

Kari T. Korhonen<sup>1</sup>, Antti Ihalainen<sup>2</sup>, Saija Kuusela<sup>3</sup>, Pekka Punttila<sup>3</sup>, Olli Salminen<sup>2</sup> ja Kimmo Syrjänen<sup>3</sup>

## Metsien monimuotoisuudelle merkittävien rakennepiirteiden muutokset Suomessa vuosina 1980–2015

Korhonen K.T., Ihalainen A., Kuusela S., Punttila P., Salminen O., Syrjänen K. (2020). Metsien monimuotoisuudelle merkittävien rakennepiirteiden muutokset Suomessa vuosina 1980–2015. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10198. Tutkimusartikkeli. 26 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10198>

### Tiivistelmä

Tutkimuksessa tarkasteltiin Suomen metsien monimuotoisuutta kuvaavien rakennepiirteiden kehitystä valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) aineistojen avulla. Tarkastelujaksoksi rajattiin VMI7:n (1978–1984) ja VMI12:n (2014–2016) välinen aika. Tarkastelujakson aikana metsänhoito-ohjeistuksessa ja metsälainsäädännössä on tehty muutoksia, joilla on pyritty parantamaan metsien monimuotoisuuden huomioimista metsien käsittelyssä. Tarkasteluun valittiin muuttujat, jotka toisaalta kertovat monimuotoisuuden kannalta merkittävistä metsien rakennepiirteistä ja toisaalta ovat laskettavissa tarkastelujakson VMI-aineistoista: metsien suojelupinta-ala, metsien puulajivaltaisuus, puuston määrä puulajeittain ja järeysluokittain, vanhojen metsien ala, avohakkuualueiden puuston määrä, kuolleen puun määrä ja metsissä tehtyjen hakkuiden määrä. Tulokset osoittavat useimmissa tarkastelluissa muuttujissa kehityksen olleen suotuisaa metsien monimuotoisuutta edistävien rakennepiirteiden kannalta, äärimmäisinä esimerkkeinä suojellun metsämaan pinta-alan seitsemäntoistakertaistuminen ja järeän haavan määrän moninkertaistuminen Etelä-Suomessa. Metsänhoitosuosituksen muuttuminen näkyi voimakkaimmin avohakkuualueiden puuston moninkertaistumisena 1990-luvun lopussa talousmetsien säästöpuukäytännön vuoksi. Kuitenkin tarkastelujakson alussa vanhat metsät ovat Pohjois-Suomessa voimakkaasti vähentyneet. Etelä-Suomessa vanhat metsät ovat tarkastelujakson alussa lisääntyneet, mutta viime vuosina vähentyneet tarkastelujakson alun tasolle. Tässä tutkimuksessa havaittu valtaosin myönteinen kehitys rakennepiirteissä on jossain määrin ristiriidassa sen kanssa, että useiden metsistä riippuvien uhanalaisten eliölaajien tila ei ole parantunut. Tämä ero selittyy tarkastelujaksojen eroilla ja metsien monimuotoisuuden pidemmän aikavälin kehityksellä.

**Asiasanat** monimuotoisuus; metsänhoito; metsävarat

**Yhteystiedot** <sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Biotalous ja ympäristö, Joensuu; <sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Biotalous ja ympäristö, Helsinki; <sup>3</sup>Suomen ympäristökeskus (SYKE), Biodiversiteettikeskus, Helsinki

**Sähköposti** kari.t.korhonen@luke.fi

**Hyväksytty** 25.5.2020

## 1 Johdanto

Metsillä ja metsätaloudella on historiallisesti ollut suuri merkitys suomalaiselle yhteiskunnalle. Metsäteollisuustuotteiden arvo vuonna 2016 oli 20,3 miljardia euroa, mikä vastasi lähes 20 % kaikkien teollisuustuotteiden arvosta. Suomen maa-alasta 86 % on metsätalousmaata – metsä-, kitu- tai joutomaata tai muuta metsätalousmaata (Vaahtera 2018). Metsää on keskimäärin 3,7 hehtaaria henkilöä kohden, ja jokamiehen oikeus takaa kaikille kansalaisille mahdollisuuden liikkua metsissä. Suomessa metsät ovat pääosin (61 % metsämaan alasta, Vaahtera 2018) yksityishenkilöiden omistuksessa – yksityisiä metsänomistajia on yli 600 000 henkilöä (Vaahtera 2018), minkä vuoksi metsiä hoidetaan vaihtelevasti.

Metsälainsäädäntö ja metsien hoidon ohjeistus on Suomessa perinteisesti tähdännyt puun tuottamisen turvaamiseen ja tehostamiseen. 1990-luvulla metsäluonnon monimuotoisuuden hoito tuli osaksi metsien käsittelyä Yhdistyneiden kansakuntien (YK) Rio de Janeiron ympäristö- ja kehityskonferenssin (UNCED) ja Euroopan metsäministeriprosessin (MCPFE) Helsingin sopimuksen periaatteiden mukaisesti. Nämä kansainväliset prosessit heijastuivat jossain määrin 1.1.1997 voimaan tulleeseen uudistettuun metsälakiin, metsäsertifointijärjestelmien syntyyn myös metsätalouteen sekä metsänhoidon suositusten uusimiseen (Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio 2001). Metsätalouden puuntuotannon kestävyys rinnalle on noussut tarkastelujaksolla yhä voimakkaammin tavoite metsätalouden ekologisesta kestävydestä ja monimuotoisuuden heikkenemisen pysäyttämistä (mm. Viitala 2003; Valtioneuvosto 2012, 2014).

Metsälainsäädäntö mahdollistaa erilaiset metsänhoitotavat, mukaan lukien metsien hoitamattomuuden. Lainsäädäntö ei velvoita metsien uudistushakkuihin tai harvennushakkuihin edes silloin, kun puuntuotannollisesta näkökulmasta nämä olisivat välttämättömiä, minkä vuoksi talousmetsiin on kertynyt myös monimuotoisuudelle merkittäviä vanhoja hoitamattomia metsiä. Metsäalan neuvonta on kuitenkin tähdännyt metsien käytön ja hoidon tehostamiseen (ks. esim. Kansallinen metsästrategia 2025 (Maa- ja metsätalousministeriö 2015, 2019)). Lisäksi laki metsätuhojen torjunnasta (1087/2013 ja sen edeltäjä 263/1991) velvoittaa tietyin edellytyksin metsänomistajat poistamaan vahingoittuneet havupuut metsätuhon leviämisen ehkäisemiseksi. Jos hakkuita tehdään, niiden toteutustapaa, ajankohtaa ja voimakkuutta on säännelty lainsäädännöllä. Metsien uudistushakkuiden yhteydessä on metsänomistajalla ollut vuodesta 1921 lähtien velvollisuus huolehtia uuden metsän synnystä. Vuoden 2014 metsälakiuudistuksessa poistettiin ikä- ja järeysrajat metsänuudistamiselle, mutta velvollisuus metsänuudistumistuloksen varmistamiseen on säilytetty laissa.

Vuodesta 1997 lähtien metsälaki on sisältänyt kuvauksen monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeistä elinympäristöistä, jotka ovat tärkeitä elinalueita tietyille harvinaistuneille ja vaatelialle eliölajeille. Nämä elinympäristöt ovat luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia kohteita, jotka erottuvat ympäröivästä metsäluonnosta selvästi. Näiden kohteiden ominaispiirteet tulee säilyttää hakkuissa, ja niissä voisi periaatteessa olla edellytykset vanhojen puuyksilöiden ja kuolleen puun jatkumon kehittymiselle, mikäli ne jätetään kaikkien hakkuiden ulkopuolelle. Varovaiset poimintahakkuut ovat kuitenkin olleet sallittuja vuoden 2014 metsälain uudistuksesta alkaen kaikissa metsälakikohteissa jyrkän teitä ja niiden alusmetsiä lukuun ottamatta. Toteutessaan poimintahakkuut vähentävät vanhojen puiden ja kuolleen puun määriä. Lakiuudistuksessa myös pienennettiin kohteiden enimmäispinta-aloja, mikä entisestään heikentää vaatelialan lajiston säilymistä näillä kohteilla ympäröivien alueiden hakkuiden jälkeen. Sekä hakkuiden suorat vaikutukset että kohteiden pienestä pinta-alasta ja sitä kautta lajien pienistä populaatioista johtuvat satunnaistekijät ovat merkittäviä selittäjiä vaatelialan lajien häviämässä avainbiotooppilajien (Pykälä 2004, 2019; Jönsson ym. 2017).

Säästöpuut ovat olleet 1990-luvulta lähtien merkittävin keino lisätä puuston rakenteellista monimuotoisuutta avohakkuualoilla kaikissa Pohjoismaissa (Kruys ym. 2013). Suomen metsälain-

säädännössä ei ole ohjeistusta monimuotoisuuden kannalta tärkeistä säästö- eli jättöpuiden tai lahopuiden säästämistä, mutta näitä koskevia ohjeita ja vaatimuksia on metsänhoidon suosituksissa (Äijälä ym. 2014) sekä FSC- ja PEFC-metsäsertifiointijärjestelmissä (Suomen FSC-yhdistys 2011; PEFC Suomi 2014). Säästöpuiden pääasiallinen tarkoitus on tuottaa elinympäristöjä vanhoja, eläviä puita ja myöhemmin järeää kuollutta puuta tarvitseville vaateliaille lajeille. Säästöpuiden lajivalinnoilla pyritään turvaamaan myös lehtipuiden kuten haavan ja raidan varassa elävän lajiston elinolosuhteita.

Uhanalaisuuden arvioinnin (Hyvärinen ym. 2019) mukaan metsät ovat lajimäärältään merkittävien elinympäristö niin elinvoimaisille, uhanalaisille kuin Punaisen listan muille lajeille. Uhanalaisista lajeista (CR, EN ja VU) 31,2 % (833 lajia) elää ensisijaisesti metsissä (Hyvärinen ym. 2019), ja kaikista Punaisen listan lajeista metsät ovat ensisijainen elinympäristö 31,9 %:lle (2 133 lajia). Uhanalaisuusarvioinnin (Rassi ym. 2010; Hyvärinen ym. 2019) mukaan vanhojen metsien ja kookkaiden puiden sekä kuolleen puun väheneminen ja puulajisuhteiden muutokset talousmetsissä ovat metsälajiston uhanalaistumisen keskeisiä syitä. Vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen on tärkein ensisijainen uhanalaisuuden syy ja uhkatekijä noin viidennekselle uhanalaisista metsälajeista (Hyvärinen ym. 2019). Yhtenä syynä ja uhkatekijänä se on arvioinnin mukaan yli kolmannekselle metsien uhanalaisista lajeista.

Lahopuun väheneminen on lajien uhanalaisuusarvioinnin mukaan ensisijaisena uhanalaisuuden syynä ja uhkatekijänä lähes yhtä yleinen kuin vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen. Yhtenä syynä ja uhkana se on toiseksi merkittävin. Metsien puulajisuhteiden muutokset on neljänneksi merkittävin metsälajien uhanalaisuuden syy ja ensisijaiseksi uhaksi se on kirjattu 13,3 %:lle uhanalaisista metsälajeista vuoden 2019 arvioinnissa. Yhtenä uhanalaisuuden syynä ja uhkatekijänä se on kuitenkin yhtä tärkeä kuin muut metsälajeja uhkaavat tekijät. Metsälajien häviämisen (23 lajia) syistä keskeisin on vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen ja toiseksi tärkein syy on lahopuun väheneminen (Hyvärinen ym. 2019). Kun tarkastellaan luontotyyppettä, lahopuun (tai kuolleen puun) väheneminen on yksi uhanalaistumisen syy 79 prosentille ja uhkatekijä 95 prosentille arvioituista metsäluontotyypeistä (Kouki ym. 2018). Kaiken kaikkiaan metsäluontotyypeistä arvioitiin eri syiden pohjalta uhanalaisiksi 76 % vuonna 2018 (Kouki ym. 2018).

Metsissä pitkällä historiallisella aikavälillä tapahtunut muutos luonnonmetsien pinta-alassa ja niiden puuston määrällisissä ja laadullisissa rakennepiirteissä on johtanut lajiston uhanalaistumiseen ja kantojen heikentymiseen. Kaikki uhanalaisille lajeille tärkeät rakennepiirteet eivät ainakaan kaikilta osin enää vähene, mutta niiden vähyys nykyisissä talousmetsissä verrattuna luonnontilaisiin metsiin aiheuttaa tietyille lajeille ongelmia ja ylläpitää niiden uhanalaisuutta. Historiallinen elinympäristöjen heikkeneminen vaikuttaa edelleen uhanalaistumiskehitykseen, koska luonnontilaiset tai sen kaltaiset metsäalueet ovat pirstaleisia ja voivat sijaita etäällä toisistaan eikä niissä ole riittävästi lajiston tarvitsemia puustorakenteita. Lajisto ei pysty leviämään alueelta toiselle yhtä hyvin kuin luonnonmetsämaisemassa, eivätkä lajien kannat ole yhtä elinvoimaisia, mistä syystä suojelualueille ja talousmetsiin kertyy sukupuuttovelkaa – vaikka esimerkiksi lahopuun määrä lisääntyisi suojelualueilla ja talousmetsissä nykytasosta.

Tämän tutkimuksen tarkoitus on tarkastella, kuinka Suomen metsät ovat muuttuneet monimuotoisuuden kannalta merkittäviin rakennepiirteiden suhteen 1980-luvun alun ja 2010-luvun välillä. Tutkimuksessa tarkastellaan erityisesti metsälajien uhanalaistumiskehityksen kannalta keskeisten rakennepiirteiden muutoksia. Tarkasteltavia tekijöitä ovat edellä mainitun kuolleen puun (lahopuun) lisäksi vanhojen metsien määrä ja lehtipuuvältaisten metsien osuus, etenkin järeiden lehtipuiden määrä sekä metsien siirtäminen suojelun piiriin. Kuolleen puun ja järeiden puiden määrä sekä lehtipuusto on aiemmin valittu metsien laadun tai luonnontilaisuuden mittareiksi mm. elinympäristöjen tilan edistämisen prosessissa (Matveinen ym. 2015) sekä tuoreessa metsäluontotyypin uhanalaisuuden arvioinnissa (Kouki ym. 2018).

## 2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa käytettiin aineistoa seuraavista valtakunnan metsien inventoinneista (VMI): VMI7 1977–1984 (Kuusela ja Salminen 1991), VMI8 1986–1994 (Tomppo ym. 2001), VMI9 1996–2003 (Tomppo ym. 2011), VMI10 2004–2008 (Korhonen ym. 2013), VMI11 2009–2013 (Korhonen ym. 2017) sekä VMI12 (2014–2016, julkaisematon aineisto). Kukin aineisto on systemaattisella ryväsotannalla poimittu otos mittausajankohdan metsistä Suomen alueella. Tässä tutkimuksessa käytettiin aineistojen metsikkötason muuttujia (mm. sijainti, maaluokka, suojelutilanne, päätyyppi, kasvupaikkaluokka, vallitseva puulaji, ikäluokka, tehdyt hakkuut, tehdyt maan muokkaustoimenpiteet) sekä koealoilta mitattuja puutietoja (puulaji, puuluokka, läpimitta, tilavuus). VMI9:stä lähtien käytettävissä oli myös kuolleen puun mittaukset, kun VMI8:sta ja VMI7:stä oli kuolleista puista tietoa ainoastaan sellaisesta kuolleesta puusta, joka oli edelleen käyttökelpoista vähintään polttopuiksi.

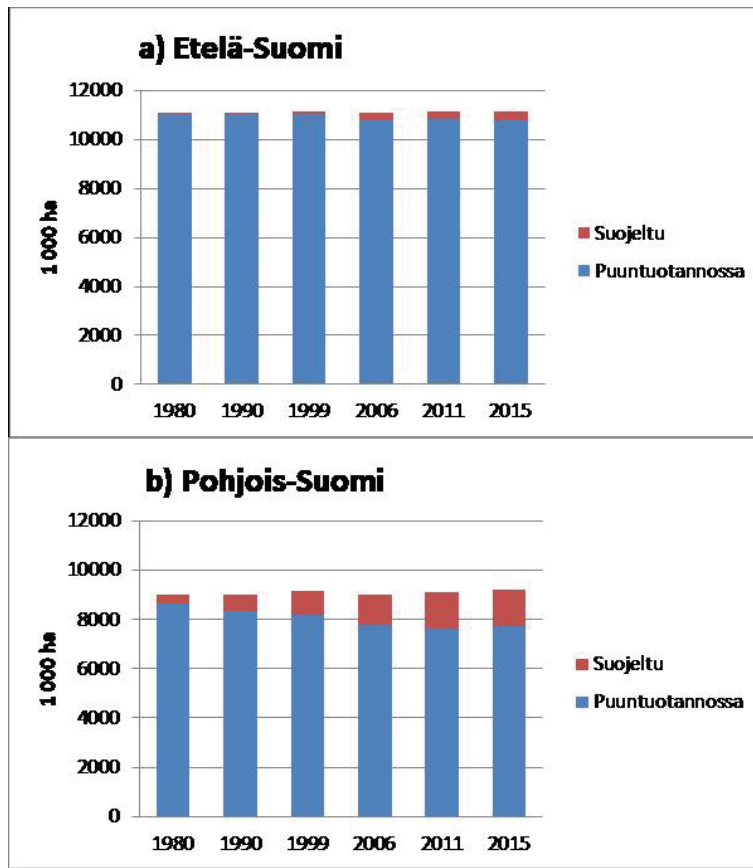
Tutkimuksessa käytettävät muuttujat valittiin sellaisista muuttujista, jotka kuvaavat metsien käsittelyä ja tilaa monimuotoisuuden näkökulmasta ja jotka olivat tarkastelujaksolla määritetty siten, että vertailukelpoisten tietojen laskenta oli mahdollista. Esimerkiksi puulajien erottelu, hakkuutapojen ja maanmuokkausten kuvaus on inventointien välissä muuttunut yksityiskohtaisemmaksi, jolloin tulosten laskennassa aineistot luokiteltiin uudestaan yksinkertaisimman luokituksen mukaisesti. Metsien jako suojelumetsiin ja puuntuotannon metsiin tehtiin kunkin ajankohdan VMI-aineistoihin määritettyjen puuntuotannon rajoituskirjausten mukaan. Suojeltuihin metsiin on tässä luokitettu metsät, joissa metsätaloustoimenpiteet eivät ole sallittuja lain, kaavoituksen tai omistajan (Metsähallitus) oman päätöksen mukaan. Käytetty suojelumetsän määritelmä ei vastaa esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen tilastoinnin määritelmää, mutta määritelmä on yhdenmukainen VMI:n eri aineistojen välillä.

Kunkin inventointiajankohdan tulokset laskettiin tässä tutkimuksessa uudelleen käyttäen koealan pinta-alapainoina otanta-alueiden maapinta-alan ja maakoealojen keskipisteiden lukumäärän suhdetta. Tulosten laskenta-alueina käytettiin Etelä-Suomea ja Pohjois-Suomea. Pohjois-Suomella tarkoitetaan tässä metsätalustalustoinnin vakiintuneen käytännön mukaisesti maakuntia Lappi, Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa, ja muu Suomi laskettiin Etelä-Suomeksi.

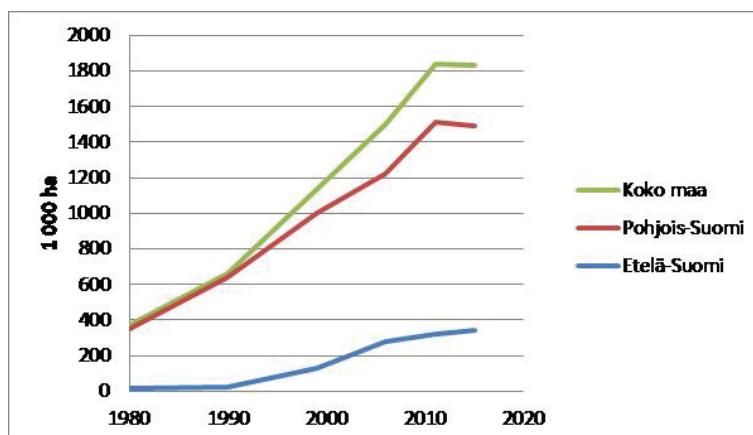
## 3 Tulokset

### 3.1 Metsämaan ala ja suojelu

Kuvassa 1 on esitetty metsämaan kokonaisalan ja suojellun metsämaan alan kehitys Etelä- ja Pohjois-Suomessa 1980–2015. Metsämaan ala on tarkastelujaksolla hieman kasvanut – Etelä-Suomessa 74 000 hehtaarilla ja Pohjois-Suomessa 200 000 hehtaarilla. Suojeltua metsää oli 1980-luvun alussa Etelä-Suomessa hyvin vähän ja sen ala on 1990-luvulta lähtien kasvanut selvästi (kuvat 1 ja 2). Etelä-Suomessa suojellun metsämaan ala on peräti 17-kertaistunut tarkastelujaksolla, mutta edelleen suojeltua metsämaata on Etelä-Suomessa vain 3,1 % metsämaan alasta. Myös Pohjois-Suomessa suojellun metsämaan ala on kasvanut voimakkaasti 1990-luvulta lähtien, mutta korkeamman lähtötilanteen takia osuus on vain viisinkertaistunut. Pohjois-Suomessa suojeltua metsämaata on VMI:n perusteella nyt noin 16,2 % metsämaasta. Kuvassa 2 näkyvä suojellun metsämaan alan pieni väheneminen 2010-luvulla (VMI11:n ja VMI12:n välillä) Pohjois-Suomessa selittyy inventointien otantavirheellä (tässä tutkimuksessa VMI12:sta on käytettävissä ollut vain kolmen vuoden aineisto) – todellisuudessa suojelualueita ei ole vähennetty.



Kuva 1. Metsämaan alan (1000 ha) kehitys 1980–2015 a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.

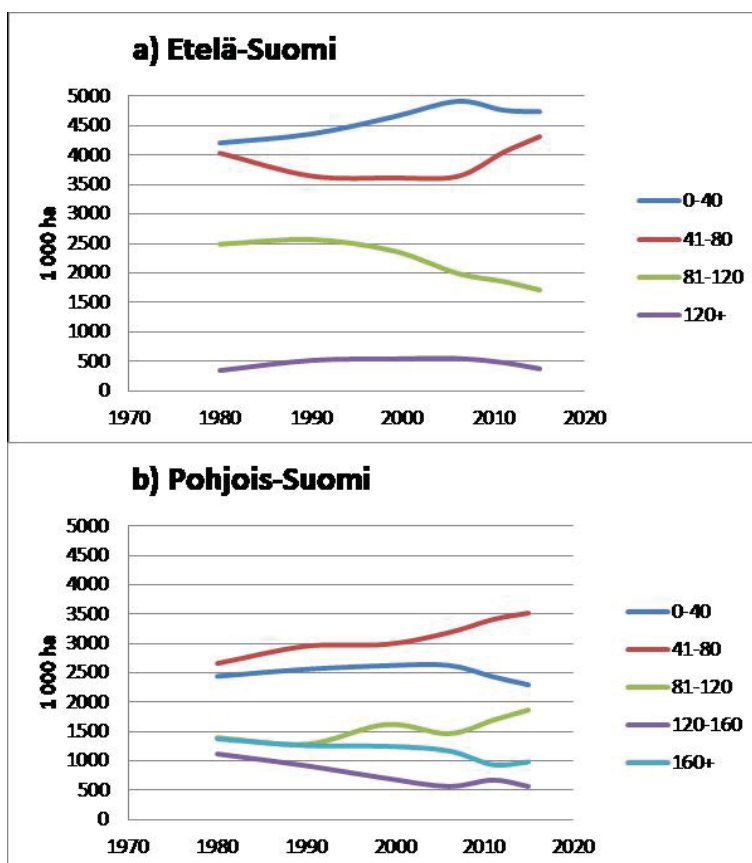


Kuva 2. Suojellun metsämaan alan (1000 ha) kehitys.

### 3.2 Metsien ikärakenne

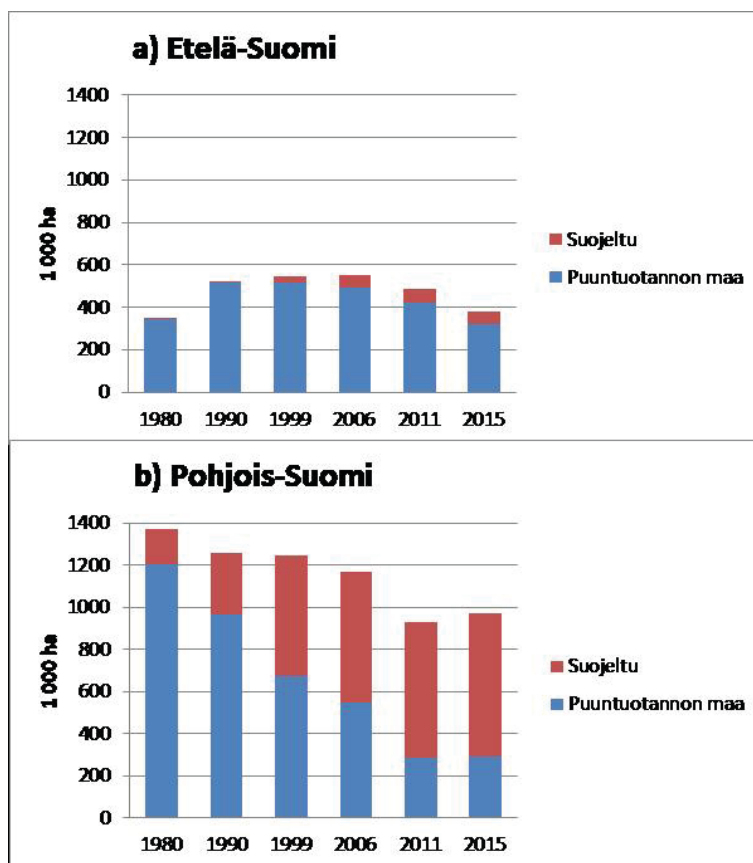
Etelä-Suomessa nuorten, korkeintaan 40-vuotiaiden, metsien ala on hieman kasvanut 1980-luvun alun jälkeen (kuva 3). Viime vuosina nuorien metsien alan kasvu on pysähtynyt. Vanhojen, yli 120-vuotiaiden, metsien ala on hieman kasvanut tarkasteluajanjaksolla, mutta viime vuosina pienentynyt. Keski-ikäisten, 41–80-vuotiaiden, metsien ala on vähentynyt 1980-luvulla, mutta viimeisen 10 vuoden aikana jälleen kasvanut, kun nuoria metsiä on siirtynyt tähän luokkaan. 81–100-vuotiaiden metsien ala on vähentynyt 1990-luvulta lähtien.

Pohjois-Suomessa vanhimpien, yli 160-vuotiaiden, metsien ala on tasaisesti pienentynyt 1980-luvun alun jälkeen, mutta 2010-luvulla näiden metsien vähentyminen on pysähtynyt. 120–160-vuotiaiden metsien ala on vähentynyt eniten, noin puoleen tarkastelujakson alusta. 41–80-vuotiaiden metsien ala on tasaisesti lisääntynyt, viime vuosikymmeninä myös 81–120-vuotiaiden metsien ala.



**Kuva 3.** Metsämaan metsien ala (1000 ha) ikäluokittain 1980–2015 a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.

Kuvassa 4 on esitetty erikseen metsämaan vanhojen metsien alan kehitys. Etelä-Suomessa vanhojen metsien rajana on kuvassa käytetty 120 vuotta ja Pohjois-Suomessa 160 vuotta. Pohjois-Suomessa vanhoista metsistä noin kaksi kolmasosaa on suojelualueilla, Etelä-Suomessa puolestaan valtaosa vanhoista metsistä (85 %) on puuntuotannon maalla (kuva 4).

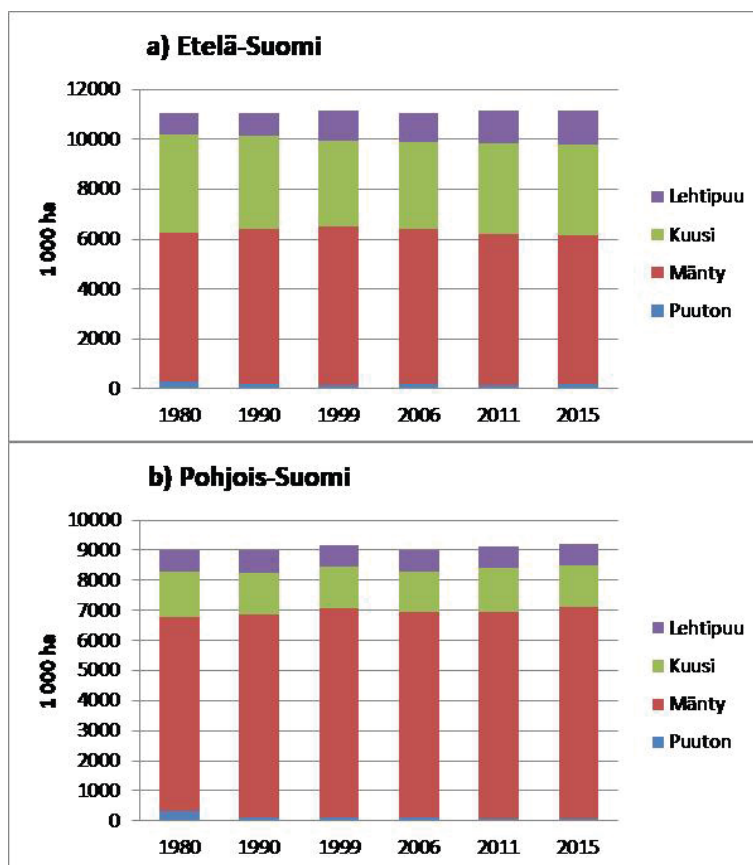


**Kuva 4.** Vanhojen (Etelä-Suomessa yli 120- ja Pohjois-Suomessa yli 160-vuotiaiden) metsien ala (1000 ha) suojelualueilla ja puuntuotannon metsämaalla a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.

### 3.3 Metsien pinta-ala vallitsevan puulajin mukaan

Vallitsevan puulajin osuudet metsämaan alasta ovat tarkasteluajanjaksolla 1980–2015 pysyneet melko muuttumattomina (kuva 5). Etelä-Suomessa selkein muutos on ollut lehtipuuvaltaisten metsien alan lisääntyminen tasaisesti koko tarkasteluajanjaksolla. Kuusivaltaisten metsien ala on Etelä-Suomessa 1980- ja 1990-luvuilla hieman pienentynyt, mutta sittemmin jälleen kasvanut. Suhteellisena muutoksena suurin on ollut puuttoman uudistusalan, avohakkuualan, voimakas pienentyminen 1980-luvulta 290 000 hehtaarista 180 000 hehtaariin vuoteen 2015 mennessä. Avohakkuualan pienentyminen ei selity säästöpuukäytännöllä, sillä VMI:n luokituksissa keinollista uudistamista varten hakattu ala luokitellaan avohakkuualaksi riippumatta siitä, onko sille jätetty säästöpuuta.

Pohjois-Suomessa mäntyvaltaiset metsät ovat hieman lisääntyneet tarkasteluajanjaksolla. Myös Pohjois-Suomessa puuttomat uudistusalat ovat vähentyneet selvästi, 340 000 hehtaarista 70 000 hehtaariin.

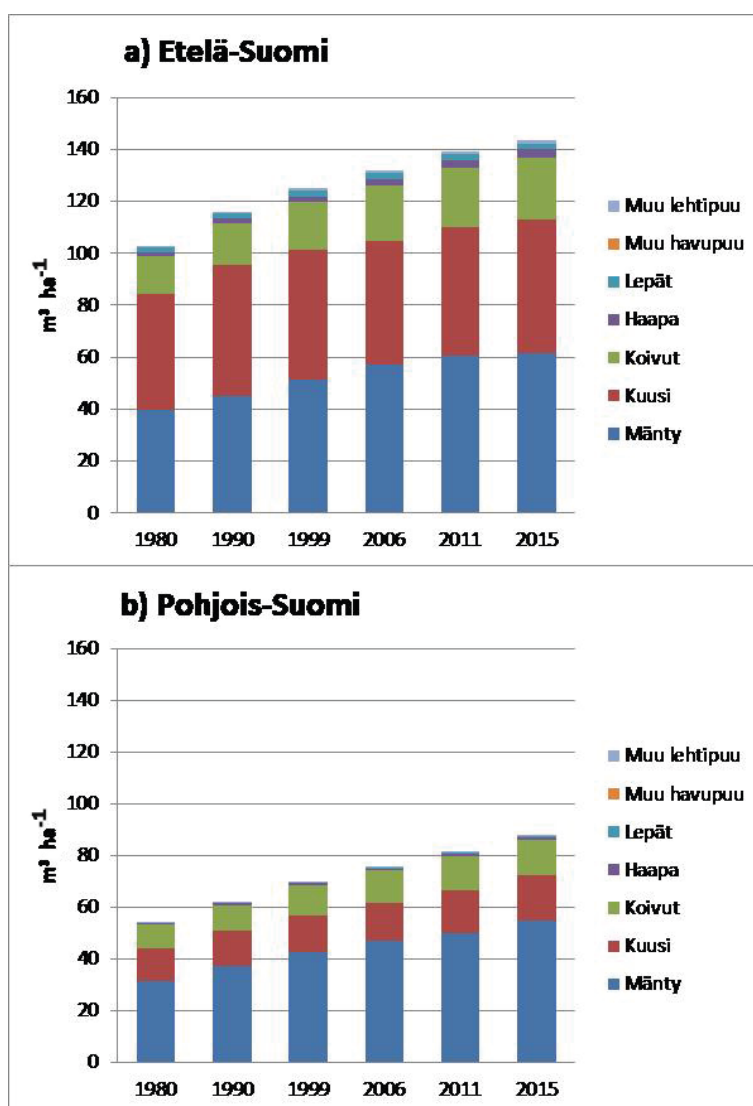


Kuva 5. Metsämaan ala (1000 ha) vallitsevan puulajin mukaan a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.

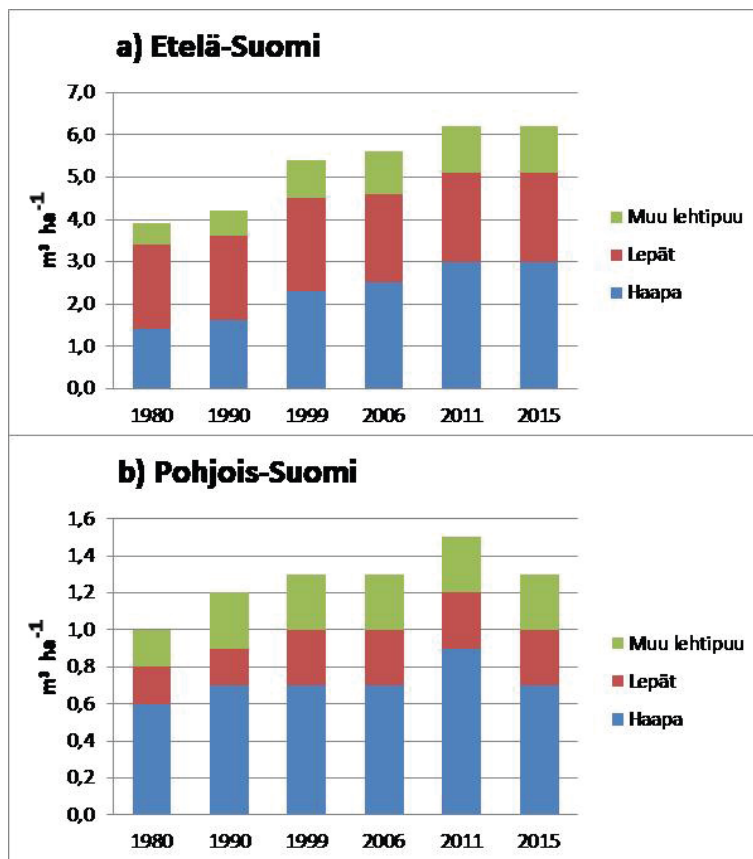


### 3.4 Puuston määrä ja rakenne

1980-luvun alussa puuston keskitilavuus metsämaalla oli Etelä-Suomessa  $103 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ja Pohjois-Suomessa  $54 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , kun vastaavat keskitilavuudet ovat tuoreimman tiedon mukaan 148 ja  $87 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (kuva 6). Puuston määrän lisäyksestä valtaosa on mäntyä, mutta myös kuusen ja lehtipuuston määrä on kasvanut sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa. Etelä-Suomessa suurimmat suhteelliset lisäykset ovat olleet lehtipuulla, erityisesti haavalla ja muulla lehtipuulla (muu lehtipuu tarkoittaa tässä muuta kuin koivu, haapa tai leppä). Haavan keskitilavuus on noussut 1980-luvun alun 1,4 kuutiometrillä hehtaarilla nykyiseen 3,0 kuutiometriin hehtaarilla eli runsaat 110 %. Pohjois-Suomessa suurin suhteellinen lisäys on ollut männyllä, 76 % (kuva 7).



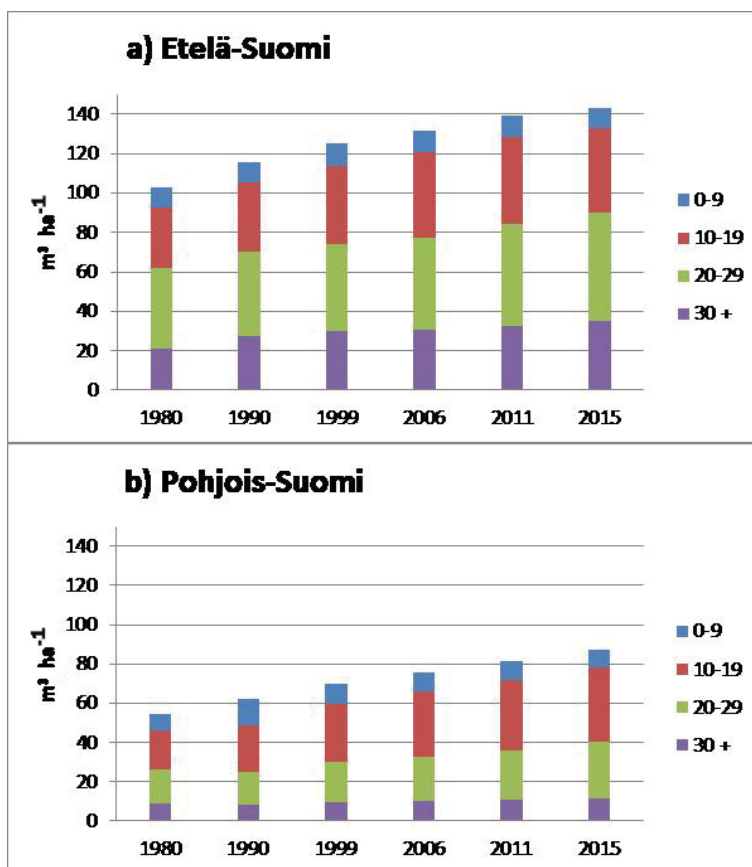
Kuva 6. Puuston keskitilavuus ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) metsämaalla puulajiryhmittäin 1980–2015 a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.



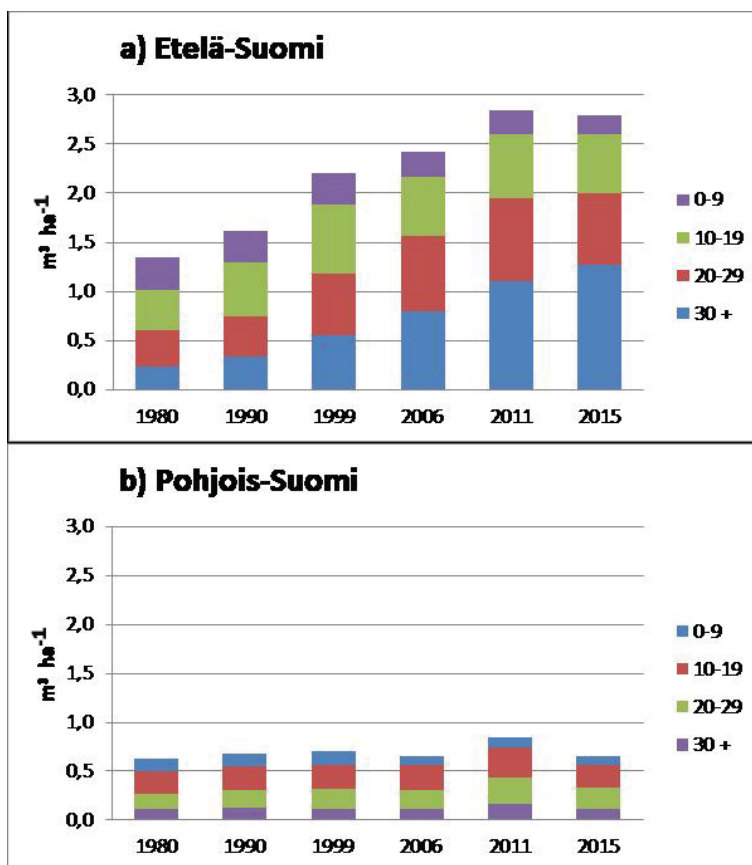
**Kuva 7.** Haavan, lepän ja muun lehtipuun (kuin koivut, haapa tai leppä) keskitilavuuden kehitys metsämaalla 1980–2015 a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.

Järeysluokittain tarkasteltuna Etelä-Suomessa puuston määrän lisäys on ollut suurinta 20–30 cm:n ja yli 30 cm:n läpimittaluokissa, molemmissa yli  $14 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (kuva 8). Alle 10 cm:n läpimittaisten puiden määrä ei ole muuttunut. Pohjois-Suomessa lisäys on ollut suurin läpimittaluokassa 10–20 cm ( $17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), mutta huomattava myös läpimittaluokassa 20–30 cm ( $12 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ).

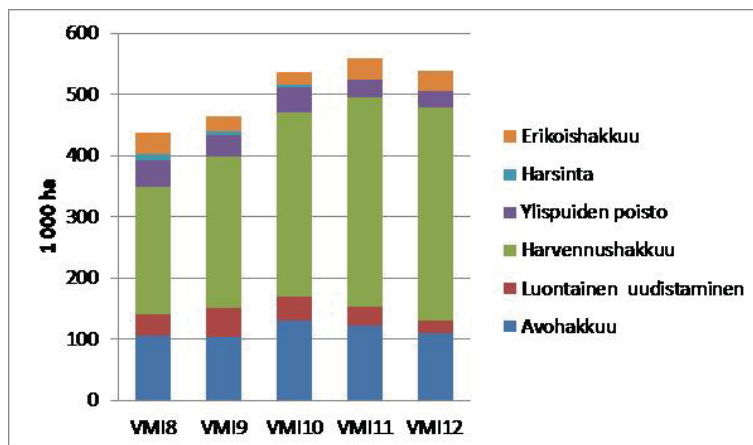
Järeiden, läpimitaltaan yli 30 cm, haapojen keskitilavuus on kasvanut 1980-luvun alun arvosta  $0,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  nykyiseen arvoon  $1,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  Etelä-Suomessa (kuva 9). Pohjois-Suomessa järeät haavat ovat kasvuolosuhteiden vuoksi harvinaisia, eikä määrä ole muuttunut tarkastelujaksolla.



Kuva 8. Puuston keskitilavuus metsämaalla ( $m^3 ha^{-1}$ ) läpimittaluokittain a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.



Kuva 9. Haavan määrän ( $m^3 ha^{-1}$ ) kehitys järeysluokittain a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa.

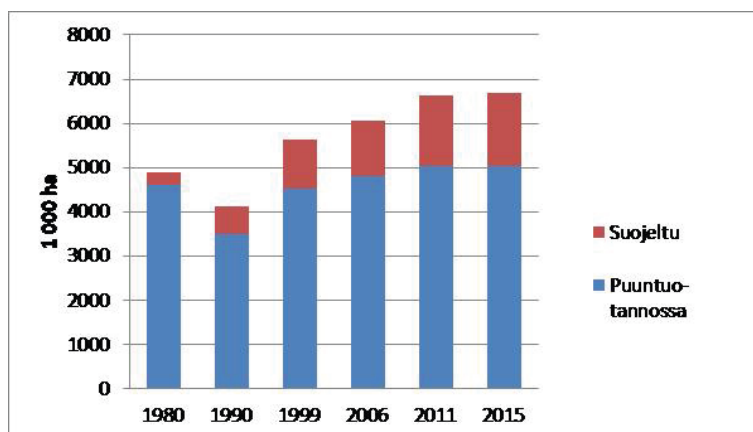


Kuva 10. Vuotuiset hakkuualat (1000 ha) hakkuutavoittain inventointia edeltäneellä 10-vuotiskaudella.

### 3.5 Hakkuutavat

Tehdyt hakkuut kirjataan VMI:ssä jokaiselle koelakuviolle koskien inventointia edeltänyttä 10-vuotisjaksoa. Tämän takia VMI8:sta lasketut hakkuutiedot koskevat vanhimmillaan vuosia 1966–1976 ja uusimmillaan vuosia 1974–1983, riippuen inventointialueesta. VMI12:ssa kirjatut hakkuut ovat tapahtuneet vuosien 2004 ja 2016 välillä. VMI8:n tulosten mukaan vuotuiset hakkuut olivat 440 000 hehtaaria, kun VMI12:n mukaan hakkuut olivat 540 000 hehtaaria (kuva 10). Hakkuutavoittain tarkasteltuna eniten ovat lisääntyneet harvennushakkuut, 210 000 hehtaaria 350 000 hehtaariin. Avohakkuuden ala on kasvanut selvästi VMI9:n ja VMI10:n välillä (1990-luvulla ja 2000-luvun alussa), mutta sen jälkeen vähentynyt samalle tasolle kuin VMI8:ssa. Luontaiseen uudistamiseen tähtäävät hakkuut (siemen- ja suojuspuuhakkuut) ovat vähentyneet yli 50 %:lla VMI9:n jälkeen. VMI12:n mukaan luontaisen uudistamisen osuus uudistamishakkuista on 16 %.

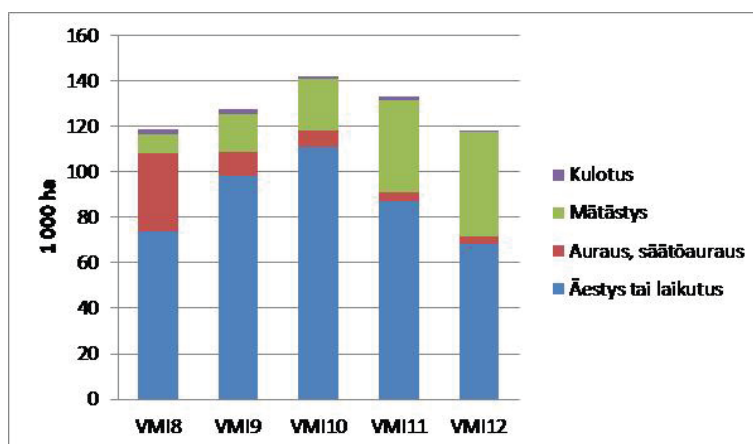
Vaikka vuotuisten hakkuualojen kokonaismäärä on kasvanut, niin samaan aikaan yli 30 vuotta käsittelemättä olleiden metsien ala on kasvanut (kuva 11). Tämä johtuu valtaosin suojele-



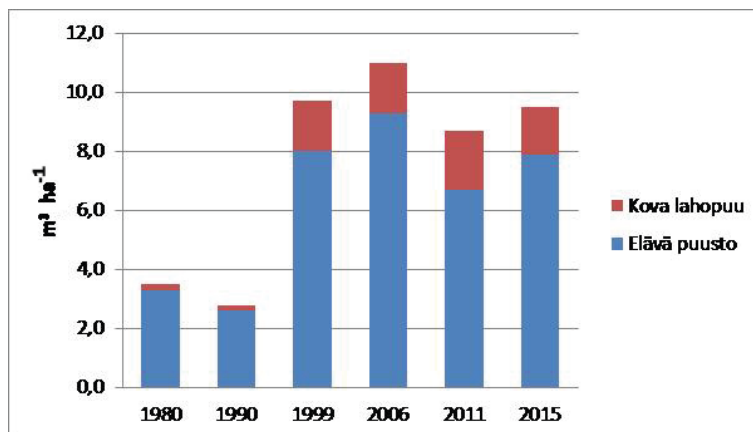
Kuva 11. Yli 30 vuotta hakkaamatta ollut metsämaa (1000 ha) VMI8–VMI12 puuntuotannon maalla ja suojelealueilla.

alueiden määrän lisäyksestä, mutta myös puuntuotantoon käytettävissä olevalla maalla yli 30 vuotta käsittelemättä olleiden metsien ala on kasvanut erityisesti VMI9:n jälkeen. Yli 30 vuotta käsittelemättä olleista metsistä vain 31 %:lla on metsänhoidollisesti arvioiden kiireellinen tarve hakkuulle. Valtaosa näistä metsistä ei ole siten hoitamattomia, mutta merkittäväällä osalla kuitenkin hoitamattomuuden takia puiden elinvoimaisuus on heikentynyt ja luonnonprosessit alkavat lisätä puiden kuolemista. Yli 30 vuotta hakkuiden ulkopuolella olleet metsät eivät ole rinnastettavissa suojelualueisiin siitäkään syystä, että niiden tila voi esimerkiksi omistajavaihdoksen yhteydessä muuttua nopeasti. Näillä metsillä voi kuitenkin olla merkitystä uhanalaisten lajien väliaikaisena turvapaikkana ja ennen kaikkea potentiaalia suojelualueen perustamiseen. Esimerkiksi varttuneita talousmetsiä hyödyntävät lajit, kuten uhanalaistuneet hömö- ja töyhtötiainen voivat hyödyntää näitä metsiä talviaikana ravinnonhankinnassa tai ne voivat tarjota pesäpaikkoja monille petolinnuille.

Maanmuokkauksen vuotuinen ala on kasvanut VMI8:n ja VMI10:n välillä, mutta sen jälkeen pienentynyt siten, että VMI12:ssa havaittu maanmuokkauksen ala vastaa VMI8:n havaintoja (kuva 12). Maanmuokkaustavat ovat selvästi muuttuneet järeistä muokkausmenetelmistä (auraus) kevyempiin. Äestysten ja laikutuksen määrä kasvoi 1990-luvun loppuun saakka, minkä jälkeen mätästys on korvannut muita menetelmiä. Kulotuksia havaittiin VMI8:ssa 2000 hehtaarin alalla, VMI12:ssa vain 600 hehtaarin alalla vuotuisiksi aloiksi muutettuna.



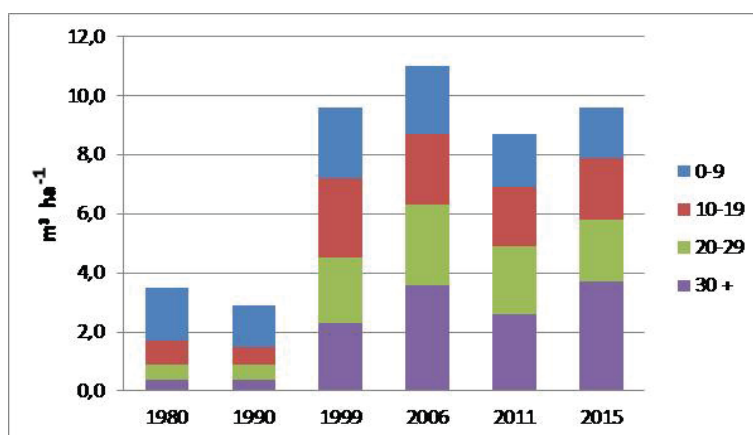
Kuva 12. Vuotuiset maanmuokkausalat (1000 ha) keskimäärin inventointia edeltäneellä 10-vuotiskaudella.



Kuva 13. Elävien ja kuolleiden puiden määrä ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) avohakkuualoilla.

### 3.6 Elävä ja kuollut säästöpuusto avohakkuualoilla

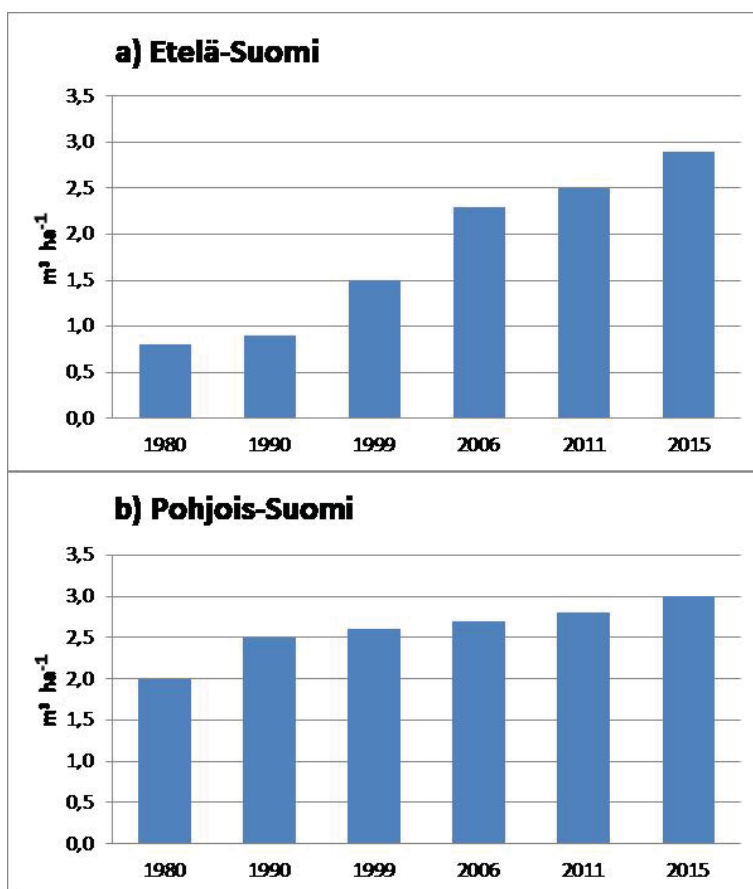
1980-luvun alussa avohakkuualoilla oli puuta keskimäärin  $3,5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$  ja 1990-luvun alussa  $2,8 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$  (kuva 13). 2000-luvun alkuun mennessä puuston määrä oli kasvanut nopeasti lähes 11 kuutiometriin hehtaarilla ja sen jälkeen hieman pienentynyt, mutta säilynyt suhteellisen korkeana. Lisäys on ollut vähintään 10 cm:n läpimittaista puuta, mikä vastaa PEFC-sertifioinnin mukaista elävien säästöpuiden alarajaa (kuva 14).



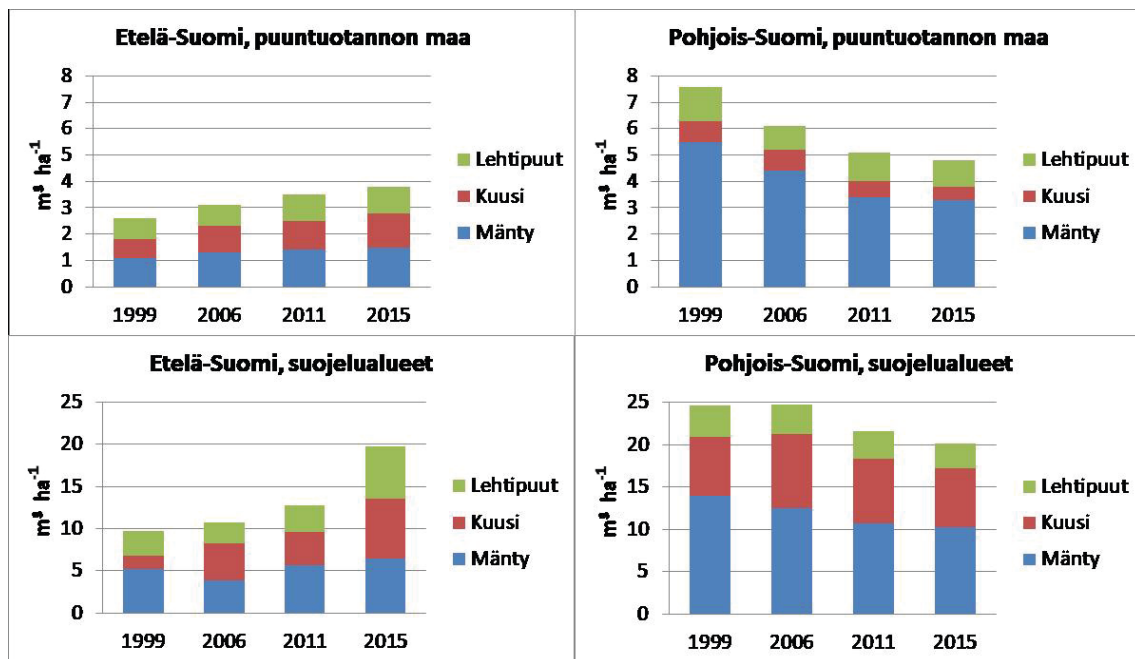
Kuva 14. Elävien ja kuolleiden puiden määrä ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) avohakkuualoilla järeysluokittain.

### 3.7 Kuolleen puun määrä

Kuolleen puuston määrän mittausta, kattaen myös pitkälle lahonneet kuolleet puut, aloitettiin VMI9:ssä 1990-luvulla. Tätä aiemmissa inventoinneissa on mitattu kuolleista puista vain sellaiset puut, jotka ovat lahoasteensa puolesta käyttökelpoisia vähintään polttopuiksi. Tarkastelujaksolla polttopuukelpoisen kuolleen puun määrä on kasvanut 0,8 kuutiometristä 2,9 kuutiometriin hehtaarilla Etelä-Suomessa ja 2,0 kuutiometristä 3,0 kuutiometriin hehtaarilla Pohjois-Suomessa (kuva 15).



**Kuva 15.** Vähintään polttopuiksi kelpoisen kuolleen puun (kovan lahopuun) määrän ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) kehitys a) Etelä-Suomessa ja b) Pohjois-Suomessa metsämaalla.



**Kuva 16.** Kuolleen puun kokonaismäärän ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) kehitys metsämaalla Etelä- ja Pohjois-Suomessa puuntuotannon metsämaalla ja suojelualueilla.

Kuolleen puun kokonaismäärä on kasvanut Etelä-Suomessa 1990-luvun lopun jälkeen 10 kuutiometristä hehtaarilla lähes 20 kuutiometriin hehtaarilla suojelualueilla ja 2,7 kuutiometristä hehtaarilla 3,9 kuutiometriin hehtaarilla puuntuotannon metsämaalla (kuva 16). Pohjois-Suomessa kuolleen puun kokonaismäärä on pienentynyt sekä suojelualueilla (24,6 kuutiometristä hehtaarilla 20,2 kuutiometriin hehtaarilla) että puuntuotannon metsämaalla (7,6 kuutiometristä hehtaarilla 4,8 kuutiometriin hehtaarilla).

#### 4 Yhteenveto ja päätelmät

Tarkasteluajanjaksolla 1980–2015 suojellun metsämaan ala on noin 17-kertaistunut Etelä-Suomessa, mutta on edelleen vain 3,1 % metsämaan alasta. Myös Pohjois-Suomessa suojelupinta-ala on tarkasteluajanjaksolla moninkertaistunut ja on nyt 16,2 % metsämaan alasta. Tässä tutkimuksessa suojelupinta-alat laskettiin VMI:n koealoille selvitetystä maankäyttötiedoista. Suojelualueisiin luetaan tässä myös metsänomistajan omalla päätöksellä suojellut alueet, ja nämä rajoitukset on VMI-aineistoon selvitetty vain Metsähallituksen metsistä. Muiden omistajaryhmien omalla päätöksellä suojellut metsät ovat mukana tuloksissa vain silloin, kun tieto on Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämässä suojelualuerajoissa. Suojellun metsän ala on VMI:n mukaan suurempi kuin Luonnonvarakeskuksen kokoamien suojelualuetilastojen mukainen 10,2 % suojeltu osuus metsämaasta Pohjois-Suomessa (Luonnonvarakeskus 2019). Luonnonvarakeskuksen tilastot perustuvat valtion metsien osalta Metsähallituksen toimittamiin tietoihin, metsäyhtiöiden osalta Metsäteollisuus ry:n kokoamiin tietoihin ja yksityismaiden osalta Metsähallituksen luontopalvelujen ja Suomen metsäkeskuksen kokoamiin tietoihin. Ero suojelualuetilastojen ja VMI-aineistoista laskettujen suojeluosuuksien välillä on ymmärrettävä, sillä suojelualuetilastoissa ei käytetä VMI:n mukaista metsäpinta-alaa osuuden laskennassa vaan metsäpinta-ala perustuu maanomistajien ilmoittamaan tietoon. Esimerkiksi Metsähallituksen kuviotietojärjestelmässä on selvästi pienempi metsämaan



pinta-ala kuin VMI:n koealapohjainen arvio metsämaan alasta. Koska suojellun metsämaan ala on tässä tutkimuksessa määritetty samalla tavalla koko tarkastelujaksolla, suojelualojen pinta-alojen kehittymistä koskevat tulokset ovat luotettavia, mutta pinta-aloja ei tule sellaisenaan verrata eri tavalla määriteltyihin suojelualuutilastolukuihin.

Hakkuut ovat tarkasteluaajanjaksolla pienentäneet vanhojen metsien alaa voimakkaasti Pohjois-Suomessa, mutta viime vuosina vähentyminen on pysähtynyt. Suojelualueiden suuri määrä Pohjois-Suomessa varmistaa osaltaan olemassa olevien vanhojen metsien säilymisen siellä. Pohjois-Suomen suojelualueet tulevat todennäköisesti kasvattamaan merkitystään monimuotoisuuden turvaajina tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen edetessä (ks. esim. Virkkala ym. 2013, 2014, 2019).

Etelä-Suomessa vanhojen metsien ala on pienentynyt 2000-luvulla, ja kehitys voi jatkua puun hyvän kysynnän ja suojelualueiden vähäisyyden vuoksi, sillä Etelä-Suomen vanhoista yli 120-vuotiaista metsistä valtaosa (85 %) on puuntuotannon maalla. VMI-aineistojen mukaan toisaalta järeiden ( $\geq 40$  cm) puiden määrä on kasvanut huomattavasti (+325 %) vuosien 1921 ja 2013 välillä – pääasiassa 1970-luvulta alkaen, mutta toisaalta vanhojen ( $\geq 150$  v.) puuyksilöiden määrä on pysynyt ennallaan tai hieman vähentynyt (–4 %) vuosien 1971 ja 2013 välillä (Henttonen ym. 2019). Eteläborealisella vyöhykkeellä vanhat puut ovat kuitenkin lisääntyneet vuosien 1971 ja 2013 välillä (Henttonen ym. 2019). Vanhoista puista valtaosa on suhteellisen pienikokoisia, mutta kuitenkin myös sellaisten puiden, jotka ovat sekä vanhoja että järeitä, määrä on kasvanut merkittävästi (Henttonen ym. 2019). Järeiden puiden esiintymistiheydet jäävät niiden määrän huomattavasta lisäyksestä huolimatta edelleen paljon alhaisemmiksi kuin käsittelemättömissä luonnonmetsissä, ja VMI-aineistojen mukaan järeiden puiden määrä näyttääkin vähentyneen alhaiselle tasolle jo kauan ennen ensimmäistä inventointia vuonna 1921 (Henttonen ym. 2019).

Vanhojen puiden määrän kehityksen olennainen poikkeaminen kookkaiden puiden määrän kehityksestä on tärkeää huomioida käytettäessä kookkaiden puiden määrää vanhojen puiden määrän surrogaattina (Henttonen ym. 2019). Esimerkiksi monille vaateliaille epifyyttilajeille nimenomaan puiden korkea ikä on olennainen kasvualustan laadun edellytys (esim. Pykälä 2019). Henttonen ym. (2019) tutkimuksessa havaittiin, että suojelualueilla oli pinta-alaansa (10 % metsä- ja kitumaasta) suurempi merkitys sekä järeiden että vanhojen puiden esiintymiselle: järeistä puista 17 %, vanhoista puista 34 % ja vanhoista ja samalla järeistä puista 43 % sijaitsi suojelualueilla. Myös uudistusaloille jätettyjen säästöpuiden vaikutus oli merkille pantava: säästöpuina oli 1,4 % vanhoista puista ja 6 % vanhoista ja samalla järeistä puista (Henttonen ym. 2019). Uudistusaloille jätetyt vanhat tai järeät puut eivät kuitenkaan kaikkien lajien kannalta vastaa ominaisuuksiltaan sulkeutuneen metsän sisällä olevia vanhoja tai järeitä puita, koska uudistusalan pienilmasto on erilainen kuin sulkeutuneen metsän.

Puuntuotannon maalla olevat vanhat metsät ovat metsälain ja siten myös metsätuholain piirissä, ja ilmastonmuutoksen lisätessä erilaisia metsätuhoja nämä metsät voivat joutua hakkuiden piiriin metsätuholain asettamien velvoitteiden kautta. Vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen on uhanalaisuusarviointien mukaan edelleen merkittävä metsälajien uhanalaistumisen syy (Rassi ym. 2010; Hyvärinen ym. 2019). Metsäluontotyyppien suojelussa vanhojen metsien ja vanhoja puuyksilöitä sisältävien metsien säilyttäminen on tärkeää, koska ikääntymisen tuomaa ekologista laatua ei ole mahdollista palauttaa ennallistamisen tai luonnonhoidon keinoin kohtuullisessa ajassa (Kouki ym. 2018). Vapaaehtoisen suojelun kannustimet esimerkiksi METSO-ohjelman rahoitustasosta huolehtimalla ovat siis Etelä-Suomessa edelleen erittäin tärkeässä asemassa metsäluonnon monimuotoisuuskadon pysäyttämisessä (ks. myös Korhonen ym. 2016; Kontula ja Raunio 2018).

Etelä-Suomessa on yhä monimuotoisuuden kannalta arvokkaita metsiä myös puuntuotannon maalla, kuten uusien METSO-kohteiden inventoinnit ovat osoittaneet (Siitonen ym. 2012). Puuntuotannon maalla on tulosten mukaan runsaasti sellaisia metsiä, jotka ovat olleet yli 30 vuotta

käsittelemättä ja joilla olisi metsänhoidollisesti arvioiden kiireellinen tarve hakkuulle (31 % eli noin 1,6 miljoonaa hehtaaria, ks. kuva 11) – osa näistä metsistä on saattanut kehittyä monimuotoisuuden kannalta suotuisaan suuntaan mm. kuolleen puun määrän lisääntyttä. Näiden metsien hankkiminen pysyvään suojeluun voisi olla yksi tehokas keino monimuotoisuuden turvaamiseen Etelä-Suomessa. Myös FSC-sertifiointin yleistymisellä voisi olla myönteisiä vaikutuksia puuntuotannon ulkopuolelle siirtyvien, monimuotoisuudelle arvokkaiden alueiden kertymisessä. FSC-sertifiointi velvoittaa jättämään hakkuiden, myös varovaisten poimintahakkuiden, ulkopuolelle 5 % sertifioitun metsämaan alasta. Tämä mahdollistaa vanhojen, elävien puiden ja myöhemmin järeän, kuolleen puuston kehittymisen ja kertymisen näihin kohteisiin. Sertifiointin pitkän ajan vaikuttavuutta heikentää se, että sertifiointista voi melko helposti irtisanoutua.

Kokonaishakkuumäärien kasvu noin 100 000 hehtaarilla vuosittain liittyy metsien ikärakenteen muutokseen ja koostuu harvennushakkuiden lisääntymisestä. Samaan aikaan monimuotoisuudelle merkittävämpien uudistushakkuiden määrä on säilynyt tarkastelujaksolla suurin piirtein ennallaan. Avohakkuut lisääntyivät selvästi 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa, mutta vähentyivät sen jälkeen samalle tasolle kuin 1980-luvulla. Tuolloista kasvua selittää siirtyminen metsien pinta-alaverotuksesta myyntivoittoverotukseen (Mutanen ja Toppinen 2005): hakkuiden määrä oli suuri sekä ennen siirtymäkauden alkua 1992 että 13 vuoden siirtymäaikana (1993–2005). Siirtymäkauden jälkeinen hakkuiden väheneminen ja taantuma selittävät havaittua muutosta avohakkuiden pinta-aloissa. Hakkuumäärien lisääntymisen on todettu olevan yhteydessä esim. aikaisemmin yleisten metsälintulajien vähenemiseen (Lehikoinen ja Virkkala 2018). Harvennushakkuiden monimuotoisuusvaikutuksiin vaikuttaa merkittävästi se, kuinka paljon harvennuksissa pyritään yksipuolistamaan puuston rakennetta. Hyvän metsähoidon suositukset (Äijälä ym. 2019) ohjaavat jättämään havupuuvaltaisiin metsiin vähintään 10 % lehtipuusekoituksen, ja luonnon- ja riistanhoitoa painottavissa harvennuksissa tavoitteena voi olla kasvupaikan mukaan vaihdellen 20–30 prosentin lehtipuusekoitus (Äijälä ym. 2019). Käytännössä näiden suositusten vaikutus on hyvin vähäinen, ja PEFC-sertifiointin minimivaatimuksia noudattelevista luonnonhoitoratkaisuista on muodostunut metsätalouden käytäntö (Saaristo ym. 2017) – PEFC-sertifiointistandardissa ei ole kriteeriä lehtipuusekoituksen ylläpidosta (PEFC Suomi 2014). Kasvupaikalle luontaisten lehtipuiden, etenkin haavan, raidan ja jalojen lehtipuiden, säilyttäminen ja lisääminen on kuitenkin monimuotoisuuden kannalta tärkeää (Kouki ym. 2018). Harvennushakkuiden metsänhoidollinen tavoite on vähentää luonnonpoistumaa ja nopeuttaa harvennuksessa jätettävän puuston järeytymistä. Pieniläpimittaisen pystykuolleen puun määrän väheneminen voi vaikuttaa esimerkiksi lehtipuupötkkelöihin pesäkolonsa kaivaviin metsätiaislajeihin, uhanalaistuneisiin hömö- ja töyhtöiaiseen. Tästä syystä myös harvennushakkuissa tulisi välttää kuolleiden puiden poistamista harvennuksen kielteisten monimuotoisuusvaikutusten minimoimiseksi samalla tavoin kuin uudistushakkuissa.

Kokonaishakkuumäärien lisääntyminen voi lisätä myös kuolleen puun hakkuuhävikkää (Korhonen ym. 2016). Tästäkin syystä metsien monimuotoisuuden turvaaminen erityisesti Etelä-Suomessa edellyttää lahoppuuston turvaamista suojelua lisäämällä ja hakkuukäytäntöjä edelleen kehittämällä. Järeän kuolleen puun korjuuta energiapuuksi sekä maapuiden tuhoutumista hakkuiden ja maanmuokkauksen yhteydessä on vältettävä (Matveinen ym. 2015; Korhonen ym. 2016; Kouki ym. 2018). Metsän luontaisia rakenteita ja kehitystä mukailevalla metsänkasvatuksella voidaan vähentää puuntuotannosta johtuvaa metsäluontotyypin laadun heikkenemistä (Kouki ym. 2018).

Uudistamisripeyden kasvu avohakkuun jälkeen, mikä näkyy avohakkuualan pienentymisenä, on taloudellisessa ja ilmastollisessa mielessä myönteistä, mutta sillä ei liene suoranaisia monimuotoisuusvaikutuksia, sillä avoimia sukkessiovaiheita vaativia lajeja pidetään yleensä hyvinä leväjinä ja monet avoimien ympäristöjen kasvit säilyvät pitkään maaperän siemen- ja itiövarastoissa.

Maanmuokkausmenetelmien keventymisellä voi olla myönteinen vaikutus monimuotoisuuteen, jos kuollutta puustoa ja aluskasvillisuutta säilyy maanmuokkauksessa aiempaa paremmin.

Keventyneet menetelmät saattavat olla myös ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta parempi vaihtoehto, sillä hiili säilynee maaperään sitoutuneena paremmin, jos maata muokataan maltillisemmin. Mjölfors ym. (2017) havaitsivat kuitenkin, että muokkaamattomaan maahan verrattuna kivennäismailla kevyt maanmuokkaus johti 25 vuoden tarkastelujaksolla merkittävästi suurempaan hiilensidontaan lisääntyneen puuston kasvun vuoksi (ks. myös tuore katsaus Laine ym. 2019).

Kulotuspinta-alan pitkään jatkunut huomattava pieneneminen – tämänkin tutkimuksen kattaman tarkastelujakson aikana pienentyminen alle kolmannekseen – on monimuotoisuuden kannalta hyvin huolestuttavaa. Kulotuksella ja etenkin luonnonhoidollisella kulotuksella, jossa jätetään tavanomaista enemmän säästöpuustoa, tiedetään olevan merkittäviä myönteisiä monimuotoisuusvaikutuksia metsälajistolle ja -luontotyypeille (esim. Keto-Tokoi 2018; Lindberg ym. 2018). Kulotuksen vähenemiseen on vaikuttanut osaltaan se, että Suomessa laajassa käytössä olevan PEFC-metsäsertifiointistandardin historiassa kulotusvaatimusta on jatkuvasti lievennetty. Tulen käytön – kulotusten ja ennallistamispolttojen – lisäämistarve on kuitenkin selvä ja laajasti tunnistettu (esim. Matveinen ym. 2015; Korhonen ym. 2016; Kouki ym. 2018; Hyvärinen ym. 2019). Kulotuksen havaitseminen ei VMI:n tapaisissa mittauksissa ole luotettavaa, mutta myös Luonnonvarakeskuksen metsänhoitotilastojen (<https://stat.luke.fi/metsanhoito-ja-metsanparannustyot>) mukaan kulotuspinta-alat ovat voimakkaasti vähentyneet 1980-luvulta.

Jättö- tai säästöpuiden tuominen osaksi talousmetsien luonnonhoitoa 1990-luvun lopussa on nopeasti lisännyt avohakkuualojen puustoa. Tämä on yksi kuolleen puun lisäystä selittävä tekijä. Erityisen merkittävää on järeän jättöpuuston osuuden kasvu. Tämä VMI-aineistoista saatu tulos on osittain ristiriidassa yksityismetsien luonnonhoidon laadun seurantatulosten kanssa, sillä seuranta-aineistojen mukaan pieniläpimittaiset (10–19 cm) elävät säästöpuut ovat korvanneet järeitä (20+ cm) säästöpuita siinä määrin, että elävien säästöpuiden kokonaistilavuus on laskenut (ks. esim. Korhonen ym. 2016). Tähän eroon saataneen selitys parhaillaan meneillään olevassa tutkimushankkeessa Talousmetsien luonnonhoidon laadunseurannan kehittäminen (Tapio Oy, Suomen metsäkeskus, Luonnonvarakeskus ja Suomen ympäristökeskus).

Säästöpuiden jättämisellä on havaittu olleen myönteinen vaikutus tietyille lajeille, esimerkiksi eräille avointa ja paahteista elinympäristöä vaativille lahokuukovakuoriaisille (esim. Kaila ym. 1997; Martikainen 2001; Hyvärinen ym. 2006; Toivanen ja Kotiaho 2007; Rassi ym. 2010) sekä tietyille epifyyttijäkälille (Hedenås ja Hedström 2007). Vaateliaan metsälajiston kannalta säästöpuumäärät ovat kuitenkin olleet hyvin alhaisia, esimerkiksi v. 2013–2017 vain 1,2 % hakkuualueiden kokonaispuustosta (Suomen metsäkeskus 2019), kun tutkimusten mukaan minimimäärä olisi vähintään 5–10 % puustosta ja usein vielä suurempi (Gustafsson ym. 2012; Keto-Tokoi 2018) eikä säästöpuilla ole vielä ollut suurta vaikutusta uhanalaistumiskehitykseen.

Tuoreen uhanalaisarvioinnin mukaan ensisijaisesti metsissä elävässä lajistossa myönteistä kehitystä on tapahtunut 115 lajilla, ja 142 lajin kohdalla tilanne on heikentynyt merkittävästi (Hyvärinen ym. 2019). Myönteistä kehitystä osoittaneista lajeista suurin osa oli perhosia (65 lajia) ja kovakuoriaisia (21 lajia). Yli puolet myönteistä kehitystä osoittaneista lajeista on pääasiassa eteläisiä ja lounaisia lehtimetsien jalopuihin sitoutuneita perhoslajeja, joiden yleistymisen ilmeinen syy on ilmaston lämpeneminen – samoin kovakuoriaisissa on useita vastaavasti yleistyneitä lajeja (Hyvärinen ym. 2019). Heikentyneistä lajeista puolestaan suurin osa on perhosia (55 lajia), jäkälää (51 lajia) ja kovakuoriaisia (17 lajia) – boreaalisten metsien perhoslajiston taantumiseen on vaikuttanut hakkuut ja erityisesti varttuneiden metsien väheneminen, ja yleisin syy metsien jäkälälajien taantumiseen on vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen, jonka vaikutukset näkyvät pitkällä viiveellä (Hyvärinen ym. 2019).

Epifyyttijäkälille isäntäpuiden ominaisuudet ovat todennäköisesti vieläkin tärkeämpiä kuin helpommin liikkuville hyönteisille, ja monet lajeista kaipaavat vanhoja ja/tai järeitä puita kasvualustakseen. Toisaalta myös pieniläpimittaiset vanhat puut voivat olla monimuotoisuudelle

arvokkaita – esimerkiksi uhanalaisille jäkälille soveltuvat korpikuuset. Avohakkuualoilla myös pienilmasto, jolla on tärkeä rooli epifyyttijäkäliden ja sammalten menestymiselle, muuttuu radikaalisti epäedullisemmaksi sulkeutuneeseen metsään nähden.

Järeän haavan selkeä lisääntyminen talousmetsissä on hyvin merkittävää monimuotoisuudelle, koska moni metsälaji on haavasta täysin tai osittain riippuvainen (Siitonen 1999). Uhanalaisten ja taantuvien metsälajien ohella haapa on keskeinen puulaji metsäluonnon monimuotoisuudelle elinvoimaisten lajien kannalta. Järeän haavan lisääntyminen metsämaisemassa vaikuttaa lajien kantaa vahvistavasti ja hidastaa tai torjuu uhanalaistumista. Kuhmossa 2000-luvulla tehdyssä tutkimuksessa (Latva-Karjanmaa ym. 2007) järeitä (>20 cm) eläviä ja kuolleita haapoja oli talousmetsissä 0,2 m<sup>3</sup> ja 0,6 m<sup>3</sup> hehtaarilla ja vastaavasti vanhan metsän suojelualueilla 4,0 m<sup>3</sup> ja 1,3 m<sup>3</sup> hehtaarilla. Säästöpuuhaapojen merkitys uhanalaisille ja taantuville lajeille ei ole yksiselitteinen, vaikka säästöpuusta on yleisesti hyötyä haapalajistolle (Perhans ym. 2009; Löhms ja Löhms 2010; Oldén ym. 2014). Esimerkiksi vanhan metsän jäkäliden osalta elinmahdollisuudet säästöpuilla ja hakkuuaukkojen reunojen puilla voivat olla heikot (Löbel ym. 2012). Säästöpuuhaapojen ryhmät eivät toimi suoraan lajeja avohakkuuvaiheen ylitse säilyttävinä ”pelastusveneinä” epifyyttisille sammalille ja jäkälille, mutta niiden monimuotoisuusmerkitys on ajan mittaan selvä (Perhans ym. 2009). Haavan epifyyttisten sammalten lajimäärä ja runsaus laskee uudistamisen jälkeen, mutta palautuu suojelualueita vastaavalle tasolle 20–30 vuodessa (Oldén ym. 2014). Palautuminen edellyttää, että metsämaisemassa on sopivia levintälähteitä kuten avainbiotooppeja tai laajempia suojelualueita, joista käsin lajit voivat kolonisoida säästöpuuhaavat uudelleen. Iäkkäiden haapojen kuoleminen ja heikko uudistuminen suojelualueilla (Kouki ym. 2004; Junninen 2012) voi vaikuttaa negatiivisesti haapalajiston tilaan myös talousmetsissä.

Kuolleen puun määrän lisääntyminen Etelä-Suomen suojelualueilla ja talousmetsissä on monimuotoisuuden kannalta myönteinen ilmiö, mutta puuntuotannon metsämaan keskimääräinen taso 3,9 m<sup>3</sup> hehtaarilla on vielä huomattavan matala. Luonnonmetsissä kuollutta puuta on vähintään useita kymmeniä, jopa satoja kuutiometrejä hehtaarilla (Siitonen 2001). Etelä-Suomessa kuolleen puun määrän kasvua selittävät erityisesti myrskyt ja kuivuusjaksot, sillä vaikka pahimmilla tuhoalueilla puusto on yleensä korjattu nopeasti häiriön jälkeen, pystykuivaa ja tuulenkaatopuustoa on jäänyt myös korjaamatta etenkin silloin, kun vahingot ovat olleet pieniä (ks. Ihalainen ja Ahola 2003; Viiri ym. 2011; Korhonen ym. 2016). Ruotsissa VMI-aineistojen (1994–2012) tarkastelussa havaittiin sama ilmiö kuin Suomessa: kuolleen puun määrä oli kasvanut etelässä, mutta pohjoisessa määrä oli pysynyt ennallaan tai vähentynyt (Jonsson ym. 2016). Etelä-Ruotsin kuolleen puun määrän kasvua selittivät pääasiassa myrskyt, ja muuttuneiden metsänhoidon käytäntöjen – mm. metsäsertifioinnin velvoitteiden – vaikutus oli vähäinen (Jonsson ym. 2016; ks. myös Korhonen ym. 2016, jossa arvioitiin elävien säästöpuiden nykytason potentiaalia kuolleen puun tuottajina).

Vaikka metsätuholaki velvoittaa vahingoittuneiden havupuiden poistamiseen vakavien tuhojen yhteydessä, lehtipuustoa ja aiemmin kuollutta havupuustoa poistamisvelvoite ei koske, koska ne eivät aiheuta tuhoriskiä. Kuolleen kuusen ja lehtipuuston voimakas lisäys suojelualueilla Etelä-Suomessa viittaa siihen, että myös talousmetsissä kuolleen puun määrää olisi voitu lisätä selvästi enemmän. Myrskyjen, metsäpalojen ja muiden luonnon häiriöiden seurauksena syntyneet runsaslahopuustoiset luontaiset metsien kehitysvaiheet ovat hyvin harvinaisia ja ekologisesti erityislaatuista luontotyyppiä (Syrjänen ym. 2016; Kouki ym. 2018), joiden suojeluun tulisi kehittää lisää kannustimia.

Kuolleen puuston määrä on Pohjois-Suomessa 2000-luvulla pienentynyt sekä suojelualueilla että puuntuotannon metsämaalla. Määrän vähenemiseen on voinut vaikuttaa pitkällekin maatuoneen lahopuuston hyvin tarkka havainnointi VMI9:ssä ja havainnointikynnyksen mahdollinen nouseminen myöhemmissä mittauksissa (Korhonen ym. 2013). Kuollutta puuta myös tuhoutuu tai poistuu hakkuissa (ks. esim. Korhonen ym. 2016), ja kuolleen puuston väheneminen puuntuotannon maalla

selittyneekin osin myös vanhojen metsien vähenemisellä Pohjois-Suomessa. Suojelualueiden merkittävä lisäys 2000-luvun alussa on todennäköisesti siirtänyt runsaslahopuustoisimpia puuntuotannon metsiä suojeluun. Tämä kehitys on voinut aiheuttaa kuolleen puun määrän keskiarvon pienenemisen sekä suojelualueilla että puuntuotannon maalla, jos suojeluun siirtyneet alueet ovat olleet lahopuustoltaan runsaampia kuin puuntuotannon maat keskimäärin, mutta heikompia kuin suojelualueet keskimäärin. Tämän vaikutuksen arvioimiseksi tarkastelimme kuolleen puun määrää niillä VMI9:ssä perustetuilla pysyvillä koealoilla, jotka olivat olleet suojeltuja jo ensimmäisellä mittauskerralla. Tarkastelu tehtiin VMI10:n ja VMI12:n mittausten välillä, jotta VMI9:n mahdollisesti tarkempi mittauskäytäntö ei vaikuttaisi. Lapin alueella (lukuun ottamatta kolmea pohjoisinta kuntaa, joita ei mitattu VMI10:ssä) kuolleen puun määrä oli VMI10:n ja VMI12:n välillä vähentynyt suojelualueilla  $3,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ja puuntuotannon maalla  $1,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueella kuolleen puun määrä oli lisääntynyt suojelualueilla  $3,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ja puuntuotannon metsämaalla vähentynyt  $0,1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Tämän tarkastelun perusteella on mahdollista, että kuolleen puun määrän vähenemiseen on Lapin alueella vaikuttanut se, ettei Lapissa viime vuosikymmeninä ole ollut laaja-alaisia tuhoja vuoden 1982 Muri-myrskyn jälkeen. Lapissa lahopuustoa on siksi maatonut nopeammin kuin uutta lahopuustoa on syntynyt. Viime vuosikymmenien myrskytuhoista ainakin kesän 2010 myrskytuhot ylsivät myös Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueelle, mutta eivät Lapin alueelle. Tulevaisuudessa lahoamisnopeuteen vaikuttaa enenevässä määrin myös ilmaston lämpeneminen.

Tässä tutkimuksessa havaittu myönteinen kehitys useissa monimuotoisuudelle tärkeissä metsien rakennepiirteissä poikkeaa osin viimeaikaisten uhanalaisuusarviointien päätelmistä, joiden mukaan metsätalouden aiheuttama tärkeiden rakennepiirteiden väheneminen on lisännyt uhanalaisuuskehitystä. Tämä ero selittyy tarkastelujaksojen eroilla ja metsien pidemmän aikavälin kehityksellä. Rakennepiirteiltään heikentyneissä metsissä lajisto ei pysty leviämään alueelta toiselle yhtä hyvin kuin luonnonmetsämaisemassa, eivätkä lajien kannat ole yhtä elinvoimaisia, mistä syystä suojelualueille ja talousmetsiin kertyy sukupuuttovelkaa – lajit siis jatkavat yhä uhanalaisumistaan, vaikka esimerkiksi kovan kuolleen puun ja lehtipuun (Korhonen ym. 2016) sekä järeän puun määrät (Henttonen ym. 2019) ovat lisääntyneet viimeisen neljänkymmenen ja osa näistä myös viimeisen sadan vuoden aikana vähintään Etelä-Suomessa. Toisaalta vanhojen metsien osuus Etelä-Suomen metsämaisemassa on 2000-luvulla ollut laskusuunnassa, ja vanhoihin metsiin ja puuyksilöihin sidoksissa olevien lajien uhanalaisuusarviointitulokset ovat linjassa tämän tuloksen kanssa (ks. edellä vanhojen puiden vs. järeiden puiden määrien kehityksestä ja määrästä verrattuna luonnonmetsiin; Henttonen ym. 2019). Lisäksi on huomattava, että lajien uhanalaisuuteen voivat vaikuttaa monet muut tekijät, esimerkiksi lajien välinen kilpailu tai muut vuorovaikutussuhteet, ja eri tekijät voivat ilmetä erilaisin aikaviivein.

Osa tässä tutkimuksessa havaituista muutoksista peräkkäisten inventointien välillä on pieniä suhteessa otosvirheeseen. Muutosten jatkuminen samansuuntaisena usean inventoinnin otoksen yli kuitenkin pienentää riskiä siihen, että otantavirhe aiheuttaisi tulosten väärän tulkinnan. Tämä näkyy erityisen selvästi kuolleen puun määrän kehityksessä: kuolleen puun määrän lisäys Etelä-Suomen puuntuotannon metsissä esimerkiksi VMI9:n ja VMI10:n välillä on otokseen perustuvan arvion keskivirhettä pienempi, mutta muutoksen jatkuminen saman suuntaisena seuraavissa inventoinnissa vahvistaa trendin.

## 5 Lopuksi

Tämän tutkimuksen VMI-mittauksiin perustuvat tulokset osoittavat tiettyjen monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden runsastuneen 1990-luvulta alkaen. Osa muutoksista selittyy pääosin muuten kuin talousmetsien luonnonhoidon avulla, osa selittyy luonnonhoidon avulla.

Suojelualueverkoston pinta-ala on kasvanut tarkastelujaksolla huomattavasti, mutta kasvusta huolimatta vanhojen metsien vähenemiskehitys on jatkunut metsien uudistushakkuiden vuoksi. Etelä-Suomessa vähenemisen pysäyttäminen olisi mahdollista kasvattamalla suojeltujen metsien pinta-alaosuutta esimerkiksi METSO-ohjelmaa laajentamalla, koska siellä valtaosa (85 %) vanhoista metsistä on puuntuotannon maalla. Osa tutkimuksessa havaituista yli 30 vuotta hakkaamatta olleista talousmetsistä saattaa olla monimuotoisuuden turvaamisen kannalta arvokkaita, ja niissä voi olla potentiaalia suojelumetsiksi.

Vallitsevan puulajin osuudet metsämaan alasta pysyivät tarkasteluajanjaksolla melko muuttumattomina. Puuston määrän kasvaessa lehtipuuston määrä on kasvanut siinä missä muunkin puuston määrä, mutta sen osuus puustosta on säilynyt kutakuinkin ennallaan, vaikka lehtipuusekoituksen merkitystä on korostettu metsänhoidon suosituksissa metsän- ja luonnonhoidollisista syistä jo pitkään. Haavan osalta Etelä-Suomessa havaittiin suhteellisesti suurin lisäys: kaksinkertaistuminen tarkastelujakson alusta 3,0 kuutiometriin hehtaarilla, ja myös järeän, yli 30 cm läpimittaisen haavan määrä kasvoi 0,2 kuutiometristä 1,3 kuutiometriin hehtaarilla. Koska haavan merkitystä havumetsien avainpuulajina on korostettu talousmetsien luonnonhoidossa 1990-luvun alusta lähtien, luonnonhoidon vaikutus järeän haavan lisääntymiseen on ilmeinen.

Puuston määrä on kasvanut erityisesti soiden ojitusten, tehostuneen metsänhoidon ja vähäpuustoisten metsien uudistamisen vuoksi (esim. Korhonen ym. 2016), ja samalla järeän puun määrä on kasvanut tarkastelujaksolla niin Etelä- kuin Pohjois-Suomessakin. Vanhojen puiden määrässä vastaavaa kehitystä ei ole tapahtunut – päinvastoin, vanhojen puiden määrä on vähentynyt vanhojen metsien vähenemisen myötä. Henttonen ym. (2019) osoittivat, että vanhojen puiden määrä ei ole kasvanut, vaikka järeiden puiden määrä onkin kasvanut huomattavasti. Puut järeistyvät aiempaa nuorempina tehokkaan metsänhoidon ja ilmaston lämpenemisen vuoksi. Vanhoista ja samalla järeistä puista suurin osa sijaitsee suojelualueilla, mutta talousmetsissä niiden määrät voivat edelleen vähentyä hakkuiden ja niiden aikaistumisen vuoksi. Säästöpuiden nykyiset pienet määrät eivät kompensoi vanhojen puiden vähenemistä vanhojen metsien uudistushakkuissa.

Uudistushakkuualoille jätettävät säästöpuut ovat selvästi lisänneet metsän nuoriin kehitysvaiheisiin järeämpää elävää puustoa tarkastelujaksolla. Tämä on aiempaan, koko puuston poistaneeseen täydelliseen avohakkuuseen verrattuna myönteinen kehityssuunta: luonnonmetsissä järeitä ja vanhoja puita tavataan kaikissa metsän kehitysvaiheissa. Pidemmällä aikavälillä nämä puut saattavat parantaa vanhoja puuyksilöitä vaativien lajien elinolosuhteita talousmetsissä. Vaateliaan metsälajiston kannalta säästöpuiden vähäinen määrä ja pieni koko ovat kuitenkin ongelmia, ja esimerkiksi uuden kuolleen puun tuottamisessa niiden merkitys on nykyisellä säästöpuukäytännöllä vielä melko vähäinen (Korhonen ym. 2016).

Kuolleen puun määrän lievä lisääntyminen Etelä-Suomen talousmetsissä selittyy ennen kaikkea luontaisten häiriöiden (kuivuudet, myrskyt) lisääntymisellä. Etelä-Suomen suojelualueilla havaittu kuolleen puun määrän voimakas kasvu verrattuna talousmetsien kuolleen puun samanaikaiseen vain lievään kasvuun – ja vähenemiseen Pohjois-Suomen talousmetsissä – osoittaa, että talousmetsien luonnonhoidossa on vielä paljon kehitettävää kuolleen puuston hakkuuhävikin eli tahattoman rikkoutumisen ja energiapuuksi korjuun minimoimisessa (Korhonen ym. 2016).

Tarkastelujaksolla havaittu maanmuokkausmenetelmien keventyminen on todennäköisesti parantanut erityisesti pidemmälle lahonneen kuolleen maapuuston säilymistä metsänuudistamisessa, mutta kulutusmäärien suoranainen romahtaminen tarkastelujaksolla luonnonhoidon päinvastaisista tavoitteista huolimatta on monimuotoisuuden kannalta erittäin huolestuttavaa.

Tämä tutkimus osoittaa, että talousmetsien luonnonhoidon käytäntöjen kehittämistyötä monimuotoisuuden turvaamiseksi kannattaa jatkaa ja edelleen tehostaa.

## Kiitokset

Metsäteollisuus ry. rahoitti tutkimusta. Tutkimushankkeen ohjausryhmässä ovat käsikirjoituksen tekijöiden lisäksi toimineet Pekka Kallio-Mannila, Timo Lehesvirta, Heikki Myöhänen, Sini Savi-laakso, Janne Soimasuo ja Tiina Vuoristo. Käsikirjoitusta on lisäksi kommentoinut Heljä-Sisko Helmisaari. Kiitämme kaikkia edellä mainittuja tuesta tämän tutkimusjulkaisun tekemisessä. Kiitämme myös kahta arvioitsijaa käsikirjoituksen kommentoinnista.

## Kirjallisuusluettelo

- Gustafsson L., Baker S.C., Bauhus J., Beese W.J., Brodie A., Kouki J., Lindenmayer D.B. Löhmus A., Martínez Pastur G., Messier C., Neyland M., Palik B., Sverdrup-Thygeson A., Volney W.J. A., Wayne A., Franklin J.F. (2012). Retention forestry to maintain multifunctional forests: a world perspective. *Bioscience* 62(7): 633–645. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.7.6>.
- Hedenås H., Hedström P. (2007). Conservation of epiphytic lichens: significance of remnant aspen (*Populus tremula*) trees in clear-cuts. *Biological Conservation* 135(3): 388–395. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.10.011>.
- Henttonen H.M., Nöjd P., Suvanto S., Heikkinen J., Mäkinen H. (2019). Large trees have increased greatly in Finland during 1921–2013, but recent observations on old trees tell a different story. *Ecological Indicators* 99: 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.015>.
- Hyvärinen E., Kouki J., Martikainen P. (2006). Fire and green-tree retention in conservation of red-listed and rare deadwood-dependent beetles in Finnish boreal forests. *Conservation Biology* 20(6): 1711–1719. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00511.x>.
- Hyvärinen E., Juslén A., Kemppainen E., Uddström A., Liukko U.-M. (toim.) (2019). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 703 s. <http://hdl.handle.net/10138/299501>.
- Ihalainen A., Ahola A. (2003). Pyry- ja Janika-myrskyjen aiheuttamat puuston tuhot. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2003: 385–401. <https://doi.org/10.14214/ma.6803>.
- Jonsson B.G., Ekström M., Esseen P.-A., Grafström A., Ståhl G., Westerlund B. (2016). Dead wood availability in managed Swedish forests – Policy outcomes and implications for biodiversity. *Forest Ecology and Management* 376: 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.017>.
- Junninen K. (toim.) (2012). Haapametsien käävät. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja, Sarja A 199. 79 s. <http://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Asarja/a199.pdf>.
- Jönsson M.T., Ruete A., Kellner O., Gunnarsson U., Snäll T. (2017). Will forest conservation areas protect functionally important diversity of fungi and lichens over time? *Biodiversity and Conservation* 26(11): 2547–2567. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-1035-0>.
- Kaila L., Martikainen P., Punttila P. (1997). Dead trees left in clear-cuts benefit saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest. *Biodiversity and Conservation* 6: 1–18. <https://doi.org/10.1023/A:1018399401248>.
- Keto-Tokoi P. (2018). Tutkimustietoon perustuvia suosituksia vastuullisen metsänhoidon kehittämiseksi. *WWF Suomen raportteja* 37: 1–133.
- Kontula T., Raunio A. (toim.) (2018). Suomen luontotyypin uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 388 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>.
- Korhonen K.T., Ihalainen A., Viiri H., Heikkinen J., Henttonen H.M., Hotanen J.-P., Mäkelä H., Nevalainen S., Pitkänen J. (2013). Suomen metsät 2004–2008 ja niiden kehitys 1921–2008.

- Metsätieteen aikakauskirja 3/2013: 269–608. <https://doi.org/10.14214/ma.6025>.
- Korhonen K.T., Auvinen A.-P., Kuusela S., Punntila P., Salminen O., Siitonen J., Ahlroth P., Jäppinen J.-P., Kolström T. (2016). Biotalouskenaarioiden mukaisten hakkuiden vaikutukset metsien monimuotoisuudelle tärkeisiin rakennepiirteisiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2016: 1–36. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-294-2>.
- Korhonen K.T., Ihalainen A., Ahola A., Heikkinen J., Henttonen H.M., Hotanen J.-P., Nevalainen S., Pitkänen J., Strandström M., Viiri H. (2017). Suomen metsät 2009–2013 ja niiden kehitys 1921–2013. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 88 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-467-0>.
- Kouki J., Arnold K., Martikainen P. (2004). Long-term persistence of aspen – a key host for many threatened species – is endangered in old-growth conservation areas in Finland. Journal for Nature Conservation 12(1): 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2003.08.002>.
- Kouki J., Junninen K., Mäkelä K., Hokkanen M., Aakala T., Hallikainen V., Korhonen K.T., Kuuluvainen T., Loiskekoski M., Mattila O., Matveinen K., Punntila P., Ruokanen I., Valkonen S., Virkkala R. (2018). Metsät. Julkaisussa: Kontula T., Raunio A. (toim.). Suomen luontotyypin uhanalaisuus 2018. Luontotyypin punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. s. 171–201. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>.
- Kruys N., Fridman J., Götmark F., Simonsson P., Gustafsson L. (2013). Retaining trees for conservation at clearcutting has increased structural diversity in young Swedish production forests. Forest Ecology and Management 304: 312–321. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.018>.
- Kuusela K., Salminen S. (1991). Suomen metsävarat 1977–1984 ja niiden kehittyminen 1952–1980. Acta Forestalia Fennica 220: 1–84. <https://doi.org/10.14214/aff.7666>.
- Laine T., Luoranen J., Ilvesniemi H. (toim.) (2019). Metsämaan muokkaus. Kirjallisuuskatsaus maanmuokkauksen vaikutuksista metsänuudistamiseen, vesistöihin sekä ekologiseen ja sosiaaliseen kestävyteen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2019. 83 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-813-5>.
- Latva-Karjanmaa T., Penttilä R., Siitonen J. (2007). The demographic structure of European aspen (*Populus tremula*) in managed and old-growth boreal forests in eastern Finland. Canadian Journal of Forest Research 37(6): 1070–1081. <https://doi.org/10.1139/X06-289>.
- Lehikoinen A., Virkkala R. (2018). Population trends and conservation status of forest birds. Julkaisussa: Mikusiński G., Roberge J.-M., Fuller R. (toim.). Ecology and conservation of forest birds. Cambridge University Press. s. 389–416. <https://doi.org/10.1017/9781139680363.015>.
- 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/>.
- Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelu. (2019). <https://www.luke.fi/avoin-tieto/tilastopalvelu/>.
- Luonnonvarakeskus. (2019). Metsien suojelu. <https://stat.luke.fi/metsien-suojelu>.
- Löbel S., Snäll T., Rydin H. (2012). Epiphytic bryophytes near forest edges and on retention trees: reduced growth and reproduction especially in old-growth-forest indicator species. Journal of Applied Ecology 49(6): 1334–1343. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02201.x>.
- Löhmus A., Löhmus P. (2010). Epiphyte communities on the trunks of retention trees stabilize in 5 years after timber harvesting, but remain threatened due to tree loss. Biological Conservation 143(4): 891–898. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.036>.
- Maa- ja metsätalousministeriö. (2015). Kansallinen metsästrategia 2025 – Valtioneuvoston periaatepäätös 12.2.2015. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 6/2015: 1–54.
- Maa- ja metsätalousministeriö. (2019). Kansallinen metsästrategia 2025 – päivitys. Valtioneuvoston periaatepäätös 21.2.2019. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 7/2019: 1–115. <http://urn.fi/urn:isbn:978-952-326-813-5>.



fi/URN:ISBN:978-952-453-889-3.

- Martikainen P. (2001). Conservation of threatened saproxylic beetles: significance of retained aspen *Populus tremula* on clearcut areas. *Ecological Bulletins* 49: 205–218.
- Matveinen K., Lilja-Rothsten S., Junninen K., Bäckman M., Eteläaho E., Kajander L., Kammonen A., Korhonen K.T., Lindberg H., Loiskekoski M., Musta I., Nissinen M., Perkiö R., Punttila P., Sahi V., Syrjänen K., Tiitinen-Salmela S., Tonteri T. (2015). Metsäelinympäristöt. Julkaisussa: Kotiaho J.S., Kuusela S., Nieminen E., Päivinen J. (toim.). Elinympäristöjen tilan edistäminen Suomessa. ELITE-työryhmän mietintö elinympäristöjen tilan edistämisen priorisointisuunnitelmaksi ja arvio suunnitelman kokonaiskustannuksista. *Suomen ympäristö* 8/2015: 100–122. <http://hdl.handle.net/10138/156982>.
- Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. (2001). Hyvän metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisusarja 13/2001: 1–95.
- Mjöfors K., Strömgren M., Nohrstedt H.-Ö., Johansson M.-B., Gärdenäs A.I. (2017). Indications that site preparation increases forest ecosystem carbon stocks in the long term. *Scandinavian Journal of Forest Research* 32(8): 717–725. <https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1293152>.
- Mutanen A., Toppinen A. (2005). Finnish sawlog market under forest taxation reform. *Silva Fennica* 39(1): 117–130. <https://doi.org/10.14214/sf.400>.
- Oldén A., Ovaskainen O., Kotiaho J.S., Laaka-Lindberg S., Halme P. (2014). Bryophyte species richness on retention aspens recovers in time but community structure does not. *PLoS ONE* 9(4): e93786. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093786>.
- PEFC Suomi. (2014). Suomen PEFC-standardi. PEFC-metsäsertifiointin kriteerit. PEFC FI 1002:2014. 27.10.2014. PEFC Suomi – Suomen Metsäsertifiointi ry. 41 s.
- Perhans K., Appelgren L., Jonsson F., Nordin U., Söderström B., Gustafsson L. (2009). Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation* 142(5): 1125–1133. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.033>.
- Pykälä J. (2004). Effects of new forestry practices on rare epiphytic macrolichens. *Conservation Biology* 18(3): 831–838. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00210.x>.
- Pykälä J. (2019). Avainbiotooppien merkitys epifyyttijäkälille. *Metsätieteen aikakauskirja* 2019-10170. 21 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10170>.
- Rassi P., Hyvärinen E., Juslén A., Mannerkoski I. (toim.) (2010). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. The 2010 Red List of Finnish Species. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s. <http://hdl.handle.net/10138/299499>.
- Saaristo L., Seppälä M., Vesanto T., Ruutiainen J. (2017). Talousmetsien luonnonhoidon tehokkaat ratkaisut. Monimetsä-hankkeen selvitys. Tapion julkaisuja. 44 s. <https://tapio.fi/oppaat-ja-tyovalineet/talousmetsien-luonnonhoidon-tehokkaat-ratkaisut-monimetsa-hankkeen-selvitys/>.
- Siitonen J. (1999). Haavan merkitys metsäluonnon monimuotoisuudelle. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 725: 71–82. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1671-8>.
- Siitonen J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
- Siitonen J., Penttilä R., Ihalainen A. (2012). METSO-ohjelman uusien pysyvien ja määräaikaisten suojelualueiden ekologinen laatu Uudenmaan alueella. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2012: 259–283. <https://doi.org/10.14214/ma.6487>.
- Suomen FSC-yhdistys. (2011). Suomen FSC-standardi. Hyväksytty 21.01.2011. Suomen FSC-yhdistys. 67 s. <https://fi.fsc.org/download.suomen-fsc-standardi.6.pdf>.
- Suomen metsäkeskus. (2019). Yksityismetsien luonnonhoito. Luontolaadun tarkastusraportit. <https://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-luonnonhoito>.
- Syrjänen K., Hakalisto S., Mikkola J., Musta I., Nissinen M., Savolainen R., Seppälä J., Seppälä M., Siitonen J., Valkeapää A. (2016). Monimuotoisuudelle arvokkaiden metsäympäristöjen tun-

- nistaminen. METSO-ohjelman luonnontieteelliset valintaperusteet 2016–2025. Ympäristöministeriön raportteja 17/2016: 1–75. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4606-0>.
- Toivanen T., Kotiaho J.S. (2007). Mimicking natural disturbances of boreal forests: the effects of controlled burning and creating dead wood on beetle diversity. *Biodiversity and Conservation* 16: 3193–3211. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9172-8>.
- Tomppo E., Henttonen H., Tuomainen T. (2001). Valtakunnan metsien 8. inventoinnin menetelmä ja tulokset metsäkeskuksittain Pohjois-Suomessa 1992–94 sekä tulokset Etelä-Suomessa 1986–92 ja koko maassa 1986–94. *Metsätieteen aikakauskirja* 1B/2001: 99–248. <https://doi.org/10.14214/ma.6434>.
- Tomppo E., Heikkinen J., Henttonen H.M., Ihalainen A., Katila M., Mäkelä H., Tuomainen T., Vainikainen N. (2011). Designing and conducting a forest inventory – case: 9th National Forest Inventory of Finland. *Managing Forest Ecosystems* 22. Springer. 279 s. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1652-0>.
- Vaahtera E., Aarne M., Ihalainen A., Mäki-Simola E., Peltola A., Torvelainen J., Uotila E., Ylitalo E. (toim.) (2018). Suomen metsätilastot: Finnish forest statistics. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. 188 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201902043966>.
- Valtioneuvosto. (2012). Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestäväen käytön strategiasta vuosiksi 2012–2020, Luonnon puolesta – ihmisen hyväksi. Valtioneuvosto, Helsinki. 23 s. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B42B4A7BC-EA00-4724-8599-703B5E6076BE%7D/24101>.
- Valtioneuvosto. (2014). Valtioneuvoston periaatepäätös Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toiminta-ohjelman jatkamisesta 2014–2025. Valtioneuvosto. 18 s. <http://www.ym.fi/download/noname/%7BE4BA4C28-3815-4E62-87B5-AF9226CF749C%7D/100323>.
- Viiri H., Ahola A., Ihalainen A., Korhonen K.T., Muinonen E., Parikka H., Pitkänen J. (2011). Kesän 2010 myrskytuhot ja niistä seuraava hyönteistuhoriski. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2011: 221–225. <https://doi.org/10.14214/ma.6559>.
- Viitala J. (2003). Metsätalouden vihreä muutos. Tietosanoma Oy. 320 s.
- Virkkala R., Heikkinen R.K., Fronzek S., Kujala H., Leikola N. (2013). Does the protected area network preserve bird species of conservation concern in a rapidly changing climate? *Biodiversity and Conservation* 22: 459–482. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0423-y>.
- Virkkala R., Pöyry J., Heikkinen R.K., Lehikoinen A., Valkama J. (2014). Protected areas alleviate climate change effects on northern bird species of conservation concern. *Ecology and Evolution* 4(15): 2991–3003. <https://doi.org/10.1002/ece3.1162>.
- Virkkala R., Heikkinen R.K., Kuusela S., Leikola N., Pöyry J. (2019). Significance of protected area network in preserving biodiversity in a changing northern European climate. *Julkaisussa: Leal Filho W., Barbir J., Preziosi R. (toim.). Handbook of climate change and biodiversity. Climate Change Management. Springer, Cham. s. 377–390. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98681-4\_23*.
- Äijälä O., Koistinen A., Sved J., Vanhatalo K., Väisänen P. (toim.) (2019). Metsänhoidon suosituksset. *Tapion julkaisuja*. 252 s.

59 viitettä.