. Käytännössä kuitenkin vain pieni osa kuvista on käyttökelpoisia pilvisyyden takia.
- **Ilmakuvaus** lentokoneesta käsin tuottaa resoluutioltaan optisia satelliitteja tarkempaa kuvamateriaalia. Tämänhetkisen kansallisen ilmakuvausohjelman mukaisesti vuosittainen ilmakuvausala on noin 110 000 km² ja kuvatuotteet tehdään 50 cm maastoresoluutiolla, jolloin koko Suomi saadaan kuvattua kolmen vuoden syklillä (Ylä-Lappi harvemmin). Puolet kuvista on kevät- ja puolet kesäkuvia, mikä vaikuttaa kuvien hyödynnettävyyteen indikaattoreiden seurannassa.
- **Laserkeilausaineistoja** tuotetaan ilmakuvia vastaavalla tavalla kansallisen laserkeilausohjelman mukaisesti. Koko Suomi keilataan vähintään 5 pistettä/m² tiheydellä kuuden vuoden syklissä (Ylä-Lappi harvemmin). Lopputuotteena saatavasta pistepilviaineistosta voidaan tulkita esimerkiksi puuston pituutta sekä muita latvuserroksen ja rajoitetusti myös alempien osien rakennepiirteitä.
- **Fotogrammetrisia pistepilviaineistoja** voidaan tuottaa ilmakuvien pohjalta perustuen saman kohteen näkymiseen eri kuvakulmista peräkkäisissä ja osin päällekkäisissä kuvissa. Tulokseksi saadaan pistepilviaineisto, joka puuston osalta kuvaa käytännössä vain ylintä latvuserrosta ilman mahdollisuutta tunnistaa peitteisten kohteiden muita rakennepiirteitä tai maanpintaa. Etuna on kuitenkin mahdollisuus pistepilvipohjaisen tiedon tiheämpään päivityssykliin ja siihen, että fotogrammetrinen pistepilvi ja sitä vastaava ilmakuvat täsmäävät ajallisesti keskenään.

Indikaattoreiden seurannassa on myös mahdollista käyttää jo valmiiksi tulkittuja kaukokartoituspohjaisia aineistoja, kuten monilähteisiä valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) karttoja. Ne pohjautuvat VMI-mittausten yleistämiseen optisia satelliittikuvia ja digitaalisia kartta-aineistoja käyttäen, joista luodaan useita inventointitunnuksia kuvaavia rasteriaineistoja 16 m pikselikoolla ja kahden vuoden päivityssyklillä. MVMI-karttojen tietosisältö on kuitenkin altis satunnaisvaihtelulle johtuen erilaisista häiriötekijöistä, ja aineistosta laskettavia tunnuslukuja voidaan pitää luotettavina lähinnä laajempien alueyksiköiden tasolla.

Tarkastelun ulkopuolelle on tässä yhteydessä jätetty tarkat, mutta vain pienialaisesti hyödynnettävissä olevat kaukokartoitusaineistot, joita kuvataan tai keilataan maan pinnalta tai matalla lentävistä drooneista. Lisäksi tutkasatelliittiaineistojen kuten Sentinel-1:n analysointimahdollisuuksia ei erikseen käsitellä. Tutkasatelliittien etuna on se, ettei pilvisuus häiritse havainnointia, mutta kerätyt aineistot ovat tulkinnallisesti haastavia ja alttiita erilaisille häiriöille. Tutkasatelliittien kuvat voivat sopia osaksi laajempaa kaukokartoituspohjaista mallinnusta, mutta niiden tietosisältö sellaisenaan jää puutteelliseksi indikaattorien seurannan kannalta.

Kaukokartoitusaineistoja sovellettaessa on huomioitava se, että ne kuvaavat metsiä ylhäältä päin, jolloin suurin osa metsien sisärakenteen ja kenttäkerroksen ominaisuuksista jää puutteellisesti tunnetuiksi. Lisäksi yksittäisten puiden ominaisuuksista voidaan saada tarkimmillakin aineistoilla vain rajallisesti tietoja, ja laajojen alueiden kattaminen vaatii tyypillisesti usean eriaikaisen aineiston yhdistelemistä. Tietyistä haasteista huolimatta kaukokartoitusaineistojen käyttöön liittyy kuitenkin paljon etuja esimerkiksi koealapohjaisiin VMI-aineistoihin verrattuna, kuten aineistojen laaja kattavuus maankäyttötyypistä riippumatta, melko tiheä

päivityssykli, sekä mahdollisuudet naapuruston, laajempien alueiden ja niiden muodostamien verkostojen tarkasteluun. Aineistoille voidaan myös luoda automatisoituja prosessointiketjuja ja malleja, joita voidaan hyödyntää uudelleen eri lähtöaineistoilla.

Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan niitä EU:n ennallistamisasetuksen metsiä koskevia indikaattoreita, joiden seurantaan kaukokartoitusaineistojen katsotaan soveltuvan ainakin osittain. Tällaisia indikaattoreita ovat eri-ikäisrakenteisten metsien osuus, metsien kytkeytyneisyys ja puuston monilajisuus. Käsittelystä on jätetty pois yleisten metsälintujen indeksi, jonka osalta kaukokartoitus pohjainen analysointi ei ole mahdollista, ja orgaanisen hiilen varasto, jonka tarkasteluun käsiteltävien kaukokartoitusaineistojen tietosisältö ei riitä. Metsät, joissa muut kuin luontaiset puulajit ovat valtalajeina kattavat puolestaan niin pienen pinta-alan, että kaukokartoitus pohjaiseen seurantaan liittyvät epävarmuudet heikentäisivät merkittävästi seurannasta saatavien tietojen hyötyä. Myöskään kuolleen pysty- ja maapuun osalta menetelmä tarkastelua ei tehdä, koska kuolleen puun havainnointi laaja-alaisia kaukokartoituslähteitä käytettäessä on haasteellista ja epävarmaa, ja siitä luodut mallinnukset perustuisivat oletettavasti enemmänkin muihin ominaisuuksiin, kuten puuston pituuteen. Periaatteessa pistepilviaineistojen toistomittauksista voidaan erottaa kaatuneet isot puut, joiden voidaan olettaa ainakin suojelualueilla jääneen kuolleeksi maapuuksi (Holopainen 2019), mutta tämänkaltaisten marginaalitapausten lisäksi laajempi seuranta ei oletettavasti vastaisi indikaattorin vaatimaa tarkkuutta.

8.2.2. Eri-ikäisrakenteisten metsien osuus

Lähtökohtaisesti eri-ikäisrakenteen viittaa puuston monipuoliseen kokojakaumaan ja vaihtelevaan vertikaaliseen rakenteeseen. Laaja-alaisen kaukokartoitusaineistojen käyttämiseen tällaisten metsien tunnistamiseksi liittyy tiettyjä haasteita, kuten aineistojen puutteellinen kyky mitata eri-ikäisrakenteelle olennaisia ominaisuuksia sekä sellaisten opetusaineistojen niukkuus, joita voisi hyödyntää rakennepiirteitä erottelevien mallien luomisessa. Kohteiden kaukokartoitus pohjainen tunnistus ja seuranta on kuitenkin mahdollista, jos tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti latvuskerroksen horisontaalinen vaihtelu, eli vierekkäisten puiden tai puuryhmien pituuserot. Kaukokartoituksen kannalta olennaista on kuitenkin se, että suurimmat puut eivät muodosta liian tiivistä ylintä latvuskerrosta, vaan myös osa pienemmistä puista on nähtävissä ylhäältä päin.

Eri-ikäisrakenteisten metsien rakenteellisia eroja tasaikäisiin verrattuna voidaan havainnoida parhaiten pistepilviaineistojen avulla. Periaatteessa riittävän tiheät lentolaserkeilatut pistepilvet mahdollistavat latvuskerroksen alle jäävän puuston tilavuuden ja jopa yksittäisten alikasvopuiden tunnistamisen, mutta operationaalisesti keilatut ja laaja-alaisesti saatavilla olevat aineistot eivät tuota tällaista tarkkuustasoa (Hamraz ym. 2017, Jarron ym. 2020). Horisontaalisen rakenteen erot kasvatustapojen välillä ovat kuitenkin myös matalammilla pistetiheyksillä melko selviä, jos tulkintaa tehdään laajempia alueiden, kuten metsikkökuvioiden tasolla (Pintar & Skudnik, 2024). Myös eri-ikäiskasvatukseen liittyvät suurten puiden poiminta- ja pienaukkohakkuut säilyvät näkyvinä melko pitkäänkin hakkuun jälkeen (Atzberger ym. 2020).

Lentolaserkeilatut pistepilvet ovat fotogrammetrisesti tuotettuja aineistoja kattavampia vertikaalisessa suunnassa, mikä parantaa tulkintamahdollisuuksia ja helpottaa indikaattorin seuranta. Ilma- ja satelliittikuvat soveltuvat ainoastaan rajoitetusti pienaukkojen havainnointiin, ja niiden osalta epävarmuudet jäävät suuremmiksi. Seurannassa tulee myös huomioida, että esimerkiksi metsiköt, joita ollaan muuttamassa jatkuvapeitteisen, eri-ikäisrakenteisen

kasvatuksen suuntaan varjoa sietävän kuusialikasvoksen kautta, eivät kaukokartoitusmenetelmien avulla välttämättä erotu tasaikäisistä metsistä ennen kuin kuuset ovat kasvaneet riittävästi (Pintar & Skudnik 2024). Lisäksi tasaikäisissäkin metsissä latvuskerroksen horisontaalinen monipuolisuus lisääntyy iän myötä, jolloin myös erot eri-ikäisrakenteisiin metsikkökuvioihin pienenevät (Aalto ym. 2023).

8.2.3. Metsien kytkeytyneisyys

Kaukokartoitusaineistot soveltuvat lähinnä metsien rakenteellisen kytkeytyneisyyden tarkasteluun, joka liittyy suoraviivaisesti niiden mitattavissa oleviin yleisiin rakennepiirteisiin. EU:n ennallistamisasetuksen menetelmäkuvauksessa (Vogt ym. 2019) mainitaan Copernicus-ohjelman tuottama maanpeitetieto, ja periaatteessa sen avulla kytkeytyneisyyslaskenta pystytään toteuttamaan melko suoraviivaisesti ohjeita seuraamalla. Maanpeitekarttojen koostaminen tapahtuu kuitenkin useita vuosia lähtöaineistojen tuotantoa jäljessä ja niissä on omat virhelähteensä. Tieto ei siten välttämättä vastaa kansallisen tason tarpeita indikaattorin seurannan osalta. Sama pätee muihinkin valmiiksi tulkittuihin aineistoihin, kuten MVMI-karttoihin, jotka on lisäksi rajattu vain metsätalousmaalle. Rajaus määrittää Maanmittauslaitoksen tuottaman maastotietokannan avulla ja sen vuoksi osa kaupunkien, viheralueiden ja muiden maankäyttömuotojen puustosta sekä hiljattain metsitetyistä pelloista jää MVMI-tulkinnan ulkopuolelle, ja niiden osalta kytkeytyneisyys voidaan aliarvioida. Nämä seikat puoltavat kytkeytyneisyyden arviointia päivityssykliltään riittävän tiheiden kaukokartoitusaineistojen pohjalta, jotka kattavat kaikki maankäyttötyypit.

Indikaattorin seurannan kannalta avohakkuut aiheuttavat tilapäisiä ja maankäytön muuttuminen metsästä esimerkiksi maatalousmaaksi pysyvämpiä negatiivisia muutoksia, kun taas positiiviset muutokset tapahtuvat taimikoiden kasvun ja sukkessiokehityksen myötä. Lähtökohtaisesti kaikki laaja-alaiset kaukokartoitusaineistot soveltuvat puuttomien maiden erottamiseen peitteisistä metsistä, ja esimerkiksi satelliittikuva-aineistojen avulla saavutetaan tyypillisesti yli 90 % luokitustarkkuus (Atzberger ym. 2020). Satelliittikuvilla voidaankin tuottaa tiheästi päivittyviä kartta-aineistoja, jotka ovat käyttökelpoisia metsälaikkujen ja niiden kytkeytyneisyyden tarkasteluun etenkin, kun huomioidaan tavoiteltu hehtaarin hilakoko (Ma ym. 2017). Esimerkiksi Suomen metsäkeskus seuraa operatiivisesti hakkuiden toteutumista osin Sentinel-2 satelliittikuviin pohjautuen.

Pienemmät muutokset, kuten harvennus-, poiminta- ja pienaukkohakkuut eivät välttämättä erotu hyvin satelliittikuvista, mutta yleensä nämä eivät myöskään muuta metsää muihin maanpeiteluokkiin ja siten vaikuta kytkeytyneisyyteen. Haasteellisinta seurannan kannalta ovat vähittäiset muutokset avoimesta maasta metsäksi niin, että se täyttää ennallistamisasetuksessa käytetyn FAO:n määritelmän sekä latvuspeiton (30 %) että puiden pituuden (lähtökohtaisesti vähintään 5 m) osalta. Tämä koskee taimikoiden kasvun lisäksi myös esimerkiksi joutomaiden ja heikkotuottoisten peltojen metsittämisen vaikutuksia. Metsäalaa ja kytkeytyneisyyttä lisäävien muutosten seuranta onkin tarkinta pistepilviaineistoja käyttäen, joista sekä latvuspeitto että puiden pituus pystytään tulkitsemaan varsin luotettavasti. Tähän tarkoitukseen käyvät hyvin myös fotogrammetrisesti tuotetut pistepilvet (Tompalski ym. 2021).

8.2.4. Puuston monilajisuus

Puulajien lukumäärän selvittäminen vaatii lähtökohtaisesti sekä yksittäisten puiden tunnistamista että niiden lajien selvittämistä, mikä on kaukokartoitusaineistoja käytettäessä haasteellinen tehtävä. Jos käytössä on tiheä pistepilviaineisto ja heijastustietoa usealla eri aallonpituusalueella, voidaan tunnistusta periaatteessa tehdä melko pienin virherajoin (Tuominen ym. 2018). Laaja-alaisten kaukokartoitusaineistojen osalta tätä mahdollisuutta ei kuitenkaan ole, ja virherajat etenkin pienten alueyksiköiden tasolla voivat olla melko laajat. Pikselikohtainen epävarmuus hankaloittaa myös MVM-aineistojen puulajikohtaisten kartta-aineistojen käyttöä, eivätkä niiden perusteella tehdyt lajimääräarviot ole välttämättä realistisia. Lisäksi pienempien alikasvospuiden erottaminen on vaikeaa aineiston laadusta riippumatta.

Kaukokartoituksen käyttö puuston monilajisuuden seurannassa on mielekästä lähinnä silloin, kun tarkastelua tehdään riittävän yleistetyllä tasolla. Tulkintakohteina voivat tällöin olla yhden puulajin metsiköiden erottelu monilajisista, ja yleisimpien puulajien – männyn, kuusen ja joidenkin lehtipuiden – varttuneiden yksilöiden tunnistaminen. Parhaisiin tuloksiin päästään tällöin yhdistelemällä lentolaserkeilauksen pistepilviä ilma- tai satelliittikuvien heijastusarvoihin. Tässä yhteydessä ilmakuvat ovat resoluutioltaan tarkempia, mutta satelliittikuvien etuna on laajempi rekisteröityjen aallonpituusalueiden määrä sekä suurempi päivitystiheys, mikä mahdollistaa myös fenologiatiedon käyttämisen havainnoinnin apuna (Bielza ym. 2024). Tulkinnan luotettavuus kuitenkin vähenee lajimäärän ja puiden kokojakauman kasvaessa.

9. Johtopäätökset

9.1. EU:n ennallistamisasetuksen indikaattoreiden suhde MISU:n toimenpiteisiin

Selvityksessä arvioitiin EU:n ennallistamisasetuksen artiklan 12 metsiä koskevien indikaattoreiden, valittujen artiklassa 4 mainittujen luontotyyppien (boreaaliset metsät, puustoiset suot, harjumetsä, lehdot) sekä artiklan 13 kolmen miljardin puunistutustavoitteen suhdetta Maankäyttösektorin ilmastosuunnitelman (MISU) toimenpiteisiin. Selvityksessä myös tunnistettiin, mitä muita toimenpiteitä tarvittaisiin MISU:n toimenpiteiden lisäksi, jotta ennallistamisasetuksen metsiä koskevissa indikaattoreissa saavutettaisiin kasvava suuntaus ja jotta valittujen luontotyyppien tila paransi. Lisäksi arvioitiin metsiä koskevien indikaattoreiden seuranta.

Useimmilla MISU:n toimenpiteillä voidaan edistää EU:n ennallistamisasetuksen metsiä koskevien indikaattoreiden myönteistä kehitystä. Monilla tarkastelluilla toimenpiteillä on myönteistä vaikutusta erityisesti yleisten metsälintujen indeksiin. Useat toimenpiteet vaikuttavat myönteisesti myös metsien kytkeytyneisyyteen. Ennallistamisasetuksen Metsien kytkeytyneisyys -indikaattori huomioi kuitenkin ainoastaan rakenteellista kytkeytyneisyyttä. Tämän takia MISU:n toimenpiteistä lähinnä metsäkadon ehkäisy, joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys sekä suopohjien ilmastokestävä jatkokäyttö siinä tapauksessa, että suopohja metsitetään, vaikuttavat indikaattorin arvoon.

Jos indikaattorin arvo on tällä hetkellä pieni, kasvava suuntaus voidaan saavuttaa melko pienilläkin toimenpiteillä. Suomessa esimerkiksi eri-ikäisrakenteisten metsien osuus puuntuotannon maan metsistä on tällä hetkellä pieni, minkä takia indikaattorin arvoa voidaan kasvattaa varsin pienilläkin eri-ikäisrakenteisten metsien pinta-alan lisäyksillä. Nykyisin metsien osuus, joissa luontaiset puulajit ovat valtalajina, on Suomessa suuri. Siten näiden metsien osuutta ei tarkastelluilla MISU:n eikä muillakaan toimenpiteillä ole luultavasti tarvetta lisätä. Tarvittavien toimenpiteiden laajuus riippuu kuitenkin myöhemmin kansallisesti kaikille indikaattoreille määritettävistä tavoitetasoista.

Toimenpiteiden vaikutukset useisiin ennallistamisasetuksen indikaattoreihin riippuvat siitä, miten näitä toimenpiteitä toteutetaan. Useat toimenpiteet, kuten oikea aikainen metsän harventaminen tai peitteinen metsänkasvatus, eivät esimerkiksi lisää kuolleen puun määrää, jolle alueelle jätetä säästöpuuta tai muulla tavoin edistetä kuolleen puun syntymistä. Myös puuston monilajisuuden edistäminen edellyttää, että esimerkiksi metsien uudistamisen tai harventamisen yhteydessä tähän asiaan kiinnitetään huomiota.

Joiden indikaattoreiden kohdalla MISU:n toimenpiteiden vaikutukset indikaattorin kehitykseen riippuvat tarkasteltavan ajanjakson pituudesta. Esimerkiksi metsäkadon ehkäisyllä voidaan saavuttaa välitön vaikutus kuolleen pysty- ja maapuiden määriin, mutta joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitys tuottaa mahdollisesti kuollutta puuta vasta vuosikymmenien kuluttua.

Tässä selvityksessä tarkasteltiin kirjallisuuden ja asiantuntija-arvioiden perusteella erilaisten metsiä koskevien MISU:n toimenpiteiden vaikutusta valittuihin indikaattoreihin. Tarkastelua voitiin tehdä periaatteellisella tasolla ottamatta huomioon esimerkiksi toimenpiteiden alueellista laajuutta sekä alueellista ja ajallista jakautumista.

9.2. EU:n ennallistamisasetuksen valittujen luontotyyppien suhde MISU:n toimenpiteisiin

Boreaalisten metsien MISU-toimenpidearvioinnin oletuksena oli rakenteeltaan jonkin verran heikentynyt boreaalinen metsä, johon syystä tai toisesta kohdistuu metsänhoitoa. Luonnonmetsille toimivimpia ylläpito- ja parannustoimia on laajojen metsäalueiden suojelu ja niiden jättäminen kehittymään "itseksensä". Tätä tarkoitusta varten täytyy paikantaa puuston ikärakenteeltaan ja rakennepiirteiltään parhaat, mutta myös kehityspotentiaaliltaan lupaavimmat tai suojelualueverkoston täydentämisen kannalta sijainniltaan optimaaliset metsät. Suojelu- tai MISU-toimien vaikutuksia täytyisi tarkastella useampia vuosikymmeniä johtuen monien vaikutusten realisoitumisen hitaudesta. Lisäksi kohteita ja toimenpiteitä täytyisi tarkastella maisema- tai alueellisella tasolla eri hyötynäkökulmien optimaaliseksi yhdistämiseksi.

Puustoisten soiden hoitosuunnittelun lähtökohtia ekologisesta näkökulmasta ovat kohteiden ja alueiden nykyisten luonto- ja muiden arvojen tuntemus sekä ymmärrys vesitaloudesta. Soiden osalta ennallistaminen on keskeisimpiä yleistoimia; tälle olisi hyödyllistä asettaa maise-matason tavoitteita eikä tyytyä kohdetason toimiin ja tarkasteluihin. Tavoitteiden olisi myös hyvä olla pitkäjänteisiä: olisi esimerkiksi ratkaistava, halutaanko vähennetyn kunnostusojituksen kohteet pitää jatkossakin metsätalouden piirissä. Aktiivinen toiminta, kuten ojien tukkimi-nen kaivinkoneella, tuottaa tuloksia nopeimmin, mutta myös passiiviset toimet (jättäminen itseksensä kehittymään) voi pitkällä aikavälillä johtaa hyviin tuloksiin. Toisaalta jotkin vanhat ojituskohdet (turvemaametsät) voivat olla rakennepiirteiltään sen kaltaisia, että niillä on huo-mattavia monimuotoisuusarvoja; tällaisissa tilanteissa niiden jättäminen nykytilaansa saattaisi tuottaa suuremman monimuotoisuushyödyn kuin niiden ennallistaminen luonnontilaisen kal-taiseksi suoksi.

Harjut ovat pienestä kokonaispinta-alastaan huolimatta uhanalaiselle lajistolle hyvin merkittä-viä, varsinkin niiden paahteiset ja karut huiput ja aurinkoiset etelärinteet. Näillä paikoilla puuston pitäminen melko harvana on positiivista, ja pienilmasto- ja lajistotehoa voidaan pa-rantaa korjaamalla hakkuutähde pois kohteelta. Vaikka pidennetty kiertoaika yleisesti säilyttää monimuotoisuudelle arvokkaita vanhoja puuyksilöitä, harjujen paahdeympäristöissä toimella voi olla negatiivisia vaikutuksia. Harjujen tasamaa- ja varjorinnemetsissä kiertoajan pidentä-misellä on enimmäkseen positiivisia monimuotoisuusvaikutuksia. Harjuilla erilaiset metsittä-mistoimet ja uusiutuvan energiantuotannon infrarakentaminen voivat olla hyvinkin haitallisia.

Lehtojen eliölajiston ja lehtoluontotyyppien kannalta keskeistä on mahdollisimman vähäinen puuttuminen luontaisesti kehittyviin puusto- ja kasvupaikkarakenteisiin. Lehdot on tärkeää säilyttää puustoisina ja puulajeiltaan monipuolisina, ei välttämättä lehtipuuvaltaisina. Erityi-sesti Etelä-Suomen lehtometsät tulisi suojella tai, jos kohde täytyy säilyttää metsätalous-maana, käyttää vain kevyimpiä metsätalousmenetelmiä ja tehostettua luonnonhoitoa, jotta sen uhanalainen lajisto ei vaarannu.

Yhteenvedona luontotyyppinä koskien todettakoon, että tarkastelluista MISU-toimenpiteistä suurella osalla oli ainakin vähäisiä positiivisia suoria vaikutuksia kaikkiin luontotyyppeihin. Yleishyödyllisimpiä ovat toimet, jotka liittyvät metsäkadon ehkäisyyn sekä kiertoajan pidentä-minen olettaen, että tarkasteltava kohde luokitellaan talousmetsäksi. Harvennuksista on hait-taa boreaalille luonnonmetsille, ja harjuilla ja lehdoissakin hyödyllisiä ovat lähinnä luonnon-hoitoon rinnastettava puuston harventaminen, joka ylläpitää paahteisuutta ja karuutta (harjut)

tai lehtokasvillisuutta ja lehtipuita (lehdot). Metsittäminen hyödyttäneekä pitkällä aikavälillä boreaalisia luonnonmetsiä ja -rehevän maatalousmaan osalta - lehtoja. Lannoittamista ei tulisi käyttää direktiiviluontotyypeissä, koska se muuttaa kasvillisuutta, maaperää ja oletettavasti myös muuta eliölajistoa; varauksin se kuitenkin voisi hyödyttää boreaalisia luonnonmetsiä. Kohdeympäristöihinsä tarkoitettut luonnonhoitotoimet ovat hyödyllisiä näissä ympäristöissä: harjujen paahdeympäristöt hyötyvät polttamisesta, useimmat lehtoluontotyypit havupuiden poistamisesta ja puustoiset suot ennallistamisesta, ojituksen välttämistä ja peitteisestä metsänkasvatuksesta.

9.3. Kolmen miljardin puun istutustavoitteen suhde MISU:n toimenpiteisiin

MISU:n toimenpiteeseen joutoalueiden ja heikkotuottoisten peltojen metsitykseen liittyvä joutoalueiden määräaikainen metsitystuki on merkittävästi edistänyt puunistutustavoitteen saavuttamista. Muilla tarkastelluilla MISU:n toimenpiteillä ei ole suoraa vaikutusta puunistutustavoitteeseen.

9.4. Muut kuin tarkastellut MISU:n toimenpiteet

Muina kuin MISU:n toimenpiteinä EU:n ennallistamisasetuksen indikaattoreiden kasvavaa suuntausta voitaisiin edistää esimerkiksi sekametsien suosimisella niille sopivilla kasvupaikoilla. Sekametsien suosiminen edellyttäisi hirvituhojen ehkäisyä. Sekametsien suosimisella on erityisen läheinen kytkös Puuston monilajisuus -indikaattoriin.

Herkkien alueiden metsien käytön ja käsittelyn rajoitukset olisivat myös toimenpide, jolla voitaisiin edistää useita indikaattoreita saavuttamaan kasvava suuntaus.

Aluetason suunnittelulla voidaan parantaa useiden indikaattoreiden arvoa ja luontotyyppien tilaa. Valuma-alueiden suunnittelun menetelmien ja välineiden kehitys on MISU:n toimenpide, joka jätettiin tämän raportin tarkastelujen ulkopuolelle. Vastoinnain on ilmestynyt Valuma-alue suunnittelun tiekartta 2030, jossa on tarkasteltu valuma-alueiden suunnittelua tarkemmin (Rytkönen ym. 2024). Jos valuma-alueiden suunnittelussa huomioidaan esimerkiksi Metsähallituksen alue-ekologisen suunnittelun periaatteet suojavaikokkeineen ja ekologisine käytävi-neen (Kaukonen ym. 2024), suunnittelun turvin säästettäviä puustoisia alueita oikein kohden-tamalla on mahdollista turvata esimerkiksi boreaalisen luonnonmetsän (ja myös puustoisien soiden) ominaisuuksia, kuten pienilmasto, puustorakenteet ja luontotyyppille tyypillinen lajisto. Suojavaikokkeet ja ekologiset käytävät suojaavat pienilmasto-olosuhteita ja lajistoa myös niitä reunustavissa metsissä (esim. Koivula ym. 2022).

Uusiutuvan energian infrarakentamisella voi olla negatiivista vaikutusta useisiin ennallistamisasetusten indikaattoreihin. Uusiutuvan energian infrarakentamisessa tulisi kiinnittää huomiota huolelliseen tuotantorakenteiden ja sähkösiirtolinjojen suunnitteluun.

9.5. Indikaattoreiden seuranta

Tiedon tuottamisessa indikaattoreita varten ei Suomessa ole puustoon liittyvien tunnusten osalta merkittäviä ongelmia, sillä VMI pystyy tuottamaan pääosan tiedoista. Maaperän hiiliväestön seurantaan on käytettävissä mallinnukseen perustuvat kasvihuonekaasuinventaarissa vuosittain laskettavat tiedot ja Luonnonvarakeskuksessa on valmisteltu mittauksiin perustuvan seurannan toteuttamista osana Maaperän seurantalain toimeenpanoa.

EU:n ennallistamisasetuksen määritelmät ovat puutteelliset, mikä voitaneen tulkita niin, että jäsenmaiden tähän asti VMI:ssä käyttämät määritelmät soveltuvat eivätkä pienet erot aiheuta merkittäviä vertailuongelmia useimmissa indikaattoreissa. Puuston monilajisuuden määritelmä riippuu vahvasti havaintoalueen koosta, joten sen indikaattorien osalta maiden vertailu ei ole mielekästä, ellei havaintoalueen määritelmää ole harmonisoitu.

Kaukokartoitusmenetelmät ovat välttämättömiä metsien kytkeytyneisyyden seurantaan. Teoriassa niitä voidaan käyttää myös eri-ikäisrakenteisten metsien osuus- ja puuston monilajisuus -indikaattoreiden seurantaan, mutta todennäköisesti ei sillä tarkkuudella kuin olisi tarpeen ennallistamisasetuksen seurannassa. Laaja-alaisten kaukokartoitusaineistojen kyky kuvata metsän sisärakennetta on puutteellinen, joten niiden avulla voidaan mitata vain rajallisesti eri-ikäisrakenteen kannalta olennaisimpia piirteitä. Tämä ei kuitenkaan estä kaukokartoituksen käyttöä indikaattorin seurantaan, sillä eri-ikäisrakenteisen metsän latvuseros eroaa tasaikäisestä kasvatusmetsästä myös horisontaalisessa suunnassa, eli vierekkäisiä puita tai puuryhmiä tarkasteltaessa. Metsien kytkeytyneisyyden arviointi tulisi toteuttaa päivityssykliltään riittävän tiheiden kaukokartoitusaineistojen pohjalta, jotka kattavat kaikki maankäyttötyypit. Kaukokartoituksen käyttö puuston monilajisuuden seurannassa on mielekästä lähinnä silloin, kun tarkastelua tehdään riittävän yleisellä tasolla.

Viitteet

- Aakala, T. 2021. Metsien luontainen rakenne, kehitys ja haasteet monimuotoisuuden turvaamiselle talousmetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2021-10673. <https://doi.org/10.14214/ma.10673>
- Aalto, I., Aalto, J., Hancock, S., Valkonen, S. & Maeda, E.E. 2023. Quantifying the impact of management on the three-dimensional structure of boreal forests. *Forest Ecology and Management* 535: 120885. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120885>
- Airaksinen, O. & Karttunen, K. 2001. Natura 2000 -luontotyyppiopas. 2. korjattu painos. Suomen ympäristökeskus, Luonto ja luonnonvarat, Ympäristöopas 46.
- Angelstam, P.K., Bütler, R., Lazdinis, M., Mikusiński, G. & Roberge, J.-M. 2003. Habitat thresholds for focal species at multiple scales and forest biodiversity conservation – dead wood as an example. *Annales Zoologici Fennici* 40: 473–482. <https://www.jstor.org/stable/23736504>
- Alanen, A., Leivo, A., Lindgren, L. & Piri, E. 1995. Lehtojen hoito-opas. Metsähallitus, Vantaa. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja, Sarja B 26. 128 s.
- Alhroth, P. & Lehesvirta, T. 2004. Paloympäristöt. Julkaisussa: Kuuluvainen, T., Saaristo, L., Keto-Tokoi, P., Kostamo, J., Kuuluvainen, J., Kuusinen, M., Ollikainen, M. & Salpakivi-Salomaa, P. (toim.). *Metsän kätköissä – Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*. Edita Publishing Oy. Helsinki.
- Anonyymi 2024. Article 17 web tool. <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/habitat/report/>
- Antola, J., Haapanen, M., Himanen, K., Leinonen, K., Paanukoski, S. & Stenvall, N. 2023. Metsänjalostuksen hyödyt käytäntöön – metsäpuiden siemenviljelysten perustamisohjelma 2060. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-719-8>
- Arcilla, N. & Strazds, M. 2023. Ten principles for bird-friendly forestry: conservation approaches in natural forests used for timber production. *Birds* 4: 245–261.
- Arnkil, N., Salin, S. & Heinonen, P. 2024, EU:n luontodirektiivin luontotyyppien tilan parantaminen – Selvitys sitoumuksen edellyttämistä toimista. Luodsi-hankkeen loppuraportti. Tapion raportteja nro 66. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2024/01/Luodsi-loppuraportti-taitto-final.pdf>
- Aro, L., Jylhä, P., Järvenranta, K., Matila, A., Ramstadius, U., Ronkainen, T., Räsänen, A., Silvan, N., Silvenius, F., Virkajärvi, P., Wall, A. & Tolvanen, A. 2023. Turvetuotannosta poistuvien alueiden jatkokäytön vaihtoehdot Suomessa sekä arvio niiden ympäristö- ja talousvaikutuksista. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 120/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-853-9>

- Aronsson, K.A. & Ekelund, N.G.A. 2004. Biological effects of wood ash application to forest and aquatic ecosystems. *Journal of Environmental Quality* 33: 1595–1605. <https://doi.org/10.2134/jeq2004.1595>
- Asetus (EU) 2024/1991. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus luonnon ennallistamisesta ja asetuksen (EU) 2022/869 muuttamisesta. Annettu 24 päivänä kesäkuuta 2024. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401991
- Assmuth, A., Lintunen, J., Wejberg, H., Koikkalainen, K., Uusivuori, J. & Miettinen, A. 2022. Metsäkadon ilmastohaitta ja hillinnän ohjauskeinot Suomessa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 31/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-409-8>
- Atlegrim, O. & Sjöberg, K. 1995. Effects of clear-cutting and selective felling in Swedish Boreal coniferous forest: Response of invertebrate taxa eaten by birds. *Entomologica Fennica* 6(2-3): 79–90. <https://doi.org/10.33338/ef.83843>
- Atzberger, C., Zeug, G., Defourny, P., Aragão, L., Hammarström, L. & Immitzer, M. 2020. Monitoring of forests through remote sensing. ENV.D.1/ETU/2018/0022MV Final Report. 148 s. Euroopan unionin julkaisutoimisto, Luxemburg.
- Bielza, J.C., Noordermeer, L., Næsset, E., Gobakken, T., Breidenbach, J. & Ørka, H.O. 2024. Predicting tree species composition using airborne laser scanning and multispectral data in boreal forests. *Science of Remote Sensing* 10: 100154. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2024.100154>
- Bijlsma, R.J., Agrillo, E., Attorre, F., Boitani, L., Brunner, A., Evans, P., Foppen, R., Gubbay, S., Janssen, J.A.M., van Kleunen, A., Langhout, W., Noordhuis, R., Pacifici, M., Ramírez, I., Rondinini, C., van Roomen, M., Siepel, H. & Winter, H.V. 2019. Defining and applying the concept of Favourable Reference Values for species and habitats under the EU Birds and Habitats Directives; Technical report. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Report 2928. 94 s. <https://edepot.wur.nl/469035>
- Bioenergia 2019. Turvetuotannosta poistuneet suopohjat ovat jo hiilinieluja – metsitys tärkein jälkikäyttömuoto. 8.3.2019 Tiedotteet. <https://www.bioenergia.fi/2019/03/08/turvetuotannosta-poistuneet-suopohjat-ovat-jo-hiilinieluja-metsitys-tarkein-jalkikaytto-muoto/>
- Brlík, V., Silarova, E., Skorpilova, J. ym. 2021. Long-term and large-scale multispecies dataset tracking population changes of common European breeding birds. *Scientific Data* 8: 21. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00804-2>
- COM(2019) 640 final. Komission tiedonanto. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Annettu 11.12.2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019-DC0640>
- COM(2020) 380 final. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. Vuoteen 2030 ulottuva EU:n biodiversiteettistrategia. Annettu 20.5.2020. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0006.02/DOC_1&format=PDF

- COM(2021) 572 final. COM(2021) 572 final. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. Uusi EU:n metsästrategia 2030. Annettu 16.7.2021. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0d918e07-e610-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF
- COM(2022) 304 final. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus luonnon ennallistamisesta. Annettu 22.6.2022. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f5586441-f5e1-11ec-b976-01aa75ed71a1.0024.02/DOC_1&format=PDF
- Direktiivi 92/43/ETY. Neuvoston direktiivi 92/43/ETY, luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelusta. Annettu 21 päivänä toukokuuta 1992. <https://eurlex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=FI>
- Direktiivi 2000/60/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista. Annettu 23 lokakuuta 2000. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120>
- Direktiivi 2008/56/EY. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2008/56/EY yhteisön meriympäristöpolitiikan puitteista (meristrategiadirektiivi). Annettu 17 päivänä kesäkuuta 2008. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0056-20170607>
- Direktiivi 2009/147/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi luonnonvaraisten lintujen suojelusta (kodifioitu toisinto). Annettu 30 päivänä marraskuuta 2009. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009L0147-20190626>
- Domisch, T. & Hynynen, J. 2023. Kirjallisuustarkastelu pidennetyn kiertoajan vaikutuksista. Luonnonvarakeskus. Helsinki. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2023/02/PIKMA_kirjallisuuskatsaus_final-1.pdf
- Echiverri, L. & Macdonald, S.E. 2019. Utilizing a topographic moisture index to characterize understory vegetation patterns in the boreal forest. *Forest Ecology and Management* 447: 35–52. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.054>
- Edenius, L., Mikusinski, G. & Bergh, J. 2011. Can repeated fertilizer applications to young Norway spruce enhance avian diversity in intensively managed forests? *Ambio* 40(5): 521–527. doi: [10.1007/s13280-011-0137-5](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0137-5)
- EU Commission 2003. Interpretation manual of European Union habitats EUR25. European Commission DG Environment.
- Euroopan komissio 2023. Biodiversiteettiä tukevaa metsittämistä, uudelleenmetsittämistä ja puiden istuttamista koskevat suuntaviivat. <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/1c4561c7-7c54-11ee-99ba-01aa75ed71a1>
- Euroopan komissio 2024. Nature Restoration Law. Supporting the restoration of ecosystems for people, the climate and the planet. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en
- FAO 2023. Terms and Definitions, FRA 2025. Forest Resources Assessment Working Paper 194.

- Fitzsimmons, M. 2003. Effects of deforestation and reforestation on landscape spatial structure in boreal Saskatchewan, Canada. *Forest ecology and Management* 174(1–3): 577–592. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00067-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00067-1)
- Forest connectivity in Europe 2024. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/forest-connectivity-in-europe>
- Forest Europe 2020. State of Europe's Forests 2020. https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf
- Forsius, M., Heikkinen, R., Junntila, V., Kangas, J., Kosenius, A.-K., Kivinen, S., Kujala, H., Kumpulainen, T., Mäkelä, A., Ollikainen, M., Pekkonen, M., Tanhuanpää, T. & Virkkala, R. 2024. Luonto- ja ilmastotavoitteet metsissä – miten niihin päästään? IBC-Carbon-hankkeen tutkimustulosten yhteenveto ja tutkimuspohjaisia suosituksia. <https://helda.helsinki.fi/items/4a32fff7-62e4-48c1-8569-81824457abaf>
- Fraixedas, S., Lindén, A. & Lehikoinen, A. 2015. Population trends of common breeding forest birds in southern Finland are consistent with trends in forest management and climate change. *Ornis Fennica* 92: 187–203. <https://doi.org/10.51812/of.133879>
- Frellich, L.E. & Reich, P.B. 2003. Perspectives on development of definitions and values related to old-growth forests. *Environmental Reviews* 11(S1): S9–S22. <https://doi.org/10.1139/a03-011>
- Granath, G. & Strengbom, J. 2017. Nitrogen fertilization reduces wild berry production in boreal forests. *Forest Ecology and Management* 390: 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.024>
- Haakana, M., Niinistö, S., Ollila, P., Silfer, T., Tuomainen, T. & Vikfors, S. 2022. Metsäkadosta lisätaakkaa Suomelle Kioton pöytäkirjan tilinpidossa. Tieto & Trendit. Asiantuntija-artikkelit ja ajankohtaisblogit. 18.3.2022. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2022/metsakadosta-lisataakkaa-suomelle-kioton-poytakirjan-tilinpidossa/>
- Haapalehto, T.O., Vasander, H., Jauhiainen, S., Tahvanainen, T. & Kotiaho, J.S. 2011. The effects of peatland restoration on water-table depth, elemental concentrations, and vegetation: 10 years of changes. *Restoration Ecology* 19: 587–598. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2010.00704.x>
- Hamraz, H., Contreras, M.A. & Zhang, J. 2017. Forest understory trees can be segmented accurately within sufficiently dense airborne laser scanning point clouds. *Scientific Reports* 7: 6770. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07200-0>
- Hantula, J., Honkaniemi, J., Koivula, M., Matala, J. & Siitonen, J. 2022. Metsätuhot. Julkaisussa: Routa, J. & Huuskonen, S. (toim.) 2022. Jatkovapeitteinen metsänkasvatus: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki: 63–74. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-427-2>

- Hantula, J., Ahtikoski, A., Honkaniemi, J., Huitu, O., Härkönen, M., Kaitera, J., Koivula, M., Korhonen, K.T., Lindén, A., Lintunen, J., Luoranen, J., Matala, J., Melin, M., Nikula, A., Peltoniemi, M., Piri, T., Räsänen, T., Sorsa, J.-A., Strandström, M., Uusivuori, J. & Ylioja, T. 2023. Metsätuhojen kokonaisvaltainen arviointi: METKOKA-hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2023. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-688-7>
- Heräjärvi, H. & Lehto, T. 2023. Runkojen ja puuaineen laatu. Julkaisussa: Lehto, T. & Ilvesniemi, H. (toim.). Metsälannoitus nyt ja tulevaisuudessa: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki: 71–75. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-714-3>
- Holopainen, M. 2019. Metsien kaukokartoitus - digitalisaatiota, täsmämetsätaloutta ja 4D-geoinfotatiikkaa. Metsätieteen aikakauskirja, 10214. <https://doi.org/10.14214/ma.10214>
- Hotanen, J-P., Kokko, A., Mäkelä, K. 2018. Metsäojitetut suot. Julkaisussa: Kontula, T. & Rautio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa I – tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö: 156–170. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161233/Suomen%20luontotyyppien%20uhanalaisuus%-202018%20OSA1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Moilanen, M. & Laiho, R. 2015. Recycling of ash – for the good of the environment? Forest Ecology and Management 348: 226–240. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.008>
- Huuskonen, S., Domisch, T., Finér, L., Hantula, J., Hynynen, J., Matala, J., Miina, J., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Niemistö, P., Nikula, A., Piri, T., Siitonen, M., Smolander, A., Tonteri, T., Uotila, K. & Viiri, H. 2021. What is the potential for replacing monocultures with mixed-species stands to enhance ecosystem services in boreal forests in Fennoscandia? Forest Ecology and Management 479:1, 118558. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>
- Hynynen, J., Korhonen, K.T., Kärkkäinen, L., Mehtätalo, L., Mutanen, A., Rautio, P. & Viitala, E.-J. (toim.) 2023. Metsälain ilmastovaikutusten arviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 49/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 88 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-696-2>
- Hynönen, T. & Hytönen, J. 1997. Pellosta metsäksi. Pihlaja-sarja 1. Metsälehti Kustannus. Metsäntutkimuslaitos.
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus. Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s. <http://hdl.handle.net/10138/299501>
- Ilvesniemi, H. 2023. Suomen BioSoil-maaperäaineisto. Luonnonvarakeskus. <https://doi.org/10.23729/082bf910-9dbe-4650-a4c7-cfa9b83d5954>
- IPCC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

- Jarron, L.R., Coops, N.C., MacKenzie, W.H., Tompalski, P. & Dykstra, P. 2020. Detection of sub-canopy forest structure using airborne LiDAR. *Remote Sensing of Environment* 244: 111770. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111770>
- Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H. & Virtanen, K. 2018: Suot. Julkaisussa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 1 - tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018: 117–170.
- Kareksela, S., Ojanen, P., Aapala, K., Haapalehto, T., Ilmonen, J., Koskinen, M., Laiho, R., Laine, A., Maanavilja, L., Marttila, H., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ronkainen, A.-K., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuittila, E.-S. & Vasander, H. 2021. Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö- ja ilmastovaikutukset. Suomen luontopaneelin julkaisuja 3B/2021. <https://luontopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/07/suomen-luontopaneelin-julkaisuja-3b-2021-soiden-ennallistamisen-vaikutukset.pdf>
- Kaukonen, M., Thomssen, P.-M., Eskola, T., Herukka, I., Kallio, T., Karppinen, H., Karvonen, L., Korhonen, I. & Kuokkanen, P. 2024. Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöopas. Metsähallitus. https://julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2023/09/mh_ymparistoopas.pdf
- Kemppinen, J., Niittyinen, T., Rissanen, T., Tyystjärvi, V., Aalto, J. & Luoto, M. 2023. Soil Moisture Variations From Boreal Forests to the Tundra. *Water Resources Research* 59: e2022WR032719. <https://doi.org/10.1029/2022WR032719>
- Keto-Tokoi, P. 2018. Tutkimustietoon perustuvia suosituksia vastuullisen metsänhoidon kehittämiseksi. WWF Suomen raportteja 37: 1–133. https://wwf.fi/app/uploads/v/p/l/lu-hifazfb7hhjzrrh5e6sh/wwf_metsanhoitoraportti_web.pdf
- Keto-Tokoi, P., Koivula, M., Kuuluvainen, T., Lindberg, H., Punntila, P., Shorohova, E. & Vanha-Majamaa, I. 2021. Säästöpuumetsätaloudella monimuotoisuutta talousmetsiin. *Metsätieteen aikakauskirja* 2021-10541. <https://doi.org/10.14214/ma.10541>
- Kittamaa, S., Rytteri, T., Ajosenpää, T., Aapala, K., Hallman, E., Lehesvirta, T. & Tukia, H. (toim.) 2009. Harjumetsien paahdeympäristöt – nykytila ja hoito. Suomen ympäristö 25/2009. Suomen ympäristökeskus. <http://hdl.handle.net/10138/38029>
- Koivula, M. & Vanha-Majamaa, I. 2020. Experimental evidence on biodiversity impacts of variable retention forestry, prescribed burning, and deadwood manipulation in Fennoscandia. *Ecological Processes* 9: 11. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0209-1>
- Koivula, M. & Vanha-Majamaa, I. 2021. Eri hakkuu- ja luonnonhoitomenetelmien vaikutukset monimuotoisuuteen Fennoskandiassa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2021-10481. <https://doi.org/10.14214/ma.10481>
- Koivula, M., Louhi, P., Miettinen, J., Nieminen, M., Piirainen, S., Punntila, P. & Siitonen, J. 2022. Talousmetsien luonnonhoidon ekologisten vaikutusten synteesi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 60/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-472-2>

- Koivula, M., Domisch, T., Hamberg, L., Huhta, E., Kaitera, J., Korhonen, A., Korhonen, K.T., Laurila, M., Louhi, P., Männistö, M., Penttilä, R., Shorokhova, E., Vanha-Majamaa, I., Salminen, H., Haikarainen, S., Lehtonen, M., Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2024. Metsätalous. Julkaisussa: Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry (MTK) & Svenska lantbruksproducenternas centralförbund SLC rf (SLC) (toim.). MTK:n ja SLC:n luonnon monimuotoisuuden tiekartta maa- ja metsätaloudelle: 132–303. <https://www.mtk.fi/documents/d/mtk/mtkn-ja-slc-n-luonnon-monimuotoisuuden-tiekartta-maa-ja-metsataloudelle-2024>
- Korkiakoski, M., Ojanen, P., Tuovinen, J.-P., Minkkinen, K., Nevalainen, O., Penttilä, T., Aurela, M., Laurila, T. & Lohila, A. 2023. Partial cutting of a boreal nutrient-rich peatland forest causes radically less short-term on-site CO₂ emissions than clear-cutting. *Agricultural and Forest Meteorology* 332: 109361. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109361>
- Kotiaho, J., Bäck, J., Jokimäki, J., Kallio, K.P., Ketola, T., Kulmala, L., Laine, I., Lehtikoinen, A., Nieminen, T.M., Oksanen, E., Pappila, M., Sinkkonen, A., Sääksjärvi, I.E., Tahvonen, O. & Peura, M. 2022. Jatkovapeitteen metsänkäsittelyn ympäristö- ja talousvaikutukset. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 1A/2022. <https://doi.org/10.17011/jyx/SLJ/2022/1a>
- Kouki, J., Junninen, K., Mäkelä, K., Hokkanen, M., Aakala, T., Hallikainen, V., Korhonen, K.T., Kuuluvainen, T., Loiskekoski, M., Mattila, O., Matveinen, K., Punttila, P., Ruokanen, I., Valkonen, S. & Virkkala, R. 2018. Metsät. Teoksessa Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 1 - tulokset ja arvioinnin perusteet. *Suomen ympäristö* 5/2018: 171–201.
- Kulha, N., Pasanen, L., Holmström, L., de Grandpré, L., Gauthier, S., Kuuluvainen, T. & Aakala, T. 2020. The structure of boreal old-growth forests changes at multiple spatial scales over decades. *Landscape Ecology* 35: 843–858. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-00979-w>
- Kunttu, P. & von Bonsdorff, T. 2018. Lehtojen luontoarvojen turvaaminen – erityishuomio lakisieniin. *Metsätieteen aikakauskirja* 2018-9951. <https://doi.org/10.14214/ma.9951>
- Kunttu, P., Junninen, K. & Kouki, J. 2015. Dead wood as an indicator of forest naturalness: A comparison of methods. *Forest Ecology and Management* 353: 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.017>
- Kuuluvainen, T. & Aakala, T. 2011. Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification. *Silva Fennica* 45(5): 823–841. <https://doi.org/10.14214/sf.73>
- Kvasnes, M.A.J. & Storaas, T. 2007. Effects of harvesting regime on food availability and cover from predators in capercaillie (*Tetrao urogallus*) brood habitats. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 241–247. <https://doi.org/10.1080/02827580701345884>
- Laaksonen, M., Peuhu, E., Várkonyi, G. & Siitonen, J. 2008. Effects of habitat quality and landscape structure on saproxylic species dwelling in boreal spruce-swamp forests. *Oikos* 117: 1098–1110. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16620.x>
- Lehtikoinen, A., Auvinen, A.-P., Hintsanen, L., Kahilainen, A., Morris, W., Piha, M. & Sirkiä, P. 2024. Maatalousympäristön ja metsien pesimälintuindikaattorit. *Linnut-vuosikirja 2023*: 22–35.

- Lehtonen, A. & Heikkinen, J. 2016. Uncertainty of upland soil carbon sink estimate for Finland. Canadian Journal of Forest Research. 46(3): 310–322. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0171>
- Lehtonen, A., Aro, L., Haakana, M., Haikarainen, S., Heikkinen, J., Huuskonen, S., Härkönen, K., Hökkä, H., Kekkonen, H., Koskela, T., Lehtonen, H., Luoranen, J., Mutanen, A., Nieminen, M., Ollila, P., Palosuo, T., Pohjanmies, T., Repo, A., Rikkonen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soinne, H., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Uotila, K., Viitala, E.-J., Virkajärvi, P., Wall, A., Mäkipää, R. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet. Arvio päästönvähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2021. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-275-9>
- Lehtonen, A., Eyvindson, K., Härkönen, K., Leppä, K., Salmivaara, A., Peltoniemi, M., Salminen, O., Sarkkola, S., Launiainen, S., Ojanen, P., Rätty, M. & Mäkipää, R. 2023. Potential of continuous cover forestry on drained peatlands to increase the carbon sink in Finland. Scientific Reports 13: 15510. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42315-7>
- Lindberg, H. & Arnkil, N. 2023. Metsäisten paahdeympäristöjen tunnistaminen ja hoito. Tapion raportteja nro 57. <https://tapio.fi/julkaisut-ja-raportit/metsaisten-paahdeymparistojen-tunnistaminen-ja-hoito/>
- Lindberg, H., Saaristo, L. & Nieminen, A. 2018. Tuli takaisin metsiin. Tapion raportteja 30: 1–30. <https://tapio.fi/julkaisut-ja-raportit/tuli-takaisin-metsiin-kulotuksiin-kannustamisen-perusteet-tavoitteet-ja-tukeminen/>
- Liski, J., Pussinen, A., Pingoud, K., Mäkipää, R. & Karjalainen, T. 2001. Which rotation length is favourable to mitigation of climate change? Canadian Journal of Forest Research. 31: 2004–2013. <https://doi.org/10.1139/x01-140>
- Luke 2023a. Ojitustilanne metsätalousmaalla. Tilastotietokanta. https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_06%20Metsavarat/?tablelist=true
- Luke 2023b. Metsänhoito- ja metsänparannustyöt 2015-. Tilastotietokanta. https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto_12%20Metsanhoito-%20ja%20metsanparannustyot/?tablelist=true&rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0
- Lumperoinen, M. & Hämäläinen, M. 2020. Metsitys kestävästi – paikkatietoanalyysi joutoaluiden metsityspotentialista Suomessa vuonna 2020. Tapio Oy. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2021/09/Raportti_Metsityspotentiali_Tapio_19_05_2020.pdf
- Ma Q., Su, Y. & Guo, Q. 2017. Comparison of Canopy Cover Estimations From Airborne LiDAR, Aerial Imagery, and Satellite Imagery. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing 10(9): 4225–4236.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Valtioneuvoston selonteko maankäyttösektorin ilmastosuunnitelmasta. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2022:15. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-366-388-6>

- Maa- ja metsätalousministeriö. 2023. Metsähallituksen liiketoiminnan palvelu- ja toimintatavoitteet sekä tulos- ja tuloutustavoitteet vuodelle 2023. 9.2.2023. VN/5189/2020-MMM-22. <https://mmm.fi/documents/1410837/4961219/Metsähallitus+LT+ohjauskirje+2023.pdf/74322475-0d0f-073a-4fa4-6a14f89520de/Metsähallitus+LT+ohjauskirje+2023.pdf?t=1681900630697>
- Matala, J. & Nuorteva, H. 2023. Vaikutukset metsätuholaisiin. Julkaisussa: Lehto, T. & Ilvesniemi, H. (toim.). Metsälannoitus nyt ja tulevaisuudessa: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 85–89. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-714-3>
- Matila, A. & Salin, S. 2023. Luonnon- ja maisemanhoito metsityksessä. Tapion raportteja nro 63. Tapio Oy. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2023/12/raportti-Luonnon-ja-maisemanhoito-metsityksessa-4_12_2023-1.pdf
- Melin, M., Miettinen, J., Hotanen, J.-P. & Helle, P. 2020. Kotiläksyjä kanalinnuista ja metsän rakenteesta – mikään metsä ei yksinään ole riittävä. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10443. <https://doi.org/10.14214/ma.10443>
- Metsähallitus 2024. Metsähallituksen Ilmasto-ohjelma – ilmastoviisaita ratkaisuja. <https://julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2020/10/mh-ilmasto-ohjelma-2020.pdf>
- Metsäkeskus 2021. Tuhkalannoitus mullistaa puuston kasvun suometsissä. Uutinen 26.10.2021. <https://www.metsakeskus.fi/fi/ajankohtaista/tuhkalannoitus-mullistaa-puuston-kasvun-suometsissa>
- Metsänhoidon suositukset. 2024. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi>
- Mikkonen, N., Leikola, N., Lahtinen, A., Lehtomäki, J. & Halme, P. 2018. Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa. Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation -analyysien loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2018. Suomen ympäristökeskus.
- Moilanen, A. & Kotiaho, J. 2013. Verkostonäkökulma ennallistamiskohteiden valinnassa. Julkaisussa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.). Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. <https://julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2023/11/b188.pdf>
- Moilanen, M., Silfverberg, K. & Hokkanen, T.J. 2002. Effects of wood-ash on the tree growth, vegetation and substrate quality of a drained mire: a case study. Forest Ecology and Management 171: 321–338. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00789-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00789-7)
- Mäkipää, R., Karjalainen, T., Pussinen, A. & Kukkola, M. 1998. Effects of nitrogen fertilization on carbon accumulation in boreal forests: model computations compared with the results of long-term fertilization experiments. Chemosphere 36(4/5): 1155–1160. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(97\)10188-6](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(97)10188-6)
- Mäkipää, R., Linkosalo, T., Niinimäki, S., Komarov, A., Bykhovets, S., Tahvonen, O. & Mäkelä, A. 2011. How forest management and climate change affect the carbon sequestration of a Norway spruce stand. Journal of Forest Planning 16: 107–120. https://doi.org/10.20659/jfp.16.Special_Issue_107

- Mäkipää, R., Regina, K., Peltoniemi, M., Kulovesi, K., Laiho, R., Vesala, T., Lehtonen, H., Lehtonen, A., Seppälä, J. & Berninger, K. 2018. SOMPA. Uudet maatalous- ja metsämaan viljely- ja hoitomenetelmät – avain kestävään biotalouteen ja ilmastonmuutoksen hillintään. Tilannekuvaraportti. Strategisen tutkimuksen neuvosto. https://www.aka.fi/globalassets/3-stn/1-strateginen-tutkimus/strateginen-tutkimus-pahkinankuoressa/tilannekuvaraportit/stn2018-hankkeet/sompa_tilannekuvaraportti_21.3.2018.pdf
- Nieminen, M., Hökkä, H., Laiho, R., Juutinen, A., Ahtikoski, A., Pearson, M., Kojola, S., Sarkkola, S., Launiainen, S., Valkonen, S., Penttilä, T., Lohila, A., Saarinen, M., Haahti, K., Mäkipää, R., Miettinen, J. & Ollikainen, M. 2018. Could continuous cover forestry be an economically and environmentally feasible management option on drained boreal peatlands? *Forest Ecology and Management* 424: 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.046>
- Niemistö, P. 2022. Typpilannoituksen ja harventamisen kasvuvaikutukset kaksijaksoisessa mänty-kuusisekametsässä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2022-10774. <https://doi.org/10.14214/ma.10774>
- NIR Finland 2023. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2021. National Inventory Report Under the UNFCCC, 15 April 2023, Statistics Finland. <https://unfccc.int/documents/627718>
- Ojanen, P., Minkkinen, K. & Regina, K. 2020. Ojituksen vaikutus maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. *Suo* 71(2): 173–188. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/83f7a83e-5515-4bc9-bb22-820ecb498693/content>
- Ojanen, P., Aapala, K., Hotanen, J.-P., Kokko, A., Kortelainen, P., Marttila, H., Nieminen, M., Nieminen, T.M., Punttila, P., Rehell, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tiainen, J., Turunen, J., Valpola, S., Vasander, H., Vähäkuopus, T. & Minkkinen, K. 2021. Ojituksen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen, ilmastoon ja vesistöihin – yhteenveto. *Suoseura*. <https://www.suoseura.fi/ojitettujen-soiden-kestava-kaytto/ojituksen-vaikutus-luonnon-monimuotoisuuteen-ilmastoon-ja-vesistoihin-yhteenveto/>
- Pekkonen, M., Heikkinen, R., Ruutiainen, J., Kujala, H., Virkkala, R., Rankinen, K. & Forsius, M. 2023. Metsien suojelun keskeiset näkökulmat. Tietokortti. IBC-Carbon. Strateginen tutkimus. <https://www.ibccarbon.fi/fi-FI/Materiaalit>
- Peltoniemi, M., Huttunen, S., Hyyrynen, M., Similä, J., Halonen, K.-M., Haltia, E., Leppänen, J., Pohjola, J., Tikkanen, V.-M., Arola, T., Assmuth, A., Autto, H., Lehto, T., Lonkila, A., Pitzén, S., Uusivuori, J., Vesala, J., Viitala, E.-J. & Lintunen, J. 2023a. Hiilinieluja ja ilmastohyötyjä hallituin riskein. *Metsäsektorin ohjauskeinojen monitieteinen analyysi*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 110/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-829-4>
- Peltoniemi, M., Li, Q., Turunen, P., Tupek, B., Mäkiranta, P., Leppä, K., Müller, M., Rissanen, A.J., Laiho, R., Anttila, J., Jauhiainen, J., Koskinen, M., Lehtonen, A., Ojanen, P., Pihlatie, M., Sarkkola, S., Vainio, E. & Mäkipää, R. 2023b. Soil GHG dynamics after water level rise – Impacts of selection harvesting in peatland forests. *Science of The Total Environment* 901: 165421. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165421>

- Pettersson, R.B., Ball, J.P., Renhorn, K.-E., Esseen, P.-A. & Sjöberg, K. 1995: Invertebrate communities in boreal forest canopies as influenced by forestry and lichens with implications for passerine birds. *Biological Conservation* 74: 57–63.
[https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00015-V](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00015-V)
- Pintar, A.M. & Skudnik, M. 2024. Identifying Even- and Uneven-Aged Forest Stands Using Low-Resolution Nationwide Lidar Data. *Forests* 15(8): 1407.
<https://doi.org/10.3390/f15081407>
- Pouta, E., Hiedanpää, J., Iho, A., Kniivilä, M., El Geneidy, S., Kujala, H., Kyllönen, S., Laukkanen, M., Mykrä, N., Nyyssölä, M., Pakarinen, J., Silvola, H., Tynkkynen, N. & Vinnari, M. 2023. Assessing the economics of biodiversity in Finland. National implications of the Dasgupta Review. *Publications of the Ministry of the Environment* 2023:4. Ministry of the Environment. Helsinki. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-227-3>
- Punntila, P., Haakana, H., Tuominen, S., Koivula, M., Korhonen, K.T. & Kärkkäinen, L. 2023. Ekologiset vaikutukset. Julkaisussa: Kärkkäinen, L., Haakana, H., Hirvelä, H., Jokinen, M., Juutinen, A., Kangas, A., Kilpeläinen, H., Kniivilä, M., Koivula, M., Korhonen, K.T., Leppänen, J., Mutanen, A., Neuvonen, M., Pellikka, J., Punntila, P., Pynnönen, S., Syrjänen, K., Tuominen, S., Tuulentie, S. & Viitanen, J. *Metsähallituksen alue-ekologisen suunnittelun arviointi 2023*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 113/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-839-3>
- Rissanen, A.J., Ojanen, P., Stenberg, L., Larmola, T., Anttila, J., Tuominen, S., Minkkinen, K., Koskinen, M. & Mäkipää, R. 2023. Vegetation impacts ditch methane emissions from boreal forestry-drained peatlands – Moss-free ditches have an order-of-magnitude higher emissions than moss-covered ditches. *Frontiers in Environmental Science* 11: 1121969. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1121969>
- Roberge, J.-M., Laudon, H., Björkman, C., Ranius, T., Sandström, C., Felton, A., Sténs, A., Nordin, A., Granström, A., Widemo, F., Bergh, J., Sonesson, J., Stenlid, J. & Lundmark, T. 2016. Socio-ecological implications of modifying rotation lengths in forestry. *Ambio* 45(Suppl. 2): 109–123. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0747-4>
- Roberge, J.-M., Öhman, K., Lämås, T., Felton, A., Ranius, T., Lundmark, T. & Nordin, A. 2018. Modified forest rotation lengths: Long-term effects on landscape-scale habitat availability for specialized species. *Journal of Environmental Management* 210: 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.022>
- Ruotsalainen, S., Himanen, K., Viherä-Aarnio, A., Aarnio, L., Haapanen, M., Luoranen, J., Matala, J., Riikonen, J., Uotila, K. & Ylioja, T. 2022. Puulajivalikoiman monipuolistaminen metsänviljelyssä. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 24/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-394-7>
- Räsänen, A., Kekkonen, H., Lehtonen, H., Miettinen, A., Wejberg, H., Kareksela, S., Tzemi, S., Aro, L., Kuningas, S., Louhi, P. & Ruuhijärvi, J. 2023. Euroopan unionin ennallistamisasetusehdotuksen luontotyyppi ja turvemaatavoitteiden vaikutukset Suomessa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 1/2023. 76 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-586-6>

- Saarinen, M., Valkonen, S., Sarkkola, S., Nieminen, M., Penttilä, T. & Laiho, R. 2020. Jatkuva-
peitteisen metsänkasvatuksen mahdollisuudet ojitetuilla turvemilla. Metsätieteen ai-
kakauskirja 2020-10372. <https://doi.org/10.14214/ma.10372>
- Saaristo, L. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset talousmetsien luonnon-
hoitoon, työopas. Tapion julkaisuja.
- Saarsalmi, A., Tamminen, P. & Kukkola M. 2014. Effects of long-term fertilization on soil prop-
erties in Scots pine and Norway spruce stands. *Silva Fennica* 48: 980.
- Saksa, T. (toim.) 2020. Ilmastomuutos ja metsänhoito. Yhteenveto ilmaston vaikutuksista met-
sänhoitoon. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 98/2020. Luonnonvarakeskus. Hel-
sinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-115-8>
- Savilaakso, S., Johansson, A., Häkkinen, M., Uusitalo, A., Sandgren, T., Mönkkönen, M. & Putto-
nen, P. 2020. Tasa- ja eri-ikäiskasvatuksen vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen
boreaalilla vyöhykkeellä Fennoskandiassa ja Euroopan puoleisella Venäjällä. Syste-
maattinen kirjallisuuskatsaus. Metsätehon raportti 256. 25.5.2020. Metsäteho Oy.
[https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_256_Tasa_ja_eri-ikaiskasvatuk-
sen_vaikutukset.pdf](https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_256_Tasa_ja_eri-ikaiskasvatuk-
sen_vaikutukset.pdf)
- Shanin, V., Komarov, A. & Mäkipää, R. 2014. Tree species composition affects productivity and
carbon dynamics on different site types in boreal forests. *European Journal of Forest
Research* 133: 273–286. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0759-1>
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse wood debris and saproxylic organism: Fen-
noscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
<https://www.jstor.org/stable/20113262>
- Siitonen, J. & Huhta, E. 2023. Talousmetsien luonnonhoidon toimenpiteiden vaikutukset
uhanalaisten lajien elinympäristöihin ja esiintymiseen – pohjoismaiseen kirjallisuuteen
perustuva katsaus. Metsäteollisuus ry:n ja Sahateollisuus ry:n monimuotoisuustiekartan
taustaselvitys. [https://www.dropbox.com/scl/fi/kcjwwwknwuf8ufrpu6t1e/Luonnonhoi-
totoimien-vaikutukset-uhanalaisiin-lajeihin-Siitonen-ja-Huhta-2023.pdf?rlkey=bhr-
b94irnlijzuffss55dlrms96&e=1&dl=0](https://www.dropbox.com/scl/fi/kcjwwwknwuf8ufrpu6t1e/Luonnonhoi-
totoimien-vaikutukset-uhanalaisiin-lajeihin-Siitonen-ja-Huhta-2023.pdf?rlkey=bhr-
b94irnlijzuffss55dlrms96&e=1&dl=0)
- Siitonen, J. & Koivula, M. 2022. Monimuotoisuus. Julkaisussa: Routa, J. & Huuskonen, S.
(toim.). Jatkuva- ja peitteinen metsänkasvatus: synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalou-
den tutkimus 40/2022: 75–83. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-427-2>
- Siitonen, J., Martikainen, P., Punttila, P. & Rauh, J. 2000. Coarse woody debris and stand char-
acteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Fin-
land. *Forest Ecology and Management* 128 (3): 211–225.
[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00148-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00148-6)
- Siitonen, J., Kaila, L., Kuusinen, M., Martikainen, P., Penttilä, R., Punttila, P. & Rauh, J. 2001.
Vanhojen talousmetsien ja luonnonmetsien rakenteen ja lajiston erot Etelä-Suomessa.
Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 812: 25–53.

- Siitonen, M., Alanen, A. & Väänänen, M. 2011. Lehtojen luonnonhoito. Julkaisussa: Similä, M. & Junninen, K. Metsien ennallistamisen ja luonnonhoidon opas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 157. <https://julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2014/09/b157.pdf>
- Siitonen, J., Penttilä, R. & Ihalainen, A. 2012. METSO-ohjelman uusien pysyvien ja määräaikaisten suojelualueiden ekologinen laatu Uudenmaan alueella. Metsätieteen aikakauskirja 4/2012: 259–283. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016111128291>
- Silvan, N. & Hytönen, J. 2016. Impact of ash-fertilization and soil preparation on soil respiration and vegetation colonization on cutaway peatlands. American Journal of Climate Change 5: 178–192. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2016.52017>
- Smolander, A., Laiho, R., Lehto, T., Hökkä, H. & Ilvesniemi, H. 2023. Vaihtoehtoisia tapoja lisätä ravinteiden saatavuutta. Julkaisussa: Lehto, T. & Ilvesniemi, H. (toim.). Metsälannoitus nyt ja tulevaisuudessa: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki: 90–99. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-714-3>
- Soldaat, L.L., Pannekoek, J., Verweij, R.J.T., van Turnhout, C.A.M. & van Strien, A.J. 2017. A Monte Carlo method to account for sampling error in multispecies indicators. Ecological Indicators 81: 340–347. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.033>
- Sullivan, T.P. & Sullivan, D.S. 2018. Influence of nitrogen fertilization on abundance and diversity of plants and animals in temperate and boreal forests. Environmental Reviews 26: 26–42. <https://doi.org/10.1139/er-2017-0026>
- Sverdrup-Thygeson, A., Gustafsson, L. & Kouki, J. 2014. Spatial and temporal scales relevant for conservation of dead-wood associated species: current status and perspectives. Biodiversity and Conservation 23: 513–535. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0628-3>
- SWD(2021) 651 final. Commission Staff Working Document. The 3 Billion Tree Planting Pledge For 2030. Annettu 16.7.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/-TXT/PDF/?uri=CELEX:52021SC0651>
- SWD(2022) 167 final. Commission Staff Working Document. Impact Assessment. Accompanying the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration. Annettu: 22.6.2022. https://environment.ec.europa.eu/publications/nature-restoration-law_en
- SWD(2023) 61 final. Commission Staff Working Document. Guidelines on Biodiversity-Friendly Afforestation, Reforestation and Tree Planting. Annettu 17.3.2023. [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD\(2023\)-61&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD(2023)-61&lang=en)
- Syke & Metsähallitus 2020. Natura 2000 -luontotyyppien inventointiohje. Versio 9. <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Luontotyyppiohjeistus-ver9-MH-SYKE-2020.pdf>

- 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. Ympäristöministeriön raportteja 17/2016. Ympäristöministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/74890>
- Tapio 2022a. Lehdot. Luontokohteen tunnistaminen maastossa. Metsänhoidon suositukset. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/lehdot/toteutus>
- Tapio 2022b. Lehtipuusekoituksen ylläpitäminen havupuustoissa. Metsänhoidon suositukset. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/lehtipuusekoituksen-yllapito/toteutus#section-2249>
- Taylor, N., Grillas, P., Fennessy, M.S., Goodyer, E., Graham, L.L.B., Karofeld, E., Lindsay, R., Locky, D.A., Ockendon, N., Rial, A., Ross, S., Smith, R.K., van Diggelen, R., Whinam, J. & Sutherland, W.J. 2019. A synthesis of evidence for the effects of interventions to conserve peatland vegetation: overview and critical discussion. *Mires and Peat* 24: 1–21. http://mires-and-peat.net/media/map24/map_24_18.pdf
- Tikkanen, O.-P., Matero, J. & Kouki, J. 2007. Yhdistetyn lajistonsuojelun, metsätalouden ja virkistyskäytön tulevaisuus: analyysi tuloksista ja menetelmän rajoitteista. Julkaisussa: Kouki, J. & Tikkanen, O.-P. (toim.) 2007. Uhanalaisten lahoppulajien elinympäristöjen turvaaminen suojelualueilla ja talousmetsissä. Kustannustehokkuus ja ekologiset, ekonometiset sekä sosiaaliset vaikutukset Kitsinseudulla Lieksassa. *Suomen ympäristö* 24: 62–71. <https://helda.helsinki.fi/bitstreams/11369327-f1f4-4790-a6df-f064380272bc/download>
- Tolvanen, A., Siekkinen, J., Rehell, S. & Laine, A. 2013. Primaarisuot: Siikajoen Tauvo. Julkaisussa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.). Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. <https://julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2023/11/b188.pdf>
- Tompalski, P., Coops, N.C., White, J.C., Goodbody, T.R.H., Hennigar, C.R., Wulder, M.A., Socha, J. & Woods, M.E. 2021. Estimating Changes in Forest Attributes and Enhancing Growth Projections: a Review of Existing Approaches and Future Directions Using Airborne 3D Point Cloud Data. *Current Forestry Reports* 7: 1–24.
- Tukia, H., Hämäläinen, J. & Rytteri, T. (toim.) 2015. Harjumetsien paahdeympäristöverkostot. Metsien luonnonhoidon vaikutukset harjuluontoon, maisemaan ja paahdelajiston monimuotoisuuteen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 2/2015. <http://hdl.handle.net/10138/153633>
- Tuominen, S., Näsi, R., Honkavaara, E., Balazs, A., Hakala, T., Viljanen, N., Pölönen, I., Saari, H. & Ojanen, H. 2018. Assessment of Classifiers and Remote Sensing Features of Hyperspectral Imagery and Stereo-Photogrammetric Point Clouds for Recognition of Tree Species in a Forest Area of High Species Diversity. *Remote Sensing* 10(5): 714. <https://doi.org/10.3390/rs10050714>

- Tupek, B., Lehtonen, A., Makipaa, R., Peltonen-Sainio, P., Huuskonen, S., Palosuo, T., Heikkinen, J. & Regina, K. 2021. Extensification and afforestation of cultivated mineral soil for climate change mitigation in Finland. *Forest Ecology and Management* 501: 119672. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119672>
- Valkonen, S., Rautio, P., Hökkä, H. & Saarinen, M. 2022. Metsän uudistaminen. Julkaisussa: Routa, J. & Huuskonen, S. (toim.). *Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus: Synteesiraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2022.* Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 19–34. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-427-2>
- Valtioneuvosto 2022. Reilulla siirtymällä kohti hiilineutraalia Suomea – tiekartta hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi. <https://valtioneuvosto.fi/documents/10616/20764082/-hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf/1f1dfbea-f623-9197-5352-23a7f1b83703/-hiilineutraaliuden+tiekartta+03022020.pdf?t=1580742856000>
- Van Strien, A., Pannekoek, J., Hagemeyer, W. & Verstrael, T. 2004. A loglinear Poisson regression method to analyse bird monitoring data. *Bird Census News* 482: 33–39.
- Vasander, H., Tuittila, E.-S., Lode, E., Lundin, L., Ilomets, M., Sallantausta, T., Heikkilä, R., Pitkänen, M.-L. & Laine, J. 2003. Status and restoration of peatlands in northern Europe. *Wetlands Ecology and Management* 11: 51–63.
- Vogt, P. 2024. Quantify Forest Fragmentation. European Commission. Directorate-general. Joint Research Centre. Directorate D – Sustainable Resources. Bio-Economy Unit. <http://ies-ows.jrc.ec.europa.eu/gtb/GTB/psheets/GTB-Fragmentation-FADFOS.pdf>
- Vogt, P., Riitters, K.H., Caudullo G. & Eckhardt, B. 2019. FAO – State of the World’s Forests: Forest Fragmentation. JRC Technical Report. 20 s. Euroopan Unionin Julkaisutoimisto, Luxemburg. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118594>
- Von Haartman, L., Hilden, O., Linkola, P., Suomalainen, P. & Tenovuori, R. (toim.) 1963–1967. Pohjolan linnut värikuvoin I-II. Otavan kirjainpaino, Helsinki.
- Väisänen, R.A., Lammi, E., Koskimies, P. & Kostet, J. 1998. Muuttuva pesimälinnusto. Otava.
- Väre, H. & Kiuru, H. 2013. Suomen puut ja pensaas. Neljäs painos. Metsäkustannus.
- Ympäristöministeriö 2000. Metsien suojelun tarve Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla. Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelun tarve -työryhmän mietintö. Suomen Ympäristö 437. <https://helda.helsinki.fi/items/5fa46779-268d-46be-9582-a2e946bd09f8>
- Ympäristöministeriö 2024. EU:n ennallistamisasetus. Verkkosivut. <https://ym.fi/ennallistamisasetus>
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisu. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-Tapio-2019.pdf>



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki