



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2022

Taustaselvitys Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelua varten

Skenaarioihin perustuva tarkastelu

Leena Kärkkäinen, Hannu Hirvelä, Harri Kilpeläinen, Matleena Kniivilä, Johanna Kohl, Kari T. Korhonen, Mikko Kurttila, Reetta Lempinen, Jari Miina, Antti Mutanen, Marjo Neuvonen, Mika Nieminen, Paula Ollila, Sirpa Piirainen, Sakari Sarkkola, Anne Tolvanen, Tarja Tuomainen, Liisa Tyrväinen, Eero Vatanen ja Jari Viitanen

Taustaselvitys Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelua varten

Skenaarioihin perustuva tarkastelu

Leena Kärkkäinen, Hannu Hirvelä, Harri Kilpeläinen, Matleena Kniivilä, Johanna Kohl, Kari T. Korhonen, Mikko Kurttila, Reetta Lempinen, Jari Miina, Antti Mutanen, Marjo Neuvonen, Mika Nieminen, Paula Ollila, Sirpa Piirainen, Sakari Sarkkola, Anne Tolvanen, Tarja Tuomainen, Liisa Tyrväinen, Eero Vatanen ja Jari Viitanen

Viittausohje:

Kärkkäinen, L., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kniivilä, M., Kohl, J., Korhonen, K.T., Kurttila, M., Lempinen, R., Miina, J., Mutanen, A., Neuvonen, M., Nieminen, M., Ollila, P., Piirainen, S., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Tyrväinen, L., Vatanen, E. & Viitanen, J. 2022. Taustaselvitys Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelua varten : Skenaarioihin perustuva tarkastelu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 131 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Kurttila, M., Kohl, J., Viitanen, J., Mutanen, J. & Kniivilä, M. 2022. Metsäalan toimintaympäristö. Julkaisussa: Kärkkäinen, L., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kniivilä, M., Kohl, J., Korhonen, K.T., Kurttila, M., Lempinen, R., Miina, J., Mutanen, A., Neuvonen, M., Nieminen, M., Ollila, P., Piirainen, S., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Tyrväinen, L., Vatanen, E. & Viitanen, J. 2022. Taustaselvitys Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelua varten : Skenaarioihin perustuva tarkastelu. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 131 s.



ISBN 978-952-380-473-9 (Painettu)

ISBN 978-952-380-474-6 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-474-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Leena Kärkkäinen, Hannu Hirvelä, Harri Kilpeläinen, Matleena Kniivilä, Johanna Kohl, Kari T. Korhonen, Mikko Kurttila, Reetta Lempinen, Jari Miina, Antti Mutanen, Marjo Neuvonen, Mika Nieminen, Paula Ollila, Sirpa Piirainen, Sakari Sarkkola, Anne Tolvanen, Tarja Tuomainen, Liisa Tyrväinen, Eero Vatanen ja Jari Viitanen.

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2022

Julkaisuvuosi: 2022

Kannen kuva: Erkki Oksanen

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.omapumu.com/fi/>

Tiivistelmä

Leena Kärkkäinen¹⁾, Hannu Hirvelä²⁾, Harri Kilpeläinen¹⁾, Matleena Kniivilä²⁾, Johanna Kohl²⁾, Kari T. Korhonen¹⁾, Mikko Kurttila¹⁾, Reetta Lempinen¹⁾, Jari Miina¹⁾, Antti Mutanen¹⁾, Marjo Neuvonen²⁾, Mika Nieminen²⁾, Paula Ollila²⁾, Sirpa Piirainen¹⁾, Sakari Sarkkola²⁾, Anne Tolvanen³⁾, Tarja Tuomainen²⁾, Liisa Tyrväinen²⁾, Eero Vatanen ja Jari Viitanen¹⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus, Yliopistokatu 6 B, 80100 Joensuu

²⁾Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

³⁾Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksentie 3, 90570 Oulu

Tämän Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelun tueksi laaditun taustaselvityksen tarkoituksena oli tarkastella metsäalan toimintaympäristöä, määrittellä metsien käyttöä kuvaavat skenaariot ja tuottaa niihin perustuvat laskelmat. Skenaarioanalyysien avulla voitiin arvioida eri skenaarioiden kansantaloudellisia vaikutuksia sekä vaikutuksia puuntuotantoon ja muihin ekosysteempipalveluihin.

Metsäalan toimintaympäristö muuttuu poikkeuksellisen nopeasti. Eri muutosten seurauksena metsien tarjoamia tuotteita ja palveluita kohtaan kohdistuu poikkeuksellisen voimakas kysyntä. Metsien hiilinielujen vahvistaminen, lisääntyvä metsien suojelu ja metsäteollisuustuotteiden hyvän kysynnän seurauksena korkeat hakkuutasot johtavat Suomessa haastavaan tavoitteiden yhteensovittamistehtävään metsien käytön osalta.

Lähes kaikissa taustaselvityksen skenaariotarkasteluissa hyödynnettiin HIISI-WEM-, HIISI-WAM-, ja WAM-BD-skenaarioihin perustuvien laskelmien tuloksia. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaariot olivat samanlaiset metsäteollisuuden tuotantomäärien ja niistä johdettujen ainespuun hakkuukertymien ja poikkesivat hieman puun energiakäytön ja siitä johdetun energia-puukertymän suhteen. Erona näissä skenaarioissa myös oli, että HIISI-WAM-skenaariossa kasvatuslannoitusten määrää lisättiin merkittävästi nykytasosta, osa harvennuksista tehtiin yläharvennuksina ja kunnostusojitusten määrä rämeillä oli pienempi. WAM-BD-skenaariossa metsäteollisuuden tuotantomäärät ja energiapuun käyttö vastasivat HIISI-WAM-skenaariota, mutta HIISI-WAM-skenaariosta poiketen WAM-BD-skenaarioissa ei korjattu kantoja energiakäyttöön. Lisäksi WAM-BD-skenaarioissa lisättiin suojelupinta-alaa ja luonnonhoitotoimia (säätöpuiden määrän ja lehtisekapuuston osuuden lisääminen).

Laskelmatulosten mukaan HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa runkopuun kasvu, tilavuus ja puuston nettohiilinielu olivat suuremmat kuin HIISI-WEM-skenaariossa. Koska HIISI-WAM-skenaariossa lannoituspinta-aloja lisättiin verrattuna HIISI-WEM-skenaarioon ja hakkuiden pinta-alat olivat suuremmat kuin WAM-BD-skenaariossa, siinä oli myös vuosien 2016–2045 yli summattuna suurimmat typen, fosforin ja orgaanisen hiilen kuormitukset. HIISI-WAM-skenaariossa oli vastaavalla tavalla laskettuna pienin kiintoainekuormitus kunnostusojitusten pienimmästä pinta-alasta johtuen.

Metsien monimuotoisuutta eri skenaarioissa tarkasteltiin puuston rakennepiirteiden ja aluskasvillisuuden peittävyuden kautta. HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa erityisesti yli 30 cm:n paksuisten mäntyjen kokonaistilavuuden lisäys oli suurempaa kuin HIISI-WEM-skenaariossa. WAM-BD-skenaariossa muiden lehtipuiden kuin haavan ja koivun kokonaistilavuus lisääntyi vuoteen 2036 mennessä, kun se HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa hieman väheni tai pysyi samalla tasolla kuin lähtötilanteessa. WAM-BD-skenaariossa suosittiin haapaa ja muita lehtipuita (pl. koivu) säästöpuina uudistushakkuissa, minkä takia niiden kokonaistilavuus oli vuonna 2036 WAM-BD-skenaariossa selvästi suurempi läpimittaluokassa yli 30 cm kuin HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa. Näiden kolmen skenaarion välillä ei ollut suuria eroja

aluskasvillisuuden peittävyyksissä. Myös puolukka- ja mustikkasadot poikkesivat vain vähän eri skenaarioiden välillä. Aluskasvillisuuden peittävyyttä ja marjasatoja kuvaavilla malleilla ei pystytty ottamaan huomioon esimerkiksi lannoituksen suoraa vaikutusta, millä oli vaikutusta tuloksiin. Metsien virkistysarvoa voidaan lisätä WAM-BD-skenaarion mukaisilla monimuotoisuus-toimilla (suojeltujen metsien pinta-alan, säästöpuiden määrän ja lehtisekapuuston lisääminen).

Edellä mainitun kolmen skenaariolaskelman lisäksi metsävarojen ja puuntuotannon osalta analysoitiin SY-BD-skenaarioon perustuvien laskelmien tulokset. SY-BD-skenaario vastasi muutoin WAM-BD-skenaariota, mutta SY-BD-skenaariossa hakkuukertymät perustuivat suurimpaan ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymään, joka saatiin laskennallisesti ilman etukäteen määriteltyä kertymätasoa. SY-BD-skenaarion mukaan vuosina 2016–2035 runkopuuta oli mahdollista hakata vuosittain keskimäärin vajaa 7 miljoonaa kuutiometriä enemmän kuin WAM-BD-skenaariossa. Suuremman runkopuun hakkuukertymän takia metsätalouden työvoiman tarve kasvoi ja se oli SY-BD-skenaariossa 10 % suurempi kuin WAM-BD-skenaariossa. SY-BD-skenaariossa uudistushakkuuala oli suurempi ja vastaavasti kasvatushakkuuala pienempi kuin WAM-BD-skenaariossa.

Viidentenä analysoitavana skenaariona tässä taustaselvityksessä oli BIO-skenaario. HIISI-WEM- ja BIO-skenaarioihin perustuen tuotettiin arviot metsäteollisuuden ja -talouden arvonlisäyksen ja työllisyyden kehityksistä kerrannaisvaikutuksineen vuoteen 2050 saakka. HIISI-WEM- ja BIO-skenaarioissa markkinakehitys ja toimintaympäristön muutostekijät vaikuttivat Suomessa tuotettujen metsäteollisuustuotteiden tuotantomääriin, puun kysyntään ja metsätalouteen. Skenaariot erosivat toisistaan siten, että BIO-skenaariossa kotimaassa tapahtuva sahatavaran jatkojalostus oli suurempaa.

Tulosten perusteella metsäsektorin tuottama oma arvonlisäys on vuonna 2050 BIO-skenaariossa noin 2,4 miljardia (31 %) euroa ja HIISI-WEM-skenaariossa vajaa 1,8 miljardia euroa (23 %) suurempi kuin vuonna 2020. Kerrannaisvaikutukset ovat BIO-skenaariossa vuonna 2050 vajaa 1,3 miljardia (27 %) suuremmat kuin vuonna 2020 ja yli puoli miljardia euroa suuremmat kuin HIISI-WEM-skenaarion kerrannaisvaikutukset vuonna 2050. Välitön työllisyys laskee BIO-skenaariossa lähes kolmanneksen ja HIISI-WEM-skenaariossa yli kolmanneksen, vuoteen 2050 mennessä. Kerrannaisvaikutukset huomioon ottaen kokonaistyöllisyys laskee noin 36 500 työllistä BIO-skenaariossa ja 41 500 työllistä HIISI-WEM-skenaariossa.

Asiasanat: kasvihuonekaasutase, luonnontuotteet, metsäluonnon monimuotoisuus, metsäalan toimintaympäristö, metsävarat, puuntuotanto, vesistökuormitus, virkistyskäyttö

Sisällys

1. Johdanto	8
2. Metsäalan toimintaympäristö	10
2.1. Toimintaympäristön murros	10
2.1.1. Metsäalaan vaikuttavia megatrendejä	10
2.1.2. Yhteiskuntaan liittyviä muutostekijöitä	13
2.1.3. Ympäristöön liittyviä muutostekijöitä	14
2.1.4. Teknologiset mahdollistajat	16
2.2. Metsäteollisuustuotteiden kysyntänäkymät eri markkina-alueilla	17
2.3. Metsäteollisuuden uudet tuotteet ja jalostusarvon nousu	18
2.4. Investointien vaikutus puun käyttöön	19
2.5. EU:n politiikkatoimien vaikutus metsien käyttöön ja puuraaka-aineen saatavuuteen	20
2.6. Metsien käytön monipuolistuminen	23
2.7. Metsätalouden muutos	25
3. Skenaarioanalyysien toteuttaminen	26
3.1. Yleistä	26
3.2. Metsäteollisuuden tuotantomäärien ja puun energiakäytön määrittäminen	28
3.3. MELA-laskelmat	31
3.3.1. Laskelmien yleinen kuvaus	31
3.3.2. Skenaarioiden laskelmaoletukset	32
4. Kansantaloudelliset tulo- ja työllisyysvaikutukset	38
4.1. Menetelmä, aineisto ja vaikutusten arvioinnin perusteet	38
4.2. Arvonlisäys ja työllisyys panos-tuotosmallilla	38
4.3. Panos-tuotosmallin tulosten uskottavuuden analyysi ja korjaus	40
4.4. Korjatut tulokset	42
4.5. Metsäsektori kansantalouden ennusteissa	48
5. Metsävarat ja puuntuotanto	51
5.1. Metsävarat	51
5.1.1. Puuston runkotilavuus	51
5.1.2. Puuston kasvu ja poistuma	52
5.2. Hakkuut	53
5.2.1. Runkopuun hakkuukertymät	53
5.2.2. Energiapuukertymät	55
5.2.3. Hakkuupinta-alat	56

5.3. Lannoitukset ja kunnostusojitukset	57
5.4. Tulot ja työvoiman tarve	58
5.5. Tulosten tarkastelu	60
6. Kasvihuonekaasutaseet	62
6.1. Laskentojen kuvaus	62
6.2. Kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat.....	64
7. Metsäluonnon monimuotoisuus	66
7.1. Yleistä	66
7.2. Arvioinnin toteutus.....	67
7.3. Metsien rakenteen kehitys	67
7.3.1. Pinta-alan kehitys	67
7.3.2. Puuston tilavuuden kehitys	69
7.4. Aluskasvillisuuden peittävyiden kehitys.....	72
7.5. Tulosten tarkastelu	73
8. Virkistyskäyttö ja luontomatkailu.....	76
8.1. Yleistä	76
8.1.1. Käsitteitä.....	76
8.1.2. Virkistyskäytön ja luontomatkailun kysyntä.....	76
8.1.3. Kysyntään vaikuttavat tekijät	77
8.1.4. Metsien hoidon vaikutukset luontomatkailuun ja virkistyskäyttöön	78
8.2. Arvioinnin lähtökohtia.....	81
8.3. Arvioinnin tulokset	81
8.4. Yhteenveto.....	83
9. Luonnontuotteet.....	85
9.1. Yleistä	85
9.2. Arvioinnin toteutus.....	85
9.3. Tulokset	87
10. Vesistökuormitus	89
10.1. Arvioinnin toteutus.....	89
10.2. Tulokset	89
10.3. Tulosten tarkastelu	93
11. Metsämittari-analyysit	95
11.1. Metsämittarin yleiskuvaus	95
11.2. Muuttujien valitseminen Metsämittariin.....	96

11.3. Selvityksen tulokset Metsämittarissa.....	99
11.4. Metsämittarin esimerkkitarkastelu.....	99
12. Skenaariolaskelmien tulosten arviointi.....	102
12.1. Vaikutukset erilaisiin ekosysteemipalveluihin ja kansantalouteen.....	102
12.2. Skenaariolaskelmiin liittyvät epävarmuudet.....	105
Viitteet.....	107
Liitteet	119

1. Johdanto

Suomessa on laadittu useita metsiä koskevia kansallisia strategioita ja ohjelmia, kuten Suomen biotalousstrategia (Valtioneuvosto 2022), Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2014–2025 (METSO-ohjelma) (Valtioneuvoston periaatepäätös 2014), energia- ja ilmastostrategia (Valtioneuvoston selonteko 2016), kansallinen biodiversiteettistrategia (Valtioneuvoston periaatepäätös 2012) ja Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020 (2021). Kansalliseen metsäpolitiikkaan vaikuttavat lukuisat kansainväliset ja EU-politiikat (Maa- ja metsätalousministeriö 2015). Metsiä koskevat linjaukset kootaan ja sovitetaan yhteen Valtioneuvoston metsäpoliittisessa selonteossa ja Kansallisessa metsästrategiassa (Maa- ja metsätalousministeriö 2014, 2015).

Viimeisimmän kansallisen metsästrategian, Kansallinen metsästrategia 2025:n, valtioneuvosto hyväksyi 12.2.2015 periaatepäätöksellään. Metsästrategiassa priorisoidaan tavoitteet ja yksityiskohtaisemmat toimenpiteet Valtioneuvoston metsäpoliittinen selonteko 2050:ssa (Maa- ja metsätalousministeriö 2014) asetettujen strategisten päämäärien saavuttamiseksi. Näitä päämääriä on kolme. Ensimmäinen päämäärä on, että Suomi on kilpailukykyinen toimintaympäristö metsiin perustuville liiketoiminnoille. Toiseksi päämääräksi on asetettu metsäalan ja sen rakenteiden uudistuminen ja monipuolistuminen. Kolmas päämäärä on, että metsät ovat aktiivisessa, taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävässä ja monipuolisessa käytössä. Metsästrategiassa kuvataan metsäalan kehittämisen painopisteet sekä tärkeimmät muutostarpeet, joihin julkisen vallan tulee erityisesti keskittyä seuraavien vuosien aikana (Maa- ja metsätalousministeriö 2015). Strategiaa päivitettiin valtioneuvoston periaatepäätöksellä 21.2.2019 uudistamalla metsäalan yhdessä priorisoimien toimenpiteiden muodostama strateginen hankesalkku vastaamaan toimintaympäristössä tapahtuneita muutoksia (Maa- ja metsätalousministeriö 2019).

Maa- ja metsätalousministeriössä on aloitettu uuden kansallisen metsäohjelman eli Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelu. Strategia laaditaan vuoden 2022 aikana. Kuten Kansallisen metsästrategia 2025:n, myös uuden strategian perustana toimii Valtioneuvoston metsäpoliittinen selonteko 2050 (Maa- ja metsätalousministeriö 2022).

Vuoden 2021 aikana julkaistiin useita raportteja, joita varten Luonnonvarakeskus tuotti skenaariolaskelmiin perustuvia arvioita esimerkiksi metsävarojen ja puun hakkuumäärien kehityksestä. Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI) -hankkeessa laadittiin maatalous- ja LULUCF-sektoria koskevat skenaariot (Maanavilja ym. 2021). Metsäteollisuuden tuotannon kehitykseen ja metsänkäsittelyn muutoksiin liittyvien skenaarioiden perusteella tehdyissä arvioissa tarkasteltiin metsävarojen ja puun hakkuumäärien kehityksen lisäksi kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien kehitystä. Suomen biotalousstrategian päivitystä varten tehdyssä ”Suomen biotalouden kestävä kasvun skenaario”-taustaselvityksessä arvioitiin, millaisia tuotteita ja palveluja Suomen olisi mahdollista kehittää, kun pyritään kasvattamaan biotalouden arvonlisää suhteessa käytettyihin luonnonvaroihin (Koljonen ym. 2021). ”Kustannusvaikuttavat keinot metsäluonnon monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämiseksi”- ja ”Arvio EU:n biodiversiteettistrategian 2030 vaikutuksista Suomessa”-raporteissa (Kärkkäinen ym. 2021, Kärkkäinen ja Koljonen 2021) on esitetty skenaariolaskelmiin perustuvia arvioita esimerkiksi lisäsuojelun vaikutuksista puuntuotantoon ja joihinkin muihin ekosysteemipalveluihin.

Tämä selvitys tuotti taustatietoa Kansallinen metsästrategia 2035:n laatimista varten. Selvityksen tavoitteena oli tarkastella metsäalan toimintaympäristöä, määrittellä skenaariot ja tuottaa niihin perustuvat laskelmat, joiden tuloksia voidaan hyödyntää uuden strategian valmistelussa.

Tässä selvityksessä tarkasteltujen skenaarioiden määrittelyssä hyödynnettiin aikaisempia selvityksiä varten tuotettuja skenaarioita. Skenaariolaskelmista saatujen tulosten avulla voitiin arvioida eri skenaarioiden kansantaloudellisia vaikutuksia sekä vaikutuksia puuntuotantoon ja muihin ekosysteemipalveluihin. Vastaava taustaselvitys laadittiin myös Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten (Uusivuori ym. 2008).

2. Metsäalan toimintaympäristö

Mikko Kurttila, Johanna Kohl, Jari Viitanen, Antti Mutanen ja Matleena Kniivilä

2.1. Toimintaympäristön murros

2.1.1. Metsäalaan vaikuttavia megatrendejä

Luonnonvara-ala on keskeisessä roolissa huoltovarmuuden turvaamisessa ja pidemmän aikavälin vihreässä siirtymässä. Kansainvälisen turvallisuusympäristön kiristyminen ja luonnonvarojen ehtyminen voivat johtaa uudenlaisiin konflikteihin sekä omavaraisuuden ja huoltovarmuuden merkitystä korostavaan luonnonvarapolitiikkaan. Geopolitiikan muutokset luovat talouksen ja sääntöperusteisiin kansainvälisiin järjestelmiin epävakautta, jota lisäävät myös erilaiset kyberturvallisuusuhat. Keskinäisriippuvaisessa maailmassa globaaleille ratkaisuille on kasvava tarve ja samalla on ratkaistava, miten ihmiset voivat aidosti vaikuttaa demokratian kautta omaan elinympäristöönsä. Terveysturvallisuus korostuu, kun pyritään pandemioiden ehkäisyyn. Ruokaturvaan ja huoltovarmuuteen kiinnitetään enenevässä määrin huomiota jännitteiden ja erilaisten kriisien lisääntyessä. Yhteiskuntarakenteen murros tarkoittaa teknologian, tiedon, työn ja yrittämisen murrosta. Tekoälyyn pohjautuva autonominen teknologia ja alustatalous läpäisevät tuotantojärjestelmät. Tällä kaikella on vaikutusta myös metsäalan tulevaisuuteen (Kuva 1).

Sodan uhka ei näkynyt vielä millään tavoin globaalien riskien ja niiden toteutumisen todennäköisyyttä ennakoivassa toimintaympäristökartoituksessa vuonna 2021 (World Economic Forum 2021, 2022), mutta vuonna 2022 geopolitiittisen jännitteet ovat jo 10 tärkeimmän riskin joukossa. Sen sijaan ilmastomuutostoimenpiteiden epäonnistuminen, äärisääilmiöiden voimistuminen, biodiversiteetin heikkeneminen sekä tarttuvien tautien leviäminen löytyvät niin riskien toteutumisen todennäköisyyden kuin vaikutuksensa osalta jo useamman vuoden ajalta. Tulisikin pohtia, mikä on vuonna 2035 metsäalaan vaikuttava riski, jota emme juuri nyt tunnista ja johon kuitenkin pitäisi osata varautua. Vaikka ennakointi onkin haasteellista, on se kuitenkin ainoa systemaattinen tapa yrittää tunnistaa ennalta epävarmuuksia ja riskejä ja niiden mahdollisia vaikutuksia. Tämä on keskeistä myös metsäalan tulevaisuuden lyhyen ja pitkän aikavälin muutosten ymmärtämisen ja myös toimien suuntaamisen kannalta kestävässä metsätaloudessa, jossa toiminnan tulee olla ylisukupolvista.

Suomen metsäalan kilpailukyky perustuu laadukkaaseen raaka-aineen saatavuuteen, vakaaseen toimintaympäristöön, toimivaan infrastruktuuriin, sekä vakaisiin maanomistusoloihin. Alan toimintaa tukee selkeästi myös laadukas koulutusjärjestelmä ja korkeatasoinen tutkimus sekä niistä kumpuavat uusiin innovaatioihin pohjautuvat korkean lisäarvon tuotteet. Kestävästi tuotetut ja käytetyt luonnonvarat ovat keskeisessä roolissa toimitus- ja huoltovarmuuden turvaamisessa, biopohjaisten innovaatioiden raaka-aineina ja Suomen vihreässä siirtymässä. Turvallisuustilanteen muutos Ukrainan kriisin myötä on johtanut epävarmuuteen raaka-aineiden ja niiden tuottamiseen tarvittavien tuotantopanosten saatavuudesta. Myös näkymät lopputuotteiden kansainvälisistä markkinoista ovat muuttuneet epävarmemmiksi.

Metsiin ja metsäsektoriin kohdistuu juuri nyt maailmanlaajuisesti valtavat odotukset uusiutuvan raaka-aineen lähteenä, biodiversiteetin säilyttäjänä ja hiilen sitojana. Globaalin ilmastokriisin ja sen ekosysteemivaikutusten selättäminen tulisi tehdä siten, että maankäyttösektorin päästöt vähenevät ja hiilinielut kasvavat kestäväällä ja hyväksyttävällä tavalla. Tämä tarkoittaa

sekä hyvien toimintamallien (esim. oikea-aikainen metsänhoito, talousmetsien luonnonhoito) käytön jatkamista ja myös ruohonjuuritasolle ulottuvia uusia ratkaisuja esimerkiksi maaperän ja kasvualueiden tuottokyvyn ja hiilinielujen vahvistamiseen sekä hiilivaraston ja monimuotoisuuden lisäämiseen. Kehitettävien ratkaisujen tulisi olla sellaisia, että ne tukevat toimintaympäristön häiriöiden hallintaa, palautumiskykyä ja huoltovarmuutta sekä ylläpitävät ja lisäävät hyvinvointia ja elinvoimaa myös maaseutualueilla. Aiempaa selkeämmin on nähtävillä se, että metsistä halutaan yhtä aikaa hyvin erilaisia asioita. Kokonaiskestävyyden hallinta tulee vaatimaan paitsi erilaisten tavoitteiden yhteensovittamista ja ennakoitua, myös arvopohjaisia valintoja eri päätöksenteon tasoilla.

Biopohjainen kiertotalous on tärkeässä roolissa fossiilitaloudesta luopumisessa sekä huoltovarmuuden ja omavaraisuuden vahvistamisessa. Maa- ja metsätalouden pää- ja sivuvirrat vauhdittavat vihreää siirtymää parantaen omavaraisuutta niin kansallisesti kuin paikallisesti. Biokierrotalous synnyttää uusia innovaatioita ja tuotteita, joiden vaikuttavuus edellyttäisi uusinvestointeja ja uutta yritystoimintaa alueilla, joissa syntyy sivuvirtoja. Luonnonvara- ja maaseutupolitiikka auttaa suuntaamaan alkutuotannon murrosta siten, että alueellisen erikoistumisen tuoma kilpailuetu saadaan käyttöön.

Uudet teknologiat sekä teknologian tehokkaampi hyödyntäminen on yksi keino vastata muuttuviin tarpeisiin ja aikaansaada kestäviä arvoketjuja ja -verkostoja. Uusien teknologioiden avulla voidaan esimerkiksi jatkossa paremmin jäljittää tuotteeseen käytetyn puun alkuperä ja näin paremmin viestiä toiminnan kestävydestä. Vaikka data- ja alustatalous erilaisine muotoineen ovat jo tätä päivää, ovat kuitenkin monet sähköistymiseen, automatisaatioon ja big datan hyödyntämiseen liittyvät mahdollisuudet käyttämättä kustannustehokkaan, uudistavan ja uudistuvan metsäsektorin osalta. Samoin uudet metsistä saatavat korkean jalostusasteen tuotteet perinteisten rinnalla ovat vasta tuloillaan. Kokeiluja on meneillään, mutta tehdasmittakaavan tuotteita syntyy hitaasti. Jotta niitä syntyisi Suomeen, on suomalaisen toimintaympäristön säilyttävä kilpailukykyisenä. Lisäksi tarvitaan asenteiden muutosta sekä rohkeuden, koulutuksen, rahoituksen, politiikkatoimien ja tutkitun tiedon yhteenliittymistä metsäsektorin innovaatiotoiminnan kiihdyttämiseksi.



Kuva 1. Luonnonvara-alaan vaikuttavia megatrendejä ja mahdollistajia.

2.1.2. Yhteiskuntaan liittyviä muutostekijöitä

Toimintaympäristön muutosta kuvaavan kirjallisuuden lisäksi on toimintaympäristöä tarkasteltu myös työpajassa. Osana kansallisen metsästrategian toimintaympäristökatsausta pidettiin kansallisen metsäneuvoston työvaliokunnan jäsenille työpaja (8.3.2022). Kirjallisuuden lisäksi on tästä työpajasta tehty seuraavaksi nostoja yhteiskunnallisten, ympäristöön liittyvien ja teknologisten ajurien osalta 2022–2035 aikajanaa hyödyntäen ja niitä käsitellään myös raportin muissa luvuissa. Nämä ajurit kuvaavat joitakin metsäalan toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia, joilla on joko suora tai epäsuora vaikutus metsäalaan.

Erilaisten kansallisten ja kansainvälisten intressien yhteensovittamisen vaikeutuminen, kansainvälisen ja myös Suomen lähialueiden turvallisuusympäristön kiristyminen ja luonnonvarojen ehtyminen voivat johtaa erilaisiin konflikteihin. Tämä tulee korostamaan sekä kokonaisturvallisuutta ja huoltovarmuutta että erilaisten politiikkatoimien yhteensovittamisen tarvetta niin luonnonvarasektorilla kuin muillakin aloilla.

Suurvaltojen kilpailu ja etupiirijattelu luovat talouteen ja sääntöperusteisiin kansainvälisiin järjestelmiin epävakautta, jota lisäävät taloudellinen sanktiointi, kyberturvallisuusuhat ja informaatiovaikuttamispyrkimykset. Autoritäariset toimijat haastavat demokraattiset käytännöt niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Väkivaltaiset konfliktit, kuten sodat, taloudellinen turvattomuus ja huono-osaisuus sekä ilmastonmuutos lisäävät pakolaisuutta ja muuta migraatiota, jolloin kansainväliset pakolais- ja liikkuvuussopimukset sekä jopa valtioiden turvallisuusratkaisut joutuvat uudelleen arvioitaviksi. Terveysturvallisuus korostuu edelleen, kun pyritään pandemioiden ehkäisyyn. Kaikki tämä johtaa siihen, että ruokaturvaan ja huoltovarmuuteen kiinnitetään enenevässä määrin huomiota myös muutosjoustavuusnäkökulmasta jännitteiden ja erilaisten kriisien lisääntyessä.

Kaupungistuminen jatkuu, ja ennusteen mukaan vuonna 2030 noin 60 prosenttia maailman väestöstä asuu kaupungeissa. YK:n vuonna 2019 tarkistetun väestöennusteen mukaan maailman väestön määrän ennakoidaan kasvavan 8,5 miljardiin vuoteen 2030 mennessä ja 9,7 miljardiin vuoteen 2050 mennessä. Vaikka väestönkasvu hidastuu, ongelmat ravinnontuotannossa ja maankäytössä lisääntyvät etenkin, kun ilmastonmuutoksen eteneminen heikentää tuotantoolosuhteita maailmanlaajuisesti. Väestön määrä ei kuitenkaan lisäännä kaikkialla, ja siellä missä se ei lisäännä, huoltosuhteen kielteinen kehitys muodostaa haasteen yhteiskuntapolitiikalle.

Puu- ja viherrakentaminen ovat kasvussa ja näillä tavoitellaan ympäristöarvojen lisäksi myös terveys- ja hyvinvointihyötyjä. Urbanin biotalouden sovellutusten määrä lisääntyy kiihtyvästi lähitulevaisuudessa ja niiden vaikutus kaupunkien toiminnallisen rakenteen kehittämiseen kasvaa.

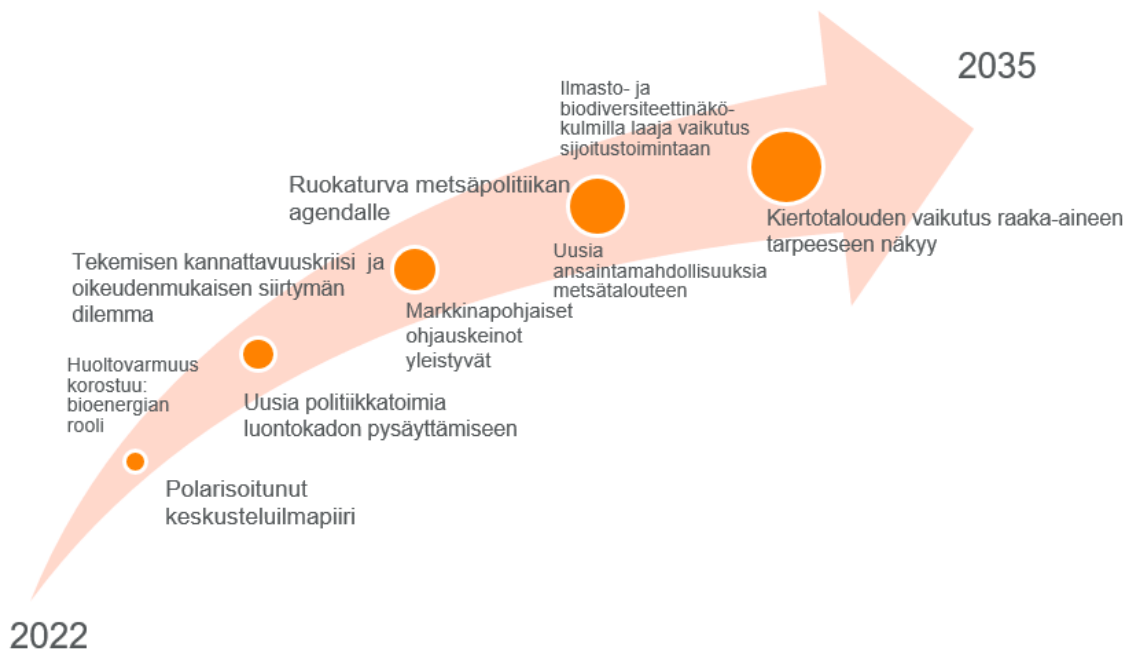
Ukrainan kriisin myötä myös kuluttajuus ja markkinat ovat entistä enemmän murroksessa. Hintojen nousu vaikuttaa kulutuskäyttäytymiseen sekä valintamahdollisuuksiin. Samaan aikaan myös kuluttajien lisääntyvä tietoisuus tuotannon ja kulutuksen ilmasto- ja ympäristövaikutuksista sekä eettisyydestä motivoi yrityksiä kiinnittämään erityistä huomiota toimintaansa, tuotteidensa ja palveluidensa elinkaariin globaaleihin kestävyysvaikutuksiin ja vastuullisuuteen niin taloudellisessa, sosiaalisessa kuin ekologisessakin mielessä sekä käyttämään niitä kilpailukykyään parantavina markkinointiargumentteina.

Vuoteen 2050 mennessä energian kysynnän oletetaan lisääntyvän maailmassa lähes 50 prosenttia nykyisestä tasosta. Uusiutuvien energialähteiden osuus vuonna 2020 oli energian kulutuksesta noin 15 prosenttia. Mikäli ilmaston lämpeneminen halutaan pysäyttää 1,5 asteeseen, uusiutuvan energian osuuden pitäisi vuonna 2050 olla vähintään 65 prosenttia. Fossiiliset

polttoaineet kattaisivat yli puolet globaalista energiantuotannosta vielä vuonna 2050, mikäli uusiutuvien energianlähteiden osuuden kasvu noudattaa trendinomaisesti kymmenen viime vuoden toteutunutta kehitystä (keskimäärin alle prosenttiyksikön lisäys per vuosi). Edullinen uusiutuva sähköenergia mahdollistaisi jatkossa synteettisen prosessiteknologian, jonka avulla voitaisiin valmistaa ilmastokestävästi fossiilisia raaka-aineita korvaavia tuotteita, kuten neste-mäisiä liikennepolttoaineita. Metsistä saatavan bioenergian tarve säilynee korkeana, sillä sitä tarvitaan erityisesti siirtymäajan ratkaisuna. Uusiutumattomiin raaka-aineisiin pohjautuvien lan-noitteiden hinnannousu ja saatavuuden vaikeutuminen luovat mahdollisuuksia ravinteiden kierrätykselle ja siitä syntyvälle liiketoiminnalle.

Tiedon luotettavuus korostuu entisestään. Asiantuntijuus on murroksessa ja myös perinteinen jako tiedontuottajiin ja -käyttäjiin on muuttunut. Erityisesti nopeasyklinen sosiaalinen media sekä myös erilaiset tarkoitushakuisestikin epäluotettavaa tietoa levittävät toimintatavat ovat yleistyneet ja näillä voi olla vaikutusta myös metsäalaa koskevaan päätöksentekoon sen eri ta-soilla.

Metsäneuvoston työvaliokunnan työpajassa konkretisoitiin metsäalaa vaikuttavia yhteiskun-nallisia ajureita eri aikajän-teillä lähtien nykytilasta ja päättyen vuoteen 2035 (Kuva 3).



Kuva 3. Metsäneuvoston työvaliokunnan työpajasta nostettuja esimerkkejä yhteiskunnallisista toimintaympäristössä vaikuttavista ajureista.

2.1.3. Ympäristöön liittyviä muutostekijöitä

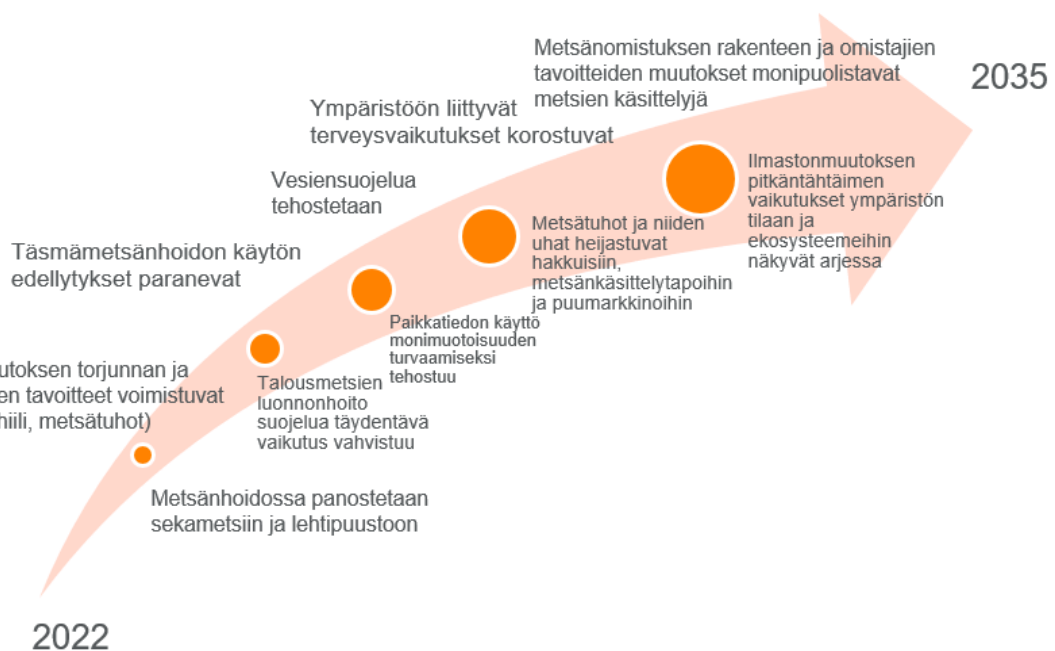
Ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen johdosta viimeiset 30 vuotta ovat olleet pohjoisella pallonpuoliskolla lämpimimmät viimeisen 1400 vuoden aikana. Ihmisen toiminnan vaikutus ilmastonmuutoksen etenemisessä on ratkaiseva. Ilmastonmuutoksen kiihtymisestä johtuvat äärimmäiset sääilmiöt ja niiden haitallisia vaikutuksia voidaan yhä ehkäistä, mutta se vaatii nopeita toimenpiteitä hiilineutraaliin yhteiskuntaan siirtymiseksi. Koska hillintätoimenpiteet vaikuttavat viipeellä ja ilmastonmuutos siksi väistämättä jossain määrin etenee, tarvitaan myös sopeutumistoimia. Näillä vähennetään ilmastonmuutoksesta aiheutuvia kielteisiä vaikutuksia ja

huolehditaan maailmanlaajuisesti myös puhtaan juomaveden ja kasvustojen tarvitseman veden riittävydestä.

Maailmanlaajuisesti jopa miljoonaa lajia uhkaa sukupuutto (IPBES 2019). Luonnon monimuotoisuuden ja sen tuottamien ekosysteemipalveluiden häviäminen on nyt ennennäkemättömän nopeaa. Luonnon köyhtyminen uhkaa myös ihmiskunnan hyvinvointia. Biodiversiteetin ylläpito on välttämätöntä monenlaisten uhkien torjumiseksi, sillä biodiversiteettiä heikentävät maankäytön muutokset ja luonnonvarojen kestämaton hyväksikäyttö, jotka vahingoittavat perustavanlaatuisesti ekologisia prosesseja vaarantaen huoltovarmuuden sekä lisäten tuotantoketjuihin ja markkinoihin liittyviä epävarmuuksia. Vuonna 2019 julkaistun viimeisimmän laajan uhanalaisuusarvioinnin mukaan Suomen eliölajeista 11,9 prosenttia (2 668 lajia) on uhanalaisia. Suomessa huomio on kiinnittynyt erityisesti metsien monimuotoisuuskehityksen kääntämiseen.

Biodiversiteetin väheneminen heijastuu muun muassa ruokajärjestelmän kykyyn tuottaa riittävästi ravintoa eri puolilla maapalloa, koska monet ravinnontuotannon kannalta keskeiset ekosysteemipalvelut ovat riippuvaisia biodiversiteetin säilymisestä riittävällä tasolla. Kilpailu maankäytöstä kovenee myös ja näin tullaan myös suoriin vaikutuksiin metsäalalle. Esimerkkinä biodiversiteettikysymyksestä on maailmanlaajuinen pölyttäjäkato, joka vaikuttaa heikentävästi hyönteispölytteisten kasvien satoihin. Luontokatoa vahvistaa useissa tapauksissa toinen megatrendi eli ilmastonmuutos, joka edesauttaa haitallisten vieraslajien leviämistä uusiin ekosysteemeihin. Kilpailu maankäytöstä myös kovenee ja sillä on seurauksensa joko suoraan tai epäsuorasti myös metsäalaa. Yhteensovittamisen tarve ja sen tunnistaminen myös globaalisti ja lokaalisti nousee entistä merkittävämpää rooliin ratkaisuja etsittäessä isoihin haasteisiin.

Metsäneuvoston työvaliokunnan työpajassa konkretisoitiin metsäalaa vaikuttavia luonnonvarojen käyttöön ja ympäristöön liittyviä ajureita eri aikajän-teillä, lähtien nykytilasta ja päättyen vuoteen 2035 (Kuva 4).



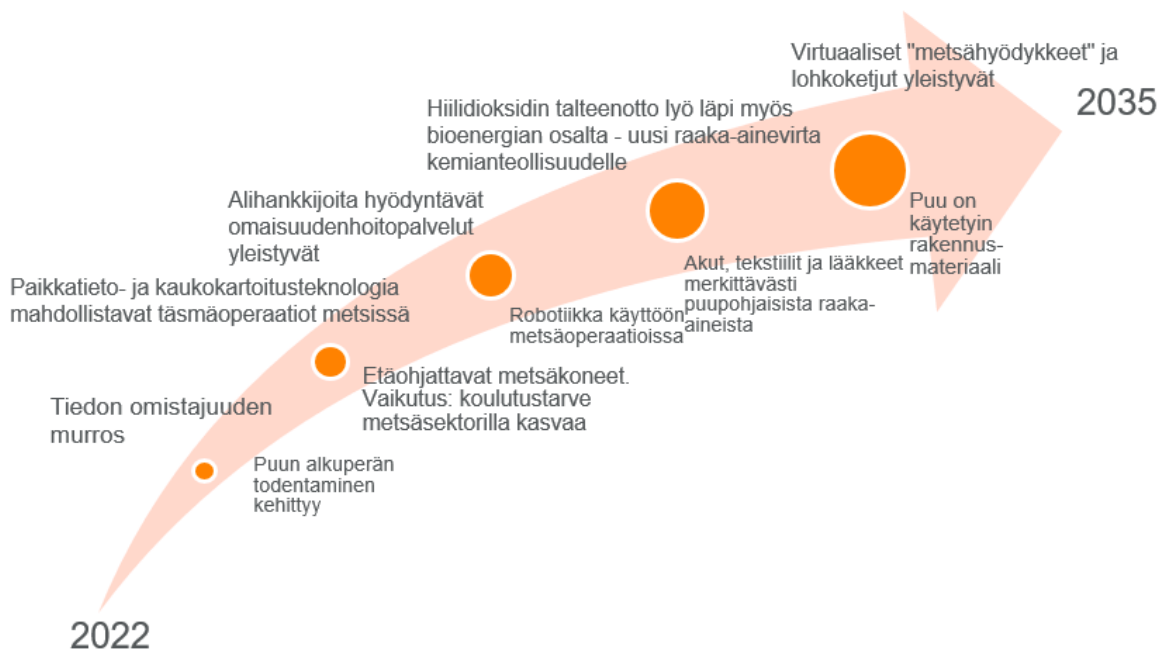
Kuva 4. Metsäneuvoston työvaliokunnan työpajasta nostettuja esimerkkejä luonnonvarojen käyttöön ja ympäristöön liittyvistä ajureista.

2.1.4. Teknologiset mahdollistajat

Keskinäisriippuvaisessa maailmassa globaaleille ratkaisuille on kasvava tarve ja samalla on ratkaistava, miten ihmiset voivat aidosti vaikuttaa demokratian kautta omaan elinympäristöönsä. Kiertotalous on osa tätä murrosta: se ei ole vain kierrätystä, vaan talouden ja koko yhteiskunnan uusia toimintamalleja, jossa erilaisista pää- ja sivuvirroista voidaan saada aikaa uusia tuotteita ja lisäarvoa (ks. Kuva 2). Samalla se on myös optimoituja materiaalikiertoja ja esimerkiksi infrastruktuurin sekä tuotteiden korjaamista ja uudelleenkäyttöä. Tulevaisuudessa talouden onnistumista tarkastellaan hyvinvointi- ja ympäristönäkökulmasta, ei vain talouden kokoa ja kasvuvauhtia seuraamalla. Jos hyvinvointi ja maapallon kantokyky nähdään menestyvän yhteiskunnan merkeiksi, vaatii talouden tarkastelu uudenlaista ajattelua. Yhteiskuntarakenteen murros tarkoittaa teknologian, tiedon, ajattelun, asenteiden, työn ja yrittämisen murrosta. Tekoälyyn ja digitalisaatioon pohjautuva autonominen teknologia ja alustatalous läpäisevät tuotantjärjestelmät. Datan omistajuus ja hallinta korostuvat sekä poliittisessa että taloudellisessa vallankäytössä.

Parhaimmillaan biotalous on olennainen osa kestävästä kiertotaloudesta, jossa yhdistyy uusiutuvien ja uusiutumattomien luonnonvarojen viisas hyödyntäminen sekä palvelukonseptit, joilla kiertoa mahdollistetaan ja tehostetaan. Kiertotalous tarjoaa myös vaihtoehtoisia mahdollisuuksia käyttää sivuvirtoja ja uusia tapoja soveltaa teollisia symbiooseja eri raaka-ainevirtojen kestävässä hyödyntämisessä. Digitaalisuus sekä uudet palvelu- ja logistiikkayritykset ovat avainasemassa kestävästä kiertotaloudesta edistäjinä. Tekoälyn varassa toimivat itseohjautuvat koneet ja järjestelmät sekä niihin liittyvä robotisaatio ja yleinen digitalisaatio muuttavat biomassojen tuotannon, jalostuksen ja markkinoinnin vähemmän ihmistyövoimaa vaativaksi. Internetiin yhteydessä olevat työkoneet keskustelevat entistä paremmin keskenään ja samalla myös ympäristönsä kanssa. Tekoälykehityksen, koneoppimisen ja reaaliaikaisten paikannusratkaisujen myötä automatisaatio ja robotisaatio johtavat vähitellen siihen, että työkoneet toimivat yhä itsenäisemmin. Autonominen teknologia ja digitalisaatio muuttavat myös johtamista ja päätöksentekoa, sillä prosessien päätöksenteon itseohjautuvuus yhdistettynä entistä suurempiin informaatiomääriin (big data) asettaa yhä suurempia haasteita systeemille politiikalla ja päätöksenteon kriteereille. Alustatalouden ratkaisut mahdollistavat tuotteiden ja palveluiden markkinoinnin suoraan loppukäyttäjille.

Metsäneuvoston työvaliokunnan työpajassa konkretisoitiin metsäalaa vaikuttavia teknologiseen kehitykseen mukanaan tuomia mahdollistajia eri aikajäniteillä, lähtien nykytilasta ja päättyen vuoteen 2035 (Kuva 5).



Kuva 5. Metsäneuvoston työvaliokunnan työpajasta nostettuja esimerkkejä teknologiseen kehitykseen liittyivistä ajureista.

2.2. Metsäteollisuustuotteiden kysyntänäkymät eri markkina-alueilla

Metsäteollisuustuotteiden näkymien ennakoidaan pysyvän hyvinä ja kysynnän kasvavan vuoteen 2035 mennessä kysynnän tason vaihdellessa vallitsevan suhdannetilanteen mukaan. Pohjoisen pitkäkuituisen havusellun kysyntä metsäteollisuuden keskeisten loppu- ja välituotteiden perusraaka-aineena säilynee myös lähivuosina vahvana. Globaalia kysynnän kasvua pitävät yllä väestön kasvu, keskiluokkaistuminen ja kaupungistuminen, ympäristötietoisuuden kasvu ja siirtyminen enenevässä määrin kestäviin ekologisiin tuotteisiin sekä fossiilisten raaka-aineiden korvaaminen biopohjaisilla raaka-aineilla. Suomen metsäsektorin kilpailukyky ja menestys perustuvat myös tulevaisuudessa osaamiseen, laadukkaaseen raaka-aineeseen ja sen saatavuuteen, toimivaan infrastruktuuriin sekä luotettavaan ja vakaaseen toimintaympäristöön.

Ilmastonmuutoksen hillintä lisää puurakentamisen suosiota ja sitä kautta myös sahateollisuuden tuotteiden kysyntää pitkäikäisten puutuotteiden toimiessa hiilen varastona ja korvaten esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöiltään suurempia rakennusmateriaaleja, erityisesti betonia ja terästä. Puuraaka-aineen saatavuus voi kuitenkin tulevaisuudessa rajoittaa sahatavaran tuotantoa joillakin markkina-alueilla. Keski-Euroopassa havusahatavaran tuotantoon ovat viime vuosina vaikuttaneet mittavat myrsky-, lumi- ja kaarnakuoriaisten (erityisesti kirjanpainaja) aiheuttamat metsätuhot. Jo toteutuneet metsätuhot vaikuttavat tulevaisuudessa siten, että kuluvalle vuosikymmenelle suunniteltuja metsien hakkuita on tuholaisten ja metsätuhojen vuoksi jouduttu aikaistamaan, ja hakkuut ovat paikoin ylittäneet metsien kestävä käytön tason. Tämä supistaa havutukkien saatavuutta Keski-Euroopassa, nostaa todennäköisesti havutukkien markkinahintaa ja sahojen puukustannuksia. Sahatavaran tarjontaa Eurooppaan rajoittaa myös Venäjälle Ukrainaan hyökkäyksen seurauksena asetetut talouspakotteet, jotka sisältävät

raakapuun ja metsäteollisuustuotteiden kaupan. Niiden vaikutukset tulevat todennäköisesti jatkumaan vielä vuosia.

Aasiassa sahatavaran tuotanto kasvaa, mutta alueen kysyntä ylittää tulevaisuudessa reilusti paikallisen tuotannon määrän, joten Aasia pysyy suurena sahatavaran nettotuontialueena myös lähitulevaisuudessa. Kiinassa sahatavaran kysynnän odotetaan jatkuvan erityisen vahvana vuoteen 2035 asti, sillä kaikilla sahatavaraa käyttävillä markkinasegmenteillä (rakentaminen, huonekalut, sisustaminen, pakkaaminen) on vahva kasvava kysyntätrendi. Kiinassa venäläisen sahatavaran osuus todennäköisesti lähitulevaisuudessa kasvaa, mikä kiristää tarjoajien välistä kilpailutilannetta. Yhdysvalloissa sahatavaran kysynnän ennakoidaan kuluvan vuosikymmenen aikana lisääntyvän korjausrakentamisen seurauksena. Vaikka Kanada tulee myös jatkossa olemaan tärkein sahatavaran toimittaja Yhdysvaltoihin, tarjontaa Kanadasta supistaa tulevaisuudessa mittavat vuoristonilurin aiheuttamat metsätuhot. Yhdysvaltojen eteläosissa (US South) on potentiaalia lisätä sahatavaran tuotantoa tulevaisuudessa jopa 20 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Pohjois-Afrikassa ja Lähi-idässä sahatavaran kysynnän odotetaan jatkuvan tulevaisuudessa hyvänä alueen nuoren väestön ja suhteellisen nopean talouskasvun vuoksi. Molempien markkina-alueiden taloudet ovat kuitenkin voimakkaasti sidoksissa turismista ja öljyn viennistä saataviin tuloihin, ja siksi sahatavaran kysyntä tulee pysymään syklisenä myös tulevaisuudessa.

Myös kemiallisen metsäteollisuuden tuotteiden kysynnän ennakoidaan pysyvän lähitulevaisuudessa hyvänä graafisia papereita lukuun ottamatta. Kartonkien kysyntää tukee pakkausten käyttömäärien ja -kohteiden lisääntyminen, kun esimerkiksi elintarviketeollisuudessa pyritään pääsemään eroon muovipakkauksista. Verkkokaupan kasvu lisää perinteisten pakkausten tarvetta. Pakkausten kysyntää tukevat myös väestön keskiluokkaistuminen ja talouskasvu. Joillakin markkina-alueilla perhekokojen pieneneminen lisää pienpakkausten tarvetta ja sitä kautta pakkausmateriaalien kokonaistarvetta. Sellun kysyntä välituotteena eri käyttökohteisiin, erityisesti pakkauksiin ja pehmopapereihin, pysyy korkealla. Tarrapapereiden tarve lisääntyy pakkausmäärien kasvaessa. Suurinta kysynnän kasvun ennakoidaan olevan Aasiassa, jossa pakkausmateriaalien ja sellun kysynnän ohella pehmopapereiden sekä kuitupohjaisten vaippojen ja hygieniatuotteiden kysyntä kasvaa väestön vaurastumisen myötä. Myös ikääntyminen ja hygieniastandardien kasvu vaikuttavat pehmopapereiden kysyntää lisäävästi. Graafisen paperin kysyntä vähenee edelleen digitalisaation ja kuluttajakäyttäytymisen muutosten seurauksena. Paperintuotannon supistumisen vuoksi mekaanisen massan valmistus Suomessa vähenee sekä sellun käyttö paperin valmistukseen pienenee. Sellun käyttö sekä kartongin tuotannossa että uusissa tuotteissa, kuten tekstiilikuiduissa, todennäköisesti kasvaa samalla, kun markkinamassaa viedään suhteessa aiempaa enemmän Suomen ulkopuolelle jatkojalostettavaksi. Työpaikkojen määrä vähenee perinteisestä paperinvalmistuksesta, mutta niitä syntyy uusien tuotteiden valmistuksessa.

2.3. Metsäteollisuuden uudet tuotteet ja jalostusarvon nousu

Metsäteollisuuden tuotannon jalostusarvon nostamiseen on Suomessa pyritty vuosikymmenien ajan. Paperin tuotantomäärien supistuessa tavoite on yhä akuutimpi ja se on tuotu selkeästi esiin uudessa Suomen biotalousstrategiassa (Valtioneuvosto 2022). Puusta ja sen eri ainesosista jalostettavien uusien tuotteiden kehitystyö onkin Suomessa ollut vilkasta viimeisen kymmenen vuoden aikana. Suurimmat odotukset kohdistuvat kuitupohjaisiin tekstiileihin, elintarvikepakkauksiin sekä ligniinin käyttöön akkumateriaalina. Muita lupaavia kehityskohteita ovat puukomposiitit, nanosellun mahdollisuudet erilaisissa pinnoitteissa ja kalvoissa, sidosaineet ja liimat, eriste- ja kateratkaisut, lannoitteet, lääketieteellisuuden tuotteet ja biopoltoaineet.

Kehitystyö on kuitenkin hidasta ja tuotteiden markkinoille tuleminen kestää vuosia. Vaikka kaikki kehitteillä olevat tuotteet eivät välttämättä koskaan saavuta tuotanto- ja kustannustehokkuutta, kuluvan vuosikymmenen kuluessa voidaan kuitenkin odottaa useita markkinoille tulevia puu- ja kuitupohjaisia tuotteita, jotka samalla nostavat metsäteollisuuden jalostusarvoa.

Suomessa sahatavaran sekä pidemmälle jalostettujen rakennustuotteiden kysyntää kotimaassa ja vientimarkkinoilla tukee puurakentamisen lähivuosien myönteiset näkymät. Puurakentamisen suosion kasvaessa kaupunkiympäristöissä modernien rakennepuutuotteiden kysyntä on viime vuosina kasvanut nopeasti etenkin Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Ristiinliimatun massiivipuun (CLT), viilupuun (LVL) sekä liimapuun suosio puukerrostalojen sekä kookkaiden liike- ja julkisten rakennusten rakennusmateriaaleina on noussut. Suomessa kolmen toimijan yhteenlaskettu CLT-tuotantokapasiteetti on vajaat 100 000 kuutiometriä vuodessa, mutta tuotanto on viime vuosina ollut tätä selvästi alemmalla tasolla. Suomen CLT-tuotanto suuntautuu kotimarkkinoille ja esimerkiksi CLT-levyjen muokkaamisessa valmiiksi elementeiksi ja logistiikassa on yhä kehitettävää.

Ympäristöministeriön (2020) asettaman tavoitteen mukaan Suomessa puurakentamisen osuus kaikesta julkisesta uudisrakentamisesta tulisi vuonna 2025 olla 45 prosenttia. Asuinkerrostalojen osalta vastaava tavoite on 46 prosenttia. Toteutuessaan puurakentamisen kansalliset tavoitteet lisäisivät merkittävästi CLT:n käyttöä, mikä luo toisaalta mahdollisuuksia kotimaisen tuotannon kasvattamiseksi, mutta samalla lisää tuontipaineita. Euroopassa CLT:n tuotantoon investoidaan jatkuvasti lisää. Liimapuun osuus Suomen puutuoteollisuuden vientimäärästä on arviolta noin viisi prosenttia, mutta viennin arvosta noin 10 prosenttia. Vuonna 2021 liimapuuta vietiin Suomesta noin 0,4 miljoonaa kuutiometriä, ja ylivoimaisesti tärkein vientimaa oli Japani. Euroopan liimapuumarkkinoilla kilpailun ennakoidaan jatkuvan tiukkana.

2.4. Investointien vaikutus puun käyttöön

Suomessa on viime vuosina investoitu erityisesti kartongin ja pakkausmateriaalien tuotantoon sekä sellu- ja sahatteellisuuteen. Koronan alun jälkeisessä korkeasuhdanteessa sahatteellisuuden kassavirta on kasvanut ja mahdollistanut kapasiteetin laajennus- ja korjausinvestointien rahoittamisen. Lisäksi investointeja on tehty höyläsahatavaran tuotantoon, tuotantoteknologiaa on modernisoitu ja tuotannon pullonkauloja on poistettu esimerkiksi kuivauskapasiteettia lisäämällä. Investoinneilla pyritään tehostamaan tuotantoa ja turvaamaan tulevaisuuden kilpailukyky.

Jo toteutuneiden investointien lisäksi merkittävin kemialliseen metsäteollisuuteen kohdistuva kapasiteetin lisäys on Metsä Fibren Kemin biotuotetehdas, joka valmistuessaan vuonna 2023 on Suomen suurin metsäteollisuuden investointi ja lisää puunkäyttöä noin 4,5 miljoonaa kuutiometriä nykyiseen tehtaaseen verrattuna. Stora Enso selvittää Oulussa toisen lakkautetun paperikoneen muutosta kartonkituotantoon. Metsä Woodin Rauman suursaha käynnistyy vuoden 2022 kolmannella neljänneksellä. Sahan vuotuinen tuotantokapasiteetti on 750 000 kuutiometriä mäntysahatavaraa ja puun tarve noin 1,5 miljoonaa kuutiometriä mäntytukkia. Suomessa etenkin itsenäiset sahat ovat toteuttaneet muun muassa kuivaamoiden, tukin syötön, lajittelun ja sahalinjojen uudistamiseen tähtäviä investointeja. Vuonna 2022 uusitaan Versowoodin sahalinja Heinolassa. Vuonna 2023 on suunniteltu valmistuvan puolestaan kaksi suurta kokonaan uutta sahaa: Junnikalan 300 000 kuutiometrin saha Ouluun sekä Koskisen 400 000 kuutiometrin saha Kärkölään, joka korvaa Koskisen nykyisen sahan Kärkölässä. Lisäksi vuonna 2023 otetaan käyttöön Kuhmo Oy:n uusi pääsahalinja Kuhmossa. Investointien vaikutuksesta sahatavaran tuotantokapasiteetin arvioidaan kasvavan vuosina 2022–2024 noin 1,7 miljoonaa

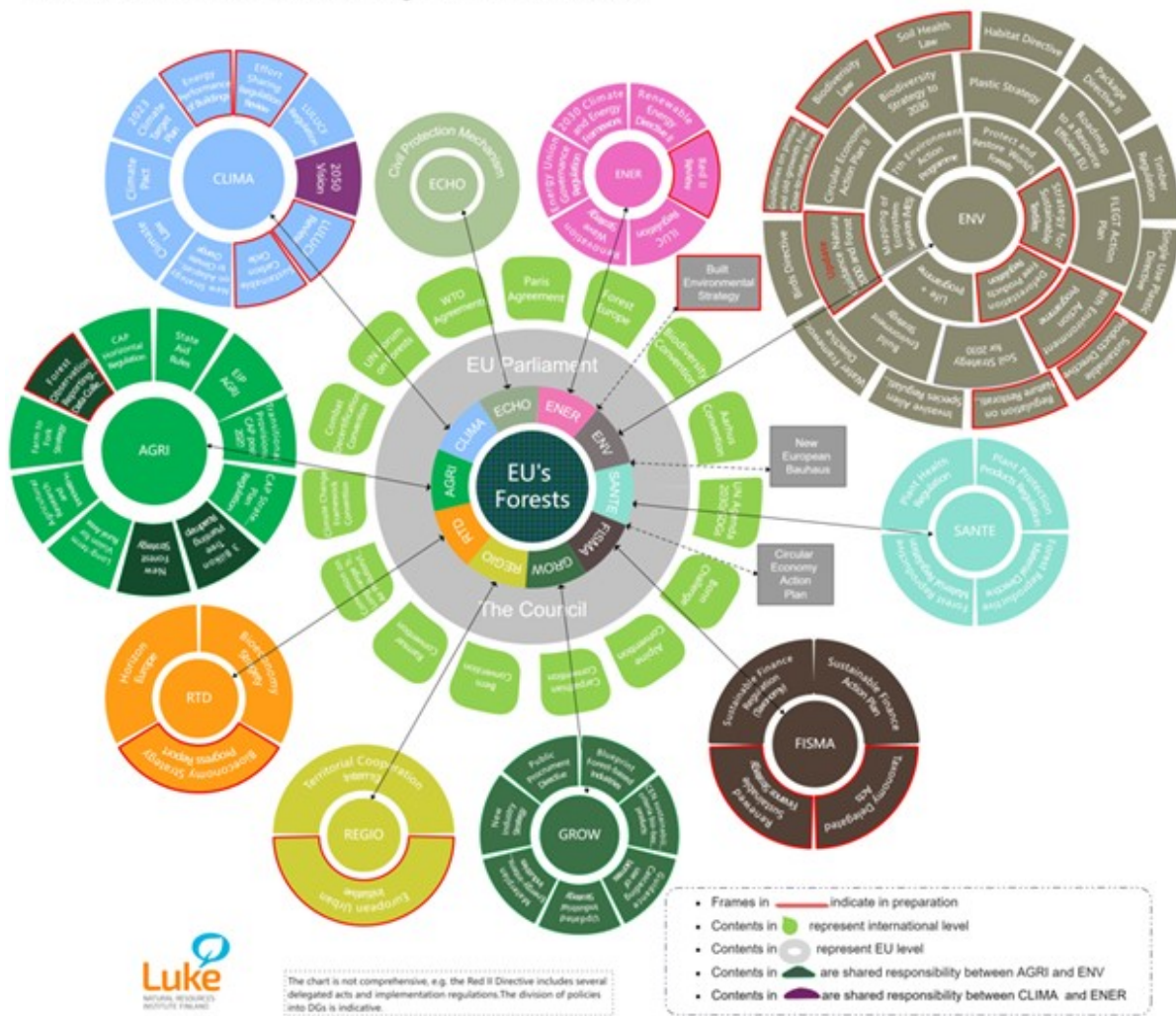
kuutiometriä, ja kasvu painottuu männyn sahaukseen. Uuden tehokkaan sahauskapasiteetin käyttöönoton myötä vanhaa kapasiteettia tullaan mahdollisesti myös sulkemaan. Syyskuussa 2021 Metsä Group ilmoitti suunnittelevansa uuden, kapasiteetiltaan 150 000 kuutiometrin viilupuutehtaan rakentamista Äänekoskelle. Tehdas rakennettaisiin vaiheittain vuosien 2022–2026 aikana. Vaikka markkinanäkökulmasta puusta valmistetuille tuotteille olisi kysyntää, tulevaisuudessa tuotannon lisäystä ja investointeja saattaa rajoittaa puun saatavuus.

2.5. EU:n politiikkatoimien vaikutus metsien käyttöön ja puuraaka-aineen saatavuuteen

Metsien ja puuraaka-aineen käyttöön sekä käytön hyväksyttävyyteen vaikuttavat tulevaisuudessa aiempaa voimakkaammin EU:n politiikkatoimet, joihin kuuluu strategisten suuntaviivojen lisäksi jäsenvaltioita sitovaa oikeudellista sääntelyä. Vaikka EU:lla ei ole yhteistä metsäpolitiikkaa, metsiin ja niiden hyödyntämiseen liittyviä asioita käsitellään lukuisissa EU:n sektoripolitiikoissa, erityisesti ilmasto-, energia-, ympäristöpolitiikoissa, joissa EU:lla on toimivaltaa yli kansallisen päätöksenteon. Kuvassa 6 on havainnollistettu metsiin liittyvien EU:n politiikkatoimien kokonaisuutta. Kokonaisuus on monimutkainen ja vastuu eri politiikkatoimien valmistelusta on jakaantunut lukuisiin komission eri pääosastoihin. Tämä on herättänyt huolta eri politiikkojen välisestä koherenttiudesta.

Komissio julkaisi vuosien 2020 ja 2021 aikana runsaasti eri tasoisia suoraan tai välillisesti metsien käyttöön vaikuttavia politiikkatoimiehdotuksia, joiden monen osalta poliittinen päätöksentekoprosessi on yhä kesken. Yhteistä metsiin liittyvissä politiikkatoimissa on, että niissä korostuvat voimakkaasti biodiversiteettiin, metsien hiilensidontaan sekä metsien terveys- ja suojavaikutuksiin liittyvät tavoitteet. Sen sijaan puun tuotantoon ja käyttöön liittyvät taloudelliset tavoitteet ja näiden vaikutukset esimerkiksi maaseudun elinvoimaisuuteen, yrittäjyyteen ja huoltovarmuuteen jäävät vähemmälle huomiolle. Havaittavissa on myös siirtymä vapaaehtoisista toimista kohti yksityiskohtaista lakitasoista sääntelyä. Metsäalan toimijoiden näkökulmasta monet ehdotuksista lisäisivät hallinnollista taakkaa, kun taas Suomen metsäpolitiikassa pitkän ajan tavoitteena on pikemminkin ollut byrokratian ja hallinnollisen taakan vähentäminen. Useissa komission ehdotuksissa samoja toimintamalleja tarjotaan kaikkiin Euroopan metsiin. Lähestymistapaa voidaan perustella hallinnon tehokkuudella ja yleiseurooppalaisella näkökulmalla, muuta se ei välttämättä johda optimaalisiin lopputuloksiin luonnonolosuhteiltaan ja rakenteeltaan toisistaan poikkeavissa metsissä eri jäsenvaltioissa.

Current EU Forest Policy Environment



Kuva 6. Metsiin ja niiden käyttöön liittyvät EU-tason ja kansainvälisen tason politiikkatoimet. Kuva ei ole kattava esitys. Esimerkiksi moniin asetuksiin ja direktiiveihin liittyy alemman tason säätelyä, kuten komission delegoituja säädöksiä tai täytäntöönpanoasetuksia, jotka ohjaavat ylemmän tason säädösten tulkintaa, mutta joita ei ole esitetty kuvassa. Linkki kuvaan: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/552012/Kuva_6.jpg

Eräs merkittävimmistä metsiin liittyvistä EU:n politiikoista on komission vihreän kehityksen ohjelman keskiössä oleva EU:n vuoteen 2030 ulottuvat **biodiversiteettistrategia** (COM(2020) 380 final). Biodiversiteettistrategian tavoitteena on, että Euroopan biologinen monimuotoisuus alkaa elpyä vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteeseen pyritään muun muassa suojelualueiden määrää lisäämällä, elinympäristöjen tilaa parantamalla, uudella lainsäädännöllä sekä tehostamalla olemassa olevan lainsäädännön täytäntöönpanoa ja valvontaa. Luonnonsuojelutavoitteista merkittävin on 30 prosentin suojelutavoite erikseen maa- ja merialueille koko EU:n tasolla. Kolmasosa suojelusta tulee toteuttaa tiukasti, ja tiukasti tulisi suojella muun muassa kaikki jäljellä olevat vanhat ja luonnontilaiset metsät. Ennallistamistavoitteisiin liittyen komissio aikoi julkaista ehdotuksensa laillisesti sitovista ennallistamistavoitteista vuonna 2021, mutta julkaisu on viivästynyt. Monet biodiversiteettistrategian yksityiskohdat ovat vielä selkiytymättä, mutta ympäristöministeriön alainen työryhmä valmistele parhaillaan Suomen sitoumuksia biodiversiteettistrategian tavoitteiden tukemiseksi. Metsien suojelupinta-alan voidaan ennakoida kasvavan

ja metsäisissä ympäristöissä toteutettavien ennallistamistoimien määrän lisääntyvän selvästi nykyisestä.

Komissio julkaisi EU:n uuden **metsästrategian** (COM(2021) 572 final) heinäkuussa 2021 osana laajaa 55-valmiuspakettia. Strategia laadittiin komissiovetoisesti, mitä esimerkiksi Euroopan unionin neuvosto kritisoi. Metsästrategia toistaa biodiversiteettistrategian tavoitteet kolmen miljardin puun istuttamisesta EU:hun ekologisiin perustein sekä EU:n jäljellä olevien vanhojen ja luonnontilaisten metsien suojelemisesta. Metsästrategiasta tehdyn analyysiin mukaan ilmastönäkökulma korostuu kuitenkin määrällisesti biodiversiteettinäkökulmaa enemmän, sillä strategiasta tunnistetuista 63 tavoitteesta ja sitoumuksesta 44 liittyy suoraan tai epäsuorasti ilmastomuutoksen hillintään ja siihen sopeutumiseen (Lier ym. 2022).

Metsästrategiassa esitellään luonnonläheisen metsänhoidon (closer-to-nature forestry) käsite, jonka määritelmän tulisi valmistua vuoden 2022 toisella neljänneksellä, mutta aikataulu on venymässä. Luonnonläheisen metsänhoidon tuli komission alkuperäisen näkemyksen mukaan pohjautua jatkuvapeitteisen metsänhoidon menetelmiin mutta käsitteen alle kuuluvien metsänhoitomenetelmien kirjo on laantumassa. Komissio aikoo laatia vapaaehtoisen luonnonläheisen metsänhoidon sertifiointijärjestelmän viimeistään vuoden 2023 ensimmäisellä neljänneksellä. Avohakkuu nähdään metsästrategiassa metsänhoitomenetelmänä, jota tulisi välttää niin ilmasto- kuin biodiversiteettitavoitteiden toteutumiseksi.

Metsien taloudellinen käyttö jää metsästrategiassa varsin vähälle huomiolle. Rakentamisen pitkäikäisten puutuotteiden käytön tukeminen nähdään myönteisenä asiana, mutta ensisijaisesti ilmastomuutoksen hillinnän ja siihen sopeutumisen näkökulmista. Muita kuin pitkäikäisiä puutuotteita käsitellään metsästrategiassa vain vähän. Puupohjaisten tuotteiden sekä bioenergian substituutiovaikutukset fossiilisten materiaalien ja fossiilisen energian korvaajina mainitaan, mutta niiden nykykäytön substituutiovaikutuksia ei tunnisteta täysimääräisesti. Valtioneuvoston esittämässä Suomen kannassa metsästrategiasta todetaan, että metsien ja metsäsektorin kokonaispotentiaali sekä kestävyden taloudelliset ja sosiaaliset ulottuvuudet olisivat kaivanneet tasapainoisempaa käsittelyä (E106/2021 vp).

Osana 55-valmiuspakettia komissio julkaisi ehdotuksensa **uusiutuvan energian direktiivin** eli ns. RED II -direktiivin päivityksestä (COM(2021) 557 final). EU-tason tavoite uusiutuvan energian osuudesta energian kokonaisloppukulutuksesta vuonna 2030 nousee 32 prosentista 40 prosenttiin, ja tavoitteen toteutumisessa korostuvat ei-biologiset uusiutuvat energianlähteet. Metsäbiomassan kestävyyskriteereihin puolestaan esitetään tiukennuksia liittyen alueisiin, joilta korjattavaa metsäbiomassaa ei katsottaisi kestäväksi sekä tiukennuksia biodiversiteettiin ja maaperään kohdistuvien negatiivisten vaikutusten minimointiin. Arvioiden mukaan Suomen metsälainsäädäntöä olisi tietyiltä osin muutettava, jotta metsäbiomassan kestävyyskriteerien vaatimustenmukaisuuden tarkastelu voitaisiin toteuttaa maatasolla. Lisäksi komissiolle esitetään delegoitua säädösvaltaa kaskadikäyttöperiaatteen soveltamisesta metsäbiomassan energiakäyttöön. Vaikka RED II -direktiivi käsittelee uusiutuvaa energiaa, direktiiviin ja etenkin sen biomassojen kestävyyskriteerejä koskevaan 29 artiklaan ja sen sisältämään hankinta-aluetason tarkasteluun viitataan muissa komission esityksissä.

Komission **metsäkatovapaat tuotteet -asetusehdotuksen** (COM(2021) 706 final) tavoitteena on rajoittaa EU:n kysynnän ja tuotannon aiheuttamaa metsäkatoa ja metsien tilan heikentymistä, vähentää metsäkatoa tai metsien tilan heikentymistä aiheuttavien tuotteiden kulutusta EU:ssa sekä lisätä laillisten ja metsäkatovapaiden tuotteiden kysyntää. Asetus koskee naudanlihaa, kaakaota, kahvia, palmuöljyä, soijaa ja puuta sekä näistä valmistettuja tuotteita ja näiden saattamista EU:n sisämarkkinoille ja vientiä EU:n ulkopuolelle. Metsäkadolla asetusehdotuksessa tarkoitetaan metsän muuttamista maatalouskäyttöön, mutta ei esimerkiksi muuttamista

rakennetuksi maaksi. Metsien tilan heikentymisellä tarkoitetaan puolestaan sellaisia puunkorjuun tapoja, jotka eivät ole kestäviä ja jotka aiheuttavat metsien biologisen tai taloudellisen tuottavuuden sekä metsäekosysteemien monimuotoisuuden heikkenemistä. Metsien tilan heikentymisen määritelmällä voi olla vaikutusta Suomessa käytettäviin korjuumenetelmiin ja metsänhoitotapoihin. Asetusehdotuksen tulkinnat ja määritelmät ovat kuitenkin vielä selkiyttämättä.

Edellä on kuvailtu vain joitakin metsiin liittyviä politiikkatoimia. Lisäksi metsien tulevaan käyttöön voivat vaikuttaa niin **taksonomia-asetus** teknisine arviointikriteereineen, **hiiliviljely** ja tähän liittyvä hiilipoistumien sertifiointi kuin **päästökauppadirektiivin** ja **LULUCF-asetuksen** muutokset sekä esimerkiksi EU:n **maaperästrategia**. Metsätalouteen ja sen käytäntöihin kohdistuu EU-tason politiikkatoimiehdotuksista runsaasti muutospaineita, jotka voivat vaikuttaa teollisuuden puun saatavuuteen. Suojelu- ja ennallistamis-pinta-alojen kasvatavoitteet, jatkuva-peitteisen kasvatuksen menetelmien suosiminen ja esimerkiksi hiiliviljelyn yleistymisen vaikuttavat kaikki siihen, että jatkossa puuta voi Suomessa tulla nykyistä vähemmän markkinoille. Eri politiikkatoimien vaikutuksia ei kuitenkaan pystytä vielä varmuudella arvioimaan, koska monia komission ehdotuksia käsitellään yhä EU:n toimielimissä ja useat keskeiset käsitteet, kriteerit ja tulkinnat ovat edelleen avoimia.

2.6. Metsien käytön monipuolistuminen

Perinteisen puuntuotannon ohella Suomen metsien käyttö on entisestään monipuolistumassa. Muutospaine tulee osin poliittisesta ohjauksesta, kuten Euroopan unionin eri strategioista, osin kuluttajien ja metsänomistajien preferenssien muutoksista, kuten ympäristötietoisuuden lisääntymisestä ja metsien terveys- ja hyvinvointiominaisuuksien korostumisesta.

Euroopan unionin biodiversiteettistrategian, jonka pyrkimyksenä on luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen pysäyttäminen, luonnonsuojelutavoitteista merkittävin on 30 prosentin suojelutavoite erikseen maa- ja merialueille koko EU:n tasolla. Kolmasosa suojelusta tulee toteuttaa tiukasti, ja tiukasti tulisi suojella muun muassa kaikki jäljellä olevat iki- ja aarniometsät. Pinta-alatavoitteet koskevat koko EU:ta, mutta ne on mahdollista kohdentaa luonnonmaantieteellisten alueiden mukaan tai paikallistasolla. Jäsenvaltiokohtaisia suojelutavoitteita ei strategiassa esitetä, mutta toisaalta kunkin jäsenvaltion on tehtävä oma osuutensa. Tätä raporttia kirjoittaessa (kesäkuu 2022) Suomen kansallisten sitoumusten määrittäminen oli vielä kesken.

Harvaan asuttuna metsäisenä maana Suomeen kohdistuu lisäsuojelupaineita. Etenkin muuten kuin tiukasti suojellun alan osuus Suomen maapinta-alasta (ml. sisävedet) on joihinkin muihin EU-maihin verrattuna suhteellisen alhainen. Sen sijaan tiukasti suojellun maa-alan osuus on Suomessa suuri. YK:n biodiversiteettisopimuksen kuudenteen maaraporttiin laaditun arvion mukaan suojeltujen maa-alueiden (mukaan lukien sisävedet) osuus Suomessa oli noin 14 prosenttia Suomen maa- ja sisävesien kokonaispinta-alasta vuonna 2018. Luvussa ei ole mukana esimerkiksi talousmetsien monimuotoisuuskohteita, jotka ovat Metsähallituksen päätöksellä talouskäytön ulkopuolelle kokonaan tai osittain rajattuja alueita, jotka eivät siten ole lakisääteisiä suojelualueita. Arvion mukaan eri tasoisesti suojeltuja alueita olisi Suomessa tällä hetkellä yhteensä 18,9 prosenttia maa- ja sisävesien pintalasta (Kärkkäinen ja Koljonen 2021). Metsien suojelun merkittäväällä lisäämisellä olisi todennäköisesti positiivisia vaikutuksia metsien biodiversiteetin lisäämisen kannalta. Samalla sillä todennäköisesti on merkittäviä negatiivisia kansantaloudellisia vaikutuksia erityisesti metsäsektorin tuotannon mahdollisten rajoitusten seurauksena.

Metsien merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä on tärkeä. Metsät sitovat hiilidioksidia sekä puubiomassaan että maaperään vähentäen sen määrää ilmakehässä ja ehkäisten maapallon keskilämpötilan nousua. Suomessa metsien kasvu on lisännyt hiilivaraston määrää viimeisinä vuosikymmeninä samaan aikaan, kun metsien puuntuotannollinen käyttö on kasvanut. Metsien kasvun hidastuminen ja hakkuumäärien mahdollinen lisääntyminen voivat kuitenkin vähentää tulevaisuudessa metsien hiilensidontaa. Puuston kasvua lisäävillä toimenpiteillä, monipuolisemmalla puulajisekoituksella ja metsänhoidolla voidaan edistää metsien hiilensidontaa samanaikaisesti muiden tavoitteiden huomioimisen kanssa. Ilmastonmuutoksen myötä sääolosuhteiden ennakoidaan kuitenkin vaihtelevan entistä enemmän ja lauhojen talvien määrän lisääntyvän. Tämä vaikuttaa metsien biottisten ja abiottisten riskien lisääntymiseen. Mittavien metsien hyönteis- ja myrskytuhojen esiintymisten todennäköisyys kasvaa.

Uusilla markkinapohjaisilla kannustimilla pyritään hillitsemään ilmastonmuutosta ja siitä aiheutuvia ongelmia ja kustannuksia. Euroopan unionissa toteutettava päästökauppa, jossa haitallisia päästöjä tuottavat tuotantolaitokset ovat velvollisia omistamaan kutakin tuottamaansa päästömäärän yksikköä kohti tietyn määrän päästöoikeuksia, joita laitokset voivat ostaa ja myydä keskenään, on kenties tunnetuin esimerkki markkinapohjaisesta kannustimesta. Kuluvan vuosikymmenen aikana syntyy lisää uusia, erityisesti yksityisille metsänomistajille suunnattuja kannustejärjestelmiä sitoa hiiltä metsiin hakkuiden sijasta. Myös monimuotoisuuden turvaamiseen liittyviä markkinapohjaisia kannustejärjestelmiä näyttäisi olevan kehittämässä.

Suomen luonnontuoteala rakentuu vahvasti jokamiehenoikeudella kerättyjen marjojen ja sienien talteenottoon, jalostukseen ja vientiin. Näiden rinnalle ovat nousemassa jokamiehenoikeuksien ulkopuolella olevat luonnontuotteet (esimerkiksi mahla, puun kuori, kunta, pihka ja puissa kasvavat erikoissienet, kuten pakuri). Luonnontuotteiden käyttö on lisääntynyt paitsi elintarvike- ja juomateollisuudessa, myös esimerkiksi kosmetiikkateollisuudessa, hyvinvointipalveluissa, lääkinnällisissä tuotteissa, käsityöalalla sekä floristiikassa. Jokamiehenoikeuden ulkopuolella olevat tuotteiden lisääntyvä käyttö on merkityksellistä mm. siksi, että ne tarjoavat metsänomistajille uusia metsiin perustuvia ansaintamahdollisuuksia. Samalla ne tarjoavat myös mahdollisuuksia monipuolistaa metsien käyttöä ja edistää aktiivisuutta maaseutualueilla. Useiden luonnontuotteiden käyttö on myös tilatasolla synergiasa metsien metsätaloudellisen käytön kanssa (Kurttila ym. 2018, ks. myös Luku 9).

Luonnontuoteala on ollut 2000-luvulla vahvalla kasvu-uralla, mutta koronavuonna 2020 alan liikevaihto laski hieman ja oli noin 780 miljoonaa euroa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2021). Alan yrityksissä työskenteli vuonna 2020 noin 2700 henkilöä. Marja-alan yrityksissä riippuvuus ulkomaalaisesta kausityövoimasta on hyvin suurta, sillä Ruokaviraston Marsi-tutkimuksen mukaan luonnonmarjojen myyntimäärästä 83 prosenttia oli ulkomaalaisten poimijoiden keräämiä. Alan kasvua ja arvonlisän nostoa on pyritty tukemaan erilaisin toimenpitein ja kirjauksin muun muassa nykyisessä Kansallisessa metsästrategiassa sekä uudessa biotalousstrategiassa. Uusien innovaatioiden ja toimintamallien kehittyminen ja vakiintuminen metsänomistajien keskuudessa ja alan yrityksissä vie kuitenkin aikaa ja vaatii pitkäjänteisyyttä niin kehittämistyössä kuin uuden tiedon siirrossa toimijoille. Luonnontuotealan kasvun edistäminen Suomessa linkittyy useisiin luonnonvaroihin liittyviin kehityskulkuihin – alan kasvu tukee esimerkiksi vihreää siirtymää ja siirtymistä kohti ilmastokestävämpää ruokajärjestelmää.

Puun materiaalisen käytön rinnalla korostuvat myös metsien tuottamat hyvinvointi- ja ympäristöpalvelut. Metsien virkistyskäyttö ja luontomatkailu sekä näihin liittyvä elinkeinotoiminta ovat kasvussa globaalin kaupungistumisen jatkuessa. Luonnosta haetaan terveyttä ja hyvinvointia. Suomella on matkailumaana useita etuja liittyen turvallisuuteen, puhtaaseen luontoon ja eri vuodenaikoihin. Pohjois- ja Itä-Suomen matkailutavoitteissa korostuu erityisyyttä ja laatua

etsivä asiakassegmentti massamatkailun asemesta. Metsien monikäytön lisääntyessä eri käyttömuotojen yhteensovittamisen tarve korostuu tulevaisuudessa.

2.7. Metsätalouden muutos

Tulevaisuudessa metsätalouteen vaikuttavat voimakkaasti Euroopan unionin metsien käyttöön sekä suoraan että epäsuorasti vaikuttavat politiikat, kuten mahdolliset suojelu- ja ennallistamistoimet. Kotimaassa metsätalouden käytäntöihin vaikuttava nykyinen kemera-laki päättyy vuoden 2023 lopussa, jonka jälkeen uusi metsätalouden kannustinjärjestelmä Metka astuu voimaan. Metkassa metsätalouden tukiin liittyvää lainsäädäntöä pyritään uudistamaan ja byrokratiaa keventämään.

Venäjältä tulleen tuontipuun käyttö energia- ja jalostavan teollisuuden käyttöön loppui talven 2022 aikana. Todennäköistä on, että jäänyt tilanne Venäjän kanssa kauppasuhteissa jatkuu useita vuosia. Toteutuneiden ja suunniteltujen investointien sekä turpeen käytön vähenemisen seurauksena lisäksi tämä kasvattaa puunhankintaa Suomen metsistä, mikä toisaalta luo teollisuudelle kustannuspainetta, mutta toisaalta hidastanee metsätaloudessa tapahtunutta työvoiman vähenemistä. Uudet toimintatavat vakiintuvat vähitellen myös osaksi puukauppaa ja esimerkiksi digitaalinen kaupankäynti lisääntyy. Digitalisaation merkitys kasvaa koko toimintaketjussa ja kiinnostus kehittää automaatiota, robotiikkaa, koneoppimista, tekoälyä ja masdataa korjuuoperaatioissa, metsäsuunnittelussa ja päätöstukijärjestelmissä lisääntyy. Metsätaloudessa jatkuvapeitteisen metsänhoidon menetelmät ja todennäköisesti myös muut metsänhoidon tavat (esim. closer-to-nature) tulevat lisääntymään ja eri puulajeja sisältävien sekametsien määrää pyritään lisäämään. Kehitys on kuitenkin hidasta ja varsinkin Etelä-Suomessa kuusen osuus puustosta lisääntyy vielä pitkään jo tehtyjen puulajivalintojen seurauksena. Metsien abioottisten ja bioottisten riskein lisääntyminen vaikuttaa puunkorjuuseen.

Syksyllä 2020 julkaistun ”Suomalainen metsänomistaja 2020” -raportin (Karppinen ym. 2020) mukaan metsänomistusrakenne on myös vähitellen muuttunut ja muuttuu edelleen hitaasti Suomessa. Metsänomistajista vajaa puolet asuu kaupungeissa eikä metsänhoito ole heille välttämättä tuttua. Metsänomistajista yhä suurempi osa on eläkeläisiä ja yhtymämuotoisen omistuksen osuus on kasvussa. Metsänomistajien aineettomat tavoitteet eivät kuitenkaan näyttäisi vahvistuneen, sillä sekä monitavoitteisten että virkistyskäyttäjien osuudet metsänomistajista ovat vähentyneet ja turvaa sekä tuloja korostavien osuus noussut selvästi. Puumarkkinoilla on tapahtunut kuitenkin selkeä muutos: markkinoilla on yhä harvempi joukko metsänomistajia, mutta puukaupan koko on selvästi aiempaa suurempi. Tämä viittaa leimikkokoon kasvuun, mikä nostaa puunkorjuun tehokkuutta.

Yksityismetsänomistuksessa tapahtuvan rakennemuutoksen lisäksi myös institutionaalisen metsänomistuksen rakenne on hitaassa muutoksessa. Vaikka metsärahastojen omistusosuus on edelleen pieni (kesällä 2021 kotimaiset metsärahastot omistivat 0,8 prosenttia metsätalousta maasta), osuuden kasvu on ollut viime vuosina nopeaa muiden vaihtoehtoisten sijoituskohteiden alhaisten tuottojen vuoksi. Rahapolitiikan kiristyessä ja korkojen noustessa metsärahastojen omistusten kasvuvauhti saattaa kuitenkin hidastua lähivuosina.

3. Skenaarioanalyysien toteuttaminen

Leena Kärkkäinen, Hannu Hirvelä, Harri Kilpeläinen, Kari T. Korhonen, Antti Mutanen ja Jari Viitanen

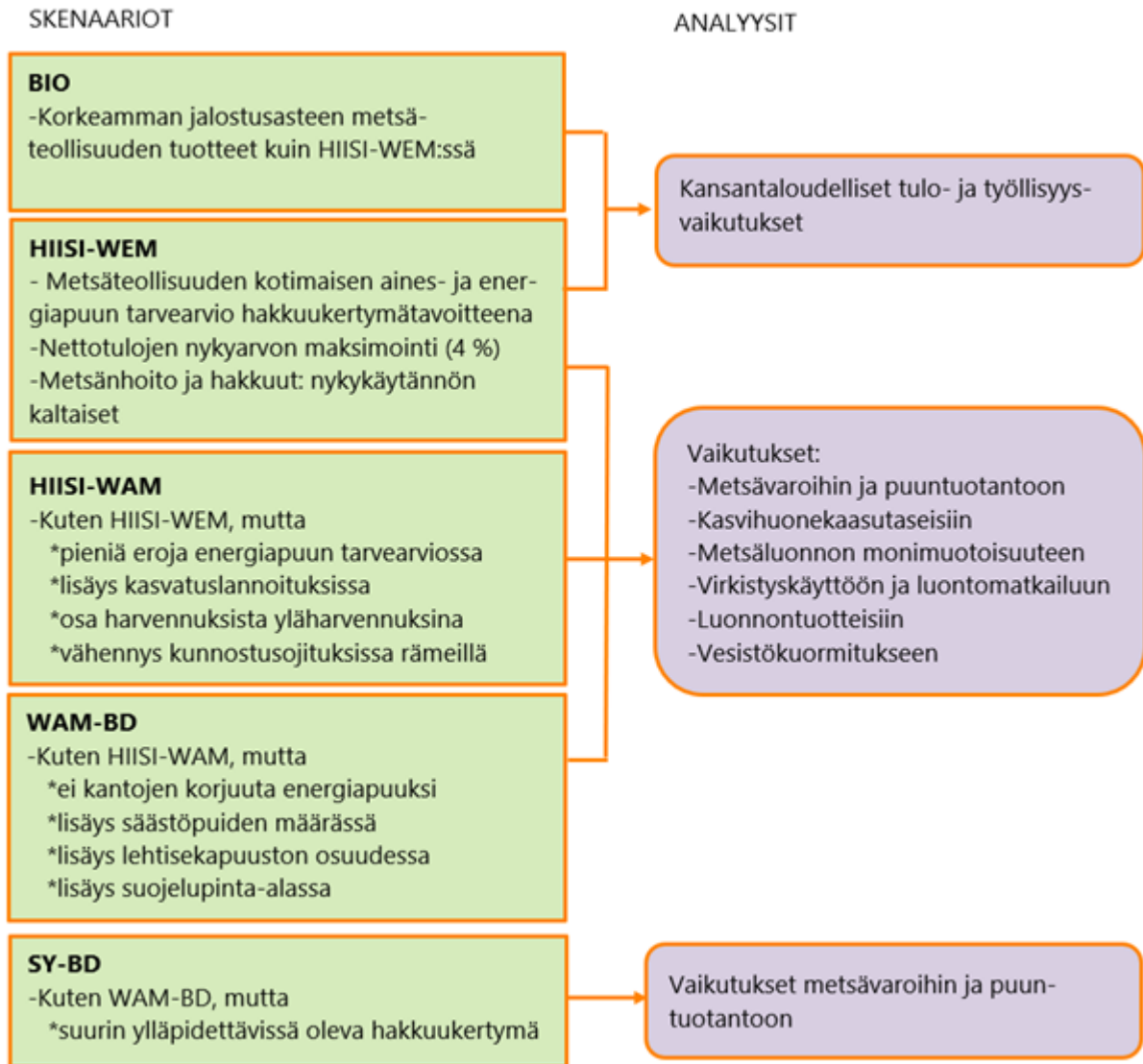
3.1. Yleistä

Laskelmissa hyödynnettiin viittä erilaista skenaariota, joista käytettiin nimiä HIISI-WEM-, HIISI-WAM-, WAM-BD-, SY-BD- ja BIO-skenaariot. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaariot oli tuotettu jo aikaisemmin Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI) -hankkeessa (HIISI2035). Nämä kaksi skenaariota olivat lähes samanlaiset metsäteollisuuden tuotantomäärien ja puun energiakäytön sekä niiden perustella johdettujen hakkuukertymien suhteen. Ainoastaan puun energiakäytössä oli pieniä eroja skenaarioiden välillä. Lisäksi skenaariot poikkesivat toisistaan kasvatuslannoitusten, harvennushakkuiden ja kunnostusojitusten toteuttamisen osalta (Kuva 7). HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioihin liittyvät oletukset on esitetty pääpiirteissään alaluvuissa 3.2 ja 3.3. Skenaariot on raportoitu tarkemmin julkaisussa Maanvilja ym. (2021).

WAM-BD- ja SY-BD-skenaariot tuotettiin tätä selvitystä varten. WAM-BD-skenaariossa metsäteollisuuden tuotantomäärät ja energiapuun käyttö vastasivat HIISI-WAM-skenaariota, mutta HIISI-WAM-skenaariosta poiketen WAM-BD-skenaariossa ei korjattu kantoja ja juuria energiakäyttöön. Lisäksi WAM-BD-skenaarioissa lisättiin suojelupinta-alaa ja luonnonhoitotoimia (säätöpuiden määrän ja lehtisekapuuston osuuden lisääminen) (ks. Luku 3.3.2). WAM-BD-skenaariossa pyrittiin siten ottamaan huomioon HIISI-WAM-skenaariota paremmin metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeitä metsien rakennepiirteitä.

SY-BD-skenaario erosi WAM-BD-skenaariosta ainoastaan hakkuukertymätavoitteen osalta. SY-BD-skenaariossa tavoiteltava hakkuukertymä ja sen rakenne eivät perustuneet oletukseen metsäteollisuuden tuotannon kehityksestä, vaan siinä suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymä saatiin laskennallisesti ilman etukäteen määriteltyä kertymätasoa (ks. Luku 3.3.1). SY-BD-skenaarion avulla havainnollistettiin, miten suurin ylläpidettävissä olevan aines- ja energiapuun hakkuukertymä vaikuttaa metsävaroihin ja puuntuotantoon verrattuna WAM-BD-skenaarion mukaiseen hakkuukertymään.

BIO-skenaario oli laadittu Suomen biotalousstrategian päivitystä varten tehtyyn taustaselvitykseen (Koljonen ym. 2021). Tässä raportissa käytetty BIO-skenaario koski kuitenkin ainoastaan metsäteollisuuden perinteisten tuotteiden jalostusasteen kehitystä, ja Koljonen ym. (2020) -raportin mukaiset arviot niin sanottujen uusien tuotteiden tuotannosta on jätetty tarkastelujen ulkopuolelle. BIO-skenaariossa metsäteollisuuden puutuoteteollisuuden tuotteiden jalostusasteen oletettiin kuitenkin olevan korkeampi kuin HIISI-WEM-skenaarioissa (ks. Luku 3.2).

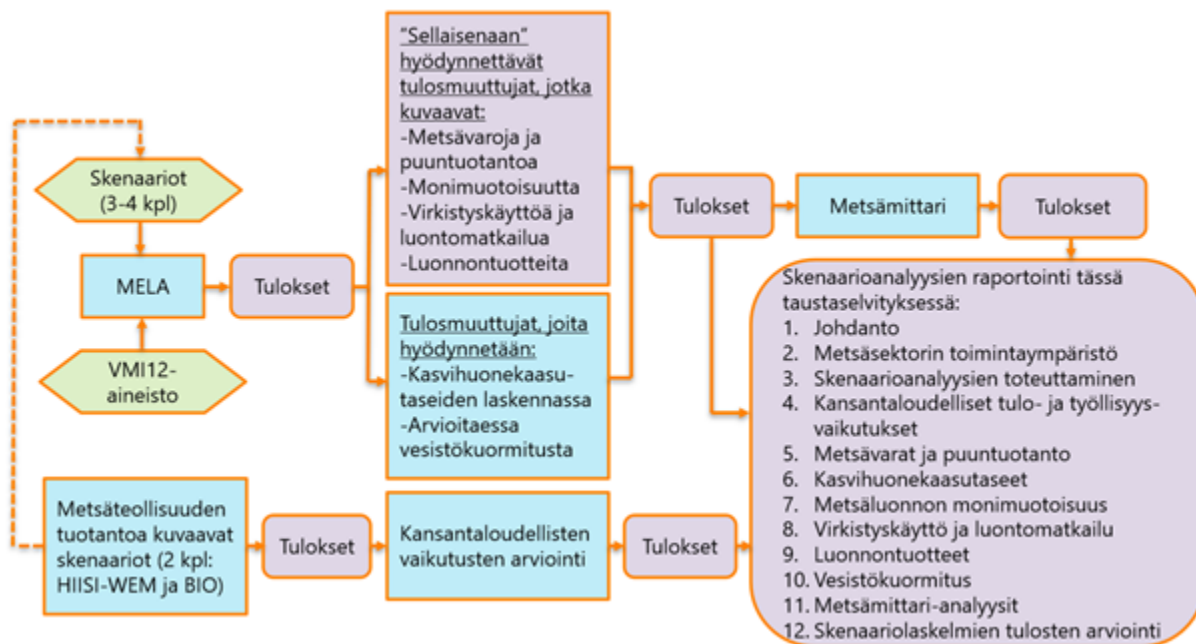


Kuva 7. Laskelmissa hyödynnettyjen skenaarioiden keskeisimmät erot ja skenaarioiden hyödyntäminen erilaisissa vaikutusanalyseissä.

Tässä raportissa esitetyt arviot kansantaloudellista tulo- ja työllisyysvaikutuksista (Luku 4) perustuivat HIISI-WEM- ja BIO-skenaarioiden mukaiseen metsäteollisuustuotteiden tuotantomäärien kehitykseen, puun kysyntään ja metsätalouteen (Kuva 8). Arvioissa ei siten otettu huomioon esimerkiksi virkistyskäyttöön ja matkailuun kohdistuvia suoria talous- ja työllisyysvaikutuksia. Arvioiden toteuttamisessa hyödynnettiin panos-tuotosanalyysiä. Arviot metsävarojen ja puuntuotannon tulevasta kehityksestä (Luku 5) tuotettiin HIISI-WEM-, HIISI-WAM-, WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioille MELA-ohjelmistolla (Hirvelä ym. 2017). Muita ekosysteemipalveluja kuvaavissa analyyseissä hyödynnettiin HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioita. Nämä analyysit (Luvut 7, 8 ja 9) tehtiin pääosin suoraan MELA-ohjelmistolla laskettujen tulosten perusteella. MELA-ohjelmistosta saatuja tuloksia hyödynnettiin lisäksi lähtötietoina arvioitaessa eri skenaarioiden mukaisia metsien kasvihuonekaasutaseita (Luku 6) ja vesistökuormituksia (Luku 10).

Metsämittari-visualisointityökalua (<http://metsamittari.fi>) hyödynnettiin eri skenaarioita koskevien laskelmatulosten vertailussa (Luku 11). Metsämittarissa erilaisia ekosysteemipalveluja

kuvaavien muuttujien arvot skaalataan välille 0–1, minkä ansiosta eri mittayksiköillä olevia muuttujien arvoja voidaan vertailla toisiinsa eri skenaarioissa.



Kuva 8. Skenaarioanalyysien toteuttaminen.

3.2. Metsäteollisuuden tuotantomäärien ja puun energiakäytön määrittäminen

Arviot metsäsektorin tuotantomäärien kehityksistä vuoteen 2050 saakka perustuvat vuonna 2021 julkaistuihin skenaarioihin Suomen maatalous- ja LULUCF-sektoreilla (maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous) tapahtuvista muutoksista hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi (Maanvilja ym. 2021) sekä Suomen biotalouden kestävä kasvun kehityksestä (Koljonen ym. 2021). Edelliset käsittävät kaksi skenaariota, HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaariot ja jälkimmäinen BIO-skenaarion.

HIISI-WEM-skenaariossa metsäteollisuustuotteiden tuotantomäärät pohjautuvat massa- ja paperiteollisuuden osalta Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekarttaan ja sen taustaselvityksiin sekä puutuoteteollisuuden osalta Sahateollisuus ry:n hiilitiekarttaan ja niissä esitettyihin perusuriin Suomen metsäteollisuuden kehityksestä (Metsäteollisuus ry 2020, AFRY/Pöyry 2020, Sahateollisuus ry 2020). HIISI-WEM-skenaarion laadinnan yhteydessä on otettu huomioon vuonna 2021 tiedossa olleet kapasiteettimuutokset, jotka heijastuivat etenkin paperien tuotantolukuihin verrattuna Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekartan perusuraan (Maanvilja ym. 2021).

HIISI-WEM-skenaarioissa paperien tuotanto vähenee Suomessa edelleen, mutta kartongin tuotanto kasvaa vuoteen 2035 saakka tasaantuen tämän jälkeen. Mekaanisten massojen tuotanto laskee aluksi paperin tuotannon vähenemisen seurauksena. Kartongin tuotantomäärien kasvu kuitenkin tukee mekaanisten massojen tuotantoa ja mekaanisten massojen tuotannon väheneminen pysähtyy ja kääntyy lievään kasvuun vuoteen 2030 mennessä. Sellun tuotantomäärien kehityksessä on otettu huomioon ilmoitettu sellutehdasinvestointi Kemiin. Uutta havusellukapasiteettia on lisäksi oletettu syntyvän noin 500 000 tonnia vuoteen 2035 mennessä, jonka jälkeen sellun kokonaistuotantomäärät eivät Suomessa enää kasva. Sahatavaran tuotanto kasvaa maltillisesti vajaaseen 12,5 miljoonaan kuutiometriin vuoteen 2035 mennessä. Vanerin (ml.

viilupuu) tuotantomäärät kasvavat myös maltillisesti vajaasta miljoonasta kuutiometristä reiluun 1,1 miljoonaan kuutiometriin vuoteen 2035 mennessä. Muiden puulevyjen tuotantomäärät pysyvät likimain nykytasolla (Maanavilja ym. 2021).

Metsäteollisuuden ainespuun tarve perustuu metsäteollisuustuotteiden tuotantomääriin ja eri tuotteiden valmistuksen puunkulutukseen. HIISI-WEM-skenaariossa puun tuonnin odotetaan säilyvän samalla tasolla kuin metsäteollisuuden tuontipuun käyttö vuosina 2015–2019 keskimäärin. Kotimaisen ainespuun tarve on saatu vähentämällä metsäteollisuuden ainespuun kokonaistarpeesta metsäteollisuuden puun tuonti. (Maanavilja ym. 2021)

HIISI-WEM-skenaariossa energiantuotannon kiinteiden puupolttoaineiden tarve koostuu puun energiakäytöstä lämpö- ja voimalaitoksissa sekä puun pienpoltosta. Pienpolttoon kohdentuvan puun oletetaan olevan runkopuuta ja lämpö- ja voimalaitosten käyttämän puun metsähaketta, joka koostuu runkopuusta, hakkuutähteistä sekä kannoista ja juurista. Lämpö- ja voimalaitosten käyttämästä metsähakkeesta osan on oletettu olevan tuontihaketta, joka on vähennetty energiantuotannon kotimaiseen puuhun kohdistuvasta puuntarpeesta. HIISI-WEM-skenaarion mukainen kotimaisen puun tarve, jota on käytetty MELA-laskelmissa hakkuukertymätoivona, muodostuu metsäteollisuuden ja energiantuotannon kotimaisen puun kulutuksesta sekä puun kotitarvehakkuista (Maanavilja ym. 2021).

BIO-skenaario perustuu HIISI-WEM-skenaarion mukaisiin metsäteollisuuden tuotantomääriin sillä erotuksella, että sahatavaran jatkojalostuksen rakennepuutuotteiksi, kuten liimapuupalkeiksi ja ristiinliimatuksi massiivipuuksi (CLT), oletetaan BIO-skenaariossa HIISI-WEM-skenaariota suuremmaksi. Massa- ja paperiteollisuudessa vientiin suuntautuvaa markkinamassaa puolestaan jatkojalostetaan BIO-skenaariossa esimerkiksi tekstiilikuiduksi Suomen tekstiiliteollisuuden käyttöön. Sekä HIISI-WEM- että BIO-skenaarioissa kotimaisen ainespuun hakkuumäärät pysyvät samoina (Koljonen ym. 2021). Tässä raportissa ei ole käsitelty metsäteollisuuden niin sanottujen uusien tuotteiden tuotannon kehitystä, ja siitä aiheutuvaa vaikutusta metsäteollisuuden arvonlisäykseen ja työllisyyteen. Koljonen ym. (2021) -raportissa uusien, usein metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettävien tuotteiden tuotoksen arvon odotetaan kasvavan tulevina vuosina ja muodostavan vuonna 2050 jo noin puolet koko metsäteollisuuden tuotoksen arvosta. Uusiin tuotteisiin liittyvät panos-tuotos-analyysissä tarvittavat panos- ja työllisyyskerroimet ovat kuitenkin tuntemattomia. Tämän vuoksi tässä raportissa esitetyt kansantaloudelliset vaikutusarviot eivät kata Koljonen ym. (2021) -raportin mukaisen biotalousskenaarion kaikkia talousvaikutuksia, vaan toimivat esimerkkinä siitä, millainen merkitys jalostusasteen kasvulla puutuoteteollisuudessa on kansantalouden arvonlisäykseen ja työllisyyteen.

Taulukossa 1 on esitetty BIO- ja HIISI-skenaarioiden mukaiset metsätalouden ja metsäteollisuuden tuotantomäärät vuosina 2020–2050.

Taulukko 1. Metsäsektorin toimialojen tuotantomäärät HIISI-WEM- ja BIO-skenaarioissa vuosina 2020–2050.

	Yksikkö	2020		2030		2040		2050	
		BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM
Metsätalous, hakkuukertymä (aines- ja energiarunkopuu)	1 000 m ³	69 000	69 000	79 000	79 000	82 000	82 000	82 000	82 000
Sahateollisuus	1 000 m ³	10 900	10 900	11 100	12 260	11 350	12 440	11 500	12 440
Muu puutuoteteollisuus	1 000 m ³	1 125	1 125	1 850	1 286	2 340	1 290	2 340	1 290
Massa- ja paperiteollisuus ¹⁾	1 000 t	12 150	11 912	13 263	13 263	13 822	13 822	13 679	13 679

¹⁾Sisältää paperin, kartongin ja markkinasellun. Arviona markkinasellun tuotannosta on käytetty sellun vientimäärää.

HIISI-WAM-skenaario vastaa muuten paitsi energiakäytön osalta HIISI-WEM-skenaariota. Molemmissa skenaarioissa oletetaan kotimaisen metsähakkeen käytön kasvavan merkittävästi lämpö- ja voimalaitoksissa 2020-luvulla (Taulukko 2). HIISI-WAM-skenaariossa käyttö kasvaa vuoteen 2035 saakka, kun taas HIISI-WEM-skenaariossa käyttö tasoittuu vuoden 2025 jälkeen. HIISI-WAM-skenaariossa lisäksi myös energiakäyttöön tuotavan hakkeen määrän oletetaan kasvavan HIISI-WEM-skenaariota enemmän. Metsähakkeen tarvetta oletetaan lisäävän turpeen käytön merkittävä väheneminen ja kivihiilen käytön kieltäminen energiatuotannossa vuonna 2029. Tulevaisuudessa muiden energiantuotantomuotojen kehittyminen sekä lämmöneristävyyden paraneminen hieman vähentää puun energiakäytön tarvetta erityisesti pientalojen lämmityksessä. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa metsähakkeen ja pientalojen polttopuun käyttö perustuu VTT:n TIMES-mallinnuksen tuloksiin (ks. Maanaviija ym. 2021).

Taulukko 2. Kotimaisen metsähakkeen käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa, pientalojen polttopuun (ml. metsähakkeen pienkäyttö) käyttö sekä polttohakkeen nettotuonti (1000 m³) HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa (Maanaviija ym. 2021).

	2010	2015	2020 ¹⁾	2025	2030	2035	2040
HIISI-WEM							
- Metsähake	5 340	6 841	6 920	9 845	10 099	9 975	10 982
- Pientalojen polttopuu	6 034	6 034	6 417	6 206	5 995	5 782	5 570
- Polttohakkeen nettotuonti	420	280	970	1 100	1 530	1 940	1 810
HIISI-WAM							
- Metsähake	5 340	6 841	6 931	9 929	11 489	11 902	11 340
- Pientalojen polttopuu	6 034	6 034	6 417	5 869	5 629	5 363	5 097
- Polttohakkeen nettotuonti	420	280	970	2 080	2 080	2 360	2 500

¹⁾ Vuoden 2020 luvut perustuvat TIMES-mallinnuksen tuloksiin. Tilastojen mukaan vuonna 2020 lämpö- ja voimalaitokset käyttivät metsähaketta yhteensä 7,6 miljoonaa kuutiometriä, josta tuontihaketta oli laskennallisesti 1,8 miljoonaa kuutiometriä. Pientalojen polttopuun käyttömäärä oli 6,9 miljoonaa kuutiometriä.

MELA-laskelmissa kotimaisen puun hakkuukertymät määräytyivät metsäteollisuuden tuotantomäärien, metsähakkeen ja pientalojen polttopuun käyttömäärien sekä puun tuontimäärien perustella. Laskentaperiaatteet hakkuukertymien arvioimiseksi on kuvattu Maanaviljan ym. (2021) raportissa.

3.3. MELA-laskelmat

3.3.1. Laskelmien yleinen kuvaus

Metsien käsittelyn ja puuston tulevan kehityksen osalta skenaariolaskelmat tuotettiin Luonnonvarakeskuksen MELA-ohjelmistolla (Hirvelä ym. 2017) HIISI-WEM, HIISI-WAM-, WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioihin perustuen. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioiden mukaiset laskelmat oli laadittu HIISI-hankkeessa (Maanavilja ym. 2021). Tätä selvitystä varten näille laskelmille tuotettiin lisämuuttujia, joilla voitiin kuvata monipuolisemmin erilaisten ekosysteemipalvelujen kehitystä. WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioiden mukaiset laskelmat tehtiin tätä selvitystä varten. Skenaarioiden välisiä eroja, mm. hakkuissa, metsänhoitotöissä ja erilaisissa monimuotoisuus-toimissa, on kuvattu tarkemmin alaluvussa 3.3.2.

Laskennan lähtötilanteen metsävaratietona käytettiin valtakunnan metsien 12. inventoinnin (VMI12) maastoaineistoa vuosilta 2014–2018 (Korhonen ym. 2021) ja Ylä-Lapin osalta valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11) maastoaineistoa vuosilta 2012–2013 (Korhonen ym. 2017). Aineisto edusti keskimäärin vuoden 2016 metsävarojen tilannetta, joka oli myös skenaariolaskelmien aloitusvuosi. Metsä-, kitu- ja joutomaan koealoihin perustuvia laskentayksiköitä oli laskenta-aineistossa yhteensä 61 490 kappaletta. Metsämaata oli yhteensä 20,3 miljoonaa, kitumaata 2,5 miljoonaa ja joutomaata 3,2 miljoonaa hehtaaria (Korhonen ym. 2021). Metsämaan pinta-alasta 55 prosenttia oli Etelä-Suomessa, ja kitumaasta (87 %) ja joutomaasta (89 %) suurin osa oli Pohjois-Suomessa. Laskennat tehtiin maakunnittain ja käytetty maakuntajako perustui vuoden 2018 alun tilanteen mukaisiin maakuntarajoihin. Tulokset esitetään tässä raportissa erikseen Etelä-Suomelle, Pohjois-Suomelle ja koko Suomelle. Pohjois-Suomella tarkoitetaan tässä Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin maakuntia ja Etelä-Suomella muita maakuntia.

Puustotiedot laskettiin metsä- ja kitumaalle. Laskennassa jokaiselle laskentayksikölle tuotettiin automaattisesti joukko käsittely- ja kehitysvaihtoehtoja, jotka koostuivat luonnonprosesseista (puiden syntyminen, kasvu ja kuoleminen) sekä eri ajankohtina tarkasteluajanjakson aikana toteutettavista hakkuista ja metsänhoitotöistä. Puun pohjapinta-alan kasvumallit on kalibroitu VMI11-koeala-aineiston perusteella ja lisäksi tilavuuskasvun arviota tarkennettiin ottamalla huomioon vuoteen 2017 mennessä tapahtunut ilman keskilämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden nousun vaikutus puuston kasvuun. Samaa menetelmää kasvuarvion osalta on käytetty mm. Aakkulan ym. (2019), Koljosen ym. (2020) ja Maanaviljan ym. (2021) julkaisuissa sekä MELA Tulospalvelussa (Luke 2021a) esitettyjen arvioiden laadinnassa. Metsien käsittely noudatti Tapijon metsänhoidon suosituksia (Äijälä ym. 2019, Koistinen ym. 2019). Uudisojitus ja jatkuva-peitteinen metsänkasvatus eivät sisällyneet laskelmiin.

Nykyisten metsänkäytön rajoitusten kuvaamiseksi metsämaan laskentayksiköt jaettiin kolmeen käsittelyluokkaan: ensisijaisesti puuntuotannossa, rajoitetussa puuntuotannossa ja puuntuotannon ulkopuolella oleviin. Laskentayksikön käsittelyluokka rajasi kohteelle sallitut hakkuu- ja metsänhoitotoimet. Puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsämaalla tarkoitetaan tulosten raportoinnissa kahta ensimmäistä luokkaa yhteensä. Ensisijaisesti puuntuotannossa olevalla metsämaalla ei rajoitettu metsänkäyttöä, rajoitetussa puuntuotannossa olevalla metsämaalla

ei toteutettu uudistushakkuita ja puuntuotannon ulkopuolella olevalla metsämaalla ei tehty hakkuita tai metsänhoitotoimia. Kitu- ja joutomaat jaettiin rajoitetussa puuntuotannossa ja puuntuotannon ulkopuolella oleviin alueisiin. Laskelmissa kitu- ja joutomaalla ei kuitenkaan tehty hakkuita tai metsänhoitotoimia alhaisesta puuntuotoskyvystä johtuen. Metsänkäytön rajoitukset ja käsittelyluokkien muodostaminen on kuvattu tarkemmin MELA Tulospalvelussa (Luke 2021a). Laskennassa oletettiin, että metsäpinta-ala, metsänkäytön rajoitukset ja metsien käsittelyn määritykset eivät muutu laskennan aikana.

Puuntuotannon taloudellinen tulos laskettiin ainespuun (tukki- ja kuitupuun) tienvarsihintoihin ja energiapuusta tuotetulle hakkeelle käyttöpisteessä maksettuihin hintoihin perustuen. Ainespuun tienvarsihinnat saatiin lisäämällä tilastoituja kantohintoihin keskimääräiset toteutuneet korjuukustannukset. Metsähakkeen käyttöpistehinnat noudattivat tilastoituja keskihintoja. Kustannusten laskenta perustui työlajien tilastoituja yksikköhintoihin ja tuottavuusmallien mukaisesti ajanmenekkeihin ottaen huomioon mm. puunkorjuussa poistettavien puiden järeys, hehtaarikohtainen poistuma, jätettävän puuston määrä ja maaperän kantavuus. Laskelmissa käytetyt aluekohtaiset hinta- ja kustannustiedot on esitetty tarkemmin julkaisussa Maanvilja ym. (2021) ja MELA Tulospalvelussa (Luke 2021a).

3.3.2. Skenaarioiden laskelmaoletukset

Skenaarioiden laskelma-aika ulottui kymmenvuotiskausittain vuoteen 2066 asti, ja ainespuun puutavaralajikohtaiset ja energiapuun kertymärajoitteet asetettiin erikseen jokaiselle kymmenvuotiskaudelle. Kuten julkaisussa Maanvilja ym. (2021) ja MELA Tulospalvelussa (Luke 2021a), skenaarioiden tulokset raportoidaan kausille 2016–2025, 2026–2035 ja 2036–2045, ja kaksi viimeistä kymmenvuotiskautta olivat laskelmissa mukana vain kertymärajoitteiden toiminnan varmistamiseksi. Tulosten raportoinnissa kiinnitetään erityisesti huomiota vuoteen 2036, koska Kansallisen metsästrategian tavoitevuosi on 2035.

HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioiden kotimaisen ainespuun ja energiapuun tarvearvioita käytettiin hakkuukertymätavoitteina skenaarioita vastaavien hakkuuprojektien ja niille ehdollisten metsävarojen kehitysten laskennassa. Hakkuuprojektiot määritettiin maakunnittain laadituissa optimointilaskelmissa, joissa tavoitteena oli maksimoida puuntuotannon taloudellista tulosta – nettotulojen nykyarvoa – 4 %:n tuottovaatimuksella ja rajoitteina käytettiin maakunnan alueelle metsäteollisuuden arvioidun puunkäyttötarpeen pohjalta asetettuja tavoitteita aines- ja energiapuun hakkuukertymälle. Optimoinnissa puutavaralajikohtaisille kertymärajoitteille annettiin oletusarvoisesti $\pm 0,5$ %:n vaihteluvälit. Vaihteluväliä muutettiin tarvittaessa rajoitekohtaisesti laskelman teknisen toteutettavuuden varmistamiseksi.

HIISI-WEM-skenaariossa käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen simulointi perustui MELA Tulospalvelun mukaisiin määrityksiin (Maanvilja ym. 2021, Luke 2021a). HIISI-WAM-skenaariossa sovelletut lisätoimet pohjautuivat Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekartan metsänhoitoskenaarion keinoihin (Luke 2020) lisätä metsien kasvua ja ottaa huomioon muita metsien käyttömuotoja. Näitä lisätoimia olivat kasvatuslannoituksen lisääminen 150 000 hehtaariin vuodessa, karujen rämeiden rajaaminen kunnostusojitusten ulkopuolelle harvennushakkuiden yhteydessä ja yläharvennukset osassa kiertoajan viimeisistä harvennushakkuista (Taulukko 3). Lisäksi molemmissa skenaarioissa oletettiin, että taimikonhoito tehtiin aina metsänhoidon suositusten mukaisesti ja että jalostetun viljelymateriaalin mahdollinen vaikutus sisältyi laskelmissa sovellettuun kasvuntasoon.

WAM-BD-skenaario noudatti pääosin HIISI-WAM-skenaarion määrittämiä ja toimia. Tässä skenaariossa oli lisäksi mukana suojelualueiden lisäämiseen, kantojen korjuuseen, säästöpuiden valintaan ja sekapuustoisuuteen liittyviä toimia (Taulukko 3).

SY-BD-skenaarion tulokset koskevat raportissa vain metsävaroihin ja puuntuotantoon liittyviä arvioita. Tämä johtui siitä, että SY-BD-skenaarion laatimisen tavoitteena oli selvittää ainoastaan suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymän arvio ja sen vaikutukset metsävaroihin ja puuntuotantoon verrattuna WAM-BD-skenaarioon. SY-BD-skenaariossa ei käytetty etukäteen määriteltyä hakkuukertymän tasoa tai rakennetta, vaan skenaariossa edellytettiin aines-, tukki- ja energiapuun kertymien sekä nettotulojen ja puuston tuottoarvon säilyvän vähintään laskelman tuloksena määräytyneellä tasolla koko tarkasteluajanjakson ajan. Laskelman tavoitemuuttuja oli sama kuin HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa eli nettotulojen nykyarvon maksimointi 4 %:n laskentakorkokannalla. Suurin ylläpidettävissä oleva hakkuukertymäarvio kuvaa hakkuiden ylärajaa silloin, kun tavoitellaan hakkuiden puuntuotannollista ja taloudellista kestävyttä (ks. tarkemmin MELA Tulospalvelu, Luke 2021a). MELA Tulospalvelussa esitetystä määrittelystä poiketen SY-BD-skenaario sisälsi myös joukon mm. puuston kasvua ja metsäluonnon monimuotoisuutta edistäviä toimia (Taulukko 3), jotka olivat samat kuin WAM-BD-skenaariossa.

HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa avohakkuussa oli mahdollista korjata a) ainespuuta, b) ainespuuta ja hakkuutähteitä (sisältäen runkopuuta, oksia, neulasia ja lehtiä) energiakäyttöön tai c) ainespuuta sekä hakkuutähteitä ja kantoja (sisältäen juuria) energiakäyttöön. WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa kantoja ei korjattu, joten avohakkuussa vaihtoehtoisia menetelmiä olivat a) ainespuun korjuu tai b) ainespuun ja hakkuutähteiden korjuu. Kaikissa skenaarioissa luontaisen uudistamisen hakkuualoilta korjattiin vain ainespuuta. Harvennushakkuussa voitiin korjata a) ainespuuta, b) energiapuuta (rankana tai kokopuuna) tai c) aines- ja energiapuuta integroituna korjuuna (rankana tai kokopuuna). Rajoitetun puuntuotannon metsämaalla korjattiin vain ainespuuta. Tulosten raportoinnissa kasvatushakkuihin luettiin mukaan harvennushakkuiden lisäksi ylispuiden poistohakkuut, ja uudistushakkuihin yhdistettiin avohakkuut ja luontaisen uudistamisen hakkuut.

HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa säästöpuiden valinta kohdistui uudistushakkuiden yhteydessä suurimpiin, rinnankorkeudelta vähintään 7 cm:n paksuisiin, mitä tahansa puulajia oleviin eläviin puihin. Säästöpuita pyrittiin jättämään 5 kuutiometriä hehtaarille. WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa säästöpuiden valinta kohdistettiin suurimpiin, rinnankorkeudeltaan vähintään 15 cm:n paksuisiin eläviin puihin, jotka olivat ensisijaisesti muita lehtipuita kuin koivuja. Säästöpuut valittiin uudistushakkuissa siten, että 80 %:lla uudistushakkuualasta säästöpuiden tavoitetilavuudeksi määritettiin 5 kuutiometriä, 10 %:lla 10 kuutiometriä ja 10 %:lla 20 kuutiometriä hehtaarilla. Korotetut 10 ja 20 kuutiometrinen säästöpuiden tavoitetilavuudet kohdistettiin tuoreiden ja sitä ravinteikkaimpien kasvupaikkojen uudistushakkuualoille. Kun yksittäinen puu valittiin säästöpuuksi, se jätettiin hakkuiden ulkopuolelle laskennan loppuun asti.

HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa harvennushakkuut toteutettiin vallitsevan puustojakson pääpuulajia suosien. Tämä tarkoitti sitä, että hakkuissa poistettiin ensisijaisesti muiden puulajien kuin pääpuulajin puita. WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa pyrittiin lisäämään sekapuustoisuutta asettamalla osassa havupuuvaltaisissa metsissä harvennushakkuun jälkeiseksi lehtipuuston tavoiteosuudeksi 20 % puuston pohjapinta-alasta. Tällaisia sekapuustoisuuteen tähtääviä hakkuita, jotka kohdistettiin tuoreille ja näitä ravinteikkaimmille kasvupaikoille, oli 10 % harvennushakkuualasta. Näissä havupuuvaltaisissa kohteissa lehtipuuston 20 %:n tavoiteosuus pyrittiin säilyttämään kiertoajan loppuun asti. Lisäksi lehtipuuston elinolojen turvaamiseksi harvennushakkuut toteutettiin muita harvennuksia voimakkaampina siten, että

harvennusten jälkeen puuston pohjapinta-alaksi tuli metsänhoidon suositusten mukaisen pohjapinta-alavyöhykkeen puolivälin sijaan vyöhykkeen alaraja.

Taulukko 3. Erot metsien käsittelyssä skenaarioiden välillä.

	HIISI-WEM	HIISI-WAM	WAM-BD ja SY-BD
Kasvatustalanto	Ei lannoituksia, mutta sovellettuun kasvuntasoon sisältyi 1984–2013 tilastoitujen kasvatustalantojen vaikutus ¹⁾	Lannoituksia koko maassa 150 000 hehtaaria/v sisältäen 1984–2013 tilastoitujen kasvatustalantojen vaikutuksen ¹⁾	ks. HIISI-WAM
Harvennushakkuutapa	Alaharvennus	Alaharvennus: ensisijainen Yläharvennus: kiertojen viimeinen harvennus 30 %:ssa ravinteikkaita korpia ²⁾	ks. HIISI-WAM
Kunnostusohjelmien yhteydessä ojitetuilla turve- mailla	Ensisijaisesti puuntuotannossa olevalla metsämaalla lukuun ottamatta reheviä korpia	Ensisijaisesti puuntuotannossa olevalla metsämaalla lukuun ottamatta reheviä korpia ja karuja rämeitä	ks. HIISI-WAM
Jalostetun viljely- materiaalin käyttö	Jalostetun viljelymateriaalin mahdollinen vaikutus sovelletun kasvuntason kautta	ks. HIISI-WEM	ks. HIISI-WEM
Taimikonhoito	Taimikonhoito aina metsänhoidon suositusten mukaisesti	ks. HIISI-WEM	ks. HIISI-WEM
Energiapuun korjuu	Harvennushakkuu: aines- ja energia- puun integroituna korjuuna tai energiapuun erilliskorjuuna Avohakkuu: aines- puun ohessa hakkuutähteiden tai hakkuutähteiden ja kantojen korjuuna	ks. HIISI-WEM	Kuten HIISI-WEM, mutta ei kantojen korjuuta

Säästöpuiden valinta uudistushakkuussa	5 m ³ /ha painottuen suurimpiin puihin, minimiläpimitta 7 cm	ks. HIISI-WEM	Ensisijaisesti muita lehtipuita kuin koivua painotuen suurimpiin puihin, minimiläpimitta 15 cm. Säästöpuiden määrä 5 m ³ /ha: 80 % uudistushakkuualasta 10 m ³ /ha: 10 % uudistushakkuualasta 20 m ³ /ha: 10 % uudistushakkuualasta
Sekapuustoisuus	Harvennushakkuussa jätetään ensisijaisesti vallitsevan puujakson pääpuulajin puita	ks. HIISI-WEM	10 %:lla harvennusala- jäävän lehtipuuston ta- voiteosuus 20 % pohja- pinta-alasta
Puuntuotannon rajoitukset	Nykytilanne VMI12-aineiston mukaisena	ks. HIISI-WEM	Kuten HIISI-WEM, mutta suojelupinta-alan lisäys: metsämaalla 0,35 milj. ha, kitumaalla 0,30 milj. ha ja joutomaalla 0,30 milj. ha

¹⁾ Tarkemmin, ks. Maanvilja ym. (2021)

²⁾ Sovellettiin pohjapinta-alaperusteisissa harvennushakkuissa, joissa korjattiin ainespuuta.

VMI12-aineiston perusteella 85 %:lla metsämaan pinta-alasta ei ollut puuntuotantoon liittyviä rajoituksia, 6 %:lla puuntuotantoa oli rajoitettu maanomistajien omien päätösten, lainsäädännön tai jonkun muun syyn vuoksi ja 9 % oli kokonaan puuntuotannon ulkopuolelle esimerkiksi lakisääteisen suojelun vuoksi (Korhonen ym. 2021). WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa puuntuotannon ulkopuolelle jäävän maan pinta-alaa lisättiin metsämaalla 0,35 miljoonaa, kitumaalla 0,30 miljoonaa ja joutomaalla 0,30 miljoonaa hehtaaria. Käsittelyluokittaiset pinta-alat, joita sovellettiin metsä-, kitu- ja joutomaan osalta koko laskennan aikana skenaarioissa, on esitetty koko maata koskien Taulukossa 4 (ks. myös aluekohtaiset maaluokkien pinta-alatiedot Liitteistä 1a, 1b ja 1c).

Taulukko 4. Metsien käsittelyluokkien pinta-alat koko maassa maaluokittain VMI12-aineistossa (HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaariot) sekä suojelupinta-alojen lisäämisen jälkeen (WAM-BD- ja SY-BD-skenaariot).

Käsittelyluokka	Pinta-ala, milj. ha				Osuus, %
	Metsämaa	Kitu- maa ¹⁾	Jouto- maa ¹⁾	Yhteensä	
VMI12					
Ensisijaisesti puuntuotanto	17,28	-	-	17,28	66,4
Rajoitettu puuntuotanto	1,16	1,37	0,97	3,50	13,5
Puuntuotannon ulkopuolella	1,83	1,17	2,25	5,25	20,2
Yhteensä	20,28	2,54	3,22	26,04	100,0
VMI12 + lisäsuojelu					
Ensisijaisesti puuntuotanto	17,01	-	-	17,01	65,3
Rajoitettu puuntuotanto	1,08	1,07	0,67	2,82	10,8
Puuntuotannon ulkopuolella	2,18	1,47	2,55	6,20	23,8
Yhteensä	20,28	2,54	3,22	26,04	100,0

¹⁾ Kitu- ja joutomaat ovat joko rajoitetussa puuntuotannossa tai puuntuotannon ulkopuolella. Laskelmissa kitu- ja joutomaalla ei tehty hakkuuta tai metsänhoitotoimia.

WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa lisäsuojelu kohdistettiin ensisijaisesti puuntuotannossa tai rajoitetussa puuntuotannossa oleville alueille ja se otettiin huomioon heti laskelmien alkutilanteessa. Näillä lisäsuojelun alueilla ei sallittu metsänkäsittelyä. Koska skenaariolaskelmissa hakkuut ja muut metsätaloustoimet toteutettiin vain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsämaalla, kitu- ja joutomaalle kohdistuneella lisäsuojelulla ei ollut vaikutusta metsien käsittelyyn lasketuissa skenaarioissa. WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa lisäsuojelu kohdistettiin metsiin Taulukon 5 mukaisessa järjestyksessä.

Lisäsuojelun kohdentamisessa hyödynnettiin aikaisempia tutkimuksia (Kärkkäinen ja Koljonen 2021, Kärkkäinen ym. 2021). Vanhojen metsien lisäsuojelu kangasmaalla (Taulukko 5, kohta 4) kohdistettiin lehtomaisiin, tuoreisiin, kuivahkoihin ja kuiviin kangasmaihin, joiden puustoa ei ollut käsitelty 30 vuoteen. Näiden metsien lisäsuojelu kohdistettiin metsämaan metsiin alkaen vanhimmista ikäluokista ja samalla painottaen Etelä-Suomen metsiä. Kokonaisuudessaan metsämaan lisäsuojelusta 45 % kohdistui Etelä-Suomeen ja 55 % Pohjois-Suomeen (Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun ja Lapin maakuntien alueille). Kitu- ja joutomaan lisäsuojelusta suurin osa kohdistui Pohjois-Suomeen. Suojelualan lisäämisen jälkeen koko maassa metsämaan pinta-alasta jäi puuntuotannon ulkopuolelle yhteensä 2,18 miljoonaa hehtaaria eli vajaa 11 % metsämaan pinta-alasta (Taulukko 4). Vastaavasti ensisijaisesti puuntuotannossa olevan metsämaan osuus väheni 84 %:iin ja rajoitetussa puuntuotannossa olevan metsämaan 5 %:iin metsämaan alasta.

Taulukko 5. Suojelupinta-alan lisäykset (miljoonaa ha) ja niiden kohdentaminen maaluokittain WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa.

Lisäsuojelun valintakriteerit kohdentamisjärjestyksessä	Maaluokka		
	Metsä- maa	Kitu- maa	Jouto- maa
1. Luonnontilaisen kaltaiset vanhat metsät <ul style="list-style-type: none"> • Etelä-Suomi: keski-ikä > 160 v • Pohjois-Suomi: keski-ikä > 200 v 	0,018	0,006	
2. Muut luonnontilaisen kaltaiset metsät	0,025	0,057	
3. Lehdot <ul style="list-style-type: none"> • Hemi- ja eteläboreaalinen vyöhyke • Vallitseva puulaji: muu lehtipuu kuin koivu, keskiläpimitta > 20 cm • Vallitseva puulaji: kuusi, keskiläpimitta > 40 cm • Keski-boreaalinen vyöhyke • Vallitseva puulaji: lehtipuu • Vallitseva puulaji: kuusi, keski-ikä > 100 v • Pohjoisboreaalinen vyöhyke • Vallitseva puulaji: lehtipuu 	0,056		
4. Vanhat metsät kangasmaalla <ul style="list-style-type: none"> • Ei metsänkäsittelyä 30 vuoteen 	0,126		
5. Turvemaat <ul style="list-style-type: none"> • Metsämaan ojittamattomat korvet ja rämeet • Ei metsänkäsittelyä 30 vuoteen • Kitumaat • Joutomaat 	0,126	0,237	0,300
Yhteensä	0,350	0,300	0,300

4. Kansantaloudelliset tulo- ja työllisyysvaikutukset

Eero Vatanen, Antti Mutanen ja Jari Viitanen

4.1. Menetelmä, aineisto ja vaikutusten arvioinnin perusteet

Kansantaloudellisten vaikutusten arviointi perustuu Taulukossa 1 esitettyihin HIISI-WEM- ja BIO-skenaarioiden mukaisiin metsätalouden ja metsäteollisuuden tuotantomääriin. Vaikutusten arvioinnissa on käytetty panos-tuotosanalyysiä ja tarkemmin tuotosmallia sekä sen tuottamia tuloksia (ks. Miller-Blair 2009, tuotosmallista Szyrmer 1992, 1996 ja Vatanen 1992, 2001, 2011). Taloudellisen arvioinnin lähtökohtana on viimeisin julkaistu Suomen kansantalouden panos-tuotosaineisto vuodelta 2018 ja kansantalouden tilinpidon tilastoaineisto vuodelta 2020 (Tilastokeskus 2021a, 2021b). Panos-tuotosmallia ei varsinaisesti ole tarkoitettu ennustamaan vaan selittämään taloudellisia riippuvuuksia jo toteutuneessa taloudessa, jossa eri talouden toimijoiden (toimialojen) välisten taloudellisten riippuvuuksien analyysin aineistoksi on tarkasteluajalle laadittu panos-tuotostaulu. Panos-tuotosanalyysiä kuitenkin käytetään myös ennustamiseen oletuksella, että toimialojen välisiä vuorovaikutuksia kuvaavat panoskertoimet eivät merkittävästi muutu varsinkaan lyhyellä aikavälillä. Koska tämän selvityksen kansantaloudellisten vaikutusten analyysissä aikahorisontti ulottuu vuoteen 2050 saakka, ja laskenta perustuu panos-tuotosaineistoon vuodelta 2018, on oletettavaa, että pitkän ajan kuluessa panoskertoimet muuttuvat ja erityisesti metsäsektorin tuotoksen ja työllisyyden välinen riippuvuussuhde voi muuttua merkittävästi. Pitkän tarkasteluajanjakson vuoksi tuotosmallin työllisyyslukuja korjataan muiden aineistojen avulla luotettavimmiksi.

Tilastokeskuksen kansantalouden tilinpidon tilastoissa (panos-tuotosaineisto, tuotanto ja tulot toimialoittain ja työllisyys toimialoittain) metsäsektorin toimialat esitetään eri jaolla kuin BIO- ja HIISI-WEM-skenaarioissa. Tämän vuoksi kansantalouden tilinpidon toimialat on sovitettu vastaamaan skenaarioiden toimialoja metsätalous, sahateollisuus, muu puutuoteteollisuus sekä massa- ja paperiteollisuus, joita käytetään panos-tuotoslaskennassa. Vuoden 2020 toteutunut runkopuun hakkuukertymä on peräisin Luonnonvarakeskuksen tilastoista (Luke 2021b). On huomattava, että tämän raportin BIO-skenaarioiden talousvaikutustarkastelut sisältävät Koljonen ym. (2021) -raportin biotalousskenaarioiden (BioScen) tuotantomuutoksista vain puutuoteteollisuuden tuotantomuutokset suhteessa HIISI-WEM-perusuraan. Koljonen ym. (2021) arvioivat, että metsäteollisuuden uusien tuotteiden tuotoksen arvo kasvaa runsaasti tulevina vuosina (Koljonen ym. (2021), s. 49, Kuva 12). Uusia tuotteita ei kuitenkaan voitu sisällyttää panos-tuotosanalyysin puuttuvien panos- ja työllisyyskertoimien vuoksi. Tämän vuoksi BIO-skenaarioiden talousvaikutukset ovat pieniä verrattuna Koljonen ym. (2021) esittämiin biotalousskenaarioiden talousvaikutuksiin.

4.2. Arvonlisäys ja työllisyys panos-tuotosmallilla

Vuoden 2020 euromääräiset tuotokset, arvonlisäykset ja työlliset on laskettu Kansantalouden tilinpidon vuoden 2020 ennakkotietojen ja vuoden 2018 panos-tuotostilinpidon tiedoista (Tilastokeskus 2021a, 2021b). Suhteuttamalla vuoden 2020 euromääräiset tuotokset ja työllisyystiedot tarkasteltavan vuoden fyysisiin tuotoslukuihin (m^3 , t) voidaan laskea tarkasteluviikolle arviot toimialojen tuotoksista, arvonlisäyksistä ja kerrannaisvaikutuksista euroina sekä toimialojen oma työllisyys ja työllisyyden kerrannaisvaikutukset, kun lähtökohtana ovat vuoden 2018 panos-tuotostauluun perustuvat tiedot eri toimialojen panoskysynnöistä ja työllisyydestä. Kansantalouden tilinpidossa metsätalous sisältää metsänhoidon, puunkorjuun, luonnontuotteiden

keruun ja metsätaloutta palvelevan toiminnan, kuten metsähoitoyhdistysten toiminnan, metsätalouden yleisen edistämistoiminnan ja metsäpalojen sammuttamisen ja torjunnan. Tämän vuoksi kansantalouden tilinpidon mukainen metsätalouden työllisten määrä on suurempi kuin myöhemmin tässä selvityksessä esiteltävissä MELA-laskelmissa (Luku 5.4), joissa työllisten määrä perustuu vain välittömästi puunkorjuussa ja metsänhoitotoissa (sis. suunnittelu- ja työnjohtotehtävät) tarvittavaan laskennalliseen työvoiman määrään

Panos-tuotosmallilla lasketut euromääräiset arvonlisäykset, työllisyydet ja kerrannaisvaikutukset esitetään Taulukoissa 6 ja 7. Ennen näiden lukujen tarkempaa analysointia arvioidaan niiden uskottavuutta.

Taulukko 6. Panos-tuotosmallilla arvioidut metsäsektorin toimialojen euromääräiset arvonlisäykset ja kerrannaisvaikutukset arvonlisäyksenä koko taloudessa tarkasteluvuosina eri skenaarioissa (milj. euroa).

	2020 ¹⁾		2030		2040		2050	
	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM
Toimialan arvonlisäys (välitön)								
Metsätalous	3 988	3 988	4 460	4 460	4 630	4 630	4 630	4 630
Sahateollisuus	452	452	500	550	510	560	520	560
Muu puutuoteteollisuus	716	716	1 270	880	1 610	890	1 610	890
Massa- ja paperiteollisuus	2 583	2 583	3 310	3 310	3 450	3 450	3 410	3 410
Metsäsektori, yhteensä	7 740	7 740	9 540	9 200	10 190	9 520	10 170	9 490
Kerrannaisvaikutukset								
Metsätalous	295	295	340	340	350	350	350	350
Sahateollisuus	2 125	2 125	2 160	2 390	2 210	2 430	2 240	2 430
Muu puutuoteteollisuus	1 082	1 082	1 780	1 240	2 250	1 240	2 250	1 240
Massa- ja paperiteollisuus	4 075	4 075	4 540	4 540	4 730	4 730	4 680	4 680
Metsäsektori, netto ²⁾	4 720	4 720	5 550	5 300	6 010	5 460	5 990	5 430

¹⁾ Välitön arvonlisäys kansantalouden tilinpidosta.

²⁾ Metsäsektorin kokonaiskerrannaisvaikutukset ovat ns. sisäinen netto, jossa metsäsektorin alatoimialojen ristikkäiset kerrannaisvaikutukset toisiinsa on poistettu kaksinkertaisen laskennan välttämiseksi. Alatoimialojen kerrannaisvaikutukset on esitetty bruttona. Ne voitaisiin esittää myös nettona, mutta tällöin metsätalouden nettokerrannaisvaikutukset olisivat negatiiviset. Tämä aiheutuu siitä, että metsätalouden tuotosta käytetään metsäsektorin muilla alatoimialoilla välituotteena huomattavasti enemmän kuin metsätalous käyttää näiden tuotosta oman tuotantonsa välituotteena.

Taulukko 7. Metsäsektorin toimialojen panos-tuotosmallilla arvioidut työlliset ja kerrannaisvaikutuksina aiheutuva työllisyys tarkasteluvuosina eri skenaarioissa.

	2020 ¹⁾		2030		2040		2050	
	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM
Toimialan työllisyys (välitön)								
Metsätalous	21 200	21 200	22 600	22 600	23 450	23 400	23 450	23 450
Sahateollisuus	6 630	6 630	6 620	7 310	6 770	7 420	6 860	7 420
Muu puutuoteteollisuus	14 470	14 470	23 350	16 230	29 530	16 280	29 530	16 280
Massa- ja paperiteollisuus	18 500	18 500	17 430	17 430	18 170	18 170	17 980	17 980
Metsäsektori, yhteensä	60 800	60 800	70 000	63 570	77 920	65 370	77 820	65 130
Kerrannaisvaikutukset								
Metsätalous	4 700	4 700	5 390	5 390	5 590	5 590	5 590	5 590
Sahateollisuus	17 900	17 900	18 250	20 160	18 660	20 450	18 910	20 450
Muu puutuoteteollisuus	11 300	11 300	18 630	12 950	23 560	12 990	23 560	12 990
Massa- ja paperiteollisuus	42 600	42 600	47 380	47 380	49 390	49 390	48 890	48 890
Metsäsektori, netto ²⁾	61 290	61 290	72 000	68 770	78 200	70 900	77 930	70 470

¹⁾ Toimialan välitön työllisyys kansantalouden tilinpidosta.

²⁾ Metsäsektorin kokonaiskerrannaisvaikutukset ovat ns. sisäinen netto.

4.3. Panos-tuotosmallin tulosten uskottavuuden analyysi ja korjaus

Tulevaisuuden ennustamiseen on käytettävissä vain tilastollisia havaintoja menneisyydestä sekä odotuksia tulevaisuudesta. Tilastojen kuvaama nykytila on vuoden, kahden tai jopa kolmen vuoden takaista kuvausta talouden kehityksestä. Tämän vuoksi taloudessa ennustetaan usein ensin nykytilannetta (Öster 2021).

Alaluvussa 4.2 esitettyjen tulosten laskennassa käytetyt panoskysynnät ja niistä johdetut kerrannaisvaikutuksia kuvaavat arvonlisäys- ja työllisyyskertoimet muuttuvat ajan kuluessa metsäsektorilla tapahtuvan tuotannon rakennemuutoksen myötä. Saatujen tulo- ja työllisyyslukujen luotettavuuden arvioimiseksi voidaan tehdä vertailuja, miten metsäsektorin alatoimialoista metsätalouden, saha- ja puutuoteteollisuuden sekä massa- ja paperiteollisuuden arvonlisäys, työllisyys ja kerrannaisvaikutukset mahdollisesti eroavat, kun vuoden 2000 ja 2018 panos-tuotuskertoimilla ennustetaan vuoden 2020 tilastoitua tulo- ja työllisyyskehitystä. Tilastokeskuksen tuottamia panos-tuotostaulukoita on saatavissa vuodesta 2000 saakka (Tilastokeskus 2021c). Vaikka toimialajaotukseltaan taulukot eivät ole alku- ja loppuvuosiltaan täysin samansisältöisiä, voidaan panos-tuotosmallin vanhojen ja uusien kertoimien käytön vaikutuksia ennustamisen tarkkuuteen analysoida.

Taulukosta 8 nähdään, etteivät vuosien 2000 ja 2018 kertoimilla lasketut arvonlisäysluvut ollenaisesti poikkea toisistaan eikä vuoden 2020 kansantalouden tilinpidosta saaduista tiedoista. Vuoden 2018 kertoimilla lasketut ennusteet tarkasteluvuosille ovat linjassa myös kansantalouden tilinpidon luvuista laskettujen arvonlisäyksen ennusteiden kanssa. Ne esitetään Taulukossa 9 arvonlisäykselle ja työllisyydelle sekä vuosien 1990–2020 keskimääräisen muutoksen että vuosien 2010–2020 keskimääräisen muutoksen mukaisesti laskettuna.

Vertailun perusteella alaluvussa 4.2 esitettyjä panos-tuotosmallilla ennustettuja arvonlisäyslukuja vuosille 2030, 2040 ja 2050 voidaan pitää riittävän luotettavina. Ainoastaan viime vuosikymmenen metsätalouden keskimääräinen muutos ennustaa epäuskottavia arvonlisäyslukuja metsätaloudelle. Sen sijaan 30 vuoden keskimääräisen kehityksen mukaiset tulevaisuuden arvonlisäysluvut ovat linjassa myös metsätalouden osalta panos-tuotosmallilla laskettujen BIO- ja HIISSI-skenaarioiden tulosten kanssa.

Taulukko 8. Vuoden 2000 ja 2018 aineistoilla lasketut vuoden 2020 arvonlisäys (milj. euroa), työllisyys ja kerrannaisvaikutukset, kun vuoden 2000 aineisto deflatoitiin vuoden 2020 hintaiseksi.

	Välitön vaikutus						Kerrannaisvaikutukset ²⁾			
	Arvonlisäys			Työlliset			Arvonlisäys		Työlliset	
	00A ¹⁾	18A ¹⁾	20E ¹⁾	00A ¹⁾	18A ¹⁾	20E ¹⁾	00A ¹⁾	18A ¹⁾	00A ¹⁾	18A ¹⁾
Metsätalous	3 900	3 900	3 988	28 850	19 730	21 200	470	295	5 890	4 710
Saha- ja puutuoteteollisuus	1 240	1 260	1 168	29 960	20 700	21 100	3 350	3 180	33 150	29 250
Massa- ja paperiteollisuus	2 560	2 970	2 583	31 300	15 660	18 500	5 860	4 100	60 550	42 570
Metsäsektori ²⁾	7 700	8 130	7 740	90 100	56 090	60 800	7 410	4 700	81 500	61 290

¹⁾ 00A ja 18A ovat vuosien 2000 ja 2018 aineistoista laskettuja tuloksia vuodelle 2020. 20E on kansantalouden tilinpidon vuoden 2020 ennakkotiedoista arvonlisäys ja työllisten määrä.

²⁾ Metsäsektorin kokonaiskerrannaisvaikutukset ovat vähemmän kuin alatoimialojen summa, koska sen alatoimialojen väliset ristikkäisvaikutukset on poistettu.

Taulukko 9. Metsäsektorin toimialojen arvonlisäyksen muutosennusteet kansantalouden tilinpidon tiedoista laskettuna vuosille 2030, 2040 ja 2050 (vuoden 2020 hintaisena, milj. euroa).

	Vuosimuutos (%) 1990–2020	2030	2040	2050	Vuosimuutos (%) 2010–2020	2030	2040	2050
Arvonlisäys								
Metsätalous	1,28	4 530	5 150	5 850	2,54	5 130	6 590	8 470
Puutuoteteollisuus	0,84	1 270	1 380	1 500	-0,24	1 140	1 110	1 090
Paperiteollisuus	0,77	2 790	3 010	3 250	-0,98	2 340	2 120	1 920
Metsäsektori	1,06	8 590	9 540	10 600	1,45	8 610	9 820	11 480
Työlliset								
Metsätalous	-1,3	18 600	16 320	14 310	0	21 200	21 200	21 200
Puutuoteteollisuus	-2,0	17 220	14 060	11 470	-1,88	17 460	14 450	11 950
Paperiteollisuus	-3,0	13 640	10 050	7 410	-2,15	14 880	11 970	9 630
Metsäsektori	-2,0	49 460	40 430	33 190	-1,36	53 540	47 620	42 780

Kansantalouden tilinpidon työllisten aineistosta lasketuilla keskimääräisillä muutoksilla lasketut työllisyyden ennusteet vuosille 2030, 2040 ja 2050 ovat puolestaan huomattavasti pienemmät kuin panos-tuotoslaskelmalla saadut. Teollisuudessa ja myös metsätaloudessa työn tuottavuus nousi varsinkin 1990- ja 2000-luvuilla. Vuodesta 2010 alkaen työn tuottavuuden kasvu ja

samalla työllisyyden lasku ovat pienentyneet (Kallioniemi 2021a, 2021b). Oletettavaa on, että työn tuottavuus ei kasva eikä työllisyys enää tulevaisuudessa laske samaa tahtia kuin aiemmin. Metsätaloudessa viimeisen kymmenen vuoden aikana työllisyys on pysynyt lähes samalla tasolla ja arvio on se, että tulevaisuudessa työllisyys ei ainakaan merkittävästi laske, koska etenkin energiapuun hakkuissa, metsien uudistamisessa ja myös suojelukohteissa tarvitaan työtä enemmän kuin aiemmin. Koska panos-tuotosmallilla laskettuja työllisyystuloksia voidaan pitää liian suurina, 2010-luvun keskimääräiseen kasvuun perustuvat tulokset korvaavat vuosien 2030, 2040 ja 2050 BIO-skenaarioiden työllisyysluvut. HIISI-skenaarioiden työllisyysluvut puolestaan korjataan laskemalla ne panos-tuotoslaskelmasta saatujen HIISI/BIO-skenaarioiden työllisyyslukujen suhteilla. Metsäsektorin toimialojen aiheuttamat työllisyyden kerrannaisvaikutukset puolestaan saadaan kertomalla toimialan työllisyys panos-tuotosmallin tuottamilla työllisyyskertoimilla. Toimialan työllisyyskerroin on toimialan työllisyyden kerrannaisvaikutus suhteessa sen omaan välittömään työllisyyteen. Näin tuotetut toimialojen korjatut työllisyyslukujen ennusteet esitetään Taulukossa 10.

Taulukko 10. Metsäsektorin ja sen toimialojen korjatut työllisyyden välitön vaikutus ja kerrannaisvaikutukset BIO- ja HIISI-skenaarioissa.

	2020		2030		2040		2050	
	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM
Välitön vaikutus								
Metsätalous	21 200	21 200	21 200	21 200	21 200	21 200	21 200	21 200
Sahateollisuus	6 630	6 630	3 860	4 260	2 690	2 950	2 250	2 440
Muu puutuoteteollisuus	14 470	14 470	13 600	9 460	11 750	6 480	9 700	5 350
Massa- ja paperiteollisuus	18 500	18 500	14 880	14 880	11 970	11 970	9 630	9 630
Metsäsektori	60 800	60 800	53 540	49 800	47 600	42 600	42 780	38 620
Kerrannaisvaikutukset								
Metsätalous	4 700	4 700	5 100	5 100	5 100	5 100	5 100	5 100
Sahateollisuus	17 900	17 900	10 600	11 700	7 400	8 100	6 200	6 700
Muu puutuoteteollisuus	11 300	11 300	10 900	7 500	9 400	5 200	7 700	4 300
Massa- ja paperiteollisuus	42 600	42 600	40 400	40 400	32 500	32 500	26 200	26 200
Metsäsektori, netto	61 300	61 300	55 100	53 900	47 800	46 200	42 800	41 800

4.4. Korjatut tulokset

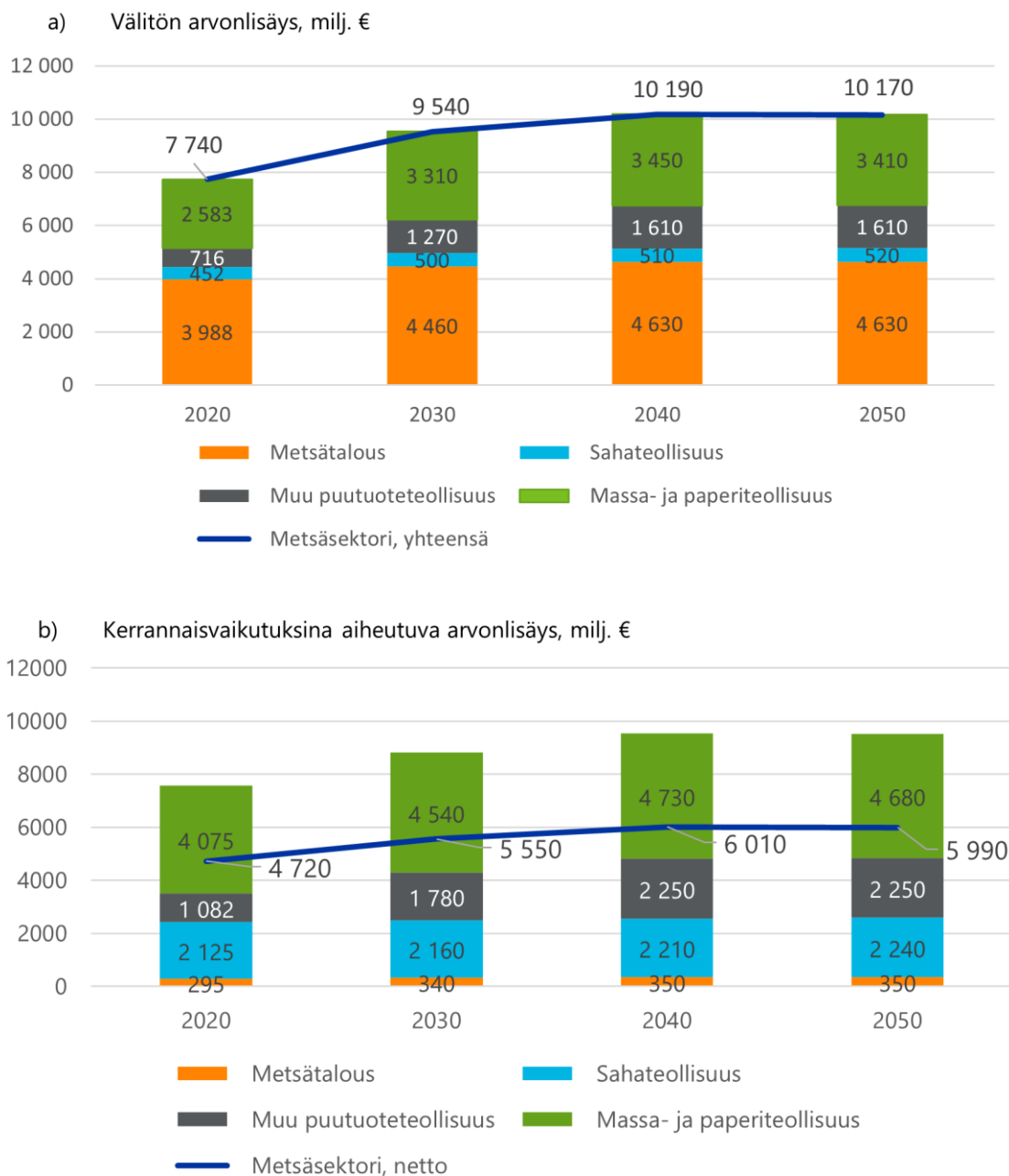
Koska metsäsektorin ja sen toimialojen panos-tuotosmallilla laskettuja välittömiä arvonlisäyksiä ja kerrannaisvaikutuksia ei tarvinnut korjata edellisen luvun analyysien perusteella, Taulukossa 6 lukuina esitetyt tiedot ovat lopulliset ennusteet. Niiden perusteella välittömän arvonlisäyksen ja kerrannaisvaikutusten ajallista muutosta sekä BIO- että HIISI-skenaarioissa on visualisoitu Kuvissa 9 ja 10.

Metsäsektorin tuottama oma arvonlisäys eli välitön vaikutus on vuonna 2050 BIO-skenaariossa noin 2,4 miljardia (31 %) euroa ja HIISI-skenaariossa vajaa 1,8 miljardia euroa (23 %) suurempi kuin vuonna 2020. Kerrannaisvaikutukset ovat BIO-skenaariossa vuonna 2050 vajaa 1,3 miljardia (27 %) suuremmat kuin vuonna 2020 ja yli puoli miljardia euroa suuremmat kuin HIISI-skenaarioiden kerrannaisvaikutukset vuonna 2050. Skenaarioiden välinen ero johtuu siitä, että

perinteisen sahateollisuuden tuotosta käytetään BIO-skenaariossa tulevaisuudessa enemmän jatkojalostukseen kotimaisessa muussa puutuoteteollisuudessa.

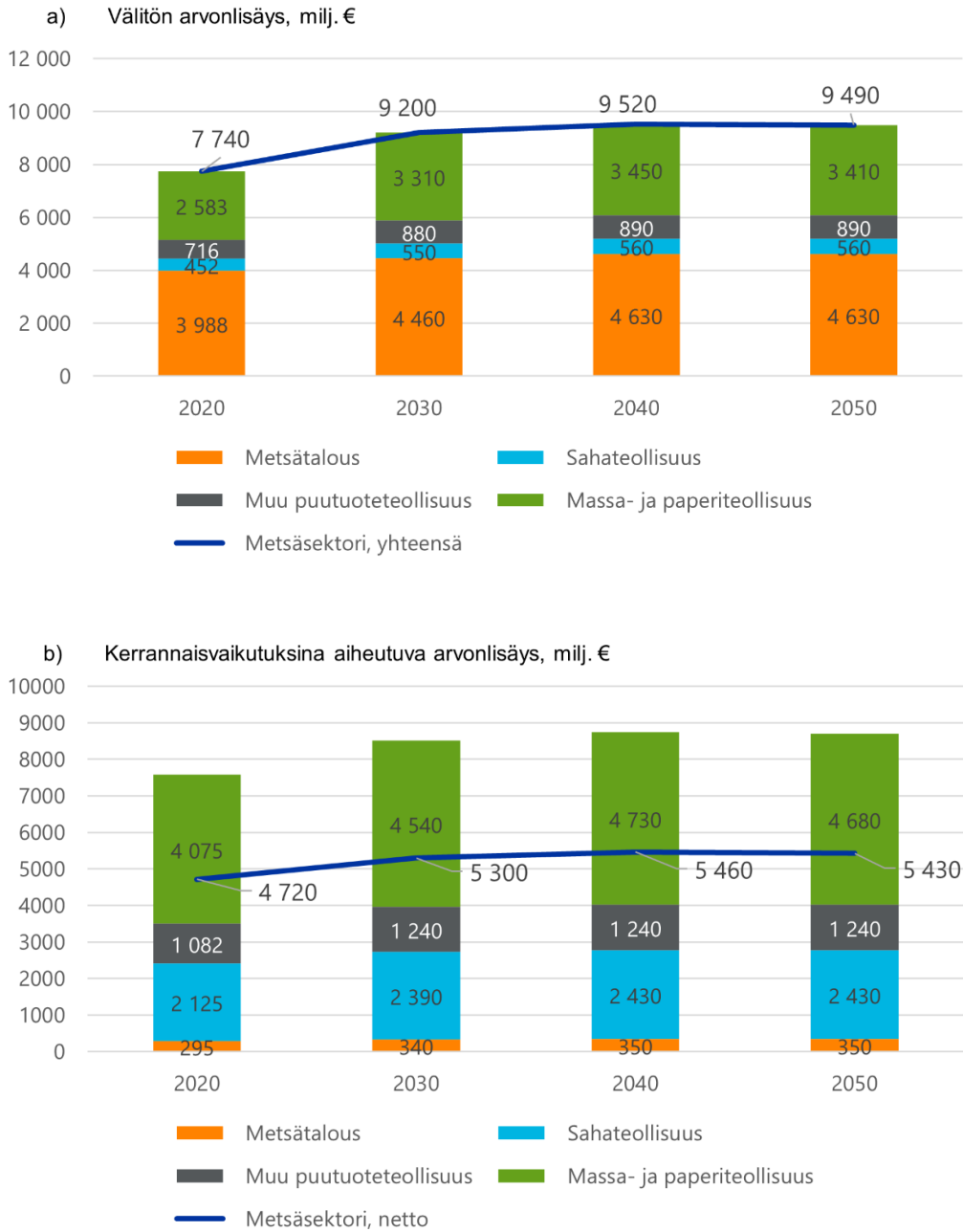
Metsäsektorin kerrannaisvaikutukset ovat vähemmän kuin osiensa summa toimialojen panosten ristikkäisten vaikutusten poistamisen vuoksi. Metsäsektorin välitön ja kerrannaisvaikutusten summa eli kokonaisvaikutukset kuvaavat sen, kuinka paljon arvonlisäystä kaikkiaan syntyy kansantaloudessa metsäsektorin toimesta. Toisin sanoen, jos metsäsektoria ei olisi, tämän verran Suomen kansantalous olisi arvonlisäystä vailla, jos kaikki muut sektorit pysyisivät muuttumattomina.

Metsäsektorin kerrannaisvaikutukset ovat sektorin välituotekysynnästä muilta kuin metsäsektorin toimialoilta aiheutuneita. Laskennallisesti tämä tarkoittaa sitä, ettei metsäsektorin kerrannaisvaikutuksiin lasketa mukaan sen toimialojen toisiltaan ostamien välituotepanosten aiheuttamaa kerrannaisvaikutusta, koska se sisältyy jo panoksia myyvän toimialan välittömään arvonlisäykseen ja työllisyyteen. Kyseessä on metsäsektorin vaikutusten sisäinen nettotarkastelu. Sen sijaan Taulukoissa 7 ja 10 esitetyt metsäsektorin toimialojen kerrannaisvaikutukset esitetään bruttona eli ne kuvaavat niitä kerrannaisvaikutuksia, jotka taloudesta puuttuisivat, jos taloudesta ei olisi ko. toimialaa. Lisäksi puuttuisi myös toimialan oma vaikutus eli sen tuotos, arvonlisäys ja työllisyys, jotka yhdessä kerrannaisvaikutusten kanssa ovat toimialan kokonaisvaikutus bruttona (ks. tarkemmin Vatanen 2011).



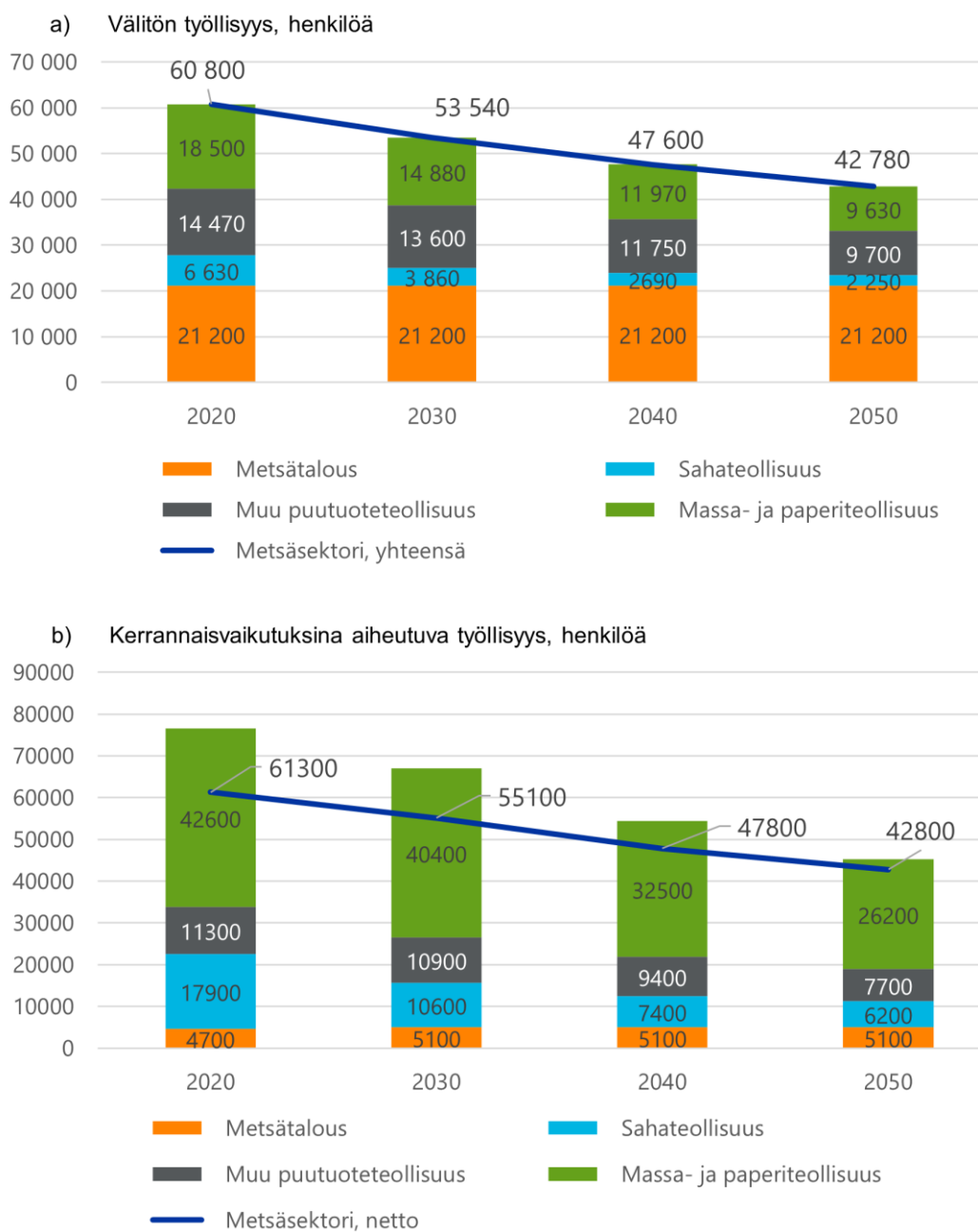
Kuva 9. Metsäsektorin ja sen toimialojen a) välitön arvonlisäys ja b) kerrannaisvaikutuksina aiheutuva arvonlisäys BIO-skenaariossa 2020–2050 (milj. euroa).

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2022

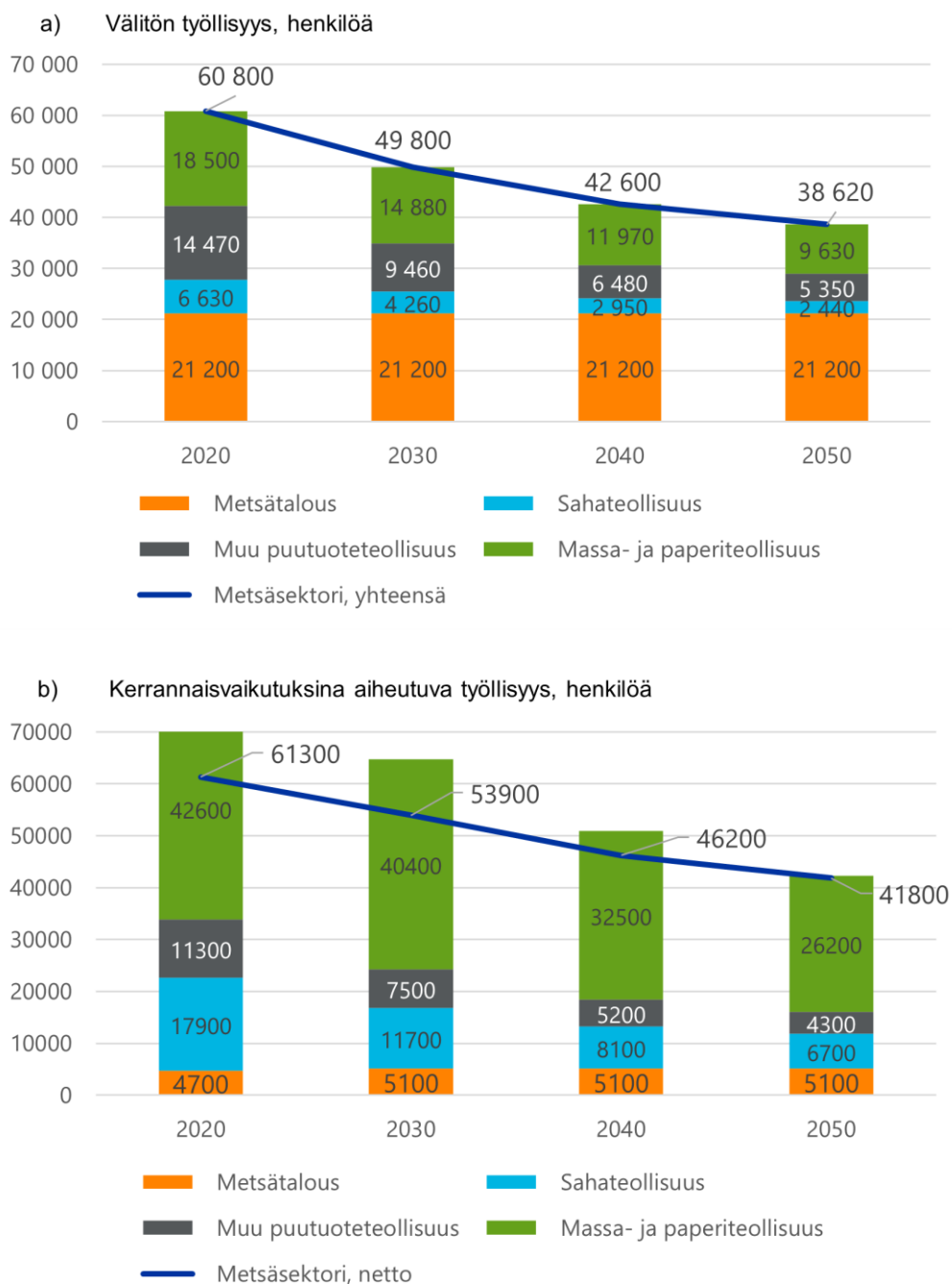


Kuva 10. Metsäsektorin ja sen toimialojen a) välitön arvonlisäys ja b) kerrannaisvaikutuksina aiheutuva arvonlisäys HIISI-WEM-skenaariossa 2020–2050 (milj. euroa).

Korjatut ennusteet metsäsektorin ja sen toimialojen välittömistä työllisyys- ja kerrannaisvaikutuksista on esitetty Taulukossa 10 ja Kuvissa 11 ja 12. Sekä BIO- että HIISI-WEM-skenaariossa metsäsektorin työllisyys laskee suoraviivaisesti tarkasteluajanjakson aikana. Välitön työllisyys laskee BIO-skenaariossa lähes kolmanneksen ja HIISI-WEM-skenaariossa yli kolmanneksen, noin 18 000 ja 22 000 työllistä. Kerrannais- ja kokonaisvaikutusten lasku on suhteellisesti samaa luokkaa, ja määrällisesti noin 36 500 työllistä BIO-skenaariossa ja 41 500 työllistä HIISI-WEM-skenaariossa. Eniten työllisyyden laskua toimialoista on BIO-skenaarion sahateollisuudessa, jonka kääntöpuolena on muun puutuoteteollisuuden vähäisin lasku. Tämä on seurausta jo mainitusta BIO-skenaarion oletuksesta, että muiden puutuotteiden jatkovalmistus kotimaisesta sahatavarasta lisääntyy varsin huomattavasti. Metsätalouden kokonaistyöllistyvyys jopa hieman nousee.



Kuva 11. Metsäsektorin ja sen toimialojen a) välitön työllisyys ja b) kerrannaisvaikutuksina aiheutuva työllisyys BIO-skenaariossa 2020–2050.



Kuva 12. Metsäsektorin ja sen toimialojen a) välitön työllisyys ja b) kerrannaisvaikutuksina aiheutuva työllisyys HIISI-WEM-skenaariossa 2020–2050.

4.5. Metsäsektori kansantalouden ennusteissa

Panos-tuotosmallin ja sitä täydentävien työllisyyslukujen lisäksi metsäsektorin tulevaa kehitystä voidaan suhteuttaa koko kansantalouden kehityksen ennusteisiin. Mikäli koko kansantalouden arvonlisäys kasvaisi reaalisesti vuodesta 2020 vuoteen 2050 keskimäärin samaa vauhtia kuin vuodesta 1990 vuoteen 2020, kansantalouden arvonlisäys olisi 58 % suurempi vuonna 2050 kuin vuonna 2020 (322 miljardia euroa vuoden 2020 hintaisena). Jos taas arvonlisäys kasvaisi yhtä hitaasti kuin vuodesta 2010 vuoteen 2020, kasvu vuoteen 2050 olisi kokonaisuudessa 14 %. Tällöin vuonna 2050 kansantalouden arvonlisäys olisi 233 miljardia euroa vuoden 2020 hintaisena. Honkatukia (2021) ja Honkatukia ym. (2021) arvioivat koko kansantalouden arvonlisäyksen kasvun vuosille 2020–2050 olevan noin 42 %. Kansantalouden arvonlisäyksen keskimääräinen kasvu on edellä esitettyjen lukujen keskiarvona noin 38 %. Tasaisen trendikasvuvauhdin perusteella vuosien 2020, 2030, 2040 ja 2050 kansantalouden arvonlisäykset olisivat tällöin vastaavasti 204, 227, 253 ja 282 miljardia euroa (Taulukko 11). Näiden lukujen avulla voidaan arvioida metsäsektorin ja sen toimialojen arvonlisäosuudet koko talouden arvonlisäyksestä tarkasteluvuosina (Taulukko 11 ja Kuva 13).

Taulukko 11. Suomen metsäsektorin arvonlisäys ja osuus koko kansantalouden arvonlisäyksestä vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050 (milj. euroa ja %) kansantalouden ennusteiden perusteella.

Vuosi	Kansantalous, milj. €	Välittömät vaikutukset				Kerrannaisvaikutukset				Kokonaisvaikutukset			
		BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM
		milj. €	milj. €	%	%	milj. €	milj. €	%	%	milj. €	milj. €	%	%
2020	204 137	7 740	7 740	3,8	3,8	4 720	4 720	2,3	2,3	12 460	12 460	6,1	6,1
2030	227 300	9 540	9 200	4,2	4,0	5 550	5 300	2,4	2,3	15 090	14 500	6,6	6,4
2040	253 000	10 190	9 520	4,0	3,8	6 010	5 460	2,4	2,2	16 200	14 980	6,4	5,9
2050	281 700	10 170	9 490	3,6	3,4	5 990	5 430	2,1	1,9	16 160	14 920	5,7	5,3

Metsäsektorin merkitys kansantalouden arvonlisäyksen luojana nousee ensin molemmissa skenaarioissa, mutta sen kokonaisvaikutuksen osuus vuonna 2050 on BIO-skenaariossa lähes puoli prosenttiyksikköä ja HIISI-skenaariossa lähes prosenttiyksikön pienempi vuoteen 2020 verrattuna.



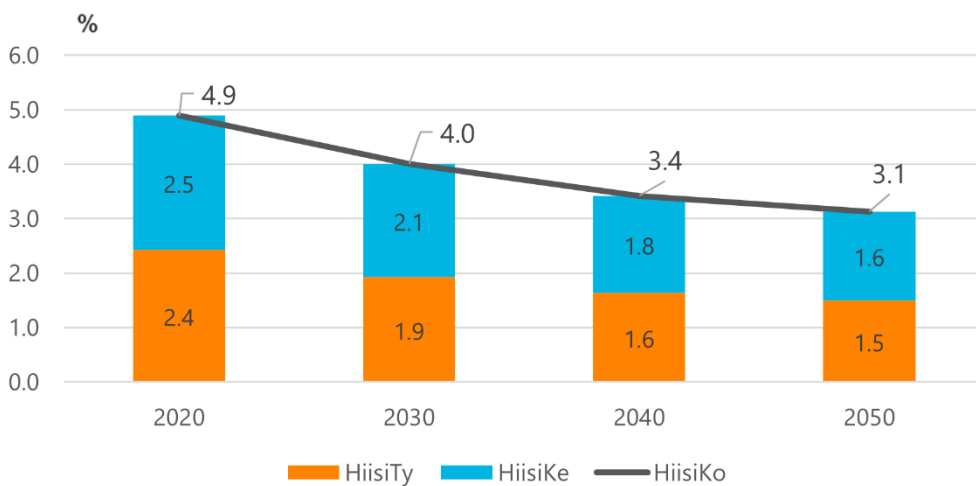
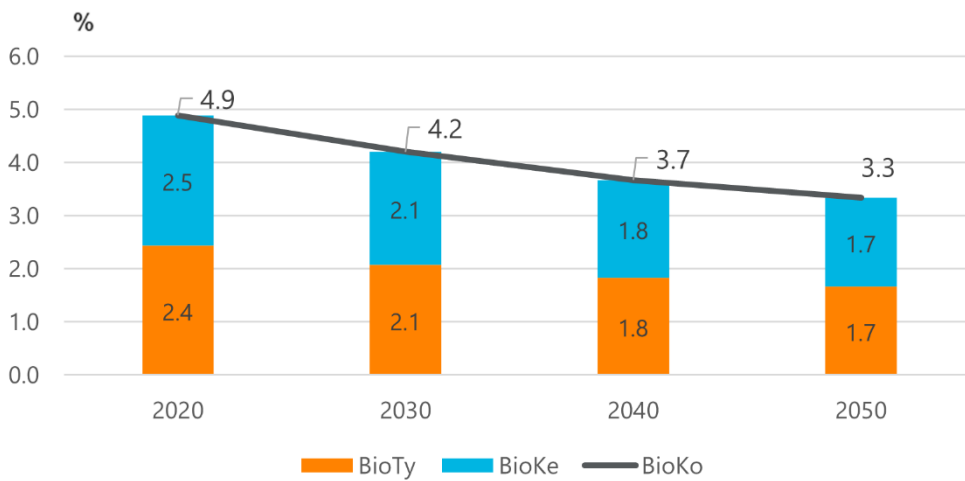
Kuva 13. Metsäsektorin arvonlisäyksen arvioidut osuudet koko kansantalouden arvonlisäyksestä a) BIO- ja b) HIISI-WEM-skenaarioissa 2020–2050. AI = välittömät vaikutukset, Ke = kerrannaisvaikutukset, Ko = kokonaisvaikutukset.

Työllisten määrät huomioidaan Honkatukia ym. (2021) perusskenaarion mukaisesti vuosille 2020, 2030 ja 2040. Vuoden 2050 määrä arvioidaan kertomalla vuoden 2040 työllisten ja väestön suhdeluvulla vuoden 2050 väestömäärään. Näin laskettuna työllisten kokonaismäärät ovat kansantaloudessa kyseisinä vuosina noin 2 497 000, 2 587 000, 2 599 000 ja 2 569 000 henkilöä. Näihin suhteutetaan metsäsektorin työllisten määrä tarkasteluvuosina (Taulukko 12 ja Kuva 14).

Metsäsektorin kokonaistyöllistyvyys kansantaloudessa laskee molemmissa skenaarioissa suhteellisesti enemmän kuin arvonlisäyksen kohdalla. BIO-skenaariossa metsäsektorin työllistyvyysosuus olisi enää kaksi kolmannesta ja HIISI-WEM-skenaariossa vielä vähemmän vuoteen 2020 verrattuna.

Taulukko 12. Suomen metsäsektorin työllisyys ja osuus koko kansantalouden työllisyydestä vuosina 2020, 2030, 2040 ja 2050 (työllisiä ja %) kansantalouden ennusteiden perusteella.

Vuosi	Kansantalous	Välittömät vaikutukset				Kerrannaisvaikutukset				Kokonaisvaikutukset			
		Työllisyys		%		Työllisyys		%		Työllisyys		%	
		BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM	BIO	HIISI-WEM
2020	2 497 000	60 800	60 800	2,4	2,4	61 300	61 300	2,5	2,5	122 100	122 100	4,9	4,9
2030	2 587 000	53 500	49 800	2,1	1,9	55 100	53 900	2,1	2,1	108 600	103 700	4,2	4,0
2040	2 599 000	47 600	42 600	1,8	1,6	47 800	46 200	1,8	1,8	95 400	88 800	3,7	3,4
2050	2 569 000	42 800	38 600	1,7	1,5	42 800	41 800	1,7	1,6	85 600	80 400	3,3	3,1



Kuva 14. Metsäsektorin työllisyyksien arvioidut osuudet koko kansantalouden työllisyydestä a) BIO- ja b) HIISI-WEM-skenaarioissa 2020–2050. Ty = välittömät vaikutukset, Ke = kerrannaisvaikutukset, Ko = kokonaisvaikutukset.

5. Metsävarat ja puuntuotanto

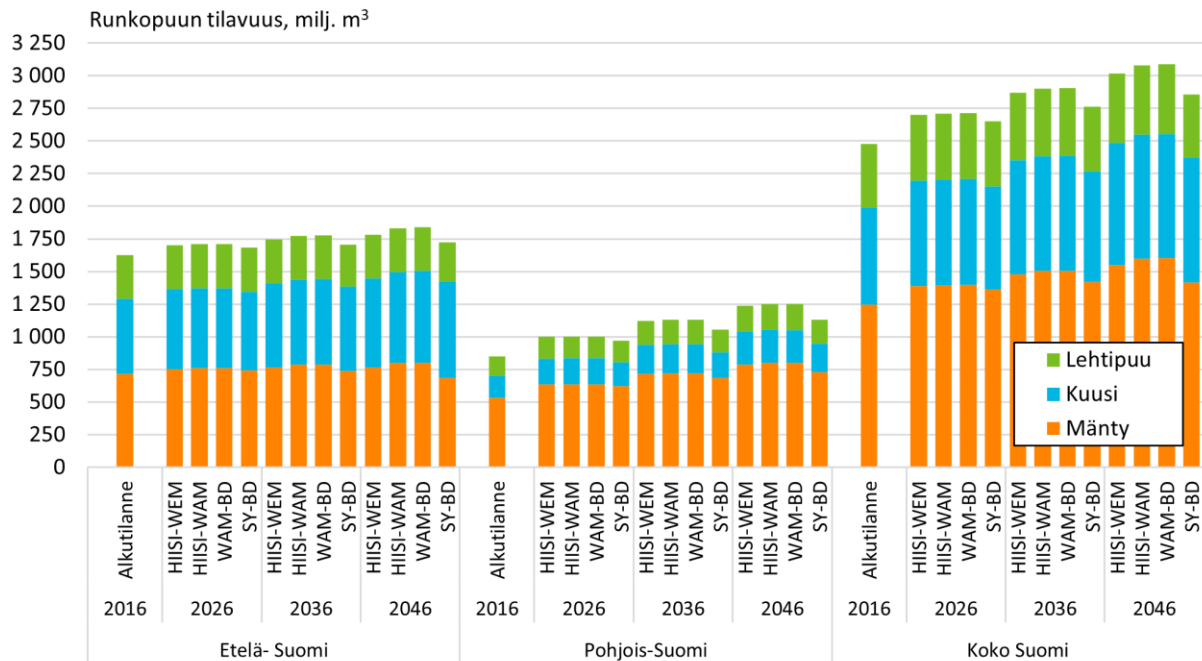
Hannu Hirvelä, Harri Kilpeläinen ja Leena Kärkkäinen

5.1. Metsävarat

5.1.1. Puuston runkotilavuus

Puuston runkotilavuus metsä- ja kitumaalla oli VMI12-mittausten mukaan laskelmien alkutilanteessa koko maassa 2 475 miljoonaa kuutiometriä (Korhonen ym. 2021, Luke 2022). Tästä tilavuudesta noin kaksi kolmannesta oli Etelä-Suomessa ja yksi kolmannes Pohjois-Suomessa (Kuva 15 ja Liite 2). HIISI-WEM-skenaariossa runkopuun kokonaistilavuus lisääntyy koko maassa 2 871 miljoonaan, HIISI-WAM-skenaariossa 2 902 miljoonaan, WAM-BD-skenaariossa 2 906 miljoonaan ja SY-BD-skenaariossa 2 760 miljoonaan kuutiometriin vuoteen 2036 mennessä. Puuston kokonaistilavuus lisääntyy Etelä-Suomessa skenaariosta riippuen 82–153 miljoonaa kuutiometriä ja Pohjois-Suomessa 203–277 miljoonaa kuutiometriä vuosien 2016–2036 aikana. Sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa tilavuus lisääntyy vähiten SY-BD-skenaariossa ja eniten WAM-BD-skenaariossa.

Laskelmien alkutilanteessa runkopuun kokonaistilavuus oli koko maassa kangasmailla 1 880 miljoonaa kuutiometriä ja turvemailla 595 miljoonaa kuutiometriä (Liite 2). Vuonna 2036 puuston runkotilavuus kangasmailla on SY-BD-skenaariossa 2 107 miljoonaa kuutiometriä ja muissa skenaarioissa lähes 2 250 miljoonaa kuutiometriä. Turvemailla puuston runkotilavuus vastaavana ajankohtana on HIISI-WEM-skenaariossa 627 miljoonaa kuutiometriä ja muissa skenaarioissa 653–662 miljoonaa kuutiometriä.



Kuva 15. Puuston runkotilavuuden kehitys metsä- ja kitumaalla puulajeittain Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2046 arvioituina.

Laskelmien alkutilanteessa männyn osuus puuston runkotilavuudesta oli koko maassa noin puolet, kuusen yksi kolmasosa ja lehtipuiden yksi viidennesosa. Vuosina 2016–2036 männyn, kuusen ja lehtipuiden tilavuudet lisääntyvät vähiten SY-BD-skenaariossa: männyn 176 miljoonaa, kuusen 99 miljoonaa ja lehtipuiden tilavuus 11 miljoonaa kuutiometriä. Vastaavalla ajanjaksolla männyn ja kuusen runkotilavuudet lisääntyvät eniten WAM-BD-skenaariossa: männyn 261 miljoonaa ja kuusen tilavuus 135 miljoonaa kuutiometriä. Lehtipuiden kokonaistilavuus lisääntyy vuosien 2016–2036 aikana HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa lähes saman verran, 35–36 miljoonaa kuutiometriä. Puuston tukki- ja kuitupuun tilavuudet puulajeittain ja alueittain on esitetty Liitteessä 3.

5.1.2. Puuston kasvu ja poistuma

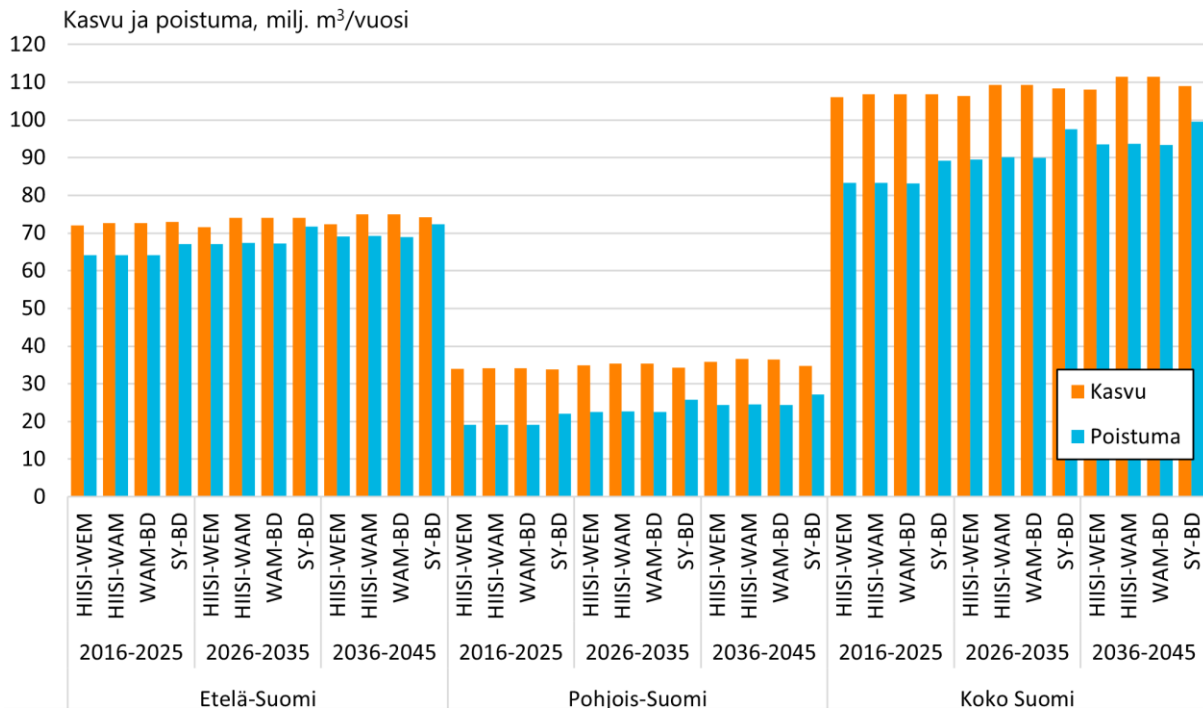
Vuosina 2016–2025 runkopuun vuotuinen kokonaiskasvu metsä- ja kitumaalla on koko Suomen osalta HIISI-WEM-skenaariossa 106 miljoonaa ja muissa skenaarioissa 107 miljoonaa kuutiometriä (Kuva 16 ja Liite 4). Vuosina 2026–2035 kasvu säilyy HIISI-WEM-skenaariossa samalla tasolla kuin edellisenäkin kautena, mutta nousee HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa 109 miljoonaan ja SY-BD-skenaariossa 108 miljoonaan kuutiometriin vuodessa.

Etelä-Suomessa puuston vuotuinen kasvu on HIISI-WEM-skenaariossa noin 72 miljoonan kuutiometriä vuosina 2016–2035. Muissa skenaarioissa vastaavan ajanjakson puuston vuosikasvu ylittää 73–74 miljoonaan kuutiometriin. Pohjois-Suomessa puuston vuotuinen kasvu on 34 miljoonaa kuutiometriä kaikissa skenaarioissa vuosina 2016–2025 ja SY-BD-skenaariossa vuosina 2026–2035. Muissa skenaarioissa puuston vuotuinen kasvu vuosina 2026–2035 nousee 35 miljoonan kuutiometrin tasolle.

Kangasmailla puuston vuotuinen kokonaiskasvu on kaikissa skenaarioissa vajaa 84 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2025. Vuosina 2026–2035 kokonaiskasvu kangasmailla on SY-BD-skenaariossa 85 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. HIISI-WEM-skenaariossa vastaava kasvu on noin 1 miljoona sekä HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa 2 miljoonaa kuutiometriä suurempi. Turvemailla puuston vuotuinen kokonaiskasvu on 23 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2035 lukuun ottamatta HIISI-WEM-skenaariota, jossa vuosina 2026–2035 puuston kasvu alenee 21 miljoonaan kuutiometriin vuodessa.

Runkopuun vuotuinen kokonaispoistuma – hakkuissa, taimikonhoidossa ja raivauksessa kaadetun sekä luonnonpoistumana kuolleen puun runkotilavuus – koko maan osalta on SY-BD-skenaariossa 89 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2025 ja yli 97 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2026–2035 (Kuva 16 ja Liite 5). Muissa skenaarioissa runkopuun vuotuinen kokonaispoistuma on hieman yli 83 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2025 ja 90 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2026–2035.

SY-BD-skenaariossa puuston kasvun ja poistuman ero on vuositasolla 18 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2025 ja 11 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2026–2035. Kasvun ja poistuman välinen ero on suurin HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa, joissa ero on vuositasolla 24 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2025 ja 19 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2026–2035.



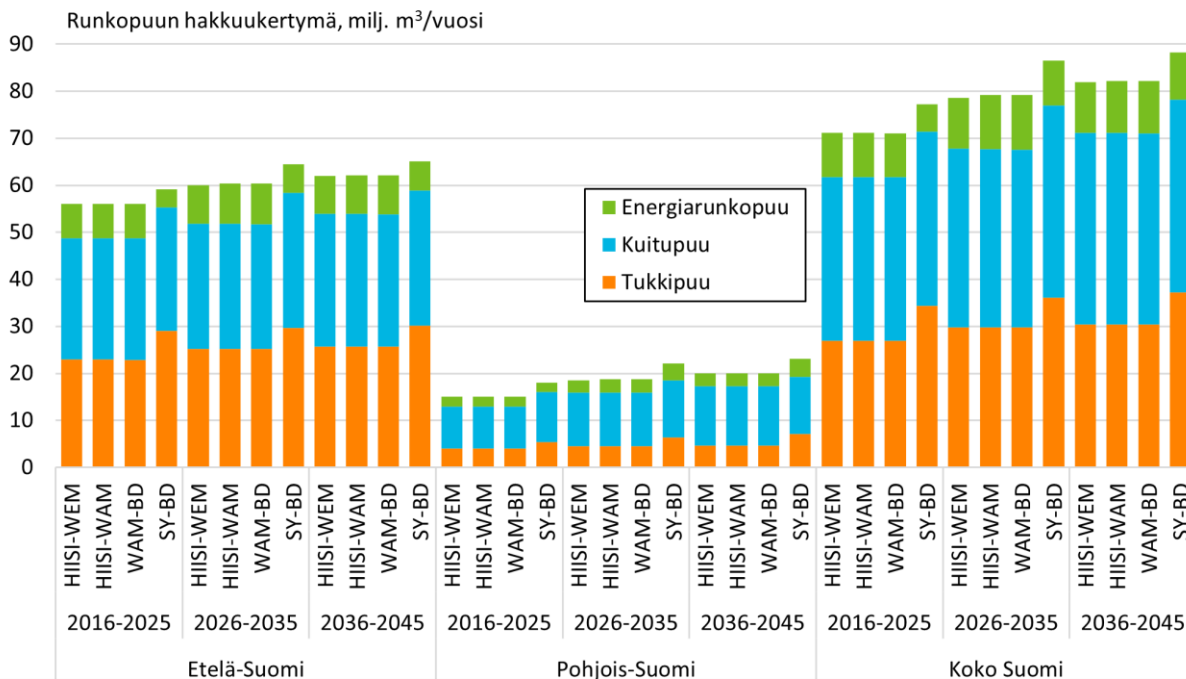
Kuva 16. Puuston vuotuinen kokonaiskasvu ja kokonaispoistuma metsä- ja kitumaalla Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2045 arvioituina.

5.2. Hakkuut

5.2.1. Runkopuun hakkuukertymät

HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa runkopuun vuotuinen hakkuukertymä on vuosina 2016–2025 hieman yli 71 miljoonaa kuutiometriä nouden seuraavan kymmenvuotiskauden 2026–2035 aikana noin 78 miljoonaan kuutiometriin (Kuva 17 ja Liite 6). SY-BD-skenaariossa runkopuun vuotuinen hakkuukertymä nousee vastaavasti 77 miljoonasta kuutiometristä 87 miljoonaan kuutiometriin. Laskelmissa runkopuun hakkuukertymään luetaan kuuluvaksi kaikki tukki- ja kuitupuuksi hakatun sekä energiakäyttöön korjatun runkopuun tilavuus (kannonkorkeudelta latvaan).

HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa runkopuun vuotuisista hakkuukertymistä saadaan 56 miljoonaa kuutiometriä Etelä-Suomesta ja 15 miljoonaa kuutiometriä Pohjois-Suomesta vuosina 2016–2025 (Kuva 17 sekä Liitteet 7 ja 8). Näissä kolmessa skenaarioissa vuositaiset hakkuukertymät nousevat vuosina 2026–2035 Etelä-Suomessa 60 miljoonaan ja Pohjois-Suomessa 19 miljoonaan kuutiometriin. SY-BD-skenaariossa runkopuun vuotuiset kokonaishakkuukertymät ovat sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa 3–4 miljoonaa kuutiometriä muita skenaarioita korkeammat vuosien 2016–2035 aikana.



Kuva 17. Runkopuun kokonaishakkuukertymät sekä tukkipuun, kuitupuun ja energiarunkopuun kertymät Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2045 arvioituina.

HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa kasvatushakkuiden osuus koko maan runkopuun hakkuukertymästä on yli 30 % vuosina 2016–2025 ja yli 40 % vuosina 2026–2035. SY-BD-skenaariossa kasvatushakkuiden vastaavat osuudet jäävät 25 %:iin ja 35 %:iin. Vuosina 2016–2035 kaikissa skenaarioissa vähintään kolme neljäsosaa runkopuun hakkuukertymästä saadaan kangasmaiden hakkuista ja korkeintaan neljäsosaa turvemaiden hakkuista.

Männyllä vuotuiset runkopuun hakkuukertymät lisääntyvät merkittävästi kaikissa skenaarioissa kausien 2016–2025 ja 2026–2035 välillä. SY-BD-skenaariossa männyn hakkuukertymät koko maassa kohoavat 34 miljoonasta kuutiometristä 41 miljoonaan kuutiometriin ja muissa skenaarioissa 31 miljoonasta kuutiometristä 36 miljoonaan kuutiometriin (Liite 6). Myös kuusen hakkuumäärät lisääntyvät vuosina 2026–2035 kaikissa skenaarioissa vuosien 2016–2025 tasoon nähden. Kuusen vuotuiset runkopuun hakkuukertymät kasvavat ajanjaksojen välillä 28 miljoonasta 30 miljoonaan kuutiometriin SY-BD-skenaariossa ja noin 26 miljoonasta vajaan 29 miljoonaan kuutiometriin muissa skenaarioissa. Lehtipuiden vuotuinen runkopuun hakkuukertymä pysyy vuosien 2016–2035 aikana lähes muuttumattomana, noin 14 miljoonassa kuutiometrissä HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa ja 15–16 miljoonassa kuutiometrissä SY-BD-skenaariossa.

Koko maassa tukkipuun vuotuinen hakkuukertymäarvio vuosien 2016–2025 aikana on HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioiden mukaan noin 27 miljoonaa kuutiometriä sekä SY-BD-skenaarioiden mukaan hieman yli 34 miljoonaa kuutiometriä (Kuva 17). Kaudella 2026–2035 tukkipuun vuotuiset hakkuukertymät nousevat kaikissa skenaarioissa 2–3 miljoonaa kuutiometriä vuosien 2016–2025 kertymiä korkeammiksi.

Kuitupuuta arvioidaan korjattavan vuosien 2016–2025 aikana HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa noin 35 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, joka on runsas 2 miljoonaa kuutiometriä vähemmän kuin SY-BD-skenaariossa (Kuva 17). Kaikissa skenaarioissa kuitupuun

vuotuiset hakkuut lisääntyvät vuosien 2026–2035 aikana 3–4 miljoonalla kuutiometrillä vuosien 2016–2025 tasoon nähden.

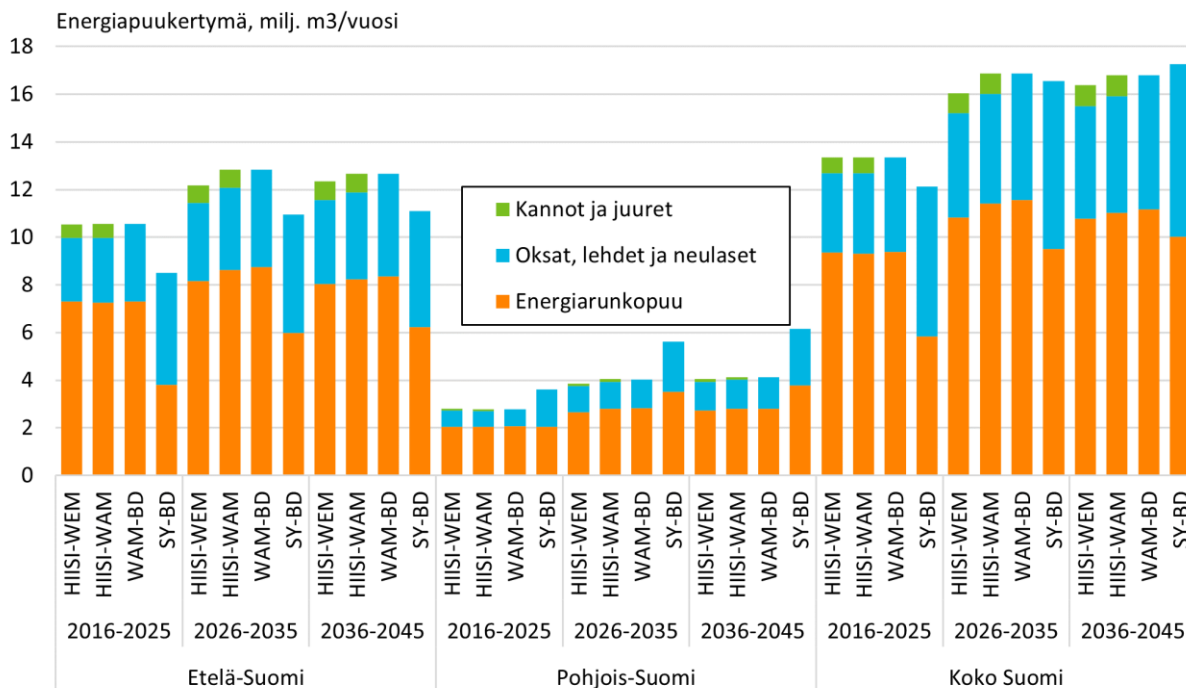
Kaikissa skenaarioissa lähes 85 % tukkipuukertymistä ja yli 70 % kuitupuukertymistä korjataan maan eteläosasta vuosina 2016–2035. Tuolla ajanjaksolla männyn tukkipuukertymistä noin neljännes ja kuitupuukertymistä yli kolmannes saadaan kaikissa skenaarioissa Pohjois-Suomen metsistä. Kuusen tukkipuukertymistä 6–10 % ja kuitupuukertymistä 14–20 % korjataan skenaariosta ja ajankohdasta riippuen Pohjois-Suomesta. Lehtipuilla vastaavat osuudet ovat tukkipuun osalta 1–5 % ja kuitupuun osalta 20–24 %.

5.2.2. Energiapuukertymät

Energiapuun vuotuiset kokonaiskertymät koko maassa ovat vuosina 2016–2025 noin 12 miljoonaa kuutiometriä SY-BD-skenaariossa ja hieman yli 13 miljoonaa kuutiometriä muissa skenaarioissa (Kuva 18 ja Liite 6). Nämä kertymät ovat vuosina 2026–2035 skenaariosta riippuen 3–4 miljoonaa kuutiometriä suuremmat vuosien 2016–2025 tasoon nähden. Alhaisin energiapuun kertymä on vuosina 2026–2035 HIISI-WEM-skenaariossa, noin 16 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, kun vastaavasti muissa skenaarioissa vuosittaiset energianpuun korjuumäärät nousevat 17 miljoonaan kuutiometriin.

HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa yli kaksi kolmannesta vuosien 2016–2035 aikana korjattavasta energiapuusta on energiarunkopuuta, ja loppuosa koostuu energiakäyttöön korjattavista oksatähteistä (sisältäen oksat, neulaset ja lehdet) ja kannoista (mukaan lukien juuret) (Kuva 18). HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa kantojen korjuumäärät ovat vuosina 2016–2035 hieman alle miljoona kuutiometriä vuodessa, joista pääosa (yli 87 %) korjataan Etelä-Suomesta. WAM-BD-skenaariossa kantojen korjuumäärä korvautuu lisääntyvällä oksatähteen ja energiarunkopuun korjuulla, koska skenaariossa kantoja ei korjata ja energiapuulle on asetettu HIISI-WAM-skenaarioiden mukainen kokonaiskertymätavoite. Myös SY-BD-skenaariossa energiapuu koostuu pelkästään oksatähteestä ja energiarunkopuusta, joita molempia korjataan vuosien 2016–2025 aikana 6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Vuosina 2026–2035 energiarunkopuun vuotuinen korjuumäärä nousee SY-BD-skenaariossa vajaaseen 10 miljoonaan kuutiometriin ja oksatähteen yli 7 miljoonaan kuutiometriin.

Energiapuun korjuumäärät ovat Etelä-Suomessa alhaisimmat SY-BD-skenaariossa, jossa vuotuiset kokonaiskertymät ovat 9 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2025 ja 11 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2026–2035 (Kuva 18 ja Liite 7). Muissa skenaarioissa energiapuuta korjataan Etelä-Suomessa 1–2 miljoonaa kuutiometriä enemmän kuin SY-BD-skenaariossa. HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioiden mukaan Pohjois-Suomessa energiapuun vuotuiset kokonaiskertymät ovat 3 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2016–2025 ja 4 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2026–2035 (Kuva 18 ja Liite 8). Vastaavat energiapuukertymät ovat SY-BD-skenaariossa 4 miljoona kuutiometriä vuosina 2016–2025 ja 6 miljoonaa kuutiometriä vuosina 2026–2035.



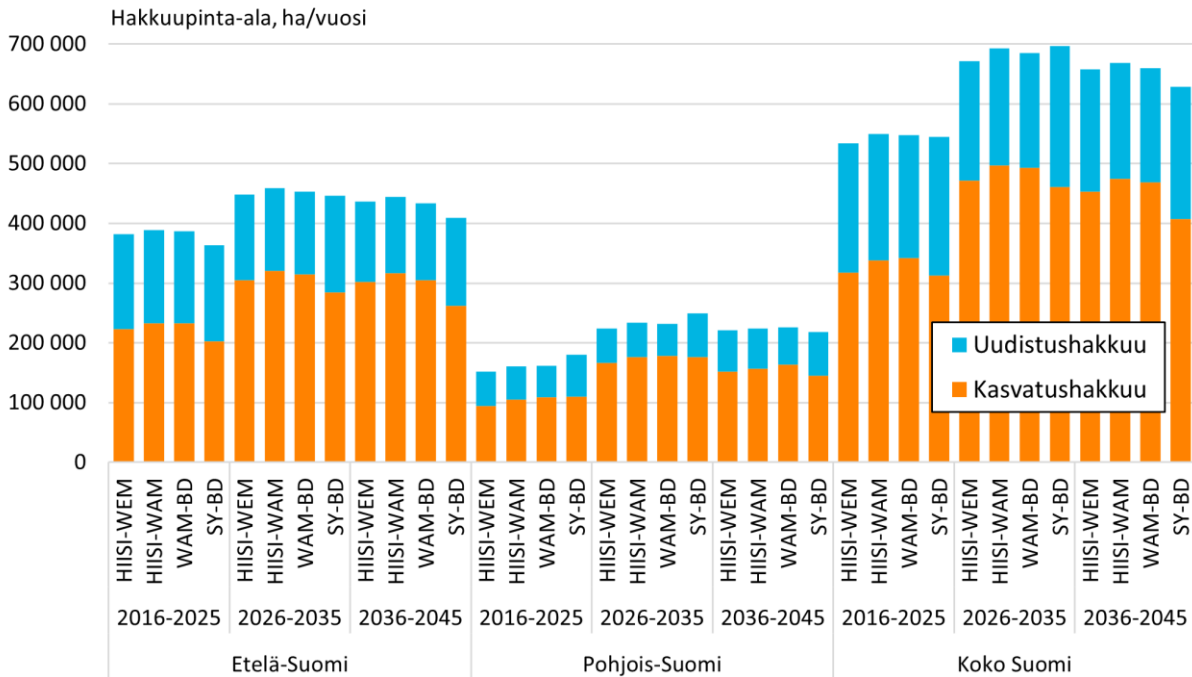
Kuva 18. Energiapuun korjuumäärät jakeittain Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2045 arvioituina.

5.2.3. Hakkuupinta-alat

Pienimmät kokonaishakkuualat ovat koko maassa HIISI-WEM-skenaariossa, jossa hakkuuta tehdään vuosittain 534 000 hehtaarilla vuosina 2016–2025 ja 672 000 hehtaarilla vuosina 2026–2035 (Kuva 19 ja Liite 9). Suurin vuotuinen hakkuuala on vuosina 2016–2025 HIISI-WAM-skenaariossa (550 000 hehtaaria) ja vuosina 2026–2035 SY-BD-skenaariossa (696 000 hehtaaria). Etelä-Suomessa vuosittaiset hakkuupinta-alat ovat suurimmat HIISI-WAM-skenaariossa ja alhaisimmat SY-BD-skenaariossa vuosien 2016–2035 aikana. Pohjois-Suomessa hakkuualat ovat suurimmat SY-BD-skenaariossa ja pienimmät HIISI-WEM-skenaariossa.

Kasvatushakkuiden osuudet ovat koko maassa korkeimmat HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa, joissa kokonaishakkuualasta kasvatushakkuita on noin 60 % vuosina 2016–2025 ja lähes 70 % vuosina 2026–2035. HIISI-WEM-skenaariossa kasvatushakkuiden osuudet jäävät 1–2 % -yksikköä alhaisemmiksi kuin HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa. Uudistushakkuita on suhteellisesti eniten SY-BD-skenaariossa, jossa niiden osuus on 43 % hakkuualasta vuosina 2016–2025 ja 34 % vuosina 2026–2035.

Kaikissa skenaarioissa noin neljäsosa vuosien 2016–2035 hakkuupinta-alasta sijoittuu turvemaille. Pohjois-Suomessa yli neljäsosa ja Etelä-Suomessa noin viidesosa hakkuualasta sijoittuu kaikissa skenaarioissa turvemaille.



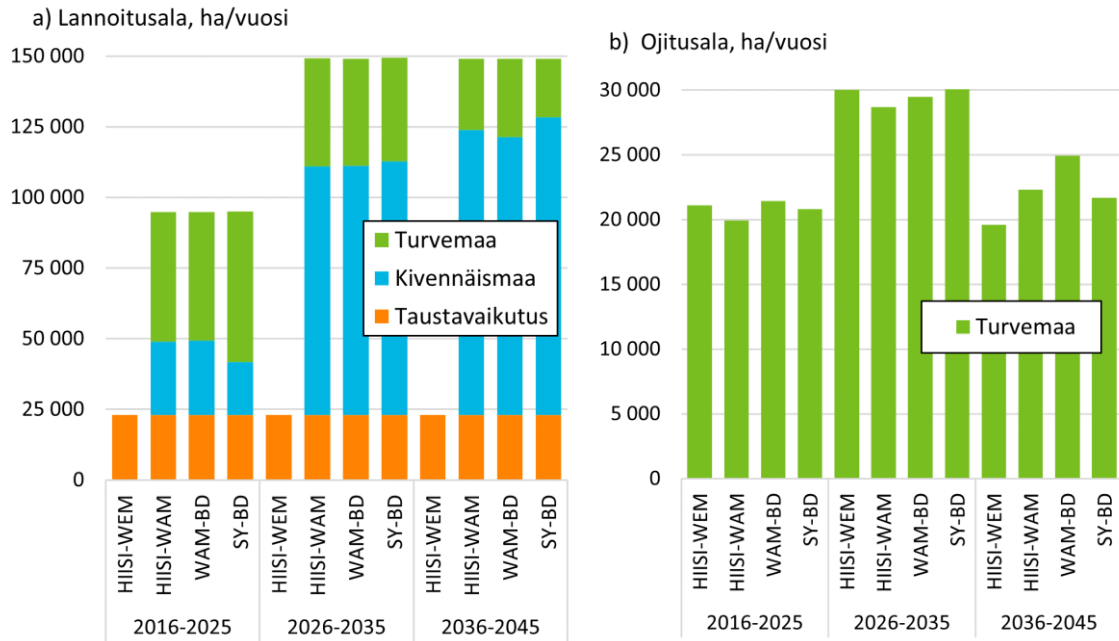
Kuva 19. Kasvatus- ja uudistushakkuiden pinta-alat Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2045 arvioituina.

5.3. Lannoitukset ja kunnostusojitukset

Esitetyissä skenaarioissa MELA-ohjelmiston puun pohjapinta-alan kasvumallit on kalibroitu VM111-aineiston perusteella vuosien 1984–2013 keskimääräiseen indeksikorjattuun kasvunta-soon (Luke 2021a), johon ovat vaikuttaneet tuona aikana toteutuneet kasvatuslannoitukset (koko maassa keskimäärin runsas 23 000 hehtaaria vuodessa). HIISI-WEM-skenaariota lukuun ottamatta laskelmissa lisätään kasvatuslannoitusten pinta-alaa 150 000 hehtaariin vuodessa. Lannoitusalan lisäys kohdistetaan pääosin Etelä- ja Keski-Suomen talousmetsiin ja laskennallisesti lannoituskäsittelyt aloitetaan kauden 2016–2025 puolivälistä (vuodesta 2021) (tarkemmin, ks. Maanvilja ym. 2021).

HIISI-WAM-, WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa vuotuisen lannoitusalan lisäys koko maassa on keskimäärin lähes 72 000 hehtaaria vuosina 2016–2025 ja hieman yli 126 000 hehtaaria vuosina 2026–2035 (Kuva 20a ja Liite 9). Lannoituksia ei jaettu etukäteen kangas- ja turvemaiden kasvatuslannoitukseen, vaan lannoitukset kohdistuvat laskelman tuloksena kannattavimpiin kohteisiin painottuen vuosina 2016–2025 turvemaille ja vuosina 2026–2035 kangasmaille. Lannoitusalan lisäyksestä 83 % kohdistuu Etelä-Suomeen vuosina 2016–2025 ja 86 % vuosina 2026–2035.

Harvennushakkuiden yhteydessä toteutettavien kunnostusojitusten pinta-alat ovat koko maan osalta kaikissa skenaarioissa melko lähellä toisiaan. Kunnostusojituksia tehdään skenaariosta riippuen vuosittain 20 000–21 000 hehtaarilla vuosina 2016–2026 ja 29 000–30 000 hehtaarilla vuosina 2026–2035 (Kuva 20b ja Liite 9). SY-BD-skenaariossa Etelä-Suomen osuus kunnostusojituksista on 55 % vuosina 2016–2025 ja 47 % vuosina 2026–2035. Muissa skenaariossa harvennushakkuiden yhteydessä toteutettavien kunnostusojituksen pinta-alat jakaantuvat lähes puoliksi Etelä- ja Pohjois-Suomen kesken.



Kuva 20. a) Lannoituksen ja b) harvennushakkuiden yhteydessä toteutettavan kunnostusojituksen pinta-alat kasvupaikoittain koko Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2045 arvioituina. Laskelmissa kalibroituun kasvuntasoon sisältyvä lannoitusvaikutus on ilmoitettu lannoitusaloissa taustavaikutuksena.

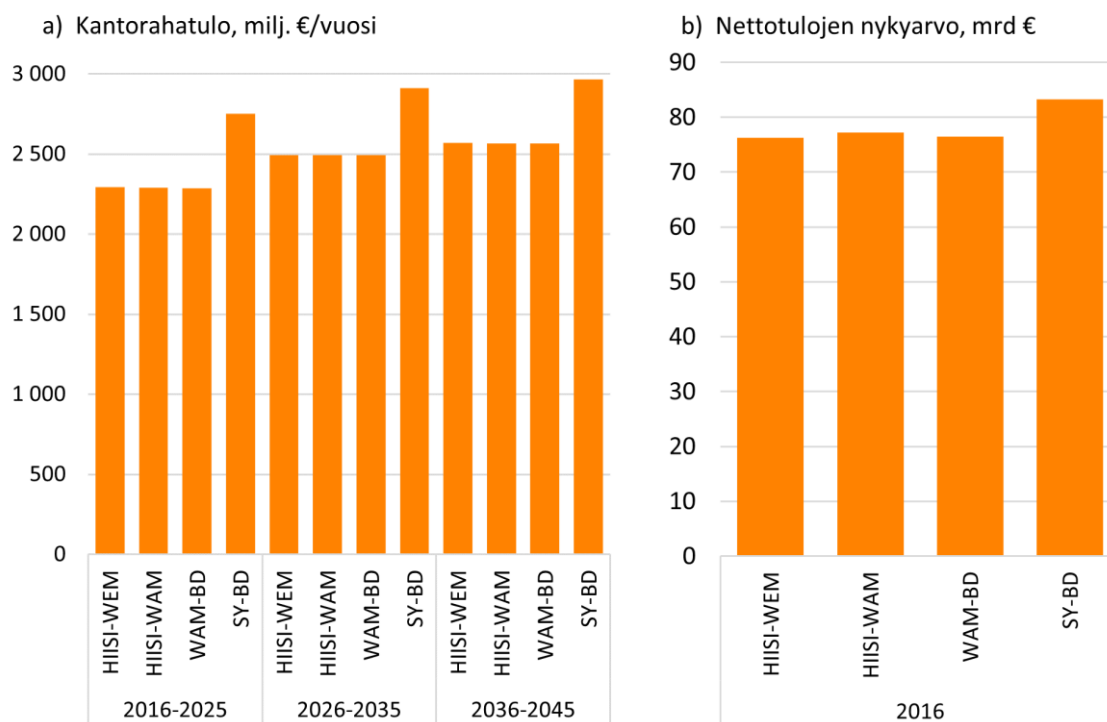
5.4. Tulot ja työvoiman tarve

Metsänkasvatuksen taloudellista kannattavuutta voidaan tarkastella mm. kantorahatulojen tai nettotulojen nykyarvon perusteella. Bruttokantorahatulot ilmaisevat metsästä saatavia vuosittaisia kantorahatuloja ilman, että niistä on vähennetty puun korjuusta ja metsän kasvatuksesta aiheutuvia menoja. Nettotulojen nykyarvon laskennassa tulevaisuudessa metsistä saatavista tuloista vähennetään aiheutuneet menot ja erotus diskontataan nykyhetken valittua korkokantaa käyttäen. Nettotulojen nykyarvo kuvaakin metsikön tai metsäalueen metsätaloudellista kannattavuutta pidemmän ajanjakson aikana.

Metsästä saatavat kantorahatulot riippuvat lasketuissa skenaarioissa vahvasti aines- ja energia-puun kokonaiskertymistä. Bruttokantorahatulot ovat koko maassa suurimmat SY-BD-skenaariossa, 2 750 miljoonaa euroa vuodessa kaudella 2016–2025 nousten seuraavalla kymmenvuotiskaudella 2 910 miljoonaan euroon vuodessa (Kuva 21a ja Liite 10a). HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa bruttokantorahatulot poikkeavat vain vähän toisistaan. Näissä skenaarioissa Suomen metsistä saatava vuotuinen bruttokantarahatulo jää selvästi SY-BD-skenaariota alemmalle tasolle, 2 290 miljoonaan euroon vuosina 2016–2025 ja 2 490 miljoonaan euroon vuosina 2026–2035.

SY-BD-skenaario tuottaa koko maassa korkeimmat nettotulojen nykyarvot, noin 83 miljardia euroa, laskennan aloitusvuoteen 2016 diskontattuna (Kuva 21b ja Liite 10b). Vastaavat nettotulojen nykyarvot ovat noin 76 miljardia euroa HIISI-WEM- ja WAM-BD-skenaariossa sekä noin 77 miljardia euroa HIISI-WAM-skenaariossa. Nettotulojen nykyarvot laskettiin puuntuotantoon käytettävissä olevalle metsä- ja kitumaalle, jonka pinta-ala oli HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa 19,8 miljoonaa hehtaaria sekä WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa 19,2 miljoonaa hehtaaria. Suojelualan lisääminen metsä- ja kitumaalla 0,65 miljoonalla hehtaarella pienentää

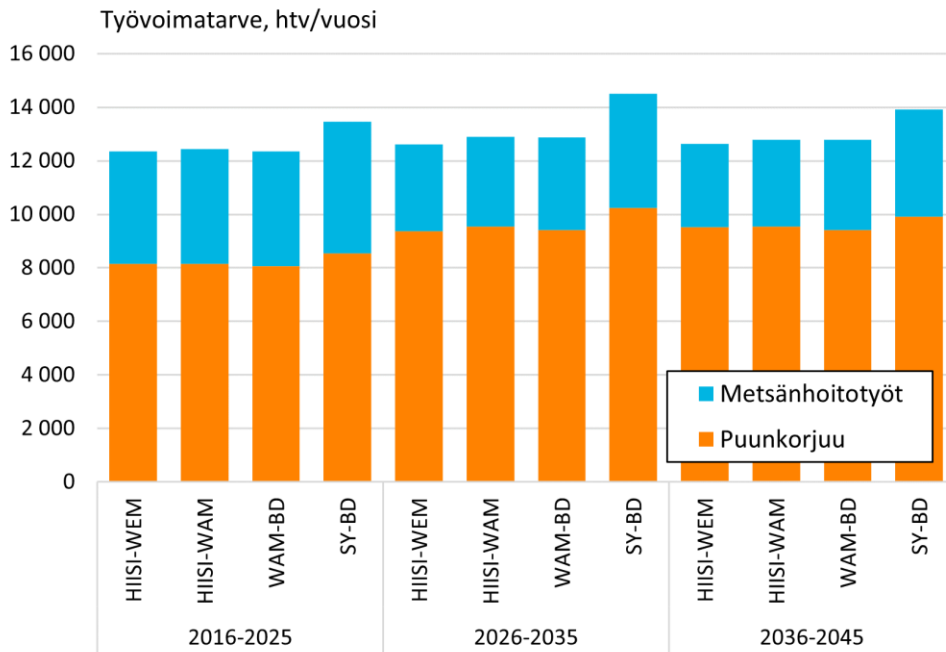
hieman nettotulojen nykyarvoja WAM-BD- ja SY-BD-skenaarioissa. Maakunnittaisten skenaariotulosten laskennassa käytettiin optimoinnin tavoitemuuttujana 4 %:n korkokannalla laskettua nettotulojen nykyarvoa.



Kuva 21. a) Bruttokantorahatulot vuosina 2016–2045 ja b) nettotulojen nykyarvot (4 % korkokannalla) vuoteen 2016 diskontattuina lasketuissa skenaarioissa koko Suomessa.

Metsätalouden työvoiman tarvetta tarkasteltiin skenaarioissa henkilötyövuosina, jonka pituuden oletettiin olevan 220 työpäivää. Metsätalouden työvoimaan sisältyi välittömästi puunkorjuussa ja metsänhoitotöissä (sis. suunnittelu- ja työnjohtotehtävät) tarvittava työvoima.

Metsätalouden vuotuinen työvoimatarve on suurin SY-BD-skenaariossa, koko maassa lähes 13 500 henkilötyövuotta vuosina 2016–2025 ja 14 500 henkilötyövuotta vuosina 2026–2035 (Kuva 22 ja Liite 10c). SY-BD-skenaariossa työvoiman tarve on selvästi muita skenaarioita suurempi sekä metsänhoitotöiden että puunkorjuun osalta. Muissa skenaarioissa metsätalouden työvoiman tarve jää alle 12 500 henkilötyövuoteen vuosina 2016–2025 ja alle 13 000 henkilötyövuoteen vuosina 2026–2035. HIISI-WEM-skenaariossa on työvoiman tarve hieman alhaisempi kuin HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa.



Kuva 22. Metsätalouden työvoimatarve henkilötyövuosina metsänhoitotöiden ja puunkorjuun osalta koko Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2045 arvioituina.

5.5. Tulosten tarkastelu

Erot puuston kokonaistilavuudessa, -kasvussa ja -poistumassa ovat vähäisiä HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioiden välillä kaudella 2016–2025, jonka jälkeen lähinnä kasvatuslannoitusten lisääntymisestä johtuen puuston kasvu on korkeampi HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa kuin HIISI-WEM-skenaariossa. Koska HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa ainespuun hakkuukertymät ovat yhtenevät, hakkuiden vaikutus puuston kehitykseen jää vähäiseksi skenaarioiden välillä vuosina 2016–2035. Pieniä eroja puuston kokonaistilavuuden kehityksessä syntyy metsien monimuotoisuutta edistävästä toimista ja niistä johtuvista eroissa hakkuiden kohdentumisessa.

Puuston kokonaistilavuuden kehitys on melko samankaltainen HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa. Puuston kokonaistilavuus vuonna 2036 on WAM-BD-skenaariossa vain hieman suurempi kuin HIISI-WAM-skenaariossa, joten WAM-BD-skenaariossa toteutetut toimet suojelualan, säästöpuiden määrän ja lehtisekapuuston lisäämiseksi vaikuttavat vähän puuston kokonaistilavuuden kehitykseen metsä- ja kitumaalla koko maan tasolla.

SY-BD-skenaario ilmaisee suurimman ylläpidettävissä olevan aines- ja energiapuun kertymätason, kun skenaariossa on huomioitu kaikki toimet WAM-BD-skenaarion mukaisesti. Osa toimista on hakkuumahdollisuuksia lisääviä (esim. kasvatuslannoitusalan lisäykset) ja osa on hakkuumahdollisuuksia vähentäviä (esim. suojelualan lisäykset). SY-BD-skenaarion mukaan runkopuuta on mahdollista hakata koko maassa keskimäärin vajaa 7 miljoonaa kuutiometriä vuodessa enemmän kuin WAM-BD-skenaariossa vuosien 2016–2035 aikana.

Lisääntyneet hakkuut alentavat puuston kokonaiskasvua SY-BD-skenaariossa WAM-BD-skenaarioon verrattuna erityisesti vuodesta 2026 alkaen. Lisääntyvästä lannoitusalaasta johtuen puuston kasvu vuosina 2016–2036 on kuitenkin korkeampi SY-BD-skenaariossa kuin HIISI-WEM-skenaariossa, jossa lannoituskäsittelyjä ei laskelmissa tehty.

Hakkuiden kokonaispinta-aloihin vaikuttavat merkittävästi runkopuun hakkuukertymät ja metsien käsittely kussakin skenaariossa. Hakkuukertymien noustessa kaudella 2026–2035 myös hakkuiden kokonaispinta-alat koko maan osalta ovat kaikissa skenaarioissa suuremmat kuin vuosina 2016–2025. SY-BD-skenaariossa, jossa runkopuun hakkuukertymät ovat selvästi korkeimmat, uudistushakkuuala on suurempi ja vastaavasti kasvatushakkuuala pienempi kuin muissa skenaariossa. Hakkuiden kokonaisala on pieniin HIISI-WEM-skenaariossa, jossa ei ole mukana monimuotoisuutta ja puuston kasvua lisääviä metsänkäsittelytoimia. HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioiden toimet, mm. kasvatuslannoitukset, yläharvennukset rehevissä korvissa ja karujen rämeiden rajaaminen pois kunnostusojituksen kohteista, pienentävät koko maan tasolla uudistushakkuiden kokonaisalaa ja vastaavasti lisäävät kasvatushakkuiden kokonaisalaa HIISI-WEM-skenaarioon nähden.

Runkopuun, erityisesti tukkipuun, hakkuukertymä vaikuttaa ratkaisevasti puuntuotannon taloudelliseen kannattavuuteen skenaarioissa. Erityisesti yhtenevistä ainespuun hakkuukertymistä johtuen metsästä saatavat bruttokantorahatulot ovat lähes samantasoiset HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa. WAM-BD-skenaarioiden toimet, mm. suojelupinta-alan lisäys, vaikuttavat alentavasti erityisesti nettotulojen nykyarvoon. Vaikka SY-BD-skenaariossa vastaavat toimet alentavat kokonaisuutena suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymäarvion tasoa, skenaario tuottaa kuitenkin muita skenaarioita suuremmat kausittaiset arviot hakkuukertymistä ja bruttokantorahatuloista sekä suurimman nettotulojen nykyarvon. Suuremmista hakkuukertymistä johtuen myös metsätalouden työvoiman tarve vuosina 2016–2035 on SY-BD-skenaariossa noin 10 % suurempi kuin muissa skenaarioissa.

SY-BD-skenaarioiden tuloksia verrattiin runkopuun hakkuukertymien ja hakkuupinta-alojen osalta myös MELA Tulospalvelussa (Luke 2021a) esitettyyn Suurin ylläpidettävissä oleva hakkuukertymä -laskelman (SY-laskelman) mukaiseen arvioon. Vuosina 2016–2035 SY-BD-skenaarioiden runkopuun vuotuinen hakkuukertymäarvio koko maassa on keskimäärin vajaa 3 miljoonaa kuutiometriä pienempi kuin MELA Tulospalvelussa esitettyssä SY-laskelmassa. Ero johtuu kaikkien SY-BD-skenaarioiden toimien yhteisvaikutuksesta. Erosta on tukkipuuta 1,0 miljoonaa, kuitupuuta 1,6 miljoonaa ja energiarunkopuuta 0,2 miljoonaa kuutiometriä. Ero on suurimmillaan (3,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa) kaudella 2016–2025, ja se pienenee kaudella 2026–2035. Vuosina 2016–2035 SY-BD-skenaariossa energiapuun vuotuinen kokonaiskertymä on keskimäärin 14,3 miljoonaa ja MELA Tulospalvelun SY-laskelmassa 21,6 miljoonaa kuutiometriä. Ero johtuu pääosin siitä, että SY-BD-skenaariossa ei korjata kantoja energiaksi. SY-laskelmassa kantojen korjuumäärä on keskimäärin 6,7 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

SY-BD-skenaariossa ja MELA Tulospalvelussa esitettyssä SY-laskelmassa kokonaishakkuuala on koko maassa keskimäärin samalla tasolla vuosina 2016–2035, vaikka SY-BD-skenaariossa runkopuun vuotuinen hakkuukertymä on selvästi pienempi kuin SY-laskelmassa. Monimuotoisuutta edistävistä toimista johtuen SY-BD-skenaariossa hakkuut kohdistuvat enemmän kasvatushakkuihin: SY-BD-skenaariossa kasvatushakkuiden osuus hakkuupinta-alasta on 62 % ja SY-laskelmassa 58 %.

6. Kasvihuonekaasutaseet

Paula Ollila ja Tarja Tuomainen

6.1. Laskentojen kuvaus

Kasvihuonekaasutaseet on laskettu kasvihuonekaasuinventaarion (KHK-inventaario) määritelmän mukaiselle metsämaalle. Tässä yhteydessä käytämme metsämaalle nimitystä metsä, erotukseksi tässä raportissa muuten käytetystä kansallisesti määritellystä metsämaasta (Tietolaatikko 1). Suomen KHK-inventaarion maankäyttöluokitus ja määritelmät (Tilastokeskus 2021d) on kuvattu raportissa Maatalous- ja LULUCF-sektorien päästö- ja nielukehitys vuoteen 2050 (Aakkula ym. 2019).

Tietolaatikko 1: Metsän määritelmät

Kansallinen metsän määritelmä

Suomen maapinta-ala jaetaan metsätalousmaahan ja muuhun maahan. Metsätalousmaata on maa, joka ei ole muussa käytössä.

Metsätalousmaa jaotellaan puuntuotoskyvyn mukaan seuraavasti:

- Metsämaa: puuston potentiaalinen vuotuinen keskikasvu on vähintään 1,0 m³/ha
- Kitumaa: puuston potentiaalinen vuotuinen keskikasvu on vähemmän kuin 1,0 m³/ha, mutta vähintään 0,1 m³/ha
- Joutomaa: puuston potentiaalinen vuotuinen keskikasvu jää alle 0,1 m³/ha
- Muu metsätalousmaa: sisältää metsäautotiet, metsätalouden pysyvät varasto- ja tonttialueet, metsäkokonaisuuteen kuuluvat sorakuopat, riistapellot ym. (Luke 2017)

Suomen kasvihuonekaasuinventaarion mukainen metsän määritelmä

Metsä on FAO/FRA:n (Global Forest Resources Assessments) määritelmän mukainen (FRA 2005). Sen mukaan puuston kypsyysvaiheessa puuston latvuspeittävyys on yli 10 % ja puiden tulee kyetä saavuttamaan kypsyysvaiheessaan 5 metrin pituus. Luokkaan kuuluvat kansallisen määritelmän mukaisista kitumaista FAO/FRA (FRA 2005) metsämääritelmän mukaiset kohteet ja muusta metsätalousmaasta metsäautotiet, siemenviljelymetsät ja metsätalouden pysyvät varastoalueet, ei kuitenkaan sorakuoppia tai rakennettuja alueita (Haakana ym. 2015).

Metsät jaetaan päästölaskennassa kahteen osaan siten, että tietyn vuoden taseeseen sisältyvät 1) kyseisenä vuonna tapahtuvasta metsityksestä aiheutuvat päästöt sekä tätä vuotta edeltävien 19 vuoden metsitysalueiden päästöt ja poistumat sekä 2) niiden metsien päästöt ja poistumat, joiden maankäytössä ei ole tapahtunut muutoksia tai muutoksesta on yli 20 vuotta. Muutos

maankäytössä tarkoittaa muutosta metsän ja muun maankäytön, kuten maatalousmaan, rakennetun maan tai kosteikkojen, välillä.

Metsien kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat koostuvat hiilivarastojen (elävä biomassa, kuollut puuaines, karike ja maaperä) muutoksista (CO₂) sekä metaani(CH₄)- ja dityppioksidin(N₂O) päästöistä. Skenaarioissa ei oletettu tapahtuvan ilmastonmuutosta. Kangasmaiden maaperämallinnuksessa käytettiin säädätänä vuodesta 2020 eteenpäin vuosien 1990–2019 keskiarvoa.

Metsien kasvihuonekaasutaseet esitetään HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioille. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioiden päästö- ja poistumalaskennan taustalla olevat oletukset maankäytönmuutoksista on kuvattu julkaisussa Maanavilja ym. (2021), eikä niihin ole tehty muutoksia. Muutoin skenaarioiden taustalla olevat oletukset on esitetty Taulukoissa 1 ja 2.

WAM-BD-skenaarion metsäpinta-alat ovat yhdenmukaiset HIISI-WAM-skenaarion kanssa. Lähtötiedot puuston ja maaperän hiilivarastonmuutosten laskentaan metsille, jotka ovat olleet metsää yli 20 vuotta, olivat WAM-BD-skenaarion mukaisia MELA-tuloksia. Muut kasvihuonekaasupäästöt sekä metsitysalueiden päästöt ja poistumat arvioitiin HIISI-WAM-skenaarion mukaisesti, koska WAM-BD- ja HIISI-WAM-skenaarioissa maankäytönmuutosten oletettiin olevan samanlaisia.

Kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat on pääosin laskettu yhdenmukaisesti Suomen KHK-inventaarion luokitusten ja menetelmien kanssa (Tilastokeskus 2021d). Puuston hiilivaraston muutokset on laskettu MELA-mallinnuksen 10-vuotiskausittain tuottamien puuston biomassavarastojen hehtaarikohtaisista erotuksista, jotka on kerrottu maankäyttöskenaarion pinta-aloilla. Kansallisen määritelmän metsä- ja kitumaan pinta-alalle lasketut MELA-tulokset skaalattiin näin vastaamaan KHK-inventaariossa käytettyä metsäpinta-alaa. Maaperälaskentaan elävästä ja luonnonpoistumapuustosta sekä hakkuissa metsään jäävästä hakkuutähteestä syntyvän karikkeen syötteet ovat MELA-laskennan tuloksia.

Puuston nettonielun laskenta poikkeaa KHK-inventaarion menetelmästä. Skenaarioissa puuston hiilivaraston muutos on käytännössä kahden ajankohdan varastojen erotus, kun se KHK-inventaariossa lasketaan puuston tilavuuskasvuarviosta ja tilastoidusta kokonaispoistumasta johdettujen biomassan muutoksista. Skenaarioiden kasvihuonekaasutaseen laskennassa käytettiin vuoteen 2019 ulottuvia KHK-inventaarion tietoja niin, että käytännössä ensimmäinen skenaariovuosi oli 2025. Siten ensimmäinen kausi, jolle tulokset esitetään, on 2021–2025, koska kausi 2016–2025 sisältäisi sekä jo toteutuneita muutoksia että skenaariota.

Puutuotteille on käytetty HIISI-skenaarioissa laskettua puutuotteiden hiilivaraston muutosta (Maanavilja ym. 2021), koska metsäteollisuuden tuotantoluvut ovat samat HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa (ks. Luku 3.2).

Aineen, kuten biomassan, hiilisisältönä on käytetty 50 %:a. Hiili on muunnettu hiilidioksidiksi (CO₂) kertoimella (–44/12). Kasvihuonekaasut on yhteismittallistettu hiilidioksidiekvivalenteiksi IPCC:n viidennen arviointiraportin (IPCC AR5 WG1 Ch8 2013) GWP (Global Warming Potential) -kertoimilla, jotka ovat hiilidioksidille (CO₂) 1, metaanille (CH₄) 28 ja dityppioksidille (N₂O) 265. KHK-inventaariossa (Tilastokeskus 2021d) käytetään neljännen arviointiraportin kertoimia (CO₂ 1, CH₄ 25, N₂O 298, IPCC AR4 WG1 Ch2 2007).

6.2. Kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat

HIISI-WEM-skenaariossa metsien nettonielu on alkuvuosina lähes 30 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia, mutta jää kaudella 2026–2035 alle 24 miljoonan hiilidioksidiekvivalenttonnin aleten edelleen seuraavalla 10-vuotiskaudella kahdella miljoonalla hiilidioksidiekvivalenttonnilla (Kuva 23). Koska puuston kokonaispoistumassa ei skenaarioiden välillä juuri ole eroa, saadaan HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioiden suurempi nettonielu aikaan lähinnä puuston kasvua lisäävillä toimilla. HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa metsien nettonielu on alkuvuosina noin 31 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia ja asettuu kausilla 2026–2035 ja 2036–2045 noin 27 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonniin. WAM-BD-skenaarion nettonielu on kautta vuosien hieman suurempi kuin HIISI-WAM-skenaariossa. Tämä johtuu siitä, että puuston kokonaisbiomassa kehittyy WAM-BD-skenaariossa hieman suuremmaksi kuin HIISI-WAM-skenaariossa. Biomassakehitykseen vaikuttavat erot sekä puuston kasvussa että hakkuiden kohdistumisessa ja hakkuumäärissä. Puustobiomassan sekä hakkuissa metsään jäävän hakkuutähteen määrä vaikuttaa lisäksi maaperään päätyvän karikkeen kautta maaperän hiilitaseeseen.

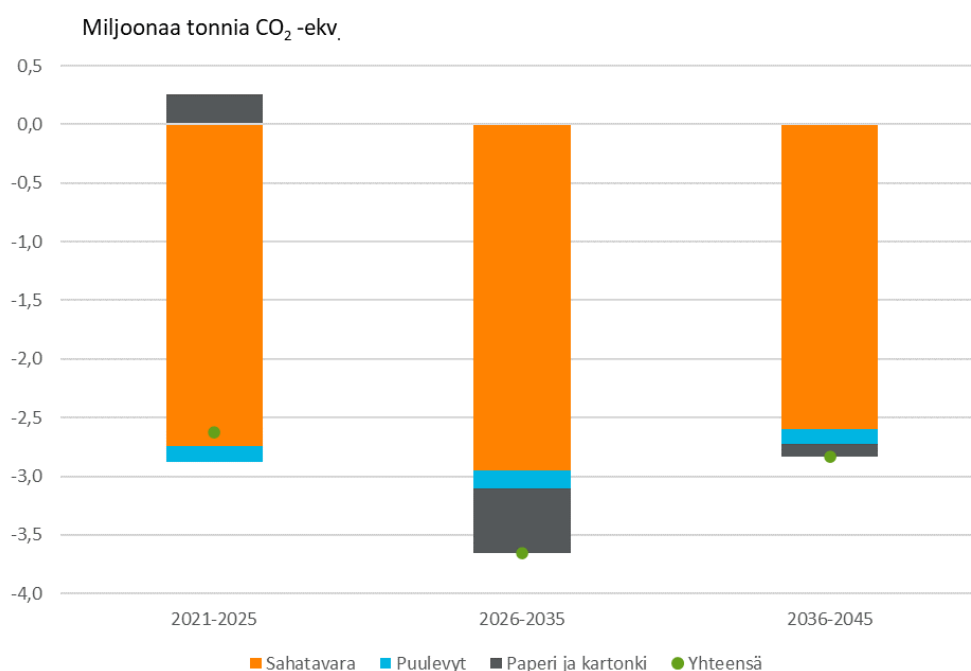


Kuva 23. Metsän keskimääräiset vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaariossa eri kausille eriteltyinä puustoon sekä kangas- ja turve- maaperiin (miljoonaa tonnia CO₂-ekv.).

WAM-BD-skenaariossa puuston nettonielu on suurimmillaan ensimmäisellä kaudella ja pienenee tulevilla kausilla hakkuiden lisääntyessä. Turvemaiden maaperäpäästö pienenee ja

kangasmaiden nielu kasvaa, kun sekä lisääntyvä puuston määrä että kasvavat hakkuut tuottavat enemmän karikesyötettä maaperään (Kuva 23).

Puutuotteiden nettonielu kuvaa sahatavaran, puulevyjen sekä paperin ja kartongin hiilivarastoissa tapahtuvaa muutosta. Koska näiden tuoteryhmien tuotannot olivat samat kaikissa skenaarioissa, myös puutuotteiden vaikutus on yhtä suuri kaikissa skenaarioissa. Kuvassa 24 nähdään paperin ja kartongin muuttuvan päästöstä nieluksi siirryttäessä ensimmäiseltä kaudelta toiselle, mutta näiden nettonielu sitten pienenee kolmannelle kaudelle. Tuotannon kasvaessa myös nielu kasvaa, mutta tuotannon pysyessä samalla tasolla vanhan hiilivaraston poistuma alkaa pienentää nielua. Vastaavanlainen kehitys on nähtävissä sahatavarassa ja puulevyissä. Skenaarioissa puutuotteiden nettonielu on suurimmillaan 3,7 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia kaudella 2026–2035 ja pienimmillään 2,6 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia kaudella 2021–2025.



Kuva 24. Puutuotteiden nettonielun kehitys (miljoonaa tonnia CO₂-ekv.). Tuotanto ja siten myös nielu on sama kaikissa skenaarioissa.

Yhteenvedon voidaan todeta, että WAM-BD-skenaarioiden suojele- ja muut lisätoimet eivät juuri vaikuta metsien nettonieluun verrattuna HIISI-WAM-skenaarioon. Tämä johtuu siitä, että hakkuut ovat molemmissa skenaarioissa samalla tasolla. Lisäksi suojele- ja muut lisätoimien lisääminen ym. monimuotoisuutta lisäävät toimet WAM-BD-skenaariossa vaikuttavat vain vähän metsien tulevaan kehitykseen ja sitä kautta metsien hiilinieluun. Merkittävä syy lienee myös se, ettei nykyinen laskentamenetelmä erottele suojele- ja muut lisätoimien vaikutusta metsien hiilinieluun, vaan kaikki metsät lasketaan yhtenä kokonaisuutena. Voidaankin olettaa, että laskenta tasoittaa mahdollisia skenaarioiden välisiä eroja erityisesti maaperän hiilivaraston kehityksen osalta. Vertailtaessa HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioita HIISI-WEM-skenaarioiden muuta pienempi puuston hiilinielu selittyy erityisesti pienemmällä lannoituspinta-alalla, jonka vuoksi puuston kasvu jää alhaisemmaksi ja puustovarasto siten pienemmäksi kuin muissa skenaarioissa. Puutuotteissa nettonielun suuruus vaihtelee kaudesta toiseen etenkin paperi- ja kartonkituotteiden osalta. Tuotteiden lyhytikäisyyden vuoksi niiden hiilinielu on hyvin herkkä tuotantomäärissä tapahtuville muutoksille.

7. Metsäluonnon monimuotoisuus

Leena Kärkkäinen, Jari Miina ja Hannu Hirvelä

7.1. Yleistä

Luonnon monimuotoisuuden kehitystä kuvataan usein uhanalaisten lajien määrän sekä elinympäristöjen määrän ja laadun kehityksen avulla. Metsien käyttöön suoraan tai välillisesti liittyviä uhanalaisuuden syitä ja uhkatekijöitä ovat metsien uudistamis- ja hoitotoimet, metsien puulajisuhteiden muutokset, vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen, lahoppuun väheneminen ja kuloalueiden sekä muiden sukkession alkuvaiheiden väheneminen. Vanhojen, hitaasti kasvavien haapojen, raitojen ja muiden lehtipuiden määrät ovat pitkällä aikavälillä vähentyneet (Hyvärinen ym. 2019). Viime vuosikymmenien aikana kehitys on kuitenkin useiden metsien monimuotoisuutta edistävien rakennepiirteiden kannalta ollut suotuisaa. Tähän on vaikuttanut muun muassa suojelualueiden lisääntyminen ja säästöpuuiden jättäminen uudistusaloille (Korhonen ym. 2020).

Ekosysteemin rakenteen ja toiminnan muutoksia voidaan selvittää myös yleisten kasvilajien runsauden ja runsaussuhteiden muutosten avulla (Vanha-Majamaa ja Reinikainen 2000). Metsänkäsittely vaikuttaa keskeisesti yleisimpien metsä- ja suokasvien runsauteen. Esimerkiksi mustikan peittävyys on pienin uudistusaloilla ja nuorissa metsissä ja suurin yli 100-vuotiaissa metsissä. Mustikka kärsii ohutlehtisenä varjokasvina kuivuudesta ja suorasta auringonpaah-teesta, minkä takia se katoaa nopeasti avohakatuista metsistä. Lisäksi maanmuokkaus tuhoaa mustikan maavarret, minkä takia ilmaversojen kasvu vähenee (Salemaa 2000a). Myös puolukan peittävyys on suurimmillaan yli 100-vuotiaissa metsissä sekä kangas- että turvemaidilla. Puolukan runsautta on vähentänyt nuorten kasvatusmetsien osuuden lisääntyminen. Puolukkavarvikoihin kohdistunut varjostus ja juuristokilpailu ovat lisääntyneet metsien tihentymisen ja puuston runkotilavuuden kasvun vuoksi. Puolukan runsauteen vaikuttaa myös mm. lannoitus, ojitus ja maanmuokkaus. Typpilannoituksen seurauksena puolukan maanpäällinen biomassa voi kasvaa karuilla kasvupaikoilla, mutta tuoreilla kasvupaikoilla se aiheuttaa puolukan vähentymistä. Puolukka on lisääntynyt rämeiden ojituksen seurauksena. Maanmuokkaus johtaa maavarsiyhteyksien katkeamiseen, minkä vuoksi ilmaversojen kasvu pienenee (Salemaa 2000b). Kanervan peittävyys on vähentynyt puolella 1950-luvusta, mihin tärkeimpinä syinä lienevät metsien tihentyminen ja laaja-alainen metsänuudistus ja maanmuokkaus (Salemaa 2000c).

Yksittäisten lajien lisäksi ekosysteemin rakenteen ja toiminnan muutoksia ilmentävät myös kasvumuotoryhmien (esim. varvut, heinät, jäkälät) peittävyyksissä tapahtuneet muutokset (Vanha-Majamaa 2000). Jäkälälajistoa vähentää puulajisuhteiden ja metsien ikärakenteen yksipuolistuminen (Nousiainen 2000). Ruoholajiston runsaussuhteita metsätalous on muuttanut lisäämällä pioneerilajeille soveltuvia hakkuuaukkoja. Metsätalous on myös suosinut sukkession myöhäisvaiheiden ruohoja lisäämällä sulkeutuneiden metsien puuston varjostusta. Vain harva ruoholaji on kuitenkaan uhanalaistunut metsien ikärakenteen muutosten vuoksi (Tonteri 2000). Useiden heinien määrä lisääntyy metsien hakkuiden seurauksena, koska monet heinistä ovat valoa tarvitsevia pioneerilajeja. Lisäksi kasvupaikasta riippuen esimerkiksi lannoitus lisää heinien peittävyttä ja biomassaa. Ojitus vaikuttaa turvemaidilla haitallisesti muutamaa kosteikkolajiin, mutta ojituksen seurauksena monet kangasmaiden heinät runsastuvat myös soilla (Vanha-Majamaa ym. 2000).

7.2. Arvioinnin toteutus

Tässä selvityksessä metsäluonnon monimuotoisuuden kehittymistä eri skenaarioissa tarkasteltiin metsien rakennetta ja aluskasvillisuutta kuvaavien muuttujien avulla. Muuttujat valittiin niistä muuttujista, joille MELA-ohjelmistolla oli mahdollista tuottaa arviot. Metsien rakennetta kuvattiin eri tavalla luokitellun metsien pinta-alan ja puuston runkotilavuuden avulla. Pinta-alan osalta tuotettiin arviot puuntuotannon ulkopuolella olevien metsien pinta-alasta sekä puulajivaltaisuudeltaan ja keski-ikältään erilaisten metsien pinta-aloista. Runkopuun tilavuudet luokiteltiin tarkasteluja varten puulajin ja puun rinnankorkeusläpimittaluokan mukaan. Lisäksi tarkasteltiin erikseen säästöpuiden tilavuutta. Lahopuun määrän ja laadun kehitystä ei pystytty arvioimaan MELA-laskelmien perusteella riittävällä tarkkuudella, joten sitä ei tarkasteltu tässä selvityksessä. Laskelmissa ei pystytty myöskään ottamaan huomioon esimerkiksi kulotuksen vaikutusta metsien rakenteeseen.

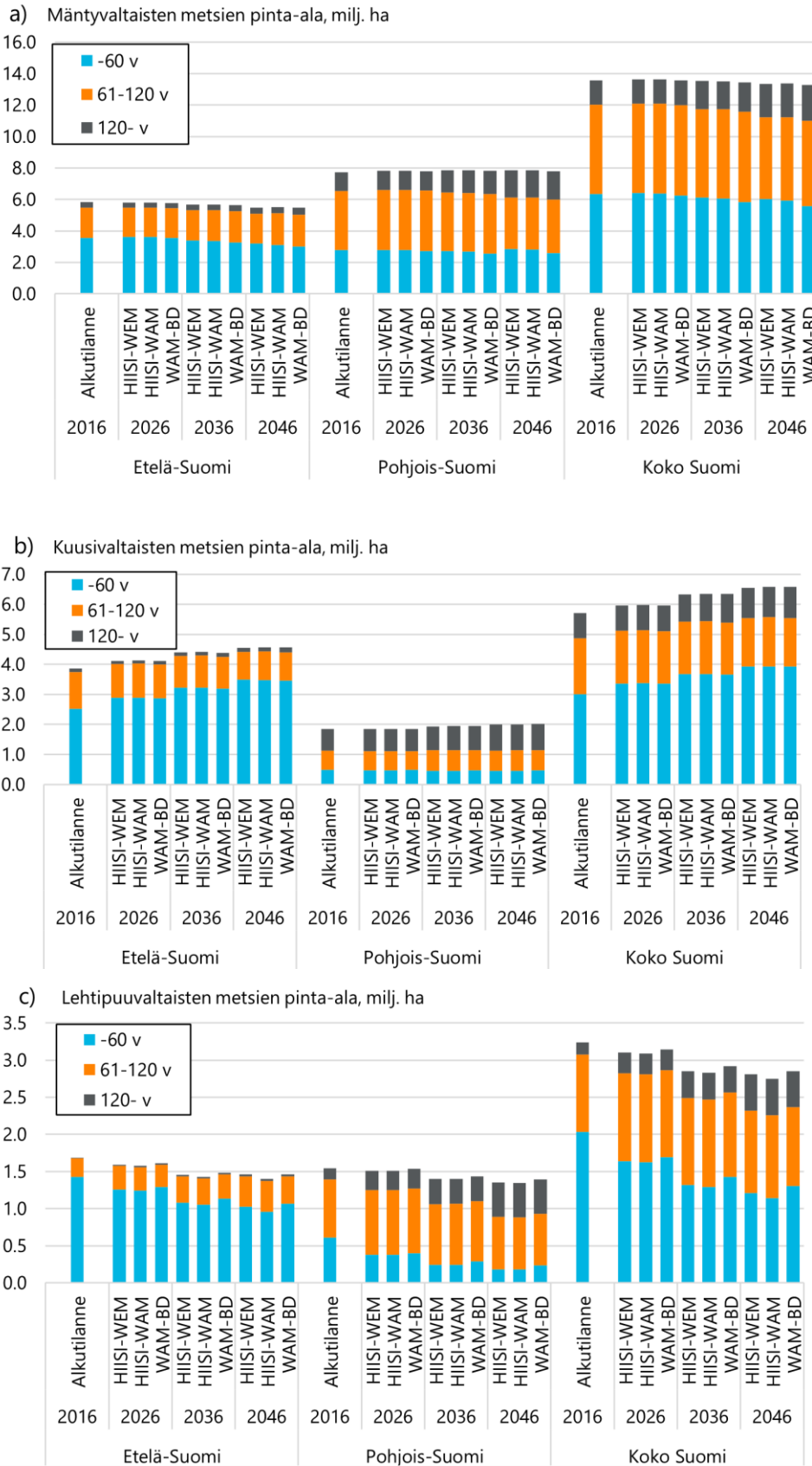
Aluskasvillisuutta kuvaavia muuttujia olivat mustikan, puolukan, jäkälien, ruohojen, heinien ja kanervan peittävyys. Aluskasvillisuuden kasvilajien prosentuaaliset peittävyys ennustettiin MELA-ohjelmistossa malleilla (Miina ym. 2020a, 2021), jotka perustuvat valtakunnan metsien 8. inventoinnin (VMI8) pysyvien koealojen kasvillisuusaineistoon. Siten peittävyysennusteet kattavat laajasti eri kasvupaikat ja alueet Suomessa. Peittävyysmalleissa käytettiin selittäjinä metsävaratiedoista saatavia kasvupaikka- ja puustotunnuksia sekä metsänkäsitelyä kuvaavia tunnuksia (hakkuut ja maanmuokkaus). Kasvilajien peittävyys laskettiin metsä-, kitu- ja joutomaalla. Mustikan ja puolukan peittävyys ennustettiin kangas- ja turvemaille, mutta jäkälien, heinien, ruohojen ja kanervan peittävyys ennustettiin vain kangasmalleille.

7.3. Metsien rakenteen kehitys

7.3.1. Pinta-alan kehitys

HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa puuntuotannon ulkopuolella olevien metsien pinta-ala oli koko Suomessa 5,3 miljoonaa hehtaaria, josta metsämaalla oli 1,8 miljoonaa, kitumaalla 1,2 miljoonaa ja joutomaalla 2,3 miljoonaa hehtaaria (ks. myös Liite 1b). WAM-BD-skenaariossa lisättiin puuntuotannon ulkopuolella olevien metsien pinta-alaa 0,95 miljoonalla hehtaarella. Tästä pinta-alasta oli metsämaalla 0,35 miljoonaa, kitumaalla 0,30 miljoonaa ja joutomaalla 0,30 miljoonaa hehtaaria. Metsämaalla puuntuotannon ulkopuolella olevien metsien pinta-alan lisäyksestä 45 % kohdistui Etelä-Suomeen ja 55 % Pohjois-Suomeen. Kitu- ja joutomaalla suoje-lupinta-alan lisäys kohdistui pääosin Pohjois-Suomeen. Laskelmissa metsänkäsitelyä ei tehty kitu- ja joutomaalla, joten skenaarioissa kitu- ja joutomaalle kohdistuneella lisäsuojelulla ei ollut vaikutusta metsien käsittelyyn.

Laskelmien alkutilanteessa mäntyvaltaisten metsien pinta-ala metsä- ja kitumaalla oli koko Suomessa 13,6 miljoonaa hehtaaria ja sen arvioidaan olevan hieman pienempi vuonna 2036 kaikissa skenaarioissa (Kuva 25a). Kuusivaltaisten metsien pinta-ala lisääntyi 5,7 miljoonasta hehtaaresta 6,3–6,4 miljoonaan hehtaarin eri skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä. Kuusivaltaisten metsien pinta-ala lisääntyi erityisesti Etelä-Suomessa (Kuva 25b). Lehtipuuvaltaisten metsien pinta-ala väheni 3,2 miljoonasta hehtaaresta 2,8–2,9 miljoonaan hehtaariin eri skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä (Kuva 25c). Lehtipuuvaltaisten metsien pinta-ala väheni sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa. Alkutilanteeseen verrattuna yli 120-vuotiaiden mänty-, kuusi- ja lehtipuuvaltaisten metsien pinta-ala lisääntyi koko Suomen tasolla kaikissa skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä.

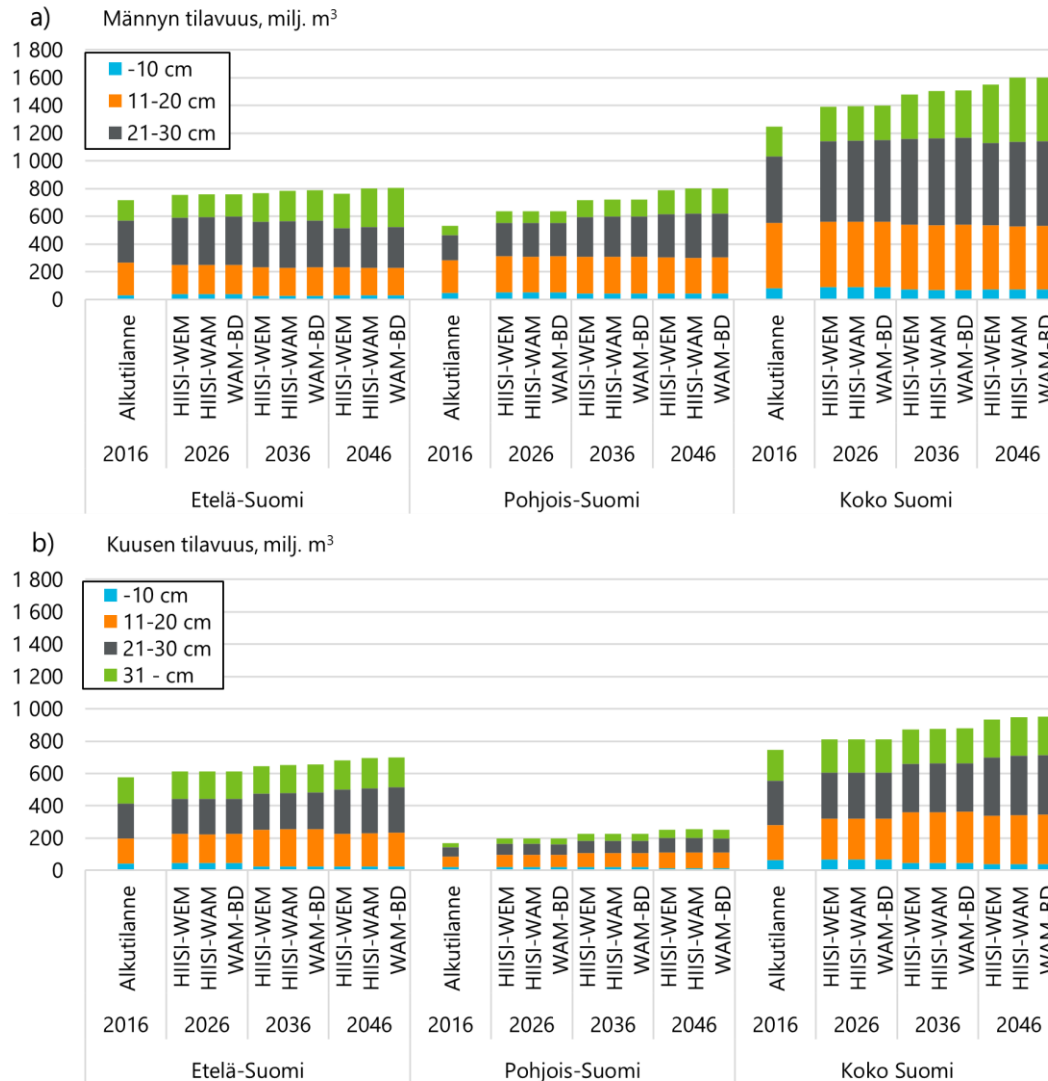


Kuva 25. a) Mäntyvaltaisten, b) kuusivaltaisten ja c) lehtipuuvalltaisten metsien pinta-ala metsä- ja kitumaalla vallitsevan puuston keski-ian mukaan luokiteltuna Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa.

7.3.2. Puuston tilavuuden kehitys

Männyn kokonaistilavuus laskelmien alkutilanteessa oli koko Suomessa metsä- ja kitumaalla 1 246 miljoonaa kuutiometriä (Kuva 26a). Vuoteen 2036 mennessä männyn tilavuus lisääntyi noin 20 %. Männyn tilavuuden kasvu oli hieman suurempaa HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa kuin HIISI-WEM-skenaariossa. Suhteellinen ero tilavuuden muutoksessa eri skenaarioiden välillä oli suurin läpimittaluokassa yli 30 cm. Tässä läpimittaluokassa männyn tilavuus lisääntyi vuoteen 2036 mennessä noin 50 % HIISI-WEM-skenaariossa sekä 60 % HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa. Tilavuus tässä läpimittaluokassa kasvoi huomattavasti kaikissa skenaarioissa sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa.

Kuusen kokonaistilavuus alkutilanteessa oli koko Suomessa metsä- ja kitumaalla 745 miljoonaa kuutiometriä (Kuva 26b). Kuusen osalta erot eri skenaarioiden välillä olivat pienet kokonaistilavuuden ja läpimittaluokittaisten tilavuuksien kehityksessä. Kuusen kokonaistilavuus lisääntyi 17–18 % vuoteen 2036 mennessä, ja tilavuuden lisäys oli suurinta läpimittaluokan 11–20 cm puissa. Myös kuusen kokonaistilavuus kasvoi läpimittaluokassa yli 30 cm vuoteen 2036 mennessä, mutta tilavuuden suhteellinen lisäys oli pienempää kuin männyllä.



Kuva 26. a) Männyn ja b) kuusen tilavuuden kehitys metsä- ja kitumaalla eri läpimittaluokissa Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa.

Koivun kokonaistilavuus laskelmien alkutilanteessa oli koko Suomessa metsä- ja kitumaalla 405 miljoonaa kuutiometriä (Kuva 27a). Kaikissa skenaarioissa koivun kokonaistilavuus lisääntyi vuoteen 2036 mennessä, ja lisäys oli suurempi Pohjois- kuin Etelä-Suomessa. Koivun kokonaistilavuus lisääntyi suhteellisesti eniten läpimittaluokassa yli 30 cm, jossa tilavuuden lisäys oli koko Suomessa 80 % HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa ja 73 % WAM-BD-skenaariossa vuoteen 2036 mennessä.

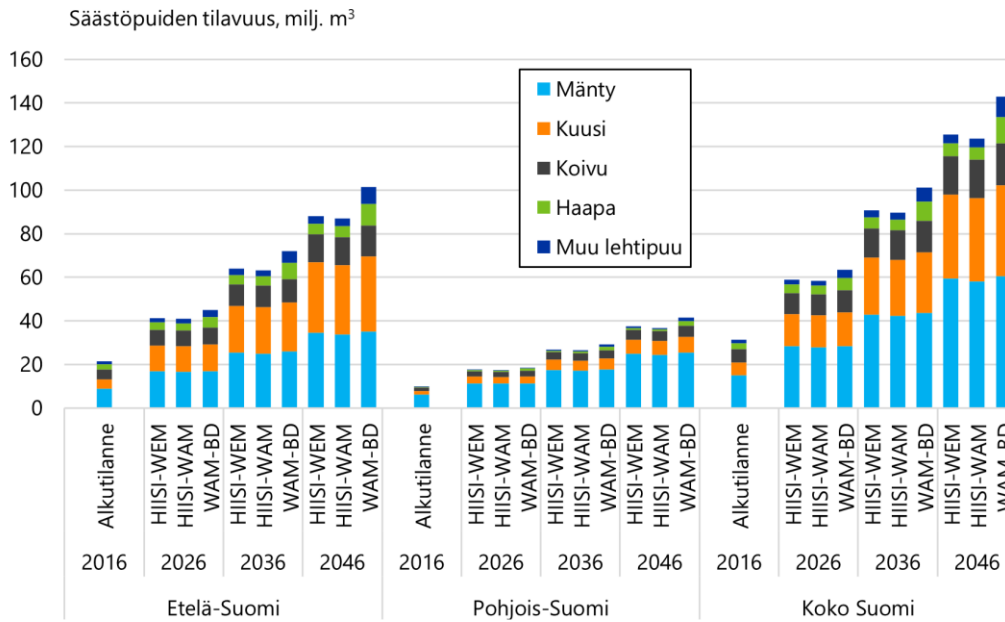
Haavan kokonaistilavuus oli koko Suomessa 40 miljoonaa kuutiometriä alkutilanteessa ja se väheni kaikissa skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä (Kuva 27b). Tilavuus väheni lähinnä Etelä-Suomessa ja pysyi joko samalla tasolla tai jopa hieman lisääntyi (WAM-BD-skenaario) Pohjois-Suomessa. Haavan kokonaistilavuus väheni koko Suomessa enemmän HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa kuin WAM-BD-skenaariossa. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa tilavuus väheni 17 % ja WAM-BD-skenaariossa 9 % vuoteen 2036 mennessä. Läpimittaluokassa yli 30 cm haavan tilavuus kuitenkin lisääntyi kaikissa skenaarioissa, WAM-BD-skenaariossa enemmän (+13 %) kuin HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa (+3–4 %).

Muiden lehtipuiden tilavuus oli alkutilanteessa koko Suomessa 39 miljoonaa kuutiometriä (Kuva 27c). HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa tilavuus säilyi samalla tasolla ja WAM-BD-skenaariossa kasvoi vuoteen 2036 mennessä. Kaikissa skenaarioissa muun lehtipuun tilavuus kasvoi läpimittaluokassa yli 30 cm vuoteen 2036 mennessä. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaariossa tämä lisäys oli hieman yli 30 % ja WAM-BD-skenaariossa lähes 50 % verrattuna vuoteen 2016.



Kuva 27. a) Koivun, b) haavan ja c) muiden lehtipuiden tilavuuden kehitys metsä- ja kitumaalla eri läpimittaluokissa Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa.

Säästöpuiden tilavuus vuonna 2036 koko Suomessa oli WAM-BD-skenaariossa 11–13 % suurempi kuin HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa (Kuva 28). Erityisesti säästöpuiksi valittujen lehtipuiden tilavuus oli WAM-BD-skenaariossa suurempi kuin kahdessa muussa skenaariossa. Männyllä ero oli 1–3 %, kuusella 7–8 %, koivulla 6–7 %, haavalla 83 % ja muilla lehtipuilla 93 %. Etelä-Suomessa ero säästöpuiden tilavuudessa vuonna 2036 oli 13–14 % ja Pohjois-Suomessa 8–10 %. Vuonna 2036 WAM-BD-skenaariossa säästöpuiden tilavuudesta oli 71 % Etelä-Suomessa ja 29 % Pohjois-Suomessa.



Kuva 28. Säästöpuiksi valittujen puiden tilavuuden kehitys metsä- ja kitumaalla puulajeittain Etelä-Suomessa, Pohjois-Suomessa ja koko Suomessa.

7.4. Aluskasvillisuuden peittävyys kehitys

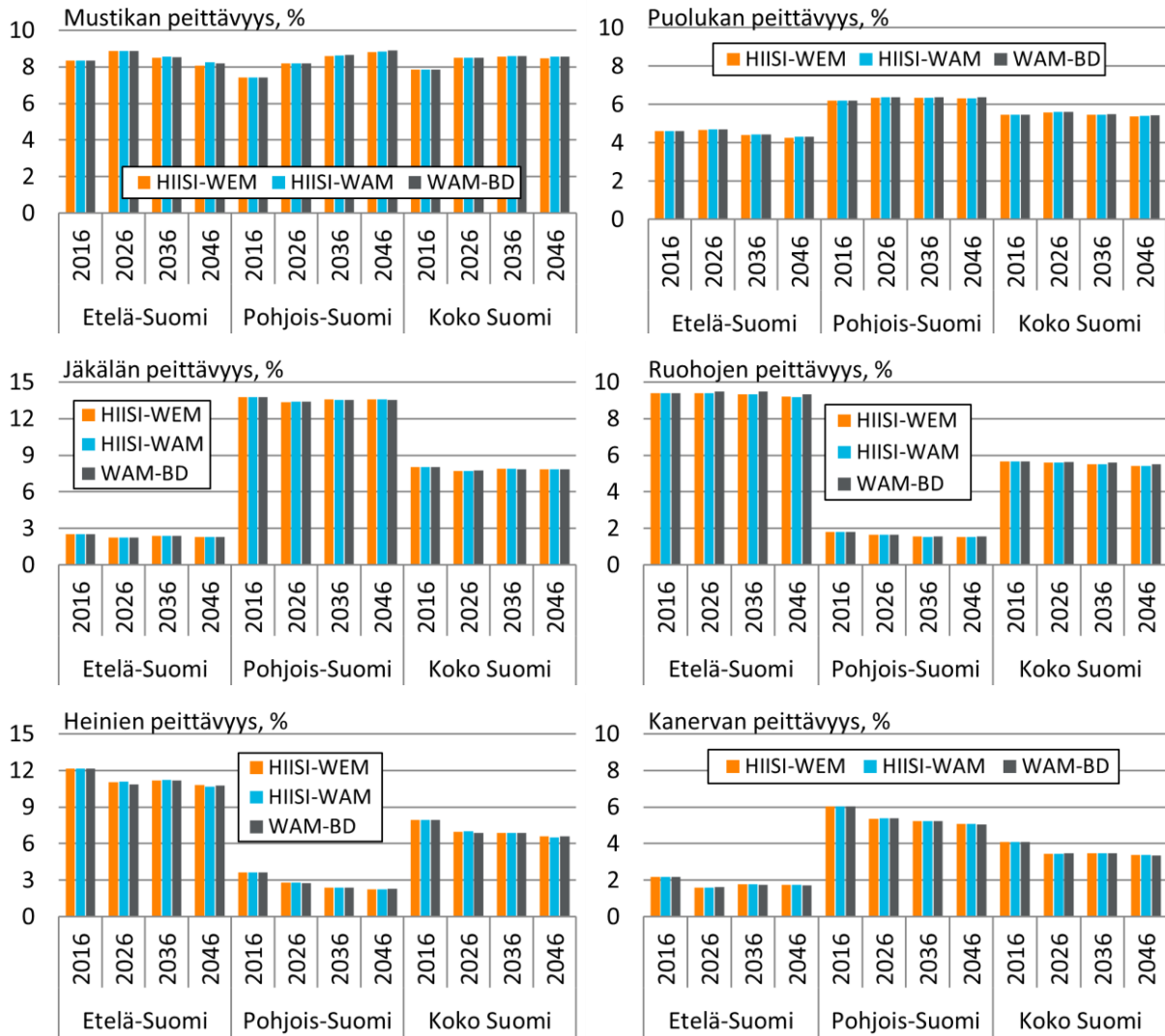
Aluskasvillisuuden kasvilajien keskipeittävyksissä metsä-, kitu- ja joutomaalla ei tapahdu suuria muutoksia vuoteen 2036 mennessä (Kuva 29). Myös skenaarioiden väliset erot ovat pieniä. Uudistushakkuilla on merkittävä vaikutus aluskasvillisuuteen. Erot uudistushakkuupinta-aloissa eri skenaarioiden välillä eivät ole niin suuria, että ne näkyisivät suurina eroina aluskasvillisuuden peittävyksissä.

Mustikanvarpujen peittävyys kasvaa hiukan vuoteen 2036 mennessä, mikä on seurausta puuston kasvua pienemmistä hakkuumääristä, mistä puolivarjossa viihtyvä mustikka hyötyy. Myös puuston varttuminen ja järeytyminen suosii mustikkaa. Puolukanvarpujen peittävyys sen sijaan pienenee lievästi, mikä johtunee myös metsien tihentymisestä, kun puuston kokonaistilavuus lisääntyy kaikissa skenaarioissa.

Maajäkälät viihtyvät karujen kangasmaiden männiköissä, joita esiintyy erityisesti Pohjois-Suomessa. Jäkälän peittävyys alenee lievästi vuoteen 2036 mennessä, mikä on seurasta metsien tihentymisestä (vrt. Miina ym. 2021).

HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa metsien tihentymisen seurauksena heinien ja ruohojen peittävyys alenevat lievästi vuoteen 2036 mennessä. WAM-BD-skenaariossa lisäsuojelu kohdistuu muun muassa lehtoihin, mikä lisää lievästi ruohojen peittävyttä lähtötilanteeseen verrattuna Etelä-Suomessa ja muihin skenaarioihin verrattuna myös Pohjois-Suomessa.

Metsien tihentymisen seurauksena kanervan peittävyys alenee vuoteen 2036 mennessä erityisesti Pohjois-Suomessa, jossa kanervan suosimien kasvupaikkojen osuus on korkeampi kuin Etelä-Suomessa.



Kuva 29. Mustikan, puolukan, jäkälän, ruohojen, heinien ja kanervan peittävyyskehitys HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa.

7.5. Tulosten tarkastelu

WAM-BD-skenaariossa lisättiin suojelua metsä-, kitu- ja joutomaalla yhteensä 0,95 miljoonalla hehtaarilla. Metsämaalla suojelupinta-alan lisäys kohdistui hieman enemmän Etelä-Suomeen kuin Pohjois-Suomeen. Kitu- ja joutomailla tämän pinta-alan lisäys kohdistui voimakkaasti Pohjois-Suomeen. Suojelun kohdistamisella kitu- ja joutomaille ei ollut laskelmien tulosten kannalta merkitystä, koska skenaariolaskelmissa oli oletuksena, että metsänkäsittelyä ei tehdä näillä alueilla.

Kaikissa skenaarioissa kuusivaltaisten metsien kokonaispinta-ala lisääntyi ja lehtipuuvaltaisten metsien pinta-ala väheni vuoteen 2036 mennessä. Mäntyvaltaisten metsien pinta-ala hieman väheni. Puulajien väliseen kehitykseen vaikuttivat mm. puulajien väliset hintasuhteet ja oletukset metsien käsittelystä (esim. poistettavien puiden valinnasta). Tarkastelluissa skenaarioissa männyn, kuusen ja koivun tilavuus oli vuonna 2036 suurempi kuin laskelmien alkutilanteessa. Tämä johtui siitä, että runkokuusen tilavuuden kasvu oli näiden puulajien osalta suurempaa kuin

runkopuun poistuman tilavuus (ks. Luku 5.1.2). Vuoteen 2036 mennessä skenaarioiden väliset erot männyn, kuusen ja koivun kokonaistilavuuden kehityksessä olivat varsin pienet.

Haavan tilavuus väheni kaikissa skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä. Haavan tilavuuden väheneminen oli suurempaa HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa kuin WAM-BD-skenaariossa. Muiden lehtipuiden tilavuus lisääntyi WAM-BD-skenaariossa ja pysyi samalla tasolla muissa skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä. Tämä kehitys johtui siitä, että WAM-BD-skenaariossa suosittiin haapaa ja muita lehtipuita (pl. koivu) säästöpuina uudistushakkuissa sekä lisätiin lehtipuiden osuutta osassa havupuuvaltaisista kasvatusmetsistä. Haavan kokonaistilavuus kuitenkin laski myös WAM-BD-skenaariossa vuoteen 2036 mennessä, koska skenaariolaskelmissa taimikonhoito ja harvennushakkuut (lukuun ottamatta lehtisekapuuston osuutta lisääviä harvennuksia) tehtiin pääpuulajia suosien poistamalla ensisijaisesti muiden puulajien puita. Tämän oletuksen takia pääosin sekapuustoina esiintyvää haapaa poistettiin näiden toimenpiteiden yhteydessä, vaikka lehtipuuta suosittiinkin WAM-BD-skenaariossa enemmän kuin muissa skenaarioissa. Haavan tilavuuden kehitykseen vaikutti myös se, että kaikissa näissä skenaariolaskelmissa vain mänty, kuusi ja koivu olivat uudistusaloilla viljeltäviä puulajeja ja että haapaa ja muita lehtipuita syntyi laskelmissa vain luontaisesti.

Lehtipuuvaltaiten metsien pinta-alan sekä koivun, haavan ja muiden lehtipuiden tilavuuden kehitykseen vaikutti myös skenaarioissa sovelletut hakkuukertymätavoitteet. WAM-BD-skenaariossa säästöpuiden valinta ja lehtisekapuuston lisäys pienensivät näissä hakkuukohteissa lehtipuiden hakkuukertymää, ja siksi lehtipuiden tukki- ja kuitupuukertymätavoitteiden saavuttamiseksi hakkuut kohdistuivat laskelmassa hieman eri tavalla, mm. lehtipuuvaltaisiin metsiin. Tämän seurauksena WAM-BD-skenaariossa yli 60-vuotiaiden lehtipuuvaltaiten metsien pinta-ala pieneni, koivun hakkuukertymät olivat suuremmat ja koivun runkotilavuus vuonna 2036 oli pienempi kuin HIISI-WAM-skenaariossa. Erot ovat kuitenkin pienet ja osittain niiden taustalla on optimoinnissa kertymätavoitteille annetut pienet vaihteluvälit (ks. Luku 3.3.2).

Vuoteen 2036 mennessä männyn tilavuus lisääntyi kaikissa skenaarioissa suhteellisesti eniten suurimmassa läpimittaluokassa (yli 30 cm). Tässä läpimittaluokassa männyn tilavuuden lisäys oli suurempaa HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa kuin HIISI-WEM-skenaariossa. Yhtenä syynä tähän oli kasvatuslannoitusten lisääminen HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa. WAM-BD-skenaariossa puuston tilavuutta suurimmassa läpimittaluokassa lisäsi myös se, että puuntuotannon ulkopuolella olevien metsien pinta-ala oli tässä skenaariossa suurempi kuin muissa skenaarioissa ja että huomattava osa suojelualan lisäyksestä kohdistui vanhoihin metsiin. Kuusen tilavuus lisääntyi kaikissa skenaarioissa eniten läpimittaluokassa 11–20 cm, mihin vaikuttaa se, että viime vuosina metsien uudistamisessa on hirvituhojen takia suosittu kuusta (Luk 2021c). Nämä kuusikot varttuvat vuoteen 2036 mennessä nuoriksi kasvatusmetsiksi lisäten siten kuusen tilavuutta tässä läpimittaluokassa.

Koivun tilavuus lisääntyi suhteellisesti eniten suurimmassa läpimittaluokassa. Lisäys oli suurempi HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa kuin WAM-BD-skenaariossa, koska muiden lehtipuiden suosiminen säästöpuina WAM-BD-skenaariossa pienensi lehtipuiden hakkuukertymää ja siten kertymätavoitteiden saavuttaminen edellytti koivun hakkuiden lisäämistä. Haapojen ja muiden lehtipuiden (pl. koivu) suosiminen uudistushakkuissa säästöpuina WAM-BD-skenaariossa näkyi näiden puulajien kokonaistilavuuden selvänä lisääntymisenä suurimmassa läpimittaluokassa verrattuna muihin skenaarioihin. Säästöpuiden tilavuuden kehitykseen laskelman aikana vaikutti se, että alkutilanteessa säästöpuiksi luokiteltiin VMI:n maastoaineistossa jättöpuiksi merkityt puut ja että säästöpuiksi valittuja puita ei hakattu koko laskelman aikana. Lisäksi MELA-ohjelmistossa ei oteta huomioon esimerkiksi laaja-alaisten tuulituhojen vaikutusta säästöpuiden määrään, mikä osaltaan edisti säästöpuiden tilavuuden kehitystä. Tässä selvityksessä

esitettyihin säästöpuiden tilavuuksiin liittyy siten suurta epävarmuutta, minkä takia näiltä osin tämän selvityksen tuloksiin on syytä suhtautua varauksellisesti.

Skenaarioiden väliset erot aluskasvillisuuden keskimääräisissä peittävyyksissä olivat tarkastelu-ajanjaksolla pienet. Tämä johtui muun muassa siitä, että erot uudistushakkuupinta-aloissa eri skenaarioiden välillä olivat melko pienet ja että muun muassa ruohojen lajiryhmässä on sekä avoimia aloja että varjoa suosivia kasvilajeja. Lisäksi esimerkiksi puolukan varvusto on runsasta sekä varttuneissa mäntymetsissä että männyn uudistusaloilla. Uudistushakkuut alentavat puolukan peittävyttä, mutta ei niin voimakkaasti kuin mustikan. Puolukka myös toipuu uudistushakkuusta ja maanmuokkauksesta nopeammin kuin mustikka. Heinien ja ruohojen pioneerilajit runsastuvat hakkuiden, erityisesti uudistushakkuiden jälkeen, mutta metsien tihentyminen, erityisesti kuusimetsissä vähentää sekä heinien että ruohojen määrää. Kanerva viihtyy kuivahkoilla ja kuivilla kankailla. Etelä-Suomessa kanerva on nuorissa ja varttuneissa metsissä runsaampi kuin uudistamiskypsissä metsissä, mutta pohjoisessa se on runsas myös uudistamiskypsissä metsissä (Tonteri ym. 2005).

Tulosten perusteella WAM-BD-skenaarion mukaisilla monimuotoisuustoimilla (suojeltujen metsien pinta-alan, säästöpuiden määrän ja lehtisekapuuston lisääminen) voidaan lisätä monimuotoisuudella tärkeitä metsien rakennepiirteitä. Tässä selvityksessä oli mahdollista tarkastella kuitenkin vain osaa monimuotoisuudella tärkeistä metsien rakennepiirteistä. Esimerkiksi monille metsälajeille tärkeää lahpuuta ei voitu ottaa huomioon tätä selvitystä varten tehdyissä skenaarioanalyseissä.

8. Virkistyskäyttö ja luontomatkailu

Marjo Neuvonen ja Liisa Tyrväinen

8.1. Yleistä

8.1.1. Käsitteitä

Luonnon virkistyskäyttö tarkoittaa vapaa-ajan viettämistarkoituksessa luonnonympäristössä tapahtuvaa oleskelua ja liikkumista jalan, hiihtäen, pyöräillen tai moottoriajoneuvolla tarkoitukseen liikkunta, maisemien ihailu, luonnon harrastaminen ja esimerkiksi retkeily, telttailu, marjastus, sienestys, uinti tai veneily. Luonnon virkistyskäyttö sisältää jokamiehenoikeudella luonnossa liikkumisen ja oleskelun, ja näiden lisäksi metsästyksen sekä osan jokamiehenoikeuden ulkopuolelle jäävästä virkistyskalastuksesta. Luonnon virkistyskäytön käsitettä käytetään, kun painotetaan luonnonvarojen, kuten metsien ja vesistöjen käyttöä, toisin sanoen alueiden käyttämistä virkistykseen (Sievänen ja Neuvonen 2011). Luonnon virkistyskäytön toimijoita eli virkistyskäyttäjiä ovat paikalliset asukkaat sekä kotimaiset tai ulkomaiset matkailijat.

Luontomatkailu määritellään laaja-alaisesti matkailuksi, jossa luonto on ensisijainen vetovoimatekijä (VILMAT-työryhmän määritelmä, Tyrväinen ym. 2018b).

Virkistys- tai ulkoiluympäristöllä tarkoitetaan sitä ympäristöä, missä virkistyskäyttö tai ulkoilu tapahtuu (ulkoiluympäristöjen tarjonta). Luonnossa virkistäydytään vakinaisen asunnon läheisillä luontoalueilla, ulkoilualueilla tai talousmetsissä ja myös vapaa-ajan asuntoja ympäröivässä luonnossa, kuten myös vesistöissä, rannoilla ja saaristossa. Kuntien tarjoamat ulkoilu- ja retkeilyalueet ja luontoympäristöt, tarjoavat lähivirkistysmahdollisuuksia asukkaille. Myös taajamien läheisyydessä sijaitsevilla yksityisten omistamissa metsissä ulkoillaan jokamiehenoikeuden turvin. Valtion suojelualueet, kuten kansallispuistot, sekä retkeilyalueet tarjoavat koko Suomessa merkittävät virkistyskäyttöä ja matkailua tukevat palvelut.

8.1.2. Virkistyskäytön ja luontomatkailun kysyntä

Ulkoilun suosio on säilyttänyt korkean tasonsa 20 vuodessa, ja vuonna 2020 ulkoiluun osallistui 96 % väestöstä. Samaan aikaan virkistyskertojen määrä on kasvanut. Ulkoilijoiden lukumäärä kasvanut erityisesti yli 65-vuotiaissa suomalaisissa. Lisäksi nuorten sekä nuorten aikuisten luonnossa liikkuminen lisääntyi koronapandemian aikana (Neuvonen ym. 2022). Virkistyskysyntään vaikuttavat myös taloudelliset suhdanteet ja viime aikoina paljon myös terveysturvallisuuden ohjeistukset

Koronapandemia on vaikuttanut erityisen vahvasti matkailu- ja ravitsemisalaan, jossa monet yritykset ovat kärsineet merkittäviä tulonmenetyksiä. Sektorin toipuminen koronapandemiasta riippuu siitä, millä aikataululla kansainvälinen matkustamisen kysyntä Suomeen mahdollisesti palautuu (Rikkonen ym. 2020). Luontomatkailu oli Suomessa ja muissakin Pohjoismaissa ennen pandemiaa vahvalla kasvu-uralla, mikä näkyy esimerkiksi kansallispuistojen kasvaneista kävijämääristä. Luonnossa liikkumisen ja oleskelun suosion lisääntyminen koronaepidemian aikana on vauhdittanut luontokäyntien suosion kasvua entisestään parin viime vuoden aikana.

Luontomatkailun ja luonnon virkistyskäytön talous- ja työllisyysvaikutusten osuus arvioidaan olevan vähintään neljäsosa majoitus-, ravitsemus- ja ohjelmapalveluista. Tarkkoja lukuja toimialan volyyminä ei ole, koska luontomatkailua ei tilastoida erikseen muusta matkailusta.

Tilastokeskuksen arvion mukaan noin 33 800 henkilöä Suomessa työllistyy luontomatkailun ja virkistyskäytön alalla, joka on 10 % koko biotalouden työllistävyydestä (Tyrväinen ym. 2018b).

Jokamiehenoikeudella tapahtuvassa virkistystäytymisessä lähiluonnossa ei synny suoria raha-virtoja, mutta siitä saadaan merkittäviä virkistys- ja terveyshyötyjä (Tyrväinen ym. 2018b). Ekosysteemitilipidossa ekosysteemit ja niiden tuottamat hyödykkeet ja palvelut voidaan paremmin huomioida esimerkiksi osana ympäristölaajennettua bruttokansantuotetta ja muita talouden tunnuslukuja laskettaessa (Oinonen ym. 2021).

8.1.3. Kysyntään vaikuttavat tekijät

Luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun tulevaisuutta koskeviin arvioihin liitetään usein sekä globaaleihin trendeihin, väestöön ja toimintaympäristöön liittyvien muutostekijöiden tarkastelua. Eri muutostekijöiden huomioiminen ja nykytilan seuranta antaa pohjan arvioida tulevaisuuden virkistyskysyntää.

Kuntien ulkoilu- ja retkeilyalueet, kaupunkimetsät ja asutuksen läheisyydessä sijaitsevat metsät ovat tärkeä virkistyskäytön voimavara. Taajamissa ja varsinkin suuremmissa kaupungeissa kosketus metsään tulee yhä useammin juuri virkistyskäytön kautta. Kauniit maisemat ovat yksi eniten mainituista syistä lähteä luontoon, ja metsäympäristön laatua usein arvioidaan maisemien miellyttävyyden ja vetovoimaisuuden kautta. Ulkoilu- ja matkailukysyntää tulevaisuudessakin vahvasti määrittävä tekijä on kaupungistuminen: väestön keskittyessä kaupunkeihin lähialueille muodostuu yhä suurempi kysyntä metsien virkistyspalveluille. Usein virkistyspalvelut kilpailevat muiden maankäyttömuotojen kanssa. Huonona kehityksenä voidaan pitää alueiden eriarvoistumista ja laadukkaiden virkistyspalveluiden siirtymistä kauemmas. Toisaalta vetovoimaisista metsistä ja luontokohteista tulee matkailua lisääviä tekijöitä.

Ympäristötietoisuus ja -arvot ovat lisääntyneet sekä Suomessa että kansainvälisesti, johon myötävaikuttavat tietoisuus sekä ilmastomuutoksesta että monimuotoisuuden häviämisestä (Konu ym. 2017). Lisäksi terveyden ja hyvinvoinnin merkitys on kasvanut yhtenä tärkeänä motiivina lähteä liikkumaan luontoon. Hyvät metsäympäristöt tukevat tutkitusti kansalaisten elämänlaatua, terveyttä ja hyvinvointia (Tyrväinen ym. 2018a). Jatkossa globaali väestönkasvu ja luonnon tunnistetut terveys- ja hyvinvointihyödyt lisäävät luontomatkailun ja virkistyskäytön kysyntää. Puhtaan ja autenttisen metsäympäristön kokemisen merkitys ja kiinnostavuus kasvavat luontomatkailussa. Matkailutuotteilta ja palveluilta edellytetään yhä enemmän vastuullisuutta ja kestävyttä (Konu ym. 2017). Näiden lisäksi luontomatkailun kysyntään vaikuttavat nopeallakin aikataululla erilaiset poliittiset, taloudelliset, terveys- ja turvallisuustekijät sekä liikumisen rajoitukset (Haukeland ym. 2021).

Todennäköisyys Etelä-Suomen lumettomille talville ja heikentyneille talviulkoilun mahdollisuuksille kasvaa ilmaston lämmitessä. Muutoksen ulkoilun olosuhteissa voivat vaikuttaa kysyntään lumivarmoilla alueilla, lisätä kysyntää esimerkiksi Itä- ja Pohjois-Suomessa tai paikallisesti alueilla, joissa on keinolumiolosuhteita. Metsiä käytetään virkistäytymiseen läpi vuoden, joten käytön jäljet voivat myös näkyä enemmän suojaavan routa- ja lumikerroksen puuttuessa.

Suomalaiset käyttävät ulkoiluun sekä yksityisten omistamia alueita jokamiehenoikeuksien perusteella sekä kuntien ja valtion omistamia alueita, joista osa on erityisesti varattu virkistyskäyttöön ja sieltä löytyy ulkoilua tukevia palveluita. Virkistäytymiseen käytettyyn paikkaan vaikuttavat ulkoilijan harrastus ja motiivit. Suosituimpia ulkoiluharrastuksia ovat kävely, uinti, pyöräily, marjastus, mökkeily ja luonnossa oleskelu tai maisemien ihailu, ja niitä harrastaa yli puolet suomalaisista. Suosituinta ulkoiluharrastusta luonnossa kävelyä harrastaa 79 % suomalaisista. Harrastemuotojen lisääntyessä myös metsäalueiden käyttö luonnossa virkistäytymiseen laajenee.

Esimerkiksi retkeilyyn, vaellukseen, luontovalokuvauksen ja maastopyöräilyn harrastaminen on lisääntynyt 20 vuodessa (Neuvonen ym. 2022).

LVVI3-tutkimuksessa luontomatkoja tehneiden osuus on noin 46 %, mikä määrä on kasvanut tasaisesti 20 vuoden ajan. Tyypillinen yöpymisen sisältämä matka virkistytymisen vuoksi on matka vapaa-ajan asunnolle, missä virkistysympäristö on useimmiten yksityisten omistamalla maa- tai vesialueella. Tilastokeskuksen vapaa-ajan matkoja koskevan tilaston (Suomen virallinen tilasto (SVT) 2020) mukaan kotimaan vapaa-ajanmatkoja tehtiin 11,8 miljoonaa vuonna 2020. Näistä maksullisen yöpymisen sisältäneitä matkoja oli 4,2 miljoonaa ja ilmaismajoitusmatkoja 7,6 miljoonaa. Suomalaisten vapaa-ajan matkoista luonto oli matkan tärkein syy yli puolessa maksullisen majoituksen matkoista ja neljässä viidestä ilmaismajoitusmatkoissa (esimerkiksi mökkimatkat) vuonna 2020 (Suomen virallinen tilasto (SVT) 2020).

Vaikka ihmisten ulkoilumotiivit ovat jossain määrin erilaisia, ovat kaunis maisema, hiljaisuus ja rauha sekä luontokokemukset usein tärkeimpiä syitä luonnossa liikkumiseen ja oleskeluun (esim. Silvennoinen ja Tyrväinen 2001, Konu ym. 2021). Lähivirkistyksessä tärkeimpiä motiiveja fyysisen kunnon ylläpitäminen, stressistä palautuminen ja rentoutuminen, luonnon rauha ja hiljaisuus sekä mahdollisuus omaan aikaan ja rauhaan (Neuvonen ym. 2022).

Suomalaiset käyvät metsässä tyypillisesti ulkoilemassa ja liikkumassa sekä virkistytymässä, rauhoittumassa ja latautumassa. Lyhytkin vierailu metsässä palauttaa nopeasti stressistä (Tyrväinen ym. 2014a, Simkin ym. 2019). Virkistyskäyttäjien ja luontomatkailijoiden metsiin ympäristönä kohdistuvat melko samantyyppiset odotukset ja arvostukset. Metsissä arvostetaan luonnonmukaiselta näyttävää maisemaa sekä reittejä, opasteita ja muuta palveluvarustusta. Kaupunkialueilla virkistysalueiden koetun laadun, kuten kauniin maiseman, metsän tunnun, hiljaisuuden, ulkoilun monipuolisten harrastusmahdollisuuksien sekä hyvien reittien on todettu lisäävän luonnossa liikkumista (Tyrväinen ym. 2007, Neuvonen ym. 2019). Yksilöllisiä eroja on kuitenkin jonkin verran siinä, millaisessa metsässä halutaan liikkua. Tähän vaikuttavat esimerkiksi luonnon tärkeys henkilökohtaisesti, luonnossa liikkumisen taidot, harrastustavat, suhde metsätalouteen, kansallisuus, koulutus, ikä ja sukupuoli (Silvennoinen ym. 2002, Karjalainen 2006, Gundersen ja Frivold 2011).

8.1.4. Metsien hoidon vaikutukset luontomatkailuun ja virkistyskäyttöön

Suomalaisten maisema-arvostuksia on tutkittu eniten hoidetuissa tasaikäisissä metsissä, joita on verrattu muutamissa tutkimuksissa myös luonnontilaisiin tai hoitamattomiin metsiin. Luonnonprosesseja jäljittelevien ja eri-ikäisrakenteisia metsiä tuottavien metsänkäsittelyjen, kuten pienaukko- ja poimintahakkuiden vaikutuksista maisemaan ja virkistyskäyttöön tiedetään vielä melko vähän (Miina ym. 2020b). Myös erilaisten metsiköiden muodostamien aluekokonaisuuksien arvostuksia on tutkittu vähän (Hallikainen ym. 2016).

Metsikköarvostustutkimuksissa ihmiset ovat arvostaneet erityisesti vanhoja ja järeäpuustoisia metsiä (Taulukko 13). Lähimaisemiltaan arvostetuimmiksi koetaan melko avarat ja monilajiset metsät, jotka ovat tutkimuksissa useimmiten olleet tasaikäisesti hoidettuja metsiä (Silvennoinen 2017). Metsissä arvostetaan myös suhteellisen hyvää näkyvyyttä, melko runsasta alikasvosta ja vihreää käsittelemätöntä kenttäkerrosta. Luonnontilaisiksi mielletyt tai sellaisilta näyttävät metsät, joissa ei suoraan näy ihmistoiminnan jälkiä, koetaan yleensä miellyttäväksi (Tyrväinen ym. 2003, 2017, Gundersen ja Frivold 2008, Silvennoinen 2017). Myös kookkaat ja näyttävät vanhat puut ovat toivottuja ulkoilualueilla (Frick ym. 2018).

Eniten maisemaa heikentävänä pidetään laajoja uudistushakkuita, erityisesti avohakkuukohteita (Silvennoinen ym. 2002, Gundersen ja Frivold 2008, Kearney ja Bradley 2011, Tyrväinen

ym. 2017), ja tuoreet hakkuujäljet kantoineen ja hakkuutähteineen sekä maanmuokkaukset koetaan kielteisesti. Metsänuudistamisen kielteisiä vaikutuksia voidaan pienentää hajauttamalla niiden sijaintia, rajaamalla uudistusalan koko riittävän pieneksi, välttämällä voimakasta maanpinnan käsittelyä, keräämällä hakkuutähteet ja jättämällä kohteelle riittävästi varttuneita hyväkuntoisia puita (Karjalainen 2006, Silvennoinen 2017). Maisemallisesti näyttävät hakkuissa säästettävät vanhat puuyksilöt ja niiden kasvattaminen yli kiertoajan ylläpitävät metsän monikerroksellisuutta ja monimuotoisuutta pitkällä aikavälillä.

Merkittävä osa suomalaisista ei hyväksy avohakkuuta (Valkeapää ym. 2009). Rungas neljäsosa metsänomistajista on monitavoitteisia, ja noin viidesosa painottaa virkistyskäyttöä (Karppinen ym. 2020). Jatkovapeitteinen kasvatusta todennäköisesti ylläpitää metsän tuntua ja metsäympäristön laatua virkistyskäytössä jaksollista kasvatusta paremmin, koska laaja-alaisia avoimia uudistusaloja ei synny (Koivula ym. 2020). Metsien eri-ikäisrakennetta tavoittelevat uudistamismenetelmät sopivatkin hyvin taajamien ja matkailukeskusten lähialueille sekä ulkoilu- ja retkeilyalueille.

Vaikka intensiivinen metsänkäsittely laajoine uudistusaloineen yleensä heikentää maisema- ja ympäristöarvoja, metsänkäsittelyn hyvällä suunnittelulla voidaan myös parantaa maiseman laatua. Kansainväliset matkailijat toivovat usein näkevänsä laajoja maisemia ja kaukonäkymiä (Tyrväinen ym. 2014b), ja sopivasti sijoitetut uudistusalat parhaimmillaan voivat avata matkailijoiden toivomia kaukonäkymiä. Jatkovapeitteisen metsänkasvatuksen soveltaminen yksinomaan laajoilla alueilla voikin johtaa maisemaan, jossa ulkoilijoiden arvostamaa vaihtelua on vähän. Myös metsän harvennus laskee virkistyskäyttäjien mielestä aluksi maisema-arvoa, mutta hakkuujälkien hävitessä arvostus alkaa yleensä palautua (Kearney ym. 2010). Käsittelemätön metsä ei siten ole kaikkein arvostetuinta, koska harvennukset tuovat maisemaan usein selkeyttä ja näkyvyyttä puustoiseen metsään tiettyyn rajaan asti (Edwards ym. 2012). Lahoihin ja kuolleisiin puihin suhtaudutaan vaihtelevasti ympäristöstä ja arvioijasta riippuen: Yleisesti kuolleita pystytai maapuita ei pidetä kovin esteettisinä (Gundersen ja Frivold 2011, Silvennoinen 2017), mutta ymmärrys lahopuiden merkityksestä monimuotoisuudelle lisää niiden arvostusta. Tämä näkyy ympäristöarvostusten ajallisena muuttumisena myös Suomessa ja metsiin liittyvässä julkisessa keskustelussa.

Pienaukkohakkuut koetaan maisemallisesti jonkin verran paremmiksi kuin tasaikäisen metsän suojus-, siemenpuu- ja avohakkuut (Tyrväinen ym. 2017, Silvennoinen ym. 2019, Koivula ym. 2020). Vuodenaikojen vaihtelu vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka hakkuiden vaikutukset ovat nähtävissä. Erityisesti sulan maan aikaan maanmuokkaus ja avohakkuut heikentävät metsämaiseman laatua. Talvella lumi peittää alleen hakkuutähteet, kannot ja maanmuokkausjäljet (Tyrväinen ym. 2017).

Hyvä riistakanta suosii metsästysharrastukseen osallistumista sekä luo edellytyksiä metsästys- ja erätalouteen perustuvalla matkailulla ja metsästäyksestä saatavalle hyvinvoinnille (Pellikka ym. 2020). Luonnonhoidoilla, jolla voidaan edistää monimuotoisuutta, voidaan luoda myös riistalle tärkeitä elinympäristöjä. Toisaalta toimenpiteet, kuten metsien uudistaminen (avohakkuut) ja nuoret taimikot tuovat ravintoa ja vahvistavat hirvikantoja, mutta ovat samalla laaja-alaisina monimuotoisuutta heikentäviä. Hoidetuissa talousmetsissä on vähemmän riistaeläimiä suosivia suojapaikkoja. Luontaiset tiheiköt, joita sijaitsevat esimerkiksi erilaisten metsien ja pysyvästi avointen alueiden reunoilla, säästöpuuryhmät tai alikasvos ja puuston tiheysvaihtelu kuuluvat riistaeläinten elinympäristön luontaisiin ominaisuuksiin (Lindén ym. 2019).

Yhteenvetona voidaan todeta, että metsikkötasolla jatkovapeitteinen kasvatusta ylläpitää metsän maisema- ja virkistysarvoa jaksollista kasvatusta paremmin (Silvennoinen ym. 2019, Koivula ym. 2020), mutta aluetason vaikutuksia ei juuri ole tutkittu. Hakkuiden maisemavaikutukset

riippuvat siitä, miten hakkuukuviot on rajattu sekä kuinka usein ja kuinka laajoilla pinta-aloilla hakkuut toteutetaan (Tyrväinen ym. 2014b, Silvennoinen 2017). Kummassakin menetelmässä voidaan esimerkiksi hakkuukuviot rajata maisemaan sopiviksi ja säästää näyttäviä vanhoja puita tai puuryhmiä.

Parhaiten ympärivuotiseen virkistyskäyttöön sopivat puustoiset kohteet, jossa metsän tuntu on säilynyt hakkuista huolimatta. Erityisesti pienemmille virkistyskäytössä oleville metsäalueille jatkuvapeitteinen metsänkäsittely sopii jaksollista paremmin. Laajemmilla metsäalueilla liikuttaessa ihmiset arvostavat kuitenkin maisemallista vaihtelua ja kaukonäkymiä, joita jaksollisen kasvatuksen menetelmillä voidaan tuottaa.

Keskeistä olisi maankäytön ja metsänhoidon suunnittelussa tunnistaa kohteet, jotka ovat virkistys- ja matkailukäytössä. Laajat yhtenäiset uudistusalat, taimikot ja nuoret kasvatusmetsät eivät ole toivottuja virkistyskäyttöalueilla. Jatkuvapeitteinen kasvatus ylläpitää peitteisyyttä ja metsäistä kaukomaisemaa jaksollista metsänkasvatusta paremmin. Ulkoilu- ja matkailualueilla laajasti ymmärrettyä eri metsänkäsittelymenetelmiä tulisi käyttää joustavasti ja ammattitaitoisesti yhdistellen niin, että maisema- ja virkistysarvot säilyvät ja mahdollisesti paranevat.

Taulukko 13. Metsänkäsittelytapojen vaikutus virkistyskäyttöön ja luontomatkailuun perustuen ulkoilijoilla ja matkailijoilla tehtyihin preferenssitutkimuksiin.

	Vaikutus virkistys- ja matkailuympäristön laatuun	Arvio muutoksesta ++, +, 0, -, - -
Jatkuvapeitteisen kasvatuksen lisäys	Ylläpitää metsäisyyden tuntua sekä lähi- että kaukomaisemassa jaksollista kasvatukselta paremmin. Pienaukkohakkuut hyväksytään laajoja avohakkuuta paremmin.	++
Harvennushakkuu	Voi parantaa maisemallista arvoa, näkyvyyttä ja kulkukelpoisuutta erityisesti, jos hakkuutähteet kerätään reittien varsilta. Suurin vaikutus ylitiheissä metsäkoissa, koska myös nopeuttavat metsien järeymistä.	+
Taimikonhoito	Voi parantaa niiden kulkukelpoisuutta ja näkyvyyttä kohteen sisällä. Suurin vaikutus tiheiköissä.	+
Metsien suojeleminen	Talouksmetsien suojeleminen säilyttää myös maisema- ja virkistysarvoja. Monimuotoisuusarvot usein tärkeitä virkistyskäyttäjille.	++
Maanmuokkaus	Heikentää kulkukelpoisuutta ja maisemallista arvoa.	-
Hakkuualueen koon kasvu	Vaikutukset riippuvat hakkuukuvioiden sijainnista, rajauksesta ja koosta. Erityisesti laajoista yhtenäisistä hakkuualueista ei pidetä.	-
Säästöpuut uudistushakkuussa	Runsas säästöpuiden määrä, hyvä sijoittelu, hyvä kunto ja järeys lisäävät maisema-arvoa.	+
Energiapuun korjuu	Kantojen poistaminen ja energiapuukasat heikentävät maisemaa, hakkuutähtien keruu parantaa kulkukelpoisuutta	-/0
Uudistushakkuut	Erityisesti laajat avohakkuut koetaan kielteisesti. Luontaisen uudistamisen hakkuut hyväksytään jonkin verran paremmin.	--
Puulajisuhteet	Monipuolinen puulajisto lisää virkistysarvoa. Sekapuustoisuus eduksi riistakannalle.	+
Tilavuuden kasvu ja järetyminen	lökkäät ja järeät metsät arvostettuja. Virkistys- ja matkailualueilla varttuneiden ja uudistuskypsiä kehitysluokkien osuus usein merkittävästi talouksmetsiä suurempi.	++
Puuston ikääntymisen	Varttuneet ja uudistuskypsat metsät eniten arvostettuja. Kiertoaikojen pidentäminen parantaa maisema- ja virkistysarvoja sekä terveyshyötyjä. Taimikot ja nuoret kasvatusmetsät vähiten arvostettuja.	++

8.2. Arvioinnin lähtökohtia

Tässä työssä skenaariot on muodostettu painottaen kolmea metsien hoidon ja käytön tavoitetta: puuntuotanto, monimuotoisuus ja hiilensidonta (ks. Luku 3.3.1). Virkistyskäytön ja luontomatkailun metsäympäristöön liittyviä odotuksia näihin skenaarioihin ei ole suoraan tavoitteena sisällytetty, koska maisema- ja virkistysarvoja ei pystytä MELA-laskennoissa nykyisin mallintamaan. Metsien käsittelyn vaikutuksia virkistysarvoihin ei ole mielekästä tarkastella samanarvoisesti koko Suomen metsäpinta-alalla, vaan se tulisi tehdä erikseen alueille, joilla käyttöpaine on suuri ja joilla se on vähäinen. Tässä selvityksessä tarkastelut tehtiin suuraluetasolla (Etelä-Suomi, Pohjois-Suomi ja koko Suomi). Siten skenaarioiden vaikutuksia virkistyskäyttöön ja luontomatkailuun voidaan arvioida tässä työssä hyvin yleisellä tasolla ja epäsuorasti nyt laskettujen puustotunnusten muutosten avulla.

Virkistyskäytön ja luontomatkailu käyttömuotona painottuu erityisesti väestökeskusten lähialueelle ja matkailukeskusten lähialueille, joissa on usein tarjolla sekä suojelu- ja virkistysalueita että metsätalousalueita. Näillä alueilla maisema- ja virkistysyhytyjen vaaliminen on selvästi tärkeämpää verrattuna heikommin saavutettaviin ja syrjäseuduilla sijaitseviin metsiin. LVVI3-tutkimuksen perusteella noin 57 % lähivirkistyskerroista kohdistuu kuntien omistamille alueille, ja valtaosa erityisesti virkistysalueille tai ulkoilureiteille, 8 % valtion omistamille alueille ja 35 % muille, pääasiassa yksityisten omistamille maa- ja vesialueille (Neuvonen ym. 2022). Valtion omistamista metsistä vahvassa matkailu- ja virkistyskäytössä ovat paitsi suojelu- ja retkeilyalueet myös matkailukeskusten ja taajamien läheiset monikäyttömetsät.

Tulevaisuudessa väestön keskittyminen Etelä-Suomeen ja kasvukeskuksiin lisää alueen metsien kysyntää matkailu- ja virkistyskäyttöön. Sen vuoksi virkistykseen varattujen alueiden tarjonta tai metsien maisemallinen laatu ei jatkossa välttämättä riitä vastaamaan Etelä-Suomen kasvukeskusten, erityisesti pääkaupunkiseudun kysyntään tai kasvavaan luontomatkailu-kysyntään. Jatkossa tulisikin tarkastella tarkemmin, missä käyttöpaine tulee kasvamaan, millainen metsäalueiden laatu on virkistyskäytön näkökulmasta sekä millaiset näiden metsien nykyiset omistussuhteet ovat. Luontomatkailun edellytysten tukeminen vahvemmin tulevaisuudessa Etelä-Suomessa on järkevää myös ilmastosyistä, koska kohteet ovat lähempänä kotimaisia ja kansainvälisiä asiakkaita. Luontomatkan hiilijalanjäljestä merkittävä osa tulee matkustuksesta kohteelle.

Pohjois-Suomessa vetovoimaiset virkistyskäyttöön sopivat metsät ovat tärkeitä paitsi paikallisille asukkaille myös kasvavalle määrälle matkailijoita ja matkailun yritystoiminnalle. Matkailukäyttö kanavoituu osittain kansallispuistoihin ja osittain metsätalousalueille. Monet Pohjois-Suomen matkailukeskukset sijaitsevat valtion metsien läheisyydessä, mutta esimerkiksi Levin ja Rukan matkailukeskusten lähialueet ovat valtaosin yksityisomistuksessa olevia talousmetsiä. Samoin esimerkiksi Kolin kansallispuiston ulkopuoliset metsäalueet, jotka ovat myös kasvavassa matkailukäytössä, ovat pääosin yksityismetsiä ilman erityistä virkistyskäyttö- tai suojelutatusta.

8.3. Arvioinnin tulokset

Virkistyskäyttöä arvioitaessa on kiinnitetty huomiota hakkuupinta-alojen (uudistus- ja kasvatushakkuut), kunnostusojitukseen, energiapuun korjuuseen, puuston ikärakenteeseen (yli 80-vuotiaan metsän osuus), suojelupinta-alan lisäykseen ja marjasatoihin. Metsätalous ei pääsääntöisesti estä virkistyskäyttöä, mutta hakkuumäärien merkittävä kasvu erityisesti kasvavien uudistushakkuiden määrän myötä koetaan virkistyskäyttöä heikentävänä. Vaikutuksia

virikistytymiseen tulee myös siitä, miten mahdollinen hakkuiden lisäys ja erityisesti jaksollisen kasvatuksen uudistushakkuut sijoittuvat taajamien lähialueille, vapaa-ajan-asumisen keskittymiin, matkailulle varattuihin kohteisiin ja virkistysalueisiin ja ulkoilureitteihin ja miten hakkuita sopeutetaan maisemaan.

HIISI-WEM- ja HIISI-WAM skenaariot ovat samanlaiset metsäteollisuuden tuotantomäärien osalta. Puun energiakäytössä oli pieniä eroja skenaarioiden välillä. Virkistyskäytön näkökulmasta skenaarioiden välillä onkin vain vähäisiä eroja. Eroja näiden skenaarioiden välillä löytyy virkistyskäyttöön liittyen kasvatushakkuiden ja kunnostusojituksen toteuttamisesta. Kasvatushakkuissa korjuujäljet ja hakkuutähteet ja laajat uudistusalat koetaan yleensä häiritsevinä.

WAM-BD-skenaariossa metsäteollisuuden tuotantomäärät ja energiapuun käyttö sekä niistä johdetut hakkuu- ja energiapuukertymät vastasivat HIISI-WAM-skenaariota. WAM-BD-skenaariossa ei kuitenkaan korjattu kantoja ja juuria energiakäyttöön. Kantojen nosto bioenergiaksi voimaperäisenä käsittelymenetelmänä vaikuttaa maisemaan kielteisesti ja heikentää maaston kulkukelpoisuutta (Gundersen ja Frivold 2011).

WAM-BD-skenaarioissa on eniten yli 80-vuotiaita metsiä, millä on myönteisiä vaikutuksia monimuotoisuuden lisäksi myös virkistyskäyttöön maisema-arvojen sekä virkistys- ja terveyshyötyjen kautta. WAM-BD skenaariossa lisättiin suojelupinta-alaa ja luonnonhoitotoimia, mitkä voidaan katsoa pääosin virkistyskäyttöä edistäviksi. Kaikissa skenaarioissa suojellun metsän osuus (puuntuotannon ulkopuolella olevan metsän osuus) on suurin Pohjois-Suomessa, jossa valtaosa valtion alueista myös sijaitsee. Myös puuston ikärakennetta kuvattaessa vanhan metsän osuus on korkeampi Pohjois- kuin Etelä-Suomessa. Tämä tarkoittaa sitä, että metsänkäsittelyä, erityisesti maisemaa heikentäviä hakkuita on suhteessa vähemmän kuin Etelä-Suomessa. Tämä kehityskulku vahvistaa Pohjois-Suomen metsäympäristön laatua virkistys- ja matkailukäytössä. Etelä-Suomessa, jossa virkistyskysyntää on paljon, puuntuotantoon käytettävissä olevien alueiden osuus on suurin kaikissa skenaariovaihtoehdoissa.

Hajallaan sijaitsevat pienialaiset suojelualueet eivät todennäköisesti tule intensiiviseen virkistys- tai matkailukäyttöön, mutta lisäävät kuitenkin osaltaan ympäristön laatua kohteilla liikkuville virkistyskäyttäjille. Helposti saavutettavat suojelu- ja retkeilyalueet, jossa on virkistyskäyttöä tukevia palveluita kuten ylläpidettyjä reittejä ja taukopaikkoja, vetävät puoleensa käyttäjiä eniten. Näitä kohteita on erityisesti valtion ja kuntien alueilla, ja kohteiden kysyntä tulee jatkossa alueellisesti painottumaan aiempaa enemmän Etelä-Suomeen. Jos lisäsuojelu toteutetaan suurempina aluekokonaisuuksina lähellä käyttäjiä, tarjoavat ne uusia mahdollisuuksia virkistys- ja luontomatkailukohteina edellyttäen, että alueet varustetaan virkistyspalveluin. Suojelualueiden lisäys ei kuitenkaan välttämättä paranna koko virkistyskäytön laajaa kirjoa mahdollisten käyttörajoitusten vuoksi. Suojelualueiden, kuten kansallispuistojen pääkäyttömuoto on luonnonsuojelu, jolle virkistys- ja matkailukäyttö on alisteinen. Virkistys- ja matkailukäytön kysynnän vuoksi tarvitaan myös kohteita, jossa voidaan liikkua ja harrastaa monipuolisesti maisemaltaan vetovoimaisessa ympäristössä. Myös ohjauksen tarve kestävään virkistys- ja matkailukäyttöön kasvaa, jottei käyttö vaaranna kohteen ympäristöarvoja pitkällä aikavälillä.

Suomalaisille tärkeä metsien virkistyskäytön muoto on marjastus (Liite 11). Mustikkasadot lisääntyvät (noin 14 %) ja vastaavasti puolukkasadot alenevat (noin 6 %) kaikissa skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä (Kuva 30). Skenaarioiden väliset erot ovat pieniä. Skenaarioissa puuston kasvu on suurempi kuin poistuma, joten metsät järeytyvät ja varttuvat, mikä lisää mustikkasatoja. Varttuneet mäntymetsät tuottavat hyviä puolukkasatoja, mutta parhaat puolukkasadot saadaan männiköiden uudistusaloilta. Kun männiköiden uudistushakkuut vähenevät ja puustot edelleen tihentyvät, niin puolukkasadot alenevat.

8.4. Yhteenveto

Tässä selvityksessä hyödynnettyjä skenaarioita oli mahdollista tarkastella virkistyskäytön ja luontomatkailun suhteen vain epäsuorasti, eikä kysynnän ja tarjonnan alueellinen tarkastelu ollut mahdollista. Virkistysyhtiöiden arviointi perustui tutkimustuloksiin virkistyskäyttäjien ja matkailijoiden metsäympäristöön liittyvistä arvostuksista ja odotuksista sekä asukas- ja väestökyselyjen tuloksiin virkistyskäytön kysynnästä ja siihen vaikuttavista tekijöistä.

WAM-BD-skenaarioiden mukaisten monimuotoisuustoimien (suojeltujen metsien pinta-alan, säästöpuiden määrän ja lehtisekapuuston lisääminen) toteuttamisella voidaan lisätä myös metsien virkistysarvoa. Tässä skenaarioissa esimerkiksi iäkkäiden metsien ja suojeltujen metsien pinta-ala kasvoi 950 000 hehtaarilla koko Suomen osalta, 250 000 hehtaaria Etelä-Suomessa ja 700 000 hehtaaria Pohjois-Suomessa. Myös uudistushakkuiden kokonaispinta-ala oli pienin WAM-BD-skenaariossa koko Suomen osalta, mikä vaikuttaa sekä monimuotoisuutta että pääosin virkistysarvoja lisäävästi. HIISI-WEM-skenaariossa virkistysarvoja puolestaan vähentää uudistushakkuiden suurempi kokonaispinta-ala verrattuna muihin skenaarioihin.

Maisema- ja virkistysarvojen huomioiminen on tärkeää erityisesti alueilla, jotka ovat virkistys- ja matkailukäytön kannalta keskeisiä sijaintinsa, elämyksellisten metsäkohteiden ja virkistyspalveluiden tarjonnan suhteen. Virkistys- ja matkailuyhtiöitä voidaan kytkeä metsien ilmasto- ja monimuotoisuushyötyihin jatkossa vahvemmin esimerkiksi pidentämällä keskeisillä virkistyskäytön ja luontomatkailun alueilla (suojelualueiden ulkopuolella) metsän kiertoaikoja, lisäämällä jatkuvapeitteisen kasvatuksen osuutta ja vanhojen metsien suojelua.

LVVI3-tutkimuksen ja Metsähallituksen kävijäseurantojen perusteella voidaan nähdä kasvua virkistyskysynnässä (Neuvonen ym. 2022, Konu ym. 2021), jonka kasvu tulee jatkumaan todennäköisesti myös tulevaisuudessa. Virkistyskysyntää syntyy erityisesti sinne missä on väestöäkin. Lähellä sijaitsevia ja helposti saavutettavia lähimetsiä käytetään aktiivisesti. Virkistysarvot tuleekin ottaa huomioon erityisesti taajamien läheisillä metsäalueilla, vapaa-ajan asuntojen ympäristöissä, ulkoilureittien varsilla ja matkailukeskusten lähialueilla sekä muualla luontomatkailuyhteyksien kannalta keskeisillä alueilla. Virkistys- ja luontomatkailukäyttö monipuolistuu jatkossa edelleen, ja käytön motiivit liittyvät yhä vahvemmin myös terveyden ja hyvinvoinnin ylläpitoon ja edistämiseen. Myös metsiin liittyvät odotukset ja arvostukset ovat muuttuneet, ja yhä useampi suomalainen kokee saavansa metsästä virkistys-, terveys- ja hyvinvointihyötyjä. Tämä on hyvä tunnistaa jatkossa paremmin metsätalouden sosiaalista kestävyyttä tavoiteltaessa.

Virkistyskäyttö vaikuttaa ympäristöön eri tavoin. Käytön lisääntyminen suosituimmilla metsäkohteilla vaikuttaa ekologiin arvoihin, kuten alueen kulumiseen, ja myös kävijätyytyväisyys voi heiketä esimerkiksi ruuhkaisuuden tai häiriöiden vuoksi. Käyntimäärien kasvu kaukana sijaitsevilla kohteilla lisää virkistyskäytön ja luontomatkailun hiilijalanjälkeä. Virkistyskäytön ohjausta tarvitaan jatkossa, jotta virkistyskäyttö ei heikennä suojeluarvoja tai aiheuta muuta häiriötä.

Pohjois-Suomessa suojeltuja ja virkistyskäyttöön varattuja alueita on jo lähtökohtaisesti enemmän kuin Etelä-Suomessa. Monimuotoisuutta ja metsien virkistysarvoja tukevia toimia tarvitaan jatkossa erityisesti Etelä-Suomessa, jossa virkistys- ja matkailukäyttö tulee entisestään kasvamaan. Luontomatkailun kehittämismahdollisuudet ja -esteet ovat Etelä-Suomessa erilaiset verrattuna pohjoiseen Suomeen. Pohjois- ja Itä-Suomen luontomatkailu on keskittynyt valtion omistamille suojelu- ja retkeilyalueille ja niiden lähialueille. Etelä-Suomessa (ml. Etelä-Karjala ja Kymenlaakso) ja Länsi-Suomessa valtaosa maaseudusta on yksityisomistuksessa, joten virkistysympäristön kehittäminen luontomatkailun tarpeisiin edellyttää vahvaa matkailuyrittäjien ja metsänomistajien yhteistyötä.

Mekanismeja, joilla metsänomistaja voisi saada korvausta panoksestaan metsän virkistys- ja luontoarvojen tuottamiseen on tarpeen kehittää edelleen. Esimerkiksi maisema-arvokauppa mahdollistaisi metsänomistajille vaihtoehdon saada tuloa metsistään, ja se voisi tukea myös maanomistajan omia tavoitteita maiseman ja luonnon vaalimisesta. Maisema-arvokauppa on kokeiltu kokeiluhankkeessa vuonna 2020 Kuusamon alueella, jossa yksityisten metsänomistajien osuus on korkea, ja alueella on paljon virkistys- ja matkailukäyttöä (Maisema-arvokauppa... 2021). Kokemukset kokeilusta ovat kannustavia ja toimintamallin kehittämistä kannattaa vielä jatkaa, koska markkinoiden kehittyminen vie aikaa. Kuusamossa yhdessä eri toimijoiden kanssa kehitettyä mallia voidaan hyödyntää myös kaupunkialueiden lähimetsissä tai yksittäisissä kohteissa eri puolilla Suomea. Metsäneuvonnassa tulisi jatkossa panostaa vahvemmin ja aktiivisemmin puuntuotannon lisäksi myös uusiin keinoihin metsien maisema- ja virkistysarvojen tuottamiseksi yhdessä metsäluonnon monimuotoisuuden lisäämisen kanssa.

9. Luonnontuotteet

Jari Miina

9.1. Yleistä

Metsistä saatavien luonnontuotteiden hyödyntäminen on lisääntynyt luonnontuotealan yrityksissä, mutta luonnontuotealan kasvua rajoittaa toimivien ja tehokkaiden raaka-aineketjujen puute (Wacklin 2021). Kaupallisesti tärkeimmät luonnontuotteet ovat mustikka, puolukka ja lakka sekä sienistä herkkutatit ja rouskut. Ruokaviraston vuosittain toteuttama luonnonmarjojen ja -sienten kauppaantutkimus MARSi tuottaa tietoa marjojen ja sienten kauppaantulo-määristä, poimijahinnoista sekä poimijatuloista (Marsi 2021).

Jokamiehenoikeuksin kerättävien metsämarjojen ja -sienten lisäksi kiinnostus kohdistuu myös muiden luonnontuotteiden, kuten kuusenkerkkien, koivunmahlan ja erikoissienten kaupalliseen hyödyntämiseen elintarvikkeissa, kosmetiikassa ja lääkinnällisissä tuotteissa. Näiden jokamiehenoikeuksien ulkopuolella olevien luonnontuotteiden tuotanto ja hyödyntäminen on mahdollista vain metsänomistajan luvalla. Tällaisista luonnontuotteista saatavat lisätulot voivat olla merkittäviä metsänomistajille. Kasvavasta raaka-ainekysynnästä ja korkean arvon lopputuotteista huolimatta luonnontuotteiden arvo on vain murto-osa puun myyntituloista. Useimmiten luonnontuotteiden tuotanto ei kilpaile puuntuotannon kanssa, vaan niiden yhteistuotanto samassa metsikössä on mahdollista.

Esimerkiksi kuusenkerkkien ja koivunmahlan tuotannon lisäämiseen on hyvät mahdollisuudet, mutta raaka-ainetta jalostavia yrityksiä on vain muutama ja ne ostavat raaka-ainetta paikallisesti. Ns. erikoissienten viljelyyn on kehitetty menetelmiä niin, että luontaisesti harvinaisten sienten tuotantoa voitaisiin tehostaa. Esimerkiksi pakuria viljellään eläviin koivuihin, joiden runkoihin porattuihin reikiin työnnetään sienirihmastolla ympäröityjä tappeja. Kun pakuria viljellään puuntuotannon kannalta huonosti tuottaviin koivikoihin, pakurin tuotanto ei kilpaile puuntuotannon kanssa. Kehitteillä on myös menetelmä, jossa puuta lahottavia erikoissieniä viljellään hakkuukannoilla, jolloin sienten kasvatuksella ei ole vaikutusta puuntuotantoon. Esimerkiksi lakkakäävän viljely voidaan yhdistää kesäaikaiseen, koneelliseen hakkuuseen. Hakkuun yhteydessä lakkakäävän sienivalmistetta levitetään kannoille samalla tavalla kuin kantokäsittelyaine levitetään juurikäävän torjumiseksi. Pakurin ja viljeltyjen sienten keruu ei kuulu jokamiehenoikeuksien piiriin.

Luonnontuotteiden tuotannon arviointi eri skenaarioissa on sisällytetty tähän raporttiin, koska eräät luonnontuotteet ovat jo nyt merkittäviä metsien ei-puuaineisia tuotteita ja joidenkin luonnontuotteiden merkityksen odotetaan kasvavan tulevaisuudessa. Metsämarjoja kerätään sekä kotitalouksien käyttöön että kauppaan. Taloudellisen arvon lisäksi marjojen keruulla on suuri virkistysarvo. Monia jokamiehenoikeuksien ulkopuolella olevia luonnontuotteita tuotetaan vielä paikallisesti (koivunmahla) tai pieniä määriä (kuusenkerkät), mutta kasvavan kysynnän ja tuotannon (erikoissienet) johdosta näidenkin luonnontuotteiden tuotantomahdollisuuksien tarkastelu on perusteltua.

9.2. Arvioinnin toteutus

Mustikan ja puolukan marjasadot metsä-, kitu- ja joutomaalla laskettiin MELA-ohjelmistolla sekä kangasmaille että turvemaille (Miina ym. 2021) HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-

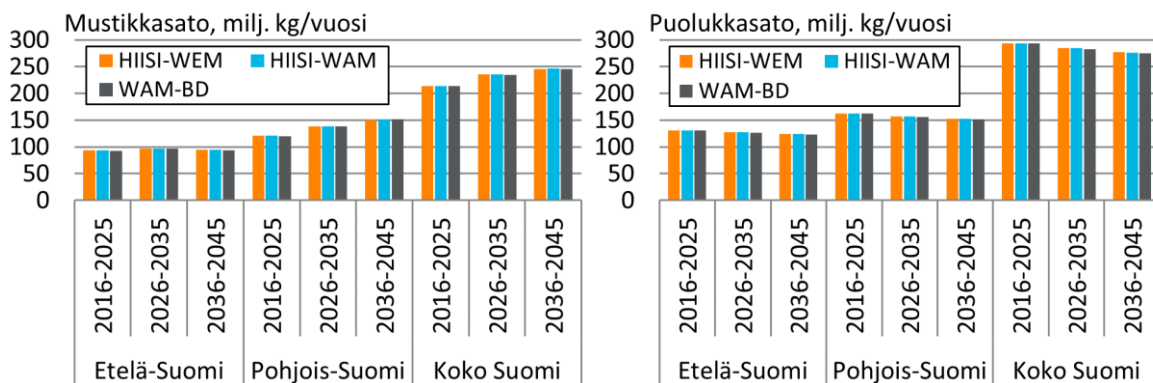
skenaarioihin perustuen. Laskennassa on mukana sekä suojelualueet että puuntuotantoon käytettävissä olevat alueet. Kangasmailla metsikön mustikka- ja puolukkasato laskettiin marjasatomalleilla, joiden selittäjinä käytettiin metsikölle malleilla ennustettua marjalajin peittävyttä sekä metsikön kasvupaikka- ja puustotunnuksia. Marjasatomallien laadinta-aineistot perustuvat hyviin marjametsiin perustetuilta marjasatokoeloilta kerättyihin aineistoihin (ns. Masi-aineistot). Mallit kuvaavat keskimääräisen satovuoden marjasatoa, mutta mallien laadinta-aineistot eivät edusta kaikkia kasvupaikkoja ja alueita Suomessa. Sen vuoksi kangasmaiden marjasatoennusteet on kalibroitu kasvupaikan ja sijaintitiedon avulla niin, että kiertoajalle ennustettu keskimääräinen marjasato vastaa kirjallisuudessa esitettyjä alueellisia ja kasvupaikkakohtaisia keskisatoja (Turtiainen ym. 2005). Kalibrointi korjaa satoennusteen tasoa, mutta ei muuta puuston kehityksen ja hakkuiden vaikutusta marjasatoihin, jonka marjasatomallit kuvaavat. Turvemaiden metsien mustikka- ja puolukkasatoja ei ennustettu malleilla, vaan niiden marjasatoina käytettiin kirjallisuudesta saatuja suotyypin- ja ojitustilannekohtaisia keskisatoja (Turtiainen ym. 2007). Siten puuston rakenne ja hakkuut eivät vaikuttaneet marjasatoihin turvemalleilla.

MELA-laskentaan pohjautuen määritettiin HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa sellaisten kohteiden pinta-alat, joilla on mahdollista kerätä kuusenkerkkiä, valuttaa koivunmahlaa, viljellä (ympätä) pakuria eläviin koivuihin ja viljellä lakkakääpää sekametsien tuoreisiin harvennuskantoihin. Näiden luonnontuotteiden laskenta kohdistui lakkakäävän viljelyä lukuun ottamatta vain ensisijaisesti puuntuotannossa olevalle metsämaalle, sillä luonnontuotteiden tuotantoon liittyy metsänhoito- ja hakkuukäsittelyitä.

- Kuusenkerkkien keruukohteiksi valittiin tuoreen ja sitä viljavampien kankaiden ja niitä vastaavien turvemaiden kasvupaikkojen kuusentaimikot, joiden vallitsevan jakson runkoluku on yli 1200 runkoa/ha ja keskipituus on 3–6 m (Miina ym. 2018).
- Koivunmahlan valutukseen valittiin tuoreen ja sitä viljavampien kankaiden koivikot, joiden vallitsevan jakson runkoluku on välillä 500–1500 runkoa/ha, keskiläpimitta on yli 18 cm ja koivun vuotuinen tilavuuskasvu on vähintään 3 m³/ha. Mahlan valutuskohteiksi valittiin siis hyväkasvuisia varttuneita koivikoita. Suuren mittakaavan tuotannossa mahlaa valutetaan sadoista, jopa tuhansista koivuista, mikä edellyttää pinta-alan tai kokonaisrunkoluvun käyttöä potentiaalisten valutuskoivikoiden rajauksessa. Tällaisia rajoitteita ei kuitenkaan pystytty ottamaan laskennoissa huomioon.
- Pakurin viljelyyn (ympäykseen) valittiin tuoreen ja sitä viljavampien kankaiden ja niitä vastaavien turvemaiden kasvupaikkojen koivikot, joiden vallitsevan jakson runkoluku on yli 1500 runkoa/ha ja keski-ikä on yli 45 vuotta. Näillä kriteereillä potentiaaliset pakurin viljelykohteet pyrittiin rajaamaan ylitiheisiin hoitamattomiin lehtipuunmetsiin (ns. räaseiköihin).
- Lakkakäävän viljelyyn valittiin ensisijaisesti ja rajoitetussa puuntuotannossa olevalla metsämaalla edellisen 10-vuotiskauden aikana harvennetut koivu-kuusisekametsiköt, jotka kasvavat lehtomaisen ja sitä viljavampien kankaiden ja niitä vastaavien turvemaiden kasvupaikoilla, tuoretta kangasta vastaavilla turvemalleilla tai soistuneilla tuoreen kankaan kasvupaikoilla. Valituissa metsiköissä sekä lehtipuun että kuusen osuus koko puuston tilavuudesta on vähintään 15 %, vallitsevan jakson keskiläpimitta on yli 18 cm ja keski-ikä on yli 40 vuotta. Lakkakäävän viljelyyn soveltuvat kohteet (viljavien kasvupaikkojen sekametsät) on rajattu lakkakäävän luontaisten esiintymispaikkojen kasvupaikka- ja puustotunnusten perusteella (Kajava ja Silver 2016).

9.3. Tulokset

Mustikkasadot lisääntyvät (noin 14 %) ja vastaavasti puolukkasadot alenevat (noin 6 %) kaikissa skenaarioissa vuoteen 2036 mennessä (Kuva 30). Skenaarioiden väliset erot ovat pieniä. Skenaarioissa puuston kasvu on suurempi kuin hakkuut, joten metsät järeytyvät ja varttuvat, mikä lisää mustikkasatoja. Satomallit ennustavat varttuneille mäntymetsille hyviä puolukkasatoja, mutta parhaat puolukkasadot saadaan männiköiden uudistusaloilta (Miina ym. 2021). Kun männiköiden uudistushakkuut vähenevät ja varttuneiden männiköiden pohjapinta-ala kasvaa, niin puolukkasadot alenevat. Ensimmäisellä 10-vuotiskaudella metsänkäsittely vaikuttaa marjasatoihin skenaarioissa vasta kauden puolivälissä toteuttavien hakkuu- ja hoitotoimenpiteiden jälkeen.



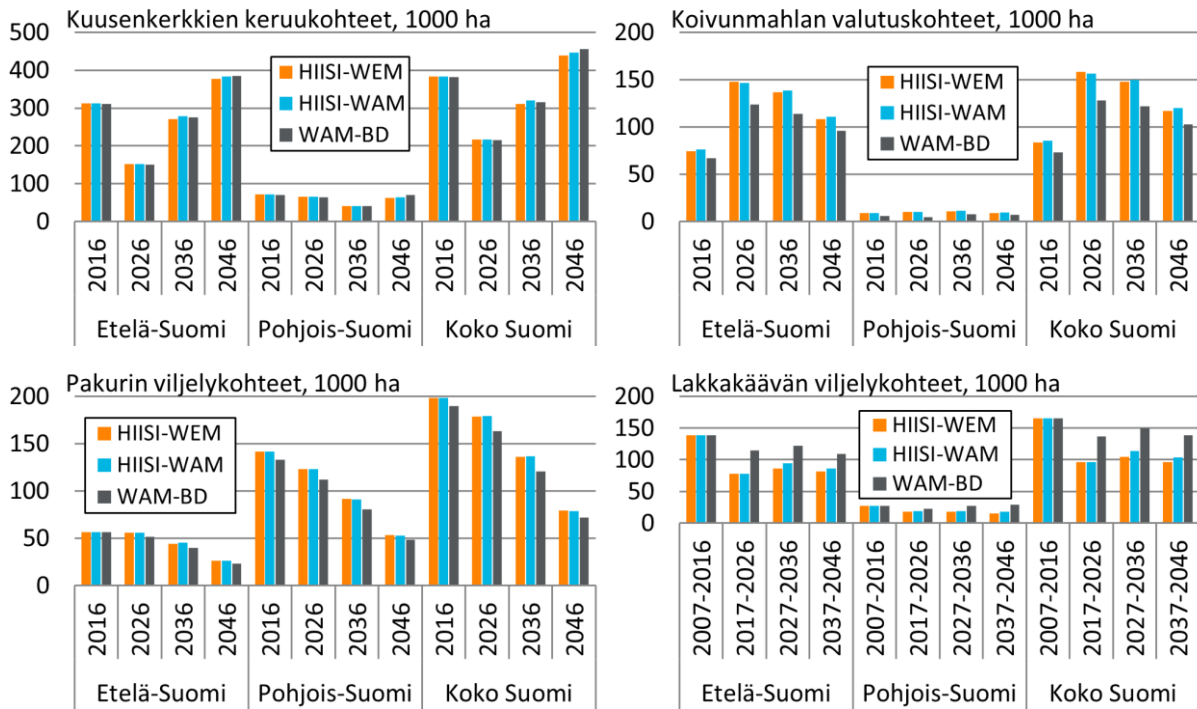
Kuva 30. Mustikka- ja puolukkasatojen kehitys HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa.

Kuusenkerkkien keruukohteiden pinta-alat vähenevät voimakkaasti ensimmäisen 10-vuotiskauden aikana (Kuva 31), mikä johtuu muun muassa laskelmien teknisestä toteutuksesta: hakkuu- ja uudistustoimenpiteet ajoitetaan 10-vuotiskauden puoliväliin, jolloin ko. kaudella uudistetut kuusentaimikot eivät saavuta keruukohteille asetettua kolmen metrin vähimmäispituutta kauden lopulla. Myöhemmillä kausilla tämän teknisen syyn vaikutus pienenee ja keruuseen soveltuvien kuusentaimikoiden (pituus 3–6 m) pinta-ala tavoittaa ja jopa ylittää lähtötilanteen kokonaispinta-alan. Vuonna 2036 HIISI-WAM-skenaariossa kerkkien keruupinta-ala on hiukan korkeampi kuin muissa skenaarioissa.

Koivunmahlan valutukseen soveltuvat pinta-alat kasvavat alkutilanteesta kaikissa skenaarioissa; alkutilanteen ylitiheät, riukuuntuneet koivikot harvennetaan ja niistä kehittyä mahlakoivikoiksi soveltuvia kohteita. Tarkasteluajanjakson loppua kohti mentäessä mahlakoivikoiden pinta-alat kääntyvät laskuun, koska viime aikoina koivun viljely on vähentynyt ja uusia mahlakoivikoita ei kehity samaa tahtia kuin uudistuskypsiä koivikoita hakataan. Mahlakoivikoiden kokonaispinta-aloissa havaitaan jo lähtötilanteessa skenaarioiden välisiä eroja. WAM-BD-skenaariossa lisäsuojelu kohdistuu muun muassa lehtoihin, mikä rajaa viljavien kasvupaikkojen koivikoita pois mahlan valutuksesta jo lähtötilanteessa vuonna 2016. Myös HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioiden välillä on lähtötilanteessa eroja mahlakoivikoiden pinta-aloissa. Tämä johtuu siitä, että lähtötilanteen mahlakoivikoiden rajauksessa käytettävä koivun tilavuuskasvu saadaan ensimmäiselle 10-kaudelle simuloidusta kasvusta, johon vaikuttaa skenaariossa tehtävät hakkuukäsittelyt. WAM-BD-skenaariossa järeiden, hyväkasvuisten koivikoiden pinta-ala on alhaisempi kuin muissa skenaarioissa ja lähtötilanteen ero muihin skenaarioihin korostuu vuoteen 2036 mentäessä.

Mahlakoivikoiden pinta-alat kasvavat skenaarioissa, ja vastaavasti pakurin viljelyyn soveltuvat ylitiheet koivikot vähenevät, kun nämä ns. 'rääseikkökoivikot' harvennetaan. Näin tapahtuu erityisesti Pohjois-Suomessa, jossa on nykytilanteessa runsaasti tällaisia koivikoita. WAM-BD-skenaariossa mahlakoivikoiden lisäksi myös ylitiheiden pakurikoivikoiden pinta-ala on alhaisempi kuin muissa skenaarioissa.

Lakkakäävän viljely on rajattu sekametsien harvennuskannoille. Lakkakäävän viljelyyn soveltuvien sekametsien harvennuspinta-alat ovat korkeammat WAM-BD-skenaariossa kuin muissa skenaarioissa. WAM-BD-skenaarion harvennuksissa suositaan sekapuustojen kasvatusta, mikä lisää potentiaalisten lakkakäävän viljelykohteiden pinta-alaa tarkasteluajanjaksolla.



Kuva 31. Kuußenkerkkien keruuseen ja koivunmahlan valutukseen sekä pakurin ja lakkakäävän viljelyyn soveltuvien metsien pinta-alojen kehitys HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa.

10. Vesistökuormitus

Sirpa Piirainen, Sakari Sarkkola ja Mika Nieminen

10.1. Arvioinnin toteutus

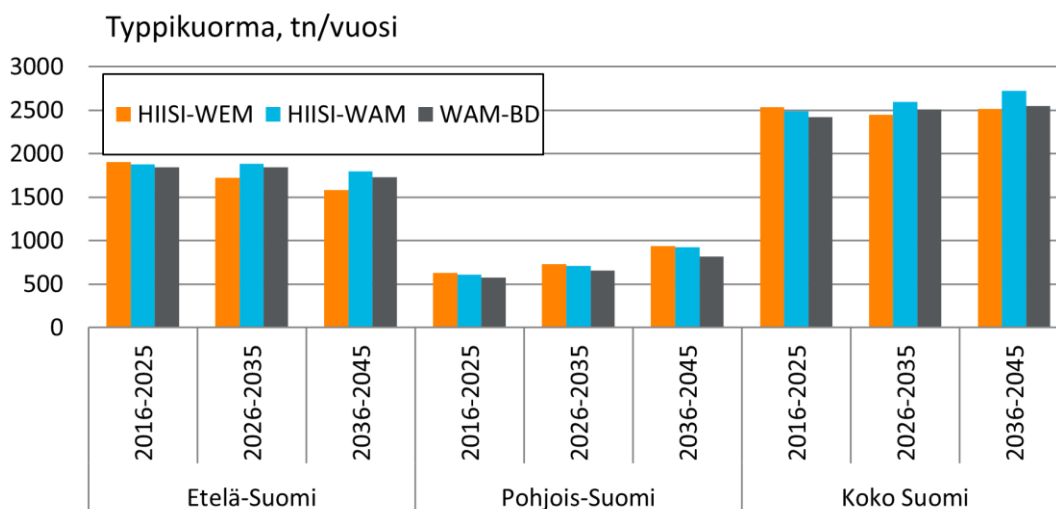
Vesistökuormituksen laskennassa hyödynnettiin MELA-ohjelmistolla eri skenaarioille (ks. alaluvut 5.2.3 ja 5.3) tuotettuja arvioita uudistushakkuiden, kasvatushakkuiden, kunnostusojitusten ja lannoitusten pinta-alojen kehityksestä vuosina 2016–2045. Vuosittainen vesistökuormitus laskettiin KUSTAA-laskentaohjelmalla (Launiainen ym. 2014), joka perustuu eri metsätaloustoimenpiteiden ominaiskuormitukseen. Kuormat laskettiin kokonaistypelle, -fosforille, kiintoaineelle sekä liukoiselle orgaaniselle hielle (DOC). Mitattuja ominaiskuormituslukuja on saatavilla uudistushakkuille, kunnostusojitukselle ja lannoitukselle. Kasvatushakkuille käytettiin uudistushakkuiden luvusta johdettua arviota. DOC-ominaiskuormituslukuja on saatavilla ainoastaan viljaville ja karuille turvemaiden uudistushakkuille (Nieminen ym. 2015). Turvemaiden kasvatushakkuiden tyyppi, fosfori ja DOC-ominaiskuormituslukuina käytettiin 40 % vastaavan uudistushakkuun luvusta. Arvion perustana käytettiin Luken julkaisemattomia tutkimustuloksia, joiden mukaan turvemaiden muista kuin uudistushakkuista syntyy kuormitusta. Lannoituksen ominaiskuormituslukuina käytettiin Finérin ym. (2010) julkaisemia lukuja, joissa ei ole huomioitu turvemaiden tuhkalannoituksen vähäpäästöisyyttä, joten tuhkalannoituksia ei eroteltu muista lannoituksista. Turvemaiden lannoitefosforista oletetaan päätyvän suoraan ojiin ja vesistöihin 3 % lannoituksen yhteydessä lannoitelajista riippumatta (Finér ym. 2010). Vuosittaiset kuormitusarviot eivät sisällä metsätaloustoimenpiteistä riippumatonta luonnon taustakuormaa eivätkä ensiojituksen aiheuttamaa pitkäaikaista kuormitusta eli nk. ojituslisää (Nieminen ym. 2018, 2020). Siten ne ovat huomattavasti pienempiä kuin viimeaikaiset arviot metsämaan ja metsätalouden aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta (Finér ym. 2020), mutta ne ovat kuitenkin suhteellisesti samansuuruisia kuin pelkillä ominaiskuormitusluvuilla arvioidut metsätaloustoimenpiteiden valtakunnalliset kuormat (Finér ym. 2010). Skenaarioiden toimenpiteiden ei myöskään odoteta vaikuttavan merkittävästi ojituslisään, joten siitäkin näkökulmasta oli tarkoituksenmukaista tarkastella vain kuormitusta välittömästi aiheuttavien toimenpiteiden vaikutuksia.

10.2. Tulokset

Koko Suomen tasolla ja koko tarkasteluajanjakson yli summattuna (2016–2045) tyyppi, fosfori ja DOC-kuormitukset ovat suurimpia HIISI-WAM-skenaariossa. Typen kuormitus on pienintä WAM-BD-skenaariossa ja fosforin sekä liukoisen orgaanisen hiilen kuormitus HIISI-WEM-skenaariossa. Kiintoainekuormitus on pienintä HIISI-WAM-skenaariossa.

Kuormitukset eri skenaarioissa laskettiin myös Pohjois- ja Etelä-Suomelle erikseen. Pohjois-Suomessa typen kuormitus on suurinta HIISI-WEM-skenaariossa ja fosforin ja liukoisen orgaanisen hiilen kuormitus HIISI-WAM-skenaariossa. Etelä-Suomessa typen ja fosforin kuormitus on suurinta puolestaan HIISI-WAM-skenaariossa ja liukoisen orgaanisen hiilen suurinta HIISI-WAM- ja HIISI-WEM-skenaarioissa. Kiintoainekuormitus on suurinta WAM-BD-skenaariossa sekä Pohjois- että Etelä-Suomessa. Pohjois-Suomessa typen ja liukoisen orgaanisen hiilen kuormitus on pienintä WAM-BD-skenaariossa, fosforin kuormitus HIISI-WEM-skenaariossa ja kiintoaineen HIISI-WAM-skenaariossa. Etelä-Suomessa typen, fosforin ja kiintoaineen kuormitus on pienintä HIISI-WEM-skenaariossa ja liuenneen orgaanisen hiilen WAM-BD-skenaariossa.

Koko Suomen tasolla tarkasteltaessa vuosittainen typpikuormitus kasvaa HIISI-WAM-skenaariossa tarkasteluajanjakson aikana (Kuva 32). Pohjois-Suomessa suurin typen kuormitus tulee turvemaiden uudistushakkuualoilta, joiden määrän kasvu on pääsyynä typpikuormituksen lisääntymiseen tarkasteluajanjakson aikana. Turvemaiden uudistushakkuiden osuus typen kuormituksesta kasvaa tarkasteluajanjakson aikana 60 %:sta 75 %:iin. Etelä-Suomessa HIISI-WAM-skenaariossa typpikuormitus vähenee kaudella 2036–2045, koska turvemaiden uudistushakkuualat pienenevät vuoden 2025 jälkeen, mutta samanaikainen kangasmaiden lannoitusalan kasvu hidastaa typpikuormituksen vähenemistä. Myös koko Suomen tasolla pienintä typpikuormitusta aiheuttavassa WAM-BD-skenaariossa kuormitus kasvaa Pohjois-Suomessa ja vähenee Etelä-Suomessa tarkasteluajanjakson aikana.

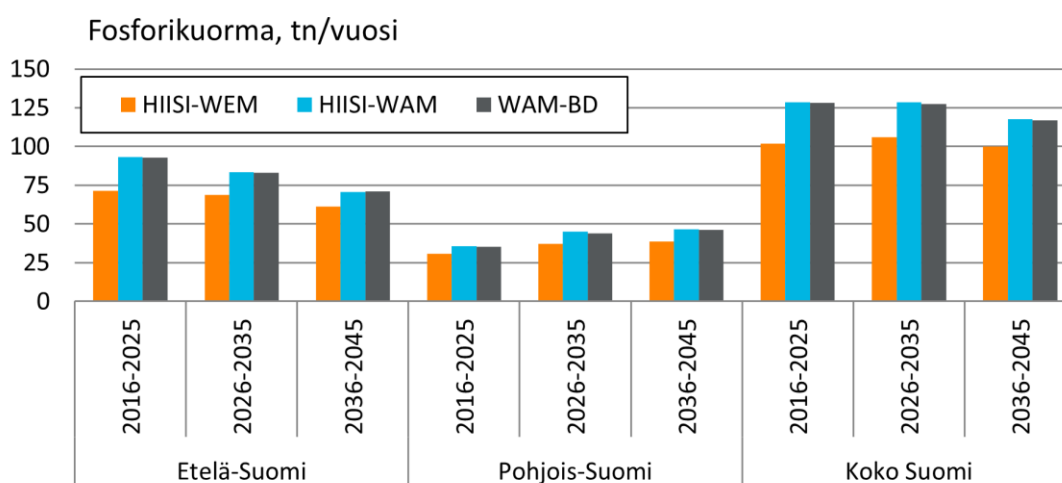


Kuva 32. Eri metsätaloustoimenpiteistä yhteensä aiheutunut keskimääräinen vuosittainen kokonaistypikuormitus (tn/vuosi) eri ajanjaksoilla eri skenaarioissa maan eri osissa ja yhteensä koko Suomessa.

Fosforikuormitus on suurinta HIISI-WAM-skenaariossa sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa, mutta kuormitus vähenee Etelä-Suomessa ja kasvaa Pohjois-Suomessa tarkasteluajanjakson aikana (Kuva 33). Etelä-Suomessa fosforikuormitusta vähentää turvemaiden lannoituksen väheneminen ja Pohjois-Suomessa sitä lisää turvemaiden uudistushakkuualan kasvu. Kaudella 2016–2025 Etelä-Suomessa suurin fosforikuormitus (32 %) tulee turvemaiden uudistushakkuista ja lannoituksen osuus kuormituksesta on 27 %. Pohjois-Suomessa kaudella 2016–2025 suurimmat kuormittajat n. 1/3 osuuksilla ovat kangas- ja turvemaiden uudistushakkuut sekä kunnostusojitus. Kaudella 2026–2035 Etelä-Suomessa kangas- ja turvemaiden uudistushakkuut ovat suurin fosforinkuormittaja noin 30 % osuuksilla ja kunnostusojitus ja lannoitus kuormittavat 16–20 % osuuksilla. Pohjois-Suomessa kaudella 2026–2035 suurin fosforikuormittaja on kunnostusojitus (29 %) ja seuraavaksi suurin turvemaiden uudistushakkuut (25 %), kangasmaiden uudistushakkuun ja lannoituksen osuus on 21–22 %. Kaudella 2036–2045 Etelä-Suomessa suurin fosforikuormitus HIISI-WAM skenaariossa tulee kangas- ja turvemaiden uudistushakkuista (33–34 %) ja kunnostusojituksista ja lannoituksesta 14–17 %. Pohjois-Suomessa 35 % fosforikuormituksesta tulee turvemaiden uudistushakkuista, 24 % kunnostusojituksista ja lannoituksesta sekä kangasmaiden uudistushakkuusta 19–20 %.

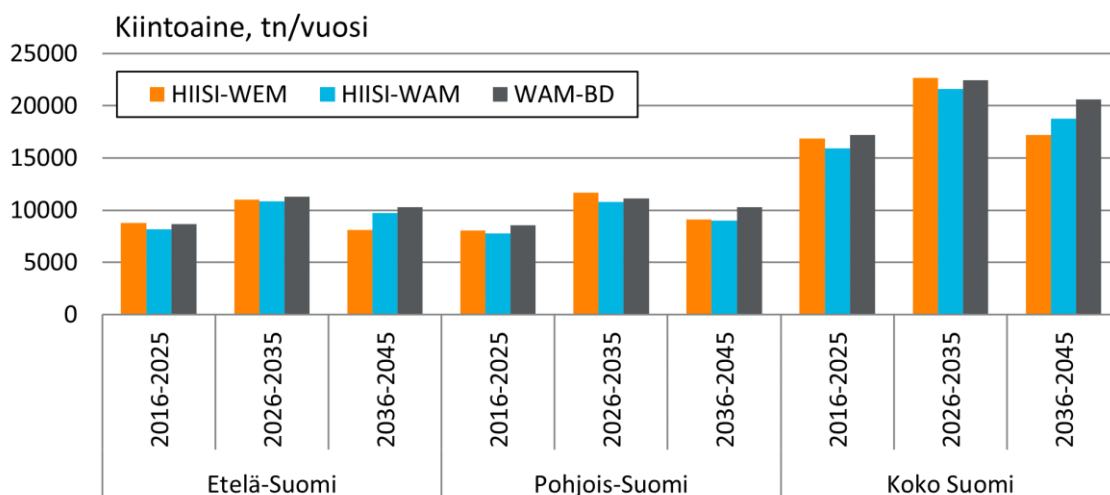
Vuosittainen fosforikuormitus on pienin HIISI-WEM-skenaariossa sekä Pohjois- että Etelä-Suomessa ja kaikilla eri ajanjaksoilla. Pohjois-Suomessa lähes tasavertaisia kuormittajia (1/3 osuuksilla) ovat HIISI-WEM-skenaariossa ensimmäisellä kaudella (2016–2025) ojen kunnostukset ja

kangas- ja turvemaiden uudistushakkuut. Etelä-Suomessa kangas- ja turvemaiden uudistushakkuut vastaavat 84 % fosforikuormituksesta lähes tasasuuruisin osuuksin. Kaudella 2026–2035 suurimmaksi kuormittajaksi Pohjois-Suomessa nousee ojien kunnostus (37 %), johon vaikuttaa kunnostuspinta-alan nousu, 54 % ensimmäiseen kauteen verrattuna (Liite 9). Etelä-Suomessa 79 % kuormituksesta muodostuu uudistushakkuista. Kaudella 2036–2045 suurin kuormittaja on turvemaiden uudistushakkuut 44 % kuormitusosuudella Pohjois-Suomessa ja Etelä-Suomessa kangas- ja turvemaiden uudistushakkuut vastaavat lähes tasasuuruisin osuuksin 82 % kuormituksesta. Etelä-Suomessa HIISI-WEM-skenaariossa fosforikuormitus vähenee ja Pohjois-Suomessa hiukan kasvaa koko tarkasteluajanjakson (2016–2045) aikana. HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa fosforikuormitus oli kummassakin lähes samansuuruinen kaikilla kymmenvuotiskausilla ja se oli suurempi kuin HIISI-WEM-skenaariossa. Tähän vaikuttaa erityisesti jälkimmäistä skenaariota suurempi kasvatushakkuupinta-ala turvemaidella.



Kuva 33. Eri metsätaloustoimenpiteistä yhteensä aiheutunut keskimääräinen vuositason kokonaisfosforikuormitus (tn/vuosi) eri ajanjaksoilla eri skenaarioissa maan eri osissa ja yhteensä koko Suomessa.

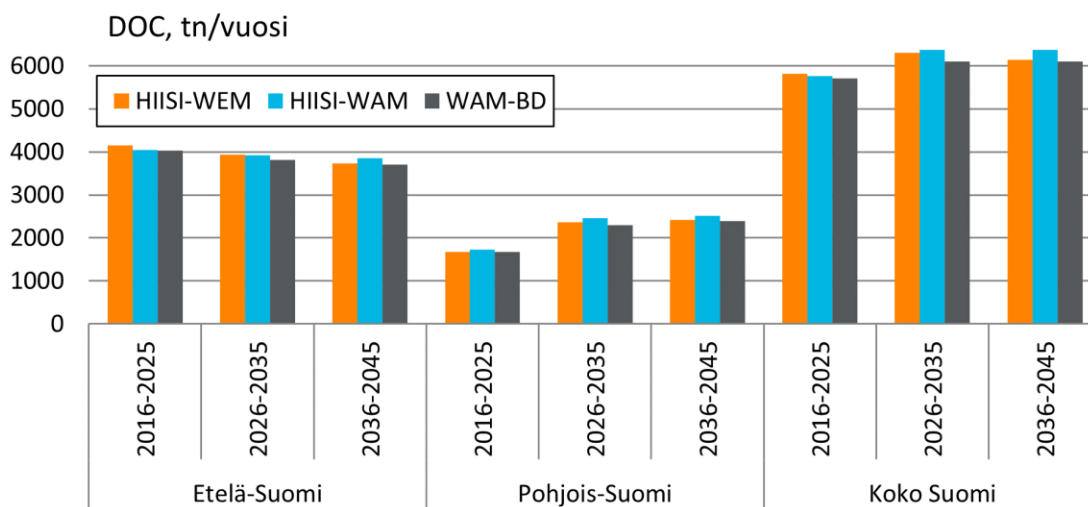
Kiintoainekuormitusta KUSTAA-mallissa muodostuu vain ojitettujen turvemaiden ojaston kunnostuksista. Vuosittainen kiintoainekuormitus on Etelä-Suomessa ja koko Suomen tasolla pienin HIISI-WAM-skenaariossa vuoteen 2035 saakka, jonka jälkeen kuormitus on pienintä HIISI-WEM-skenaariossa (Kuva 34). Pohjois-Suomessa kiintoainekuormitus on koko tarkasteluajan ajan pienin HIISI-WAM-skenaariossa. Kiintoainekuormitus on tässä skenaariossa sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa suurinta kaudella 2026–2035, jolloin sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa oja kunnostetaan yhteensä 28 600 hehtaarilla.



Kuva 34. Eri metsätaloustoimenpiteistä yhteensä aiheutunut keskimääräinen vuositasoinen kiintoainekuormitus (tn/vuosi) eri ajanjaksoilla eri skenaarioissa maan eri osissa ja yhteensä koko Suomessa.

Liukoisen hiilen kuormituksen kasvuun HIISI-WAM-skenaariossa vuoden 2025 jälkeen vaikuttaa erityisesti Pohjois-Suomessa turvemaiden harvennushakkuiden ja karumpien turvemaiden uudistushakkuiden lisääntyminen (Kuva 35). Etelä-Suomessa hiilen kuormitus hieman vähenee tarkasteluajanjakson aikana, mutta turvemaiden harvennukset kasvattavat suhteellista osuuttaan kuormittajana (25- \rightarrow 32 %:iin). Suurin kuormittaja Etelä-Suomessa yli 40 % osuudella on viljavien turvemaiden hakkuut.

WAM-BD-skenaario aiheuttaa vähiten liukoisen orgaanisen hiilen kuormitusta summattuna koko tarkasteluajanjakson ajalta sekä Pohjois- että Etelä Suomessa, mutta ero suurimpaan kuormitusskenaarioon on pieni, Pohjois-Suomessa 5 % ja Etelä-Suomessa 2 %. Pohjois-Suomessa kaikissa skenaarioissa kuormitus kasvaa vuoden 2025 jälkeen n. 30 % kauteen 2016–2025 verrattuna ja pysyy korkeammalla tasolla vuoteen 2045 saakka. Orgaanisen hiilen kuormituksessa pääosa syntyy turvemaiden harvennuksilta, joiden pinta-ala kasvaa kaudella 2026–2035 kaikissa skenaarioissa, mutta seuraavalla kaudella (2036–2045) karumpien turvemaiden uudistushakkuualat lisääntyvät ja nousevat myös suureksi kuormittajaksi. Etelä-Suomessa orgaanisen hiilen kuormitus vähenee 5–11 % vuodesta 2016 vuoteen 2045 mennessä eri skenaarioissa. Etelä-Suomessa viljavien turvemaiden uudistushakkuut ovat suurin kuormittaja, n. 35–40 % osuudella, koko tarkasteluajanjakson ajan. Seuraavaksi suurin kuormittaja on turvemaiden harvennushakkuut, joiden pinta-alat kasvavat kauden 2016–2025 toteutusmääristä.



Kuva 35. Eri metsätaloustoimenpiteistä yhteensä aiheutunut keskimääräinen vuosittaisen liu-koisen orgaanisen hiilen (DOC) kuormitus (tn/vuosi) eri ajanjaksoilla eri skenaarioissa maan eri osissa ja yhteensä koko Suomessa.

10.3. Tulosten tarkastelu

Metsätaloustoimenpiteiden vaikutusta vesistökuormitukseen arvioitiin ominaiskuormitusmenetelmällä, joka sopii eri metsätaloustoimien runsaussuhteissa tai pinta-aloissa tapahtuvien muutosten vertailuun, mutta se ei anna luotettavaa arvioita metsätalouden kokonaiskuormituksesta. Ominaiskuormitusluvut perustuvat tutkimuksissa tehtyihin mittauksiin tietyn toimenpiteen esim. uudistushakkuun aiheuttamasta kuormitusmuutoksesta verrattuna hakkaamattomaan vertailualueeseen tai aikasarjassa ennen ja jälkeen toimenpiteen näkyvään muutokseen. Menetelmä ei pysty ottamaan huomioon edellisten metsätaloustoimien vaikutusta; esimerkiksi uudisojitus on todennäköisesti nostanut turvemaametsäalueelta tulevan kuormituksen (nk. ojituslisä) luonnontilaista suuremmaksi pysyvästi (Nieminen ym. 2018, 2020), jolloin mitattu ojien kunnostuksen tai hakkuun vaikutus mittaa vain ko. toimenpidettä eikä kokonaisuudessaan ihmistoiminnan vaikutusta alueen kuormitukseen. Vastaavasti muutoinkin määrätietoisella metsänhoidolla aikaansaatua puubiomassan kasvu ja esimerkiksi havupuuston määrän lisääntyminen ja lehtipuiden määrän väheneminen voivat aiheuttaa suurempaa kuormitusta kuin luonnontilaisista metsistä, johon viittaavat viimeaikaiset tutkimushavainnot (Skerlep 2021, Nieminen ym. 2021).

Viimeisimmät valtakunnalliset arviot metsätalouden aiheuttamista vesistöihin päätyvistä vuosittaisista typpi- ja fosforikuormituksesta on 7 300 tonnia ja 440 tonnia, mikä vastaa 16 % typpikuormasta ja 25 % ihmisperäisestä fosforikuormituksesta (Finér ym. 2020). Tämän lisäksi metsistä ja soilta tulee nk. taustakuormana typpeä 37 300 tonnia/v ja fosforia 1320 tonnia/v. Tässä selvityksessä metsätaloustoimien aiheuttama vuosittainen typpikuormitus vaihteli ajanjaksosta ja skenaariosta riippuen 2 400–2 700 tn/v välillä ja fosforikuormitus 25–125 tonnin välillä, mitkä ovat selvästi pienempiä kuin uusimmat valtakunnalliset arviot. Tässä selvityksessä esitetyt arviot sijoittuvat kuitenkin aikaisempien arvioiden vaihteluväleihin, jotka on tehty pelkästään ominaiskuormituslukumenetelmän avulla. Skenaarioiden ei odoteta merkittävästi vaikuttavan edellä mainittuun metsätalouden aiheuttamaan taustakuorman lisään, joten ominaiskuormitusmenetelmällä lasketut kuormitukset kuvaavat skenaarioiden todellisia eroja. Metsätaloustoimien

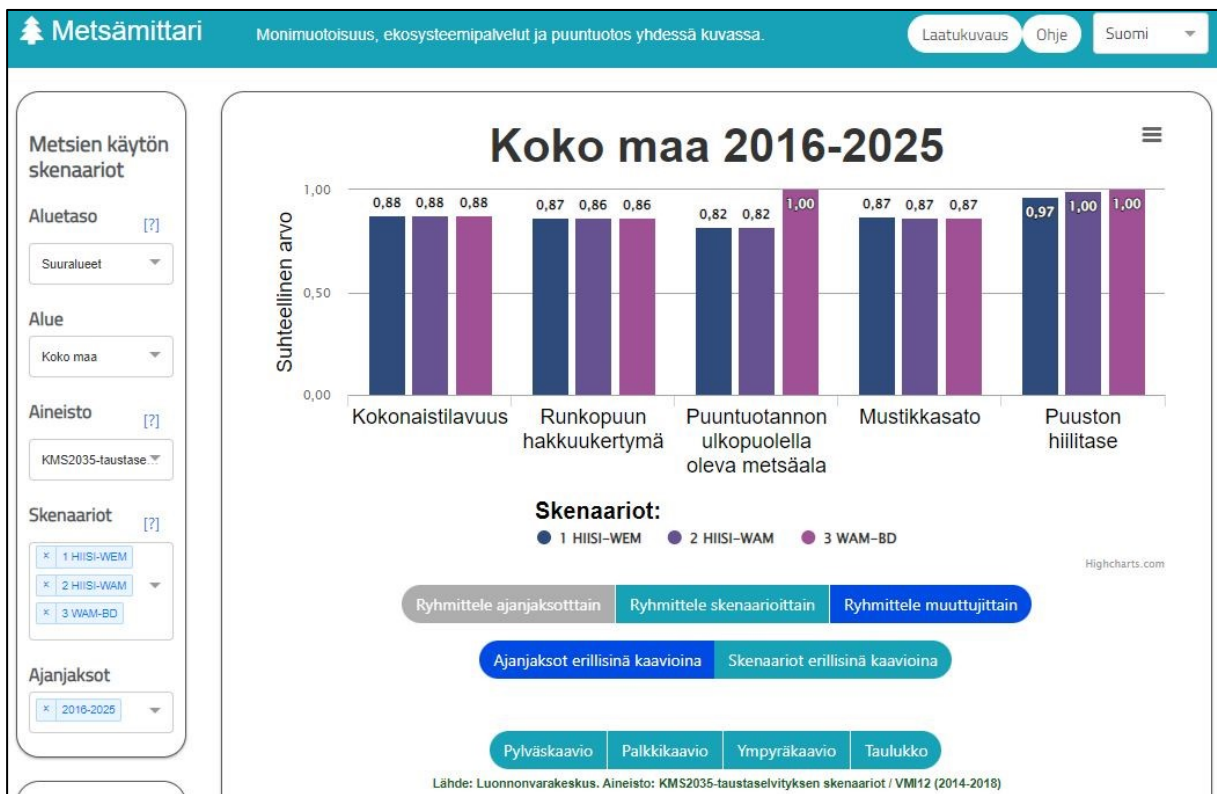
aiheuttama kuormitusvaikutus on suhteellisen pieni verrattuna metsätalouden taustakuorman lisään ja luonnonhuhoumaan sekä alueellisella että valtakunnallisella tasolla. Valuma-aluekohtaisesti yksittäisten toimenpiteiden aiheuttaman kuormituksen merkitys voi kuitenkin vaihdella paljonkin metsätalouden paineesta eli sen maankäyttöosuudesta sekä vastaanottavan vesistön kuormitusherkyydestä riippuen.

11. Metsämittari-analyysit

Anne Tolvanen, Harri Kilpeläinen, Hannu Hirvelä, Reetta Lempinen ja Leena Kärkkäinen

11.1. Metsämittarin yleiskuvas

Laskentatulokset visualisoitiin Metsämittarin avulla, jotta kaikki tämän selvityksen laskelmista kiinnostuneet voivat vertailla muuttujatasolla puuntuotantoon ja metsien muuhun käyttöön liittyviä skenaarioiden tuloksia samanaikaisesti ja helposti ymmärrettävässä muodossa. Metsämittari (<http://metsamittari.fi>) on julkisesti käytössä oleva visualisointityökalu, jonka avulla voidaan tarkastella erilaisten metsien käyttöskenaarioiden vaikutuksia puuston kehitykseen, hakkuisiin ja talouteen, monimuotoisuuteen ja ekosysteemipalveluihin (Kuva 36). Tiedot Metsämittaria varten on tuotettu pääosin MELA-ohjelmistolla ja ne haetaan erillisestä tietokannasta sen mukaan, mitä alueita, skenaarioita, muuttujia ja ajanjaksoja tarkasteluun valitut laskelmat koskevat.



Kuva 36. Yleiskuva Metsämittari-visualisointityökalusta.

Metsämittarissa tarkasteluun valittujen muuttujien arvot esitetään kullekin alueelle laskettuina suhteellisina lukuina välillä 0–1. Suhteellisten lukujen avulla on mahdollista verrata mittayksiköltään erilaisten muuttujien arvoja toisiinsa tarkasteltavissa metsänkäyttöskenaarioissa. Kunkin muuttujan osalta suhteellinen arvo 0 vastaa muuttujan absoluuttista arvoa 0 ja suhteellinen arvo 1 saman muuttujan suurinta absoluuttista arvoa mukana olevissa skenaarioissa millä tahansa ajanjaksolla.

Poikkeuksena tässä selvityksessä esitetyissä skenaariolaskelmissa ovat hiili- ja kasvihuonekaasutaseita kuvaavat muuttujat, joiden osalta suhteelliset arvot on skaalattu käänteisesti. Näissä muuttujissa absoluuttinen arvo 0 on skaalattu suhteelliseksi arvoksi 0 (vastaa tilannetta, jossa alueen päästöt ja poistumat ovat yhtä suuret). Muuttujan pienin absoluuttinen arvo mukana olevissa skenaarioissa millä tahansa ajanjaksolla vastaa puolestaan suhteellista arvoa 1 (vastaa tilannetta, jossa alueen nettonielu on suurimmillaan). Hiili- ja kasvihuonekaasutase -muuttujien absoluuttiset arvot ovat selvityksen skenaarioissa aina negatiivisia, mikä tarkoitti kunkin muuttujan kohdalla poistumien olevan päästöjä suurempia kaikilla ajanjaksoilla (ks. Luku 6).

Metsämittarissa valittujen muuttujien suhteellisia arvoja voidaan tarkastella pylväs-, palkki- ja ympyräkaavioina tai vaihtoehtoisesti myös taulukkoina. Kaavioiden esitystapaa on mahdollista muuttaa ajanjaksojen, skenaarioiden ja muuttujien suhteen.

11.2. Muuttujien valitseminen Metsämittariin

Tulosten visualisoimiseksi Metsämittariin vietävät muuttujat valittiin kolmivaiheisesti. Ensimmäinen valinta tehtiin pohjautuen Metsämittarissa jo valmiina oleviin, Lapin ja Pohjanmaan maakunnille laskettuihin muuttujiin. Tästä muuttujajoukosta valittiin sellaiset muuttujat, joille oli laskettu tuloksia tätä taustaselvitystä varten. Joukkoa täydennettiin joillakin tätä selvitystä varten lasketuilla uusilla muuttujilla.

Toinen vaihe toteutettiin järjestämällä työpaja metsäneuvoston työvaliokunnan jäsenille ja kysymällä heidän näkemyksiään ensimmäisessä vaiheessa valittujen muuttujien tärkeydestä (Taulukko 14). Osallistujat arvioivat Mentimeter-kyselyn avulla muuttujien tärkeyttä asteikolla 1–5 (1=ei ollenkaan tärkeä...5=erittäin tärkeä). Kunkin muuttujan arviointiin osallistui 13–17 henkilöä. Työpajan aikana laskettiin muuttujien keskimääräiset tärkeydet (Taulukko 14) ja keskusteltiin aktiivisesti niiden pohjalta muuttujien esittämisestä Metsämittarissa.

Puuston kehitystä ja hakkuita ja taloutta koskevat muuttujat koettiin yleisesti tärkeiksi, samoin monimuotoisuutta koskevat muuttujat. Uusiksi muuttujiksi ehdotettiin yritystaloudellisia vaihtokuituksia kuvaavaa muuttujaa sekä ikäluokittaisia metsien pinta-aloja. Lisäksi työpajassa pohdittiin tarvetta määrittää vanhojen metsien ikäraja eri tavalla Etelä- ja Pohjois-Suomessa, jolloin voisi olla aiheellista käyttää eri kynnyksarvoja vanhoille metsille näillä alueilla. Tämä jäi kuitenkin harkittavaksi.

Keruutuotteiden osalta mustikka- ja puolukkasatoja pidettiin Metsämittarissa tärkeänä. Muiden kyselyssä mukana olleiden keruutuotteiden mukaan ottamista ei pidetty tärkeänä johtuen siitä, että niiden kerääminen ei kuulu jokamiehen oikeuksien piiriin.

Hiilimuuttujista koettiin tärkeiksi puuston hiilivarasto ja metsien kasvihuonekaasutase (sisältäen puuston ja maaperän) sekä puutuotteiden hiilivarasto ja -tase. Metsityksen ja metsäkadon kasvihuonekaasutaseiden merkitys kansallisen metsästrategian näkökulmasta koettiin ongelmalliseksi siksi, että niihin ei voida metsänhoidolla vaikuttaa. Lisäksi todettiin, että vaikka puutuotteiden hiilitase on kaikissa tämän selvityksen skenaariossa sama, se on tärkeää ottaa mukaan Metsämittariin.

Vesistökuormitusta kuvaavia muuttujien esittäminen Metsämittarissa sai kannatusta. Metsäneuvoston työvaliokunnan jäsenet pitivät myös tärkeänä, että Metsämittarissa muuttujille esitettävien suhteellisten arvojen lisäksi myös muuttujien absoluuttiset arvot ovat kaikkien saatavilla.

Kolmas vaihe toteutettiin tutkijatyönä, jolloin tehtiin lopulliset päätökset Metsämittariin otettavista muuttujista. Periaatteena oli, että Metsämittariin valittiin ne muuttujat, joille työvaliokunnan jäsenten antama keskimääräinen tärkeys oli vähintään 3,3 (Taulukko 14).

Työvaliokunnan toiveiden mukaisesti ensimmäisessä vaiheessa valittuihin puuston kehitystä kuvaaviin muuttujiin lisättiin pinta-alat ikäluokittain, ja hakkuita ja taloutta kuvaaviin muuttujiin lisättiin työvoiman tarvetta metsänhoitotöissä ja puunkorjuussa kuvaava muuttuja. Jälkimmäisellä muuttujalla pyrittiin kuvaamaan yritystaloudellisia vaikutuksia tarkastelussa mukanaolevissa skenaarioissa.

Puuston kehitystä kuvaaviin muuttujiin lisättiin ikäluokittaiset pinta-alat 0–60-vuotiaissa, 61–120-vuotiaissa ja yli 120-vuotiaissa metsissä. Tämän vuoksi muuttuja ”Yli 120-vuotiaiden metsien pinta-ala” poistettiin monimuotoisuutta kuvaavista muuttujista. Vanhoja metsiä päätettiin kuvata yhdenmukaisesti yli 160-vuotiaiden metsien pinta-alalla sekä Pohjois- että Etelä-Suomessa. Tämä Monimuotoisuus-muuttujaryhmään kuuluva muuttuja täydentää metsien ikäluokittaisia pinta-aloja Puuston kehitys -muuttujaryhmässä.

Keruutuotteita kuvaavista muuttujista poistettiin työvaliokunnan esityksen mukaisesti kuusenkerkän, koivumahlan, pakurikäävän ja lakkakäävän potentiaaliset keruualat. Hiili-muuttujien osalta päädyttiin työvaliokunnalta saadun palautteen ja laskennan teknisen toteutuksen pohjalta siihen, että Metsämittarin tarkasteluissa mukana olevia muuttujia ovat puuston hiilitase, metsien kasvihuonekaasutase ja puutuotteiden hiilitase. Siten Puuston hiilivarasto -muuttuja korvattiin Puuston hiilitase -muuttujalla. Lisäksi Metsäkadon kasvihuonekaasutase- ja Puutuotteiden hiilivarasto -muuttujat jätettiin pois Metsämittarista, vaikka työvaliokunnan antamat keskimääräiset tärkeydet näille muuttujille olivatkin vähintään 3,3. Metsäkadon kasvihuonekaasutase -muuttujan jättäminen pois perustui työpajassa käytyyn keskusteluun mahdollisuudesta vaikuttaa metsänhoidolla metsäkatoon ja Puutuotteiden hiilivarasto -muuttujan laskentatekniisiin syihin. Kyselyssä Hiili- ja Vesistökuormitus -ryhmiin kuuluvat muuttujat (Taulukko 14) yhdistettiin Metsämittarin tarkasteluja varten yhdeksi Hiili ja vesistökuormitus -muuttujaryhmäksi.

Taulukko 14. Muuttujat ja niiden pisteyttäminen työpajakyselyn perusteella. Muuttujille laskettiin keskimääräiset tärkeydet asteikolla 0–5. Taulukossa on esitetty myös työpajakyselyn jälkeen muuttujalistaan tehdyt muutokset.

Muuttujat	Keskimääräinen tärkeys	Muuttujalistan muutokset
Ryhmä 1: Puuston kehitys		
Kokonaistilavuus	4,2	
Tilavuus puulajeittain (mänty, kuusi, koivu, muu lehtipuu)	3,8	
Kasvu	4,7	
Kokonaispoistuma	3,7	
Pinta-ala ikäluokittain (-60 v, 61–120 v, 121-)		Uusi muuttuja
Ryhmä 2: Hakkuut ja talous		
Runkopuun hakkuukertymä	4,5	
Runkopuun hakkuukertymä puulajeittain (mänty, kuusi, lehtipuu)	3,4	
Hakkuukertymä puutavaralajeittain (tukki, kuitu, energiapuu)	3,9	
Kokonaishakkuuala	4,0	
Hakkuuala hakkuutavoittain (uudistushakkuu, kasvatushakkuu)	4,3	
Kantorahatulot	4,1	
Metsän tuottoarvo 4 %	3,3	
Lannoitus- ja kunnostusojitusala	3,4	
Työvoiman tarve (kuvaa yritystalousvaikutuksia)		Uusi muuttuja
Ryhmä 3: Monimuotoisuus		
Puuntuotannon ulkopuolella olevien metsien pinta-ala	4,3	
Yli 160-vuotiaiden metsien pinta-ala	3,5	Uusi nimi muuttujalle
Yli 120-vuotiaiden metsien pinta-ala	3,9	Siirto ryhmään 1
Suurten (lpm>30 cm) haapojen kokonaistilavuus	3,9	
Suurten (lpm>30 cm) lehtipuiden kokonaistilavuus	3,7	
Lehtipuuvaltaisten metsien pinta-ala	3,9	
Säästöpuiden tilavuus	4,1	
Kasvilajien peittävytydet (mustikka, puolukka, ruohot, heinät, kanerva, jäkälät)	3,6	
Ryhmä 4: Keruutuotteet		
Mustikkasato	4,2	
Puolukkasato	3,3	
Kuusenkerkän keruuala	2,1	Pois (ei kannatusta)
Koivunmahlan keruuala	2,0	Pois (ei kannatusta)
Pakurikäävän keruuala	2,2	Pois (ei kannatusta)
Lakkakäävän keruuala	1,9	Pois (ei kannatusta)
Ryhmä 5: Hiili		
Puuston hiilivarasto (korvaavaksi muuttujaksi puuston hiilitase)	4,9	Muuttujan vaihto
Puutuotteiden hiilivarasto	3,7	Pois (tekninen syy)
Metsien kasviuonekaasutase	4,5	
Metsityksen kasviuonekaasutase	3,1	Pois (ei kannatusta)
Metsäkadon kasviuonekaasutase	3,3	Pois (tekninen syy)
Puutuotteiden hiilitase	3,3	
Ryhmä 6: Vesistökuormitus		
Typpikuormitus	4,0	
Fosforikuormitus	4,2	
Kiintoainekuormitus	4,5	
Liukoinen orgaaninen hiili	3,8	

11.3. Selvityksen tulokset Metsämittarissa

Muuttujien suhteelliset arvot HIISI-WEM-, HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioista vietiin tulosten visualisointia varten Metsämittariin, jossa muuttujat luokiteltiin viiteen muuttujaryhmään liitteessä 12 esitetyn mukaisesti. Osa muuttujista on tilamuuttujia, joiden arvot esitetään Metsämittarissa kunkin ajanjakson alku- tai lopputilan mukaan, ja osa kausimuuttujia, joiden arvot kuvaavat keskimääräisiä vuotuisia tietoja kullakin ajanjaksolla. Muuttujien arvot on esitetty Metsämittarissa Etelä-Suomesta, Pohjois-Suomesta ja koko maasta. Poikkeuksena tästä ovat lannoitusala ja kolme hiilimuuttujaa, joiden osalta tuloksia on saatavissa vain koko maasta.

Tämän selvityksen tuloksia voidaan tarkastella Metsämittarissa seuraavilla lähtöoletuksilla: aluetasoksi valitaan "Suuralueet" (valikko "Aluetaso"), jolloin on valittavissa kolme vaihtoehtoa "Etelä-Suomi", "Pohjois-Suomi" ja "Koko maa" (valikko "Alue"). Ainoaksi aineistovaihtoehdoksi tulee "KMS2035-taustaselvityksen skenaariot / VMI12 (2014–2018)" (valikko "Aineisto") (Kuva 36).

Aluetaso, Alue ja Aineisto ovat Metsämittarissa perusvalintoja, joihin kaikki muut valinnat pohjautuvat. Perusvalintojen jälkeen käyttäjä valitsee tarkasteltavat skenaariot ja ajanjaksot samanimisistä valikoista (Kuva 36). Skenaarioiksi on valittavissa "1 HIISI-WEM", "2 HIISI-WAM" ja "3 WAM-BD" (valikko "Skenaariot") ja ajanjaksoiksi "2016–2025", "2026–2035" ja "2036–2045" (valikko "Ajanjaksot").

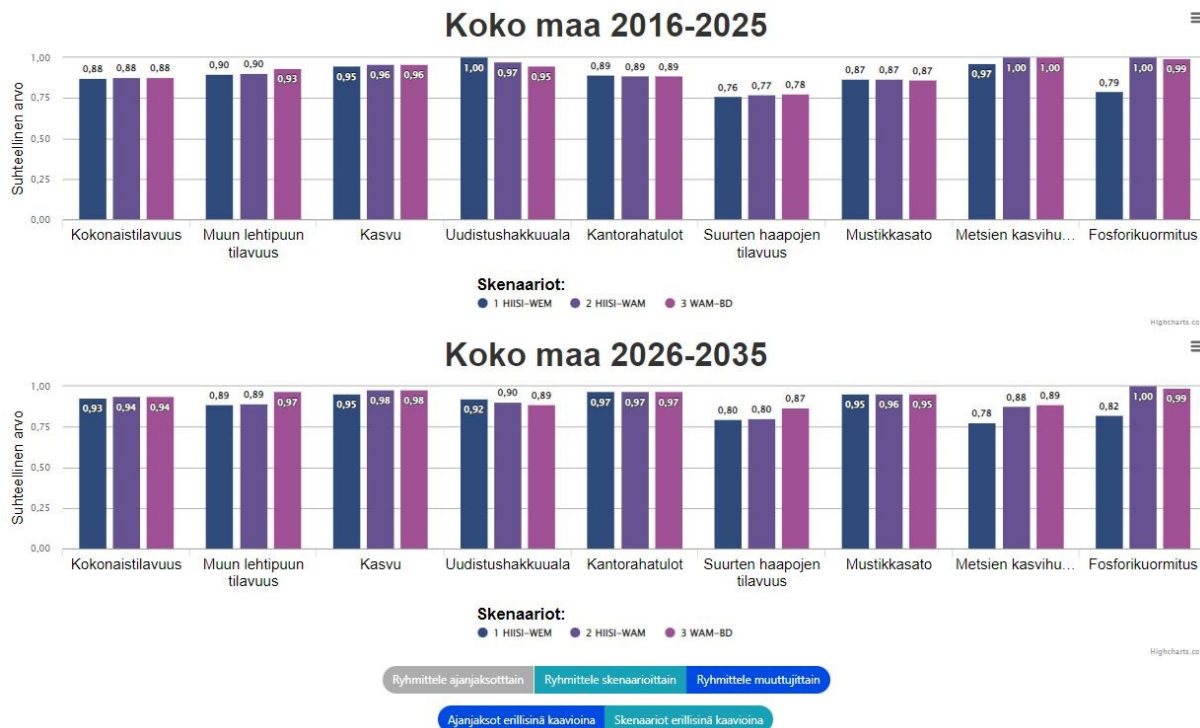
Viimeisenä tarkasteluun valitaan halutut muuttujat, jotka on selkeyden vuoksi ryhmitelty viiteen päävalikkoon: "Puuston kehitys", "Hakkuut ja talous", "Monimuotoisuus", "Keruutuotteet" ja "Hiili ja vesistökuormitus".

Skenaarioita, ajanjaksoja ja muuttujia voidaan lisätä ja poistaa tarkastelujen aikana niin, että aiemmin tehdyt valinnat säilyvät tarkasteluissa mukana. Lisätietoja Metsämittarin toiminnasta sekä muuttujien absoluuttiset arvot löytyvät sovelluksen laatuselosteesta (ks. <http://metsamittari.fi>, laatukuvaus).

11.4. Metsämittarin esimerkkitarkastelu

Seuraavaksi vertaillaan kolmen skenaarion tuloksia Metsämittari-sovelluksessa tarkasteluun mukaan valittujen esimerkkimuuttujien avulla. Tarkasteluun valittiin 1–3 kutakin muuttujaryhmää edustavaa muuttujaa (Liite 12). Puuston kehitys -ryhmästä valittiin esimerkkimuuttujiksi kokonaistilavuus, muun lehtipuun tilavuus ja kasvu. Hakkuut ja talous -muuttujaryhmästä valittiin uudistushakkuuala ja kantorahatulot. Monimuotoisuus -ryhmästä tarkasteluun otettiin suurten haapojen tilavuus ja Keruutuotteet -ryhmästä mustikkasato. Hiili ja vesistökuormitus -ryhmää edustivat metsien kasvihuonekaasutase ja fosforikuormitus. Kuvassa 37 havainnollistetaan, kuinka näiden yhdeksän muuttujan arvot poikkeavat toisistaan eri skenaarioissa koko maan tasolla ajanjaksoilla 2016–2025 ja 2026–2035.

Tarkasteluun mukaan valittujen muuttujien suhteelliset arvot esittävät kunkin ajanjakson keskimääräisiä vuotuisia muuttujan arvoja suhteessa toisiinsa. Poikkeuksena on kuitenkin kokonaistilavuus -muuttuja, jonka suhteelliset arvot on määritetty kunkin ajanjakson lopputilan mukaan (ks. tarkemmin Liite 12). Metsien kasvihuonekaasutase -muuttujan suhteelliset arvot ajanjaksolle 2016–2025 on viety Metsämittariin tämän selvityksen mukaisesti vuosien 2021–2025 tietoihin perustuen.



Kuva 37. Esimerkki tämän selvityksen skenaarioiden tulosten visualisoinnista Metsämittarissa.

Puuston kasvua ja monimuotoisuutta edistävät toimet näkyivät muuttujasta riippuen eri tavoin HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa. Nämä toimet eivät vaikuttaneet merkittävästi kokonaistilavuuteen, kantorahatuloihin eivätkä mustikkasatoihin, jotka olivat lähes samalla tasolla kaikissa skenaarioissa ajanjaksoilla 2016–2025 ja 2026–2035 (Kuva 37). Näiden muuttujien arvoihin vaikuttivat ratkaisevasti runkokuun hakkuukertymät ja energiapuun korjuumäärät, jotka olivat samaa suuruusluokkaa eri skenaarioissa (ks. alaluvut 5.2.1 ja 5.2.2).

Metsien lannoituksen vaikutus HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaariossa näkyi selvimmin puuston kasvussa (muuttuja ”Kasvu”), metsien kasvihuonekaasutaseessa ja vesistöjen fosforikuormituksessa erityisesti ajanjaksolla 2026–2035. Tuolloin puuston kasvun suhteellinen arvo koko maassa oli 0,95 HIISI-WEM-skenaariossa ja 0,98 HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa (Kuva 37). Myös metsien kasvihuonekaasutase oli ajanjaksolla 2026–2035 selvästi alempi HIISI-WEM-skenaariossa (suhteellinen arvo 0,78) kuin HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa (suhteelliset arvot 0,88 ja 0,89). Lannoitus vaikutti vesistökuormitukseen erityisesti fosforin osalta, sillä fosforikuormitus oli korkeimmillaan HIISI-WAM-skenaariossa (suhteellinen arvo 1,00) ja lähellä suurinta mahdollista myös WAM-BD-skenaariossa (suhteellinen arvo 0,99) ajanjaksoilla 2016–2025 ja 2026–2035. HIISI-WEM-skenaariossa, jossa erillisiä lannoituskäsittelyjä ei tehty, fosforikuormituksen suhteelliset arvot olivat vastaavilla ajanjaksoilla 0,79 ja 0,82.

Monimuotoisuutta edistäviä toimia WAM-BD-skenaariossa olivat lisäykset suojelupinta-aloihin ja säästöpuiden määrään sekä lehtisekapuustoisuuden suosiminen. Näiden johdosta muun lehtipuun tilavuudet näkyivätkin WAM-BD-skenaariossa korkeina suhteellisina arvoina, 0,93 ja 0,97 ajanjaksoilla 2016–2025 ja 2026–2035, kun vastaavat suhteelliset arvot olivat HIISI-WEM- ja HIISI-WEM-skenaarioissa 0,90 ja 0,89. Myös isojen haapojen tilavuus oli ajanjaksolla 2026–2035 selvästi korkeampi WAM-BD-skenaariossa (suhteellinen arvo 0,87) kuin HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa (suhteellinen arvo 0,80).

Monimuotoisuutta edistävät toimet WAM-BD-skenaariossa alensivat myös uudistushakkuiden pinta-aloja koko maassa HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioon verrattuna. Kun WAM-BD-skenaariossa uudistushakkuualat saivat suhteelliset arvot 0,95 ja 0,89 ajanjaksoilla 2016–2025 ja 2026–2035, vastaavat suhdeluvut olivat HIISI-WEM-skenaariossa 1,00 ja 0,92 ja HIISI-WAM-skenaariossa 0,97 ja 0,90. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa tehty kantojen nosto energiakäyttöön lisäsi osaltaan uudistushakkuiden pinta-aloja. HIISI-WAM-skenaariossa mukana olevat toimet, mm. lannoitus ja yläharvennukset, pienensivät hieman koko maassa uudistushakkuiden pinta-aloja HIISI-WEM-skenaarioon verrattuna.

12. Skenaariolaskelmien tulosten arviointi

12.1. Vaikutukset erilaisiin ekosysteemipalveluihin ja kansantalouteen

Tämän Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelun tueksi laaditun taustaselvityksen tarkoituksena oli tarkastella metsäalan toimintaympäristöä, määrittellä metsien käyttöä kuvaavat skenaariot ja tuottaa niihin perustuvat laskelmat. Skenaarioanalyysien avulla voitiin arvioida eri skenaarioiden kansantaloudellisia vaikutuksia sekä vaikutuksia puuntuotantoon ja muihin ekosysteemipalveluihin.

Metsäalan toimintaympäristö muuttuu poikkeuksellisen nopeasti. Tämän seurauksena metsien tarjoamia tuotteita ja palveluita kohtaan kohdistuu poikkeuksellisen voimakas ja monitahoinen kysyntä. Pyrkimys metsien hiilinielujen vahvistamiseen, metsien kasvavat suojelutavoitteet ja metsäteollisuustuotteiden hyvän kysynnän seurauksena korkeat hakkuutasot johtavat Suomessa tavoitteiden yhteensovittamistehtävään, joka voi käytännössä osoittautua vaikeaksi.

Lähes kaikissa taustaselvityksen skenaariotarkasteluissa hyödynnettiin HIISI-WEM-, HIISI-WAM-, ja WAM-BD-skenaarioihin perustuvien laskelmien tuloksia. HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaariot olivat lähes samanlaiset metsäteollisuuden tuotantomäärien ja puun energiakäytön sekä niiden perustella johdettujen hakkuukertymien suhteen. Ainoastaan puun energiakäytössä oli pieniä eroja skenaarioiden välillä. Lisäksi erona näissä skenaarioissa oli, että HIISI-WAM-skenaariossa kasvatuslannoitusten määrää lisättiin merkittävästi nykytasosta, osa harvennuksista tehtiin yläharvennuksina ja kunnostusojitusten määrä rämeillä oli pienempi. WAM-BD-skenaariossa metsäteollisuuden tuotantomäärät ja energiapuun käyttö vastasivat HIISI-WAM-skenaariota, mutta HIISI-WAM-skenaariosta poiketen WAM-BD-skenaarioissa ei korjattu kantoja energiakäyttöön. Lisäksi WAM-BD-skenaarioissa lisättiin suojelupinta-alaa ja luonnonhoitotoimia (säätöpuiden määrän ja lehtisekapuuston osuuden lisääminen).

HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa runkopuun kasvu, tilavuus ja puuston nettohiilinielu olivat suuremmat kuin HIISI-WEM-skenaariossa. Näissä kahdessa skenaariossa kasvatushakkuiden ja -lannoitusten pinta-alat olivat suuremmat kuin HIISI-WEM-skenaariossa. Aikaisempien tutkimusten mukaan tilavuuden kasvu ja tuotettu hehtaarikohtainen kokonaistilavuus ja siten myös biomassa ja hiilivarasto ovat suuremmat harventamattomissa kuin harvennetuissa mänty- ja kuusimetsissä (Mäkinen ja Isomäki 2004a, 2004b, Eriksson 2006). Lannoitus voi puolestaan oikein kohdistettuna lisätä huomattavasti biomassan tuotosta ja siten hiilen sitomista (esim. Hedwall ym. 2014, Sathre ym. 2010). Hedwallin ym. (2014) mukaan lannoitus on todennäköisesti tehokkain metsänhoidollinen keino kasvattaa hiilivarastoja ainakin lyhyellä tähtämellä. Lannoituksella on sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia puuntuotantoon. Lannoitus voi lyhentää kiertoaikaa (Hedwall ym. 2014). Lämpimän kasvun lisääntyessä kuitenkin puuaineen tiheys pienenee (Lundgren 2004). Lannoitus lisää lisäksi oksien määrää oksakiekkurassa ja oksien kokoa (Mäkinen ym. 2001). Nämä tekijät huonontavat puun laatua. Lannoituksen kannattavuuteen vaikuttaa mm. lannoitteiden hinta ja puun hinnan kehitys (vrt. Hedwall ym. 2014).

Lannoituksella on vaikutusta esimerkiksi metsäluonnon monimuotoisuuteen, koska lisääntynyt ravinteiden saatavuus muuttaa aluskasvillisuuden koostumusta (Hedwall ym. 2014). Tässä selvityksessä ei kuitenkaan ollut suuria eroja aluskasvillisuuden peittävyyksissä eri skenaarioiden välillä. Käytetyt peittävyysmallit eivät kuvaa lannoituksen suoraa vaikutusta kasvillisuuteen, joten lannoitusvaikutus kuvautuu kasvillisuuteen puuston rakenteen kautta. Lannoituksen

seurauksena riski ravinteiden huuhtoutumiselle kasvaa (Hedwall ym. 2014). Koska HIISI-WAM-skenaariossa lannoituspinta-aloja lisättiin verrattuna HIISI-WEM-skenaarioon ja hakkuiden pinta-alat olivat suuremmat kuin WAM-BD-skenaariossa, siinä oli myös vuosien 2016–2045 yli summattuna suurimmat typen, fosforin ja orgaanisen hiilen kuormitukset. HIISI-WAM-skenaariossa oli vastaavalla tavalla laskettuna pienin kiintoainekuormitus kunnostusojitusten pienimmästä pinta-alasta johtuen.

Aluskasvillisuuden peittävyden lisäksi metsäluonnon monimuotoisuutta eri skenaarioissa tarkasteltiin puuston rakennepiirteiden kautta. HIISI-WAM- ja WAM-BD-skenaarioissa erityisesti yli 30 cm:n paksuisten mäntyjen kokonaistilavuuden lisäys oli suurempaa kuin HIISI-WEM-skenaariossa, mikä johtui kasvatushakkuiden ja -lannoitusten suuremmasta määrästä ja WAM-BD-skenaariossa myös vanhoihin metsiin kohdistuneesta suojelupinta-alojen lisäämisestä. Alaharvennusten seurauksena suurikokoisten puiden osuus kasvaa verrattuna harventamattomaan metsään ja jäljelle jäävien puiden läpimitan kasvu lisääntyy (Mäkinen ja Isomäki 2004b). Myös lannoituksen seurauksena mäntymetsissä läpimittajakauma siirtyy kohti suurempia puita (Bergh ym. 2014). Suurten mäntyjen kokonaistilavuuden lisääntymisellä on todennäköisesti myönteisiä vaikutuksia metsäluonnon monimuotoisuuteen, koska kookkaiden puiden vähene-
misen on todettu olevan yksi uhanalaisuuden syy useille metsälajeille (Hyvärinen ym. 2019). Kookkaiden puiden määrän kehitys voi kuitenkin poiketa vanhojen puiden määrän kehityksestä (Henttonen ym. 2019). Osa uhanalaisista lajeista tarvitsee vanhoja puita. Puuston korkea ikä on tärkeä esimerkiksi eräiden vaatelioiden epifyyttijäkälien kannalta (Pykälä 2019).

WAM-BD-skenaariossa lisättiin lehtisekapuun osuutta osassa havupuuvaltaisista kasvatusmetsistä. Tämän takia WAM-BD-skenaariossa muiden lehtipuiden kuin haavan ja koivun tilavuus lisääntyi vuoteen 2036 mennessä, kun se HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa hieman väheni tai pysyi samalla tasolla kuin lähtötilanteessa. Lehtisekapuun lisäämisen havupuuvaltaisiin metsiin on todettu mm. edistävän metsäluonnon monimuotoisuutta ja riskien hallintaa sekä parantavan virkistysarvoja ja maaperän ominaisuuksia. Haasteena lehtipuusuuden lisäämiselle on hirvituhot. Lisätietoa tarvitaan siitä, millä tavalla sekametsiä kannattaa perustaa ja kuinka lehtisekapuun osuutta voidaan lisätä nykyisissä havumetsissä (Huuskonen ym. 2021).

WAM-BD-skenaariossa myös suosittiin haapaa ja muita lehtipuita (pl. koivu) säästöpuina uudistushakkuissa. Tämän takia haapojen ja muiden lehtipuiden (pl. koivu) kokonaistilavuus oli vuonna 2036 WAM-BD-skenaariossa selvästi suurempi läpimittaluokassa yli 30 cm kuin HIISI-WEM- ja HIISI-WAM-skenaarioissa. Metsäluonnon monimuotoisuutta voidaan lisätä jättämällä harvennus- ja uudistushakkuissa talousmetsiin järeitä, yli-ikäisiä ja kuolleita haapoja, joita vaatii suurin osa alueellisesti harvinaisista ja taantuneista haavan seuralaislajeista (Siitonen 1999). WAM-BD-skenaariossa lehtipuiden suosiminen säästöpuiden valinnassa ja lehtisekapuuston lisäys pienensivät ko. hakkuukohteissa lehtipuiden hakkuukertymää. Tämän takia lehtipuiden tukki- ja kuitukertymätavoitteiden saavuttamiseksi hakkuut kohdistuivat WAM-BD-skenaariossa hieman eri tavalla kuin HIISI-WAM-skenaariossa, mm. lehtipuuvalltaisiin metsiin. Tämän seurauksena WAM-BD-skenaariossa yli 60-vuotiaiden lehtipuuvalltaisten metsien pinta-ala pieneni, koivun hakkuukertymät olivat suuremmat ja koivun runkotilavuus vuonna 2036 oli pienempi kuin HIISI-WAM-skenaariossa. Erot olivat kuitenkin pienet ja osittain niiden taustalla on optimoinnissa kertymätavoitteille annetut pienet vaihteluvälit.

Metsien virkistysarvoa voidaan lisätä WAM-BD-skenaariion mukaisilla monimuotoisuustoimilla (suojeltujen metsien pinta-alan, säästöpuiden määrän ja lehtisekapuuston lisääminen). Metsien virkistyskäyttöön vaikuttaa myös jokamiehenoikeuksien piiriin kuuluva marjojen poimiminen. Tässä selvityksessä potentiaalisten mustikka- ja puolukkasatojen osalta erot eri skenaarioiden

välillä olivat pienet. Marjasatoja kuvaavat mallit eivät kuitenkaan ottaneet huomioon esimerkiksi lannoituksen suoraa vaikutusta, millä voi olla vaikutusta tuloksiin.

Edellä mainitun kolmen skenaariolaskelman lisäksi metsävarojen ja puuntuotannon osalta analysoitiin SY-BD-skenaarioon perustuvien laskelmien tulokset. SY-BD-skenaario vastasi muutoin WAM-BD-skenaariota, mutta SY-BD-skenaariossa hakkuukertymät perustuivat suurimpaan ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymään, joka saatiin laskennallisesti ilman etukäteen määriteltyä kertymätasoa. SY-BD-skenaarion mukaan vuosina 2016–2035 runkopuuta oli mahdollista hakata vuosittain keskimäärin vajaa 7 miljoonaa kuutiometriä enemmän kuin WAM-BD-skenaariossa. Suuremman runkopuun hakkuukertymän takia metsätalouden työvoiman tarve kasvoi ja se oli SY-BD-skenaariossa 10 % suurempi kuin WAM-BD-skenaariossa. SY-BD-skenaariossa uudistushakkuuala oli suurempi ja vastaavasti kasvatushakkuuala pienempi kuin WAM-BD-skenaariossa.

SY-BD-skenaariossa vuotuinen runkopuun hakkuukertymä oli vuosina 2016–2035 koko maassa keskimäärin vajaa 3 miljoonaa kuutiometriä pienempi kuin MELA Tulospalvelussa (Luke 2021a) esitettyssä Suurin ylläpidettävissä oleva hakkuukertymä -laskelmassa (SY-laskelma). Kyseisenä ajanjaksona kokonaishakkuuala oli näissä kahdessa skenaarioissa keskimäärin samalla tasolla, mutta SY-laskelmassa hakkuut kohdistuivat enemmän uudistushakkuisiin.

Viidentenä analysoitavana skenaariona tässä taustaselvityksessä oli BIO-skenaario. HIISI-WEM- ja BIO-skenaarioihin perustuen tuotettiin arviot metsäteollisuuden ja -talouden arvonlisäyksen ja työllisyyden kehityksistä kerrannaisvaikutuksineen vuoteen 2050 saakka. HIISI-WEM- ja BIO-skenaarioissa markkinakehitys ja toimintaympäristön muutostekijät vaikuttivat Suomessa tuotettujen metsäteollisuustuotteiden tuotantomääriin, puun kysyntään ja metsätalouteen. Skenaariot erosivat toisistaan siten, että BIO-skenaariossa kotimaassa tapahtuva sahatavaran jatkojalostus oli suurempaa. Panos-tuotosanalyysillä lasketuissa arvioissa metsäsektori oli jaettu metsätalouteen ja metsäteollisuuden alatoimialoihin. Tarkastelun skenaarioilla ei oletettu olevan suoria vaikutuksia muilla toimialoilla, kuten energiantuotannossa tai matkailussa, vaan vaikutukset muille sektoreille välittyivät niille kerrannaisvaikutuksina metsätalouden ja metsäteollisuuden tuotannon muutosten kautta.

Tulosten perusteella metsäsektorin tuottama oma arvonlisäys on vuonna 2050 BIO-skenaariossa noin 2,4 miljardia (31 %) euroa ja HIISI-WEM-skenaariossa vajaa 1,8 miljardia euroa (23 %) suurempi kuin vuonna 2020. Kerrannaisvaikutukset ovat BIO-skenaariossa vuonna 2050 vajaa 1,3 miljardia (27 %) suuremmat kuin vuonna 2020 ja yli puoli miljardia euroa suuremmat kuin HIISI-WEM-skenaarion kerrannaisvaikutukset vuonna 2050. Molemmissa skenaarioissa arvonlisäyksen kasvu on suurinta vuoteen 2030 mennessä.

Suomen biotalousstrategia (Valtioneuvosto 2022) asettaa biotalouden vuotuiseksi kasvutavoitteeksi 4 prosenttia. Mikäli metsäsektorin kasvuvauhti olisi myös tätä vauhtia, se tarkoittaisi arvonlisäyksen kasvua nykytilanteen 7 740 miljoonasta eurosta lähes 14 000 miljoonaan euroon vuonna 2035. Tämän raportin BIO-skenaariossa arvonlisäys oli 10 190 miljoonaa euroa vuoteen 2040 mennessä, joka saatiin aikaan lähinnä puutuoteteollisuudesta tulevasta kasvusta. Mikäli biotalousstrategian tavoitteeseen halutaan päästä myös metsäsektorin osalta, se tarkoittaisi, että muiden uusien ja korkeamman jalostusasteen arvonlisätuotteiden merkitys tavoitteen saavuttamiselle on erittäin merkittävä. Tämän raportin skenaariotyön jatkoksi tarvitaan jatkotutkimus, jossa luodaan vaihtoehtoisia polkuja biotalousstrategian tavoitteiden saavuttamiselle. Työssä tulisi tarkastella laajasti sekä metsien tuotantomahdollisuuksien lisäämistä, kiertotalouden ratkaisuja sekä uusien korkean arvonlisän tuotteiden tuotantomäärien kasvattamista lyhyellä ja pitkällä aikavälillä kokonaiskestävyys huomioiden. Vaihtoehtoiset skenaariot voisivat auttaa tulevaisuuden valintojen tekemisessä eri päätöksentekoprosesseissa ja tarkempien

tavoitteiden asetannassa. Yhteisvaikutukset ja vaikutusketjut tulee arvioida eri skenaariossa ja uskaltaa tehdä perusskenaariosta poikkeaviakin vaihtoehtoja.

Työllisyyskehitykseen vaikuttaa työn tuottavuuden kasvu. Välitön työllisyys laskee BIO-skenaariossa lähes kolmanneksen ja HIISI-WEM-skenaariossa yli kolmanneksen, noin 18 000 ja 22 000 työllistä, vuoteen 2050 mennessä. Kerrannaisvaikutukset huomioon ottaen kokonaistyöllisyys laskee noin 36 500 työllistä BIO-skenaariossa ja 41 500 työllistä HIISI-WEM-skenaariossa. Eniten työllisyyden laskua toimialoista on BIO-skenaariossa sahateollisuudessa. Muussa puutuoteteollisuudessa työllisyys laskee vähän. Tämä on seurausta BIO-skenaariosta oletuksesta, että muiden puutuotteiden jatkovalmistus kotimaisesta sahatavarasta lisääntyy varsin huomattavasti. Metsätalouden kokonaistyöllistyvyys nousee hieman molemmissa skenaarioissa.

12.2. Skenaariolaskelmiin liittyvät epävarmuudet

Laskelmiin liittyviä epävarmuuksia on jo käsitelty tämän selvityksen aikaisemmissa luvuissa. Tämän takia tässä alaluvussa nostetaan esille lähinnä joitakin yleisiä näkökohtia tämän selvityksen skenaariolaskelmiin liittyvistä epävarmuuksista.

Skenaariot ovat vaihtoehtoisia kehityskulkuja ja on erittäin epätodennäköistä, että mikään tässä selvityksessä esitellyistä skenaarioista toteutuu sellaisenaan. Skenaariolaskelmien tulokset eivät siten ole ennusteita tulevasta kehityksestä. MELA-laskelmien tulokset ovat optimointitehtävän ratkaisuja erilaisten rajoitteiden vallitessa. Todellisuudessa Suomen metsiä ei käsitellä kokonaisuuden kannalta optimaalisesti, vaan yksittäiset metsänomistajat päättävät käsittelyistä omista lähtökohdistaan markkinoiden, lainsäädännön ja neuvonnan ohjaamina. Tuloksia tulkittaessa on otettava myös huomioon, että tulosten luotettavuus heikkenee sitä enemmän, mitä kauemaksi tulevaisuuteen laskelmat ulottuvat. Jokaista laskelmakautta koskevat arviot ovat ehdollisia tehdyille oletuksille ja edellisen laskelmakauden arvioille. Tässä selvityksessä kaikki laskelmat perustuivat oletukseen siitä, että puuston kasvuun vaikuttavat tekijät ja siten puuden reagoointi niihin eivät muutu laskelma-ajan kuluessa. Skenaariotarkasteluissa ei siten oteta huomioon esimerkiksi ilmastonmuutosta, eikä mahdollisten laajojen metsätuhojen vaikutusta metsävaroihin ja metsien tulevaan käyttöön. Laskelmien avulla voidaan kuitenkin havainnollistaa suuntaa antavasti, mitä tapahtuisi, jos laskelmien taustalla olevat oletukset toteutuisivat.

Tässä selvityksessä hyödynnetyt skenaariot poikkesivat toisistaan usean eri tekijän suhteen. Tämän takia oli vaikea arvioida yksittäisen tekijän (esim. lannoituksen) vaikutusta skenaariolaskelmien tuloksiin. Jos halutaan selvittää tarkemmin yksittäisen tekijän vaikutusta laskelmien tuloksiin, tarvitaan erillisiä laskelmia, joissa muutetaan yhtä laskelmiin liittyvää oletusta kerrallaan.

Laskelmissa oli oletuksena, että taimikonhoito tehtiin metsänhoidon suositusten mukaisesti. Tämä johtui siitä, että MELA-ohjelmistossa olevat taimikoiden kehitystä kuvaavat mallit soveltuvat parhaiten hyvin hoidettujen taimikoiden kehityksen kuvaamiseen. Oletus tarkoitti sitä, että taimikonhoito tehtiin aina, kun sille oli metsänhoidon suositusten mukaisesti tarvetta. Oletuksella oli vaikutusta skenaariolaskelmien tuloksiin. Aikaisemmissa tutkimuksissa (Huuskonen ym. 2020, Haikarainen ym. 2021) metsänhoidon suositusten mukaisen taimikonhoidon hyötynä on todettu olevan 100 vuoden tarkasteluajanjakson aikana muuan muassa alhaisemmat taimikonhoidon kustannukset, suuremmat kokonaispoistumat, parantunut tukkipuun tuotanto, lyhempi kiertoaika ja suuremmat kantorahatulot. Huuskosen ym. (2020) tutkimuksen mukaan koko Suomen tasolla metsänhoidon suositusten mukaisesti toteutettu taimikonhoito lisäisi tukkipuun kertymää 9 prosentilla ja vähentäisi kuitupuun kertymää 6 prosentilla 100 vuoden aikana verrattuna siihen, että taimikonhoito tehtäisiin nykytason mukaisesti.

MELA-ohjelmistolla voitiin tuottaa arviot vain rajatulle joukolle erilaisia ekosysteemipalveluja kuvaavista muuttujista. MELA-laskelmissa ei pystytty ottamaan huomioon esimerkiksi jatkuva-
peitteisen kasvatuksen vaikutusta metsikön tulevaan kehitykseen, eikä arvioimaan lahoppuun
määrän kehitystä eri skenaariossa. Tämä johtui siitä, että MELA-ohjelmistossa ei ole näitä ku-
vaavia malleja. MELA-ohjelmisto ei myöskään tuota arvioita esimerkiksi metsäluonnon moni-
muotoisuutta tai virkistysarvoa kuvaavista indekseistä. Tämän takia eri skenaarioiden välisiä
eroja metsäluonnon monimuotoisuudessa ja metsien virkistyskäytössä kuvattiin metsien ra-
kennepiirteiden erojen avulla.

Kansantaloudelliset laskelmat perustuvat HIISI-WEM ja BIO-skenaarioissa (Maanavilja ym. 2020
ja Koljonen ym. 2021) arvioituihin metsäteollisuuden tuotantomääriin ja puun tarpeeseen. Osin
näitä skenaarioita voidaan pitää jo nyt konservatiivisina esimerkiksi kemiallisen metsäteollisuus-
den uusien tuotteiden markkinoille tulon suhteen. Sahateollisuudessa on suunnitteilla uusia
kapasiteettia lisääviä investointeja vajaa kaksi miljoonaa kuutiometriä vuosille 2022–2024, jotka
toteutuessaan lisäävät tuotantoa ja puun käyttöä huomattavasti skenaarioissa oletettua enem-
män. Myös puun tuonnin loputtua Venäjältä talven 2022 aikana kotimaan puumarkkinoille koh-
dentuu entistä enemmän hakkuupainetta sekä aines- että energiapuuhun. Näitä vaikutuksia ei
ole huomioitu kansantaloudellisissa laskelmissa. Panos-tuotos-analyysillä lasketut tulokset pe-
rustuvat useisiin laskennallisiin yksinkertaistuksiin. Panos-tuotos-kertoimia ei ole esimerkiksi
olemassa erikseen metsäteollisuuden uusille tuotteille. Saatuja tuloksia on tulkittava enemmän
suuntaa antavina ja varsinaisten pistelukujen sijaan tulkinnassa olisi tärkeämpää huomioida tu-
lostien suuruusluokka. Luonnonvara-alan toimintaympäristön muutosten ennakointiin ja vaiku-
tusten arvioinnin edellytysten parantamiseen olisi syytä määrätietoisesti kohdentaa lisäpanos-
tuksia. Esimerkiksi tarvitaan ketteryyttä tulevaisuuden skenaarioiden laatimisessa sekä mallin-
nustyökaluja, joilla luonnonvara-alan tulevan kehityksen kansan- ja aluetaloudellisia vaikutuk-
sia voidaan paremmin arvioida.

Viitteet

- Aakkula, J., Asikainen, A., Kohl, J., Lehtonen, A., Lehtonen, H., Ollila, P., Regina, K., Salminen, O., Sievänen, R. & Tuomainen, T. 2019. Maatalous- ja LULUCF-sektorien päästö- ja nielukehitys vuoteen 2050. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 20/2019. [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161408/20-2019-MALULU .pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161408/20-2019-MALULU.pdf)
- Bergh, J., Nilsson, U., Allen, H.L., Johansson, U. & Fahlvik, N. 2014. Long-term responses of Scots pine and Norway spruce stands in Sweden to repeated fertilization and thinning. *Forest Ecology and Management* 320: 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.02.016>
- 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/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380>
- COM 2021 557 final. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (EU) 2018/2001, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2018/1999 ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 98/70/EY muuttamisesta uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämiseksi sekä neuvoston direktiivin (EU) 2015/652 kumoamisesta. Annettu 14.7.2021. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:dbb7eb9c-e575-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_1&format=PDF
- 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(2021) 706 final. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus tiettyjen metsäkaatoon ja metsien tilan heikkenemiseen liittyvien hyödykkeiden ja tuotteiden asettamisesta saataville unionin markkinoilla ja viennistä unionin ulkopuolelle sekä asetuksen (EU) N:o 995/2010 kumoamisesta. Annettu: 17.11.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021PC0706&from=EN>
- E106/2021 vp. Valtioneuvoston selvitys: Komission tiedonanto EU:n uudesta vuoteen 2030 ulottuvasta metsästrategiasta. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/KasittelytiedotValtiopaivaasia/Sivut/E_106+2021.aspx
- Edwards D., Jay M., Jensen F., Lucas B., Marzano M., Montagne C., Peace A. & Weiss G. 2012. Public preferences for structural attributes of forests: towards a Pan-European perspective. *Forest Policy and Economics* 19: 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.07.006>.
- Eriksson, E. 2006. Thinning operations and their impact on biomass production in stands of Norway spruce and Scots pine. *Biomass and Bioenergy* 30(10): 848–854. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2006.04.001>
- Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiahho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. & Vuollekoski, M. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö 10/2010. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 33

[s.https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37973/SY_10_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37973/SY_10_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Finér, L., Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantausta, T. & Ukonmaanaho, L. 2020. Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020 – MetsäVesi-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisuja 2020:6: 77 s. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/162009>
- FRA 2005. Global forest resources assessment. 2005. Country report. Finland. FRA2005/054. Rome, 2005. <https://www.fao.org/forestry/9863-0adead09d4fd40753f78fa58514cbe505.pdf>
- Frick, J., Bauer, N., von Lindern, E. & Hunziker, M. 2018. What forest is in the light of people's perceptions and values: socio-cultural forest monitoring in Switzerland. *Geographica Helvetica* 73(4): 335–345. <https://doi.org/10.5194/gh-73-335-2018>.
- Gundersen, V. & Frivold, L. 2008. Public preferences for forest structures: a review of quantitative surveys from Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry and Urban Greening* 7(4): 241–258. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2008.05.001>.
- Gundersen, V. & Frivold, L. 2011. Naturally dead and downed wood in Norwegian boreal forests: public preferences and the effect of information. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(2): 110–119. <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.536567>
- Haakana, M., Ollila, P., Regina, K., Riihimäki, H. & Tuomainen, T. 2015. Menetelmä maankäytön kehityksen ennustamiseen: pinta-alojen kehitys ja kasvihuonekaasupäästöt vuoteen 2040. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2015. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. 32 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-103-7>
- Haikarainen, S., Huuskonen, S., Ahtikoski, A., Lehtonen, M., Salminen, H., Siipilehto, J., Korhonen, K.T., Hynynen, J. & Routa, J. 2021. Does Juvenile Stand Management Matter? Regional Scenarios of the Long-Term Effects on Wood Production. *Forests* 12(1): 84, <https://doi.org/10.3390/f12010084>
- Hallikainen V., Tyrväinen L. & Silvennoinen H. 2016. Kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien käyttö metsämaaisemien tutkimuksessa. *Acta Lapponica Fenniae* 26: 20–40. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ula-201602021018>
- Haukeland, J.-V., Fredman, P., Siegrist, D., Tyrväinen, L., Lindberg, K. & Elmahdy, Y. 2021. Trends in nature-based tourism. In: Fredman, P & Haukeland, J-V. (Eds.) *Nordic Perspectives on Nature-based Tourism: From place-based resources to value-added experiences*. Edward Elgar Publishing. pp.16-32. ISBN 978 1 78990 403 1. <http://dx.doi.org/10.4337/9781789904031>
- Hedwall, P.-O., Gong, P., Ingerslev, M. & Bergh, J. 2014. Fertilization in northern forests – biological, economic and environmental constraints and possibilities. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29(4): 301–311. <https://doi.org/10.1080/02827581.2014.926096>
- 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.ecoind.2018.12.015>

- HIISI2035. Hiilineutraali Suomi 2035 – ilmasto- ja energiapolitiikan toimet ja vaikutukset (HIISI). <https://www.hiisi2035.fi/>
- Hirvelä, H. Härkönen, K., Lempinen, R. & Salminen, O. 2017. MELA 2016 Reference Manual. Natural resources and bioeconomy studies 7/2017. Natural Resources Institute Finland (Luke). 547 p. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-358-1>
- Honkatukia, J. 2021. Biotalouskansantalousskenaario vuosina 2020–2050. Teoksessa Koljonen T., Kurttila, M. & Honkatukia, J. 2021. Suomen biotalouden kestävä kasvun skenaario. Taustaselitys Suomen biotalousstrategian päivitykseen. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:57. s. 46–56. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-986-5>
- Honkatukia, J., Ruuskanen, O-P., Lehtosalo, H., Heinämäki, J. & Mäkilä, K. 2021. Millaista osaa-mista Suomi tarvitsee 2040. PTT Raportteja 269. <https://www.ptt.fi/media/julkaisut/ptt-raportteja-269-enko1.pdf>
- Huuskonen, S., Haikarainen, S., Sauvula-Seppälä, T., Salminen, H., Lehtonen, M., Siipilehto, J., Ahtikoski, A., Korhonen, K. T. & Hynynen, J. 2020. Benefits of juvenile stand management in Finland – impacts on wood production based on scenario analysis. *Forestry* 93: 458–470. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz075>
- Huuskonen, S., Domisch, T., Finér, L., Hantula, J., Hynynen, K., Matala, J., Miina, J., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Niemistö, P., Nikula, A., Piri, T., Siitonen, J., 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, article id 118558. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko U.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/299501>
- IPBES 2019. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Brondizio, E. S., Settele, J., Díaz, S., Ngo, H. T. (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Kajava, S. & Silver, T. 2016. Lahopuun merkitys ja tuottaminen sekä sen aiheuttama tuhoriski talousmetsälle. Luonnonhoitohankeraportti. Suomen metsäkeskus.
- Kallioniemi, M. 2021a. Metsätalouden työllisyys. Teoksessa: Viitanen, J., Mutanen, A. & Karvinen S. (toim.). Metsäsektorin suhdannekatsaus 2021–2022. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 77/2021: 71–74. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-302-2>
- Kallioniemi, M. 2021b. Metsäteollisuuden työllisyys. Teoksessa Viitanen, J., Mutanen, A. & Karvinen S. (toim.). Metsäsektorin suhdannekatsaus 2021–2022. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 77/2021: 45–48. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-302-2>
- Karjalainen E. 2006. The visual preferences for forest regeneration and field afforestation – four case studies in Finland. *Dissertationes Forestales* 31. 111 s. <https://doi.org/10.14214/df.31>

- Karppinen H., Hänninen H. & Horne P. 2020. Suomalainen metsänomistaja 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2020. 73 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-961-3>
- Kearney A. & Bradley G. 2011. The effects of viewer attributes on preference for forest scenes: Contributions of attitudes, knowledge, demographic factors, and stakeholder group membership. *Environment and Behavior* 43(2): 147–181. <https://doi.org/10.1177/0013916509353523>
- Kearney A., Tilt J. & Bradley G. 2010. The effects of forest regeneration on preferences for forest treatments among foresters, environmentalists, and the general public. *Journal of Forestry* 108(5): 215–229. <https://doi.org/10.1093/jof/108.5.215>
- Koistinen, A., Liiro, J.-P. & Vanhatalo, K. (toim.). 2019. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/10/Metsanhoidon_suosituks_energiapuun_korjuuseen_Tapio-20191230.pdf
- Koivula M., Silvennoinen H., Koivula, H., Tikkanen J. & Tyrväinen L. 2020. Continuous-cover management and attractiveness of managed Scots pine forests. *Canadian Journal of Forest Research* 50(8): 819–828. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0431>
- Koljonen, T., Aakkula, J., Honkatukia, J., Soimakallio, S., Haakana, M., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kärkkäinen, L., Laitila, J., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Maanavilja, L., Ollila, P., Siikavirta, H. & Tuomainen, T. 2020. Hiilineutraali Suomi 2035 – Skenaariot ja vaikutusarviot. VTT Technology 366. <https://cris.vtt.fi/en/publications/hiilineutraali-suomi-2035-skenaariot-ja-vaikutusarviot>
- Koljonen, T., Kurttila, M. & Honkatukia, J. 2021. Suomen biotalouden kestävä kasvun skenaario Taustaselvitys Suomen biotalousstrategian päivitykseen. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021:57. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-986-5>
- Konu, H., Tyrväinen, L., Pesonen, J., Tuulentie, S., Pasanen K. & Tuohino, A. 2017. Uutta liiketoimintaa kestävä luontomatkailun ja virkistyskäytön ympärille – Kirjallisuuskatsaus. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 45/2017. 133 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-412-2>
- Konu, H., Neuvonen, M., Mikkola, J., Kajala, L., Tapaninen, M. & Tyrväinen, L. 2021. Suomen kansallispuistojen virkistyskäyttö 2000–2019. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisu. Sarja A 236. 131 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021121060151>
- 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. 86 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-467-0>
- 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, artikkeli id 10198. 26 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10198>
- Korhonen K.T., Ahola A., Heikkinen J., Henttonen H.M., Hotanen J.-P., Ihalainen A., Melin M., Pitkänen J., Rätty M., Sirviö M. & Strandström M. 2021. Forests of Finland 2014–2018 and their development 1921–2018. *Silva Fennica* 55(5), article id 10662. <https://doi.org/10.14214/sf.10662>

- Kurttila, M., Pukkala, T. & Miina, J. 2018. Synergies and Trade-Offs in the Production of NWFPs Predicted in Boreal Forests. *Forests* 9(7): 417. <https://doi.org/10.3390/f9070417>
- Kärkkäinen, L. & Koljonen, S. (toim.). 2021. Arvio EU:n biodiversiteettistrategian 2030 vaikutuksista Suomessa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 75/2021. https://juri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547941/luke-luobio_75_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kärkkäinen, L., Hynynen, J., Rätty, M., Horne, P., Juutinen, A., Korhonen, K. T., Koskela, T., Maidell, M., Miettinen, J., Miina, J., Määttä, K., Otsamo, A., Punntila, P., Svensberg, M. & Syrjänen, K. 2021. Kustannusvaikuttavat keinot metsäluonnon monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämiseksi. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 2021: 21. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162968/VNTEAS_2021_21.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Launiainen, S., Sarkkola, S., Laurén, A., Puustinen, M., Tattari, S., Mattsson, T., Piirainen, S., Heino, J., Alakukku, L. & Finér, L. 2014. KUSTAA-työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan. *Suomen Ympäristökeskuksen julkaisuja* 33/2014. 55 s. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/144108/SY-KEra_33_2014.pdf?sequence=1
- Lier, M., Köhl, M., Korhonen, K.T., Linser, S., Prins, K. & Talarczyk, A. 2022. The New EU Forest Strategy for 2030: A New Understanding of Sustainable Forest Management? *Forests* 13(2), 245. <https://doi.org/10.3390/f13020245>
- Lindén, M., Lilja-Rothsten, S., Saaristo, L. & Keto-Tokoi, P. 2019. (toim.) Metsänhoidon suositukset riistametsänhoitoon, työopas. *Tapion julkaisuja*. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituks_tapio-2019.pdf
- Luke 2017. Luken tilastopalvelut. Metsävarat-tilaston laatuseloste. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/metsavarat/metsavarattilaston-laatuseloste>
- Luke 2020. Metsien käsittelyskenaariot. Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekartta. Hiilivaraston kasvattaminen. https://global-uploads.webflow.com/5f33b1bfbd4fdb69d3afe623/5fd363c220057bccdff506b_Ilmastotiekartta_mets%C3%A4skenaariot_loppuraportti_Luke_16_06_2020.pdf
- Luke 2021a. MELA Tulospalvelu, VMI12 (mittausvuodet 2014–2018). <http://www.luke.fi/mela-metsalaskelmat/>
- Luke 2021b. Hakkuukertymä ja puuston poistuma alueittain 2020. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma-alueittain-2020>
- Luke 2021c. Metsänhoito- ja metsänparannustyöt 2015-. Tilastotietokanta. http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto_12%20Metsanhoito-%20ja%20metsanparannustyot/05_Metsanhoito-ja-metsanparannustyot.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db
- Luke 2022. Luken tilastotietokanta, metsävarat. http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_06%20Metsavarat/?tablelist=true

- Lundgren, C. 2004. Cell wall thickness and tangential and radial cell diameter of fertilized and irrigated Norway spruce. *Silva Fennica* 38(1): 95–106. <https://doi.org/10.14214/sf.438>
- LVVI3-tutkimus. Luonnon virkistyskäytön valtakunnallinen inventointi. 2022. Alustava tieto.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2014. Valtioneuvoston metsäpoliittinen selonteko 2050. VNS 1/2014 vp. <https://mmm.fi/documents/1410837/1504826/Mets%C3%A4poliittinen+selonteko+2050/8cf6fc1d-e5c3-464d-8817-a2dedfb12e58/Mets%C3%A4poliittinen+selonteko+2050.pdf?t=1455536923000>
- Maa- ja metsätalousministeriö 2015. Kansallinen metsästrategia 2025. Valtioneuvoston periaatepäätös 12.2.2015. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 6/2015. <https://mmm.fi/documents/1410837/1504826/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025/c8454e55-b45c-4b8b-a010-065b38a22423>
- Maa- ja metsätalousministeriö 2019. Kansallinen metsästrategia 2025 -päivitys. Valtioneuvoston periaatepäätös 21.2.2019. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019:7. [https://mmm.fi/documents/1410837/2000444/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025+p%C3%A4ivitys+\(Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+21+2+2019\).pdf/b0585bb9-1d6c-cbd6-4da9-177dc4879503/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025+p%C3%A4ivitys+\(Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+21+2+2019\).pdf?t=1581499080000](https://mmm.fi/documents/1410837/2000444/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025+p%C3%A4ivitys+(Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+21+2+2019).pdf/b0585bb9-1d6c-cbd6-4da9-177dc4879503/Kansallinen+mets%C3%A4strategia+2025+p%C3%A4ivitys+(Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+21+2+2019).pdf?t=1581499080000)
- Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Metsästrategian uudistus – Kansallinen metsästrategia 2035 (KMS 2035). <https://mmm.fi/kms>
- Maanavilja, L., Tuomainen, T., Aakkula, J., Haakana, M., Heikkinen, J., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Koikkalainen, K., Kärkkäinen, L., Lehtonen, H., Miettinen, A., Mutanen, A., Myllykangas, J.-P., Ollila, P., Viitanen, J., Vikfors, S. & Wall, A. 2021. Hiilineutraali Suomi 2035 – maan käyttö- ja maataloussektorin skenaariot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:63. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-263-3>
- Maisema-arvokauppa toimii, mutta vaatii alueen toimijoilta vahvaa sitoutumista 2021. Luken tiedote 7.12.2021. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/maisemaarvokauppa-toimii-mutta-vaatii-alueen-toimijoilta-vahvaa-sitoutumista>
- Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020. 2021. <https://www.maaseutu.fi/uploads/PDF/Manner-Suomen-maaseudun-kehittamisohjelma-2014-2020.pdf>
- Marsi 2021. Marsi 2020 – Luonnonmarjojen ja -sienten kauppantulomäärät vuonna 2020. Ruokavirasto 3/2021. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2020-raportti.pdf>
- Miina, J., Niemistö, P., Potila, H. & Savonen, E.-M. 2018. Kuusentaimikon kerkkäsato ja kerkkien keruun vaikutus kuusten kasvuun. *Metsätieteen aikakauskirja* 2018 artikkeli id 7802. 12 s. <https://doi.org/10.14214/ma.7802>
- Miina, J., Hallikainen, V., Härkönen, K., Merilä, P., Packalen, T., Rautio, P., Salemaa, M., Tonteri, T. & Tolvanen, A. 2020a. Incorporating a model for ground lichens into multi-functional forest planning for boreal forests in Finland. *Forest Ecology and Management* 460, article id 117912. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117912>

- Miina J., Tolvanen A., Kumpula J. & Tyrväinen L. 2020b. Metsien luonnontuotteet, virkistyskäyttö ja porolaitumet jatkuvapeitteisessä ja jaksollisessa kasvatuksessa. Metsätieteen aikakauskirja 2020 artikkeli id 10345. <https://doi.org/10.14214/ma.10345>
- Miina, J., Bohlin, I., Lind, T., Dahlgren, J., Härkönen, K., Packalen, T. & Tolvanen, A. 2021. Lessons learned from assessing the cover and yield of bilberry and lingonberry using the national forest inventories in Finland and Sweden. *Silva Fennica* 55(5), article id 10573. <https://doi.org/10.14214/sf.10573>
- Miller, R.E. & Blair, P.D. 2009. Input–output analysis. 2.edition. Cambridge University Press, New York. 750 s.
- Mäkinen, H. & Isomäki, A. 2004a. Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland. *Forest Ecology and Management* 201(2-3): 311–325. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.016>
- Mäkinen, H. & Isomäki, A. 2004b. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. *Forestry* 77(4): 349–364. <https://doi.org/10.1093/forestry/77.4.349>
- Mäkinen, H., Saranpää, P. & Linder, S. 2001. Effect of nutrient optimization on branches characteristics in *Picea abies* (L.) Karst. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 354–362. <https://doi.org/10.1080/02827580120345>
- Neuvonen, M., Kangas, K., Ojala, A. & Tyrväinen, L. 2019. Kaupunkiluonto liikunta-aktiivisuuden edistäjänä Helsingissä. *Liikunta & Tiede* 56(6): 77–86.
- Neuvonen, M., Lankia, T., Kangas, K., Koivula, J., Nieminen, M., Sepponen, A.-M., Store, R. & Tyrväinen, L. 2022. Luonnon virkistyskäyttö 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 41/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 112 s.
- Nieminen, M., Koskinen, M., Sarkkola, S., Laurén, A., Kaila, A., Kiikkilä, O., Nieminen, T.M. & Ukonmaanaho, L. 2015. Dissolved Organic Carbon Export from Harvested Peatland Forests with Differing Site Characteristics. *Water, Air, & Soil Pollution* 226, article id 181.
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Hellsten, S., Marttila, H., Piirainen, S., Sallantausta, T. & Lepistö, A. 2018. Increasing and Decreasing Nitrogen and Phosphorus Trends in Runoff from Drained Peatland Forests – Is There a Legacy Effect of Drainage or Not? *Water, Air, & Soil Pollution* 229, article id 286.
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Hahti, K., Sallantausta, T., Koskinen, M. & Ojanen, P. 2020. Metsäojitettujen soiden typpi- ja fosforikuormitus Suomessa. Summary: *Forestry on drained peatlands as a source of surface water nitrogen and phosphorus in Finland. Suo-Mires and Peat* 71: 1–13.
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Hasselquist, E.M. & Sallantausta T. 2021. Long-Term Nitrogen and Phosphorus Dynamics in Waters Discharging from Forestry-Drained and Undrained Boreal Peatlands. *Water, Air, & Soil Pollution* 232, article id 371.
- Nousiainen, H. 2000. Jäkälät. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hontanen, J-P. (toim.) *Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa*. Tammi: 283–285.
- Oinonen, S., Lankia, T., Neuvonen, M., Hurskainen, P., Pohjola, J. & Saikkonen, L. 2021. 5. Ekosysteemitilinpito Suomessa. Julkaisussa: Kärkkäinen, L. & Koljonen, S. (toim.). *Arvio EU:n biodiversiteettistrategian vaikutuksista Suomessa*. Luonnonvara- ja biotalouden

- tutkimus 75/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki: 92–107. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-298-8>
- Pellikka, J., Ojala, A., Neuvonen, M. & Tyrväinen, L. 2020. Metsästys terveys- ja hyvinvointivaikutusten tuottajana. Suomen Riista 66(1): 61–80.
- Pykälä, J. 2019. Avainbiotooppien merkitys epifyyttijäkälille. Metsätieteen aikakauskirja 2019 artikkeli id 10170. 21 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10170>
- Rikkonen P., Aakkula J., Niemi J., Setälä J., Tyrväinen L., Viitanen J., Kniivilä M.; Konu H., Kurttila M., Mutanen A., Niemi, J., Pihlanto, A., Rinne M., Routa J., Saarni K. & Salmi P. 2020. Skenaariotarkastelu COVID-19-pandemian vaikutuksista metsäsektoriin, maa-, elintarvike- ja kalatalouteen sekä luontoon perustuvaan matkailu- ja luonnontuotealaan 2020-luvulla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 77/2020. 65 s. 2. korjattu painos <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-084-7>
- Salemaa, M. 2000a. *Vaccinium myrtillus*. Mustikka. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi: 128–130.
- Salemaa, M. 2000b. *Vaccinium vitis-idaea*. Puolukka. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi: 136–138.
- Salemaa, M. 2000c. *Calluna vulgaris*. Kanerva. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi: 109–111.
- Sathre, R., Gustavsson, L. & Bergh, J. 2010. Primary energy and greenhouse gas implications of increasing biomass production through forest fertilization. Biomass and Bioenergy 34(4): 572–581. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.01.038>
- Sievänen, T. & Neuvonen, M. (toim.). 2011. Luonnon virkistyskäyttö 2010. Metlan työraportteja 212. 190 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:metla-201202021003>
- Siitonen, J. 1999. Haavan merkitys metsäluonnon monimuotoisuudelle. Julkaisussa: Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 725: 71–82. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1671-8>
- Silvennoinen, H. 2017. Metsämaiseman kauneus ja metsänhoidon vaikutus koettuun maisemaan metsikkötasolla. Dissertationes Forestales 242. 86 s. <https://doi.org/10.14214/df.242>
- Silvennoinen, H. & Tyrväinen L. 2001. Luontomatkailun kysyntä Suomessa ja asiakkaiden ympäristötoiveet. Julkaisussa: Sievänen T. (toim.). Luonnon virkistyskäyttö 2000. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 802: 112–127. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1772-2>.
- Silvennoinen, H., Pukkala, T. & Tahvanainen, L. 2002. Effect of cuttings on the scenic beauty of a tree stand. Scandinavian Journal of Forest Research 17(3): 263–273. <https://doi.org/10.1080/028275802753742936>.

- Silvennoinen, H., Tikkanen, J., Tyrväinen, L. & Koivula, M. 2019. Eri-ikäisrakenteisuutta tavoittelevien hakkuiden vaikutukset mäntymetsien virkistyskäyttöarvoon. Metsätieteen aikakauskirja 2019 artikkeli id 10192. 12 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10192>
- Simkin, J., Ojala, A. & Tyrväinen, L. 2019. Restorative effects of mature and young commercial forests, pristine old-growth forest and urban recreation forest – a field experiment. Urban Forestry & Urban Greening 48, article id 1265672. 12 s. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126567>
- Skerlep, M. 2021. Changing land cover as a driver of surface water browning. Lund University. Väitöskirja. 62 s. <https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/101442357/Changing-land-cover-as-a-driver-of-surface-water-browning-Thesis-Kappa.pdf>
- Suomen virallinen tilasto (SVT). 2020. Suomalaisten matkailu [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-8837. 2. Kotimaanmatkailu. Helsinki: Tilastokeskus. http://www.stat.fi/til/smat/2020/smat_2020_2021-03-30_kat_002_fi.html
- Szyrmer, J. 1992. Input-output coefficients and multipliers from a total-flow perspective. Environment and Planning A, 24: 921–937.
- Tilastokeskus. 2021a. Kansantalouden tilinpito [verkkojulkaisu]. ISSN=1795–8881. Helsinki. <http://www.stat.fi/til/vtp/index.html>
- Tilastokeskus. 2021b. Panos-tuotos [verkkojulkaisu]. ISSN=1799–1994. Helsinki. <http://www.stat.fi/til/pt/index.html>
- Tilastokeskus. 2021c. Panos-tuotos/Arkisto [verkkojulkaisu]. https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin_Passiivi/StatFin_Passiivi_kan_pt/
- Tilastokeskus. 2021d. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2019. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. 15.3.2021. https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fi_nir_eu_2019_2021-03-15.pdf
- Tonteri, T. 2000. Ruohot. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi: 177–179.
- Tonteri, T., Hotanen, J.-P., Mäkipää, R., Nousiainen, H., Reinikainen, A. & Tamminen, M. 2005. Metsäkasvit kasvupaikoillaan - kasvupaikkatyyppin, kasvillisuusvyöhykkeen, puuston kehitysluokan ja puulajin yhteys kasvilajien runsaussuhteisiin. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 946. 52 s. + 53 liitesivua. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1982-2>
- Turtiainen, M., Salo, K. & Saastamoinen, O. 2005. Satomalleilla lasketut Suomen kangasmetsien alueelliset ja valtakunnalliset mustikka- ja puolukkasadot. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 167. 44 s. https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/8550/urn_isbn_952-458-764-5.pdf
- Turtiainen, M., Salo, K. & Saastamoinen, O. 2007. Mustikan ja puolukan marjasatojen valtakunnalliset ja alueelliset kokonaisestimaatit Suomen suometsissä. Suo 58: 87–98. <http://www.suo.fi/article/9857>
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. & Kolehmainen, O. 2003. Ecological and aesthetic values in urban forest management. Urban Forestry and Urban Greening 1(3): 135–149. <https://doi.org/10.1078/1618-8667-00014>

- Tyrväinen, L., Mäkinen, K. & Schipperijn, J. 2007. Tools for mapping social values of urban woodlands and other green areas. *Landscape and Urban Planning* 79(1): 5–19. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.03.003>
- Tyrväinen, L., Ojala, A., Korpela, K., Lanki, T., Tsunetsugu, Y. & Kawaga, T. 2014a. The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *Journal of Environmental Psychology* 38: 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.12.005>
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. & Uusitalo, M. 2014b. Matkailijoiden ja virkistyskäyttäjien maiseimat. Julkaisussa: Tyrväinen, L., Sievänen, T., Tuulentie, S. & Kurttila, M. (toim.). *Hyvinvointia metsästä*. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, Helsinki. s. 98–111. ISBN 978-952-222-587-0.
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. & Hallikainen, V. 2017. Effect of the season and forest management on the visual quality of the nature-based tourism environment: a case from Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 32(4): 349–359. <https://doi.org/10.1080/02827581.2016.1241892>
- Tyrväinen, L., Lanki, T., Sipilä, R. & Komulainen, J. 2018a. Mitä tiedetään metsän terveyshyödyistä? *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim* 134(13): 1397–1403 <https://www.duo-decimlehti.fi/duo14421>
- Tyrväinen, L., Sievänen, T., Konu, H., Aapala, K., Ojala, O., Pellikka, J., Reinikainen, M., Lehtoranta, V., Pesonen, J. & Tuohino, A. 2018b. Uudet keinot metsä- ja vesialueiden kestävä virkistys- ja matkailukäytön kehittämiseksi ja turvaamiseksi. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 88/2017. <https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=23805>
- Työ- ja elinkeinoministeriö 2021. Tulevaisuuden luonnontuoteala. TEM toimialaraportit 2021:6. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-923-0>
- Uusivuori, J., Kallio, M. & Salminen, O. (toim.). 2008. Vaihtoehtolaskelmat kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten. *Metlan työraportteja* 75. <https://juku.kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/535989/mwp075.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valkeapää, A., Paloniemi, R., Vainio, A., Vehkalahti, K., Helkama, K., Karppinen, H., Kuuluvainen, J., Ojala, A., Rantala, T. & Rekola, M. 2009. Suomen metsät ja metsäpolitiikka – kansalaisten näkemyksiä. Helsingin yliopisto, Metsäekonomian laitos, Tutkimusraportteja 55. Helsingin yliopisto.
- Valtioneuvosto 2022. Suomen biotalousstrategia. Kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää. Valtioneuvoston julkaisuja 2022:3. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163967/VN_2022_3.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Valtioneuvoston periaatepäätös 2012. Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävä käytön strategiasta vuosiksi 2012–2020, Luonnon puolesta – ihmisen hyväksi. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Luonnon-puolesta-%C3%A2%C2%80%C2%93ihmisen-hyvaksi.-Valtioneuvoston-periaatepaatos-Suomen-luonnon-monimuotoisuuden-suojelun-ja-kestavan-kayton-strategiasta-vuosiksi-2012%C3%A2%C2%80%C2%932020-42B4A7BC_EA00_4724_8599_703B5E6076BE-24101.pdf/aa32cac5-c32c-bc04-ba67-f6c7934e8fce/Luonnon-puolesta-%C3%A2%C2%80%C2%93ihmisen-hyvaksi.-Valtioneuvoston-periaatepaatos-Suomen-luonnon-monimuotoisuuden-suojelun-ja-

[kestavan-kayton-strategiasta-vuosiksi-2012%20-%202020-42B4A7BC EA00 4724 8599 703B5E6076BE-24101.pdf?t=1603260014063](https://www.ymparisto.fi/documents/1410903/38439968/kestavan-kayton-strategiasta-vuosiksi-2012%20-%202020-42B4A7BC_EA00_4724_8599_703B5E6076BE-24101.pdf?t=1603260014063)

- Valtioneuvoston periaatepäätös 2014. Valtioneuvoston periaatepäätös Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelman jatkamisesta 2014–2025. <https://docplayer.fi/2613352-Valtioneuvoston-periaatepaatos-etela-suomen-metsien-monimuo-toisuuden-toimintaohjelman-jatkamisesta-2014-2025.html>
- Valtioneuvoston selonteko 2016. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. <https://tem.fi/documents/1410877/3570111/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf/a07ba219-f4ef-47f7-ba39-70c9261d2a63/Kansallinen+energia-+ja+ilmastostrategia+vuoteen+2030+24+11+2016+lopull.pdf?t=1480670584000>
- Vanha-Majamaa, I. 2000. Muuttuva lajisto. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.) Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi: 86–87.
- Vanha-Majamaa, I. & Reinikainen, A. 2000. Tehostuva metsätalous. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi: 304–317.
- Vanha-Majamaa, I., Korpela, L. & Reinikainen, A. 2000. Heinämäiset kasvit. Teoksessa: Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. & Hotanen, J.-P. (toim.). Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi: 139–143.
- Vatanen, E. 1992. Panos-tuotostutkimus metsäsektorin analyysissä: menetelmien arviointia. Licensiaatintutkimus. Joensuun yliopisto. Kansantaloustiede. 102 s.
- Vatanen, E. 2001. Puunkorjuun ja puunkuljetuksen paikallistaloudelliset vaikutukset Juuan, Keuruun ja Pielisen Karjalan seutukunnissa. Metla, Joensuun tutkimuskeskus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 825. 73 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1805-2>
- Vatanen, E. 2011. Tuotosmalli panos-tuotosanalyysin välineenä - menetelmä, teoria ja paikallistaloudelliset sovellukset. Itä-Suomen yliopisto. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Social Sciences and Business Studies. 176 s.
- Wacklin, S. 2021. Tulevaisuuden luonnontuoteala. Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki. TEM toimialaraportit 2021:6. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163669/TEM_2021_6.pdf
- World Economic Forum 2021. The Global Risks Report 2021. 16th Edition. Insight report. <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021/>
- World Economic Forum 2022. The Global Risks Report 2022. 17th Edition. Insight report. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf
- Ympäristöministeriö 2020. Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet. Puurakentamisen toimenpideohjelma 2016–2020. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkinen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf/1fc95a52-5c50-4c9b-1f5d-325395658d72/Julkinen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf?t=1603259868530

- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.). 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-Tapio-2019.pdf>
- Öster, H. 2021. Ennustaminen on vaikeaa, varsinkin tulevaisuuden ennustaminen. <https://www.tiedetoimittajat.fi/tiedetoimittaja/ennustaminen-on-vaikeaa-varsinkin-tulevaisuuden-ennustaminen/>

Liitteet

Liite 1a. Pinta-alat (milj. ha) maaluokittain ja kasvupaikoittain koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa VMI12-aineistoon perustuen (Korhonen ym. 2021, Luke 2022).

	Maaluokat			yhteensä	Kasvupaikat		
	Metsämaa	Kitumaa	Joutomaa		Kangasmaa	Turvemaa	yhteensä
KOKO MAA	20,28	2,54	3,22	26,04	17,25	8,79	26,04
ETELÄ-SUOMI	11,20	0,32	0,36	11,88	8,77	3,11	11,88
POHJOIS-SUOMI	9,08	2,22	2,86	14,16	8,48	5,68	14,16

Liite 1b. Metsä-, kitu- ja joutomaan pinta-alat (milj. ha) käsittelyluokittain skenaariokohtaisten määrityksen mukaisesti koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa. Käsittelyluokkia koskevat määritykset olivat voimassa skenaarioissa koko laskentajakson ajan.

Käsittelyluokka	HIISI-WEM ja HIISI-WAM				WAM-BD ja SY-BD			
	Metsä- maa	Kitu- maa	Jouto- maa	Maaluokat yhteensä	Metsä- maa	Kitu- maa	Jouto- maa	Maaluokat yhteensä
KOKO MAA								
Puuntuotannossa	18,44	1,37	0,97	20,78	18,09	1,07	0,67	19,83
Ensisijaisesti	17,28			17,28	17,01			17,01
Rajoitetusti	1,16	1,37	0,97	3,50	1,08	1,07	0,67	2,82
Puuntuotannon ulkopuolella	1,83	1,17	2,25	5,25	2,18	1,47	2,55	6,20
ETELÄ-SUOMI								
Puuntuotannossa	10,81	0,24	0,20	11,26	10,66	0,21	0,14	11,01
Ensisijaisesti	10,30			10,30	10,18			10,18
Rajoitetusti	0,51	0,24	0,20	0,95	0,48	0,21	0,14	0,83
Puuntuotannon ulkopuolella	0,38	0,07	0,17	0,62	0,54	0,11	0,22	0,87
POHJOIS-SUOMI								
Puuntuotannossa	7,63	1,12	0,78	9,53	7,44	0,85	0,53	8,83
Ensisijaisesti	6,98			6,98	6,83			6,83
Rajoitetusti	0,65	1,12	0,78	2,55	0,61	0,85	0,53	1,99
Puuntuotannon ulkopuolella	1,45	1,10	2,08	4,63	1,64	1,36	2,33	5,33

Liite 1c. Puuntuotannon ulkopuolella olevan metsä-, kitu- ja joutomaan osuudet (% maaluokan kokonaispinta-alasta) skenaarioihin tehtyjen määrittelyjen mukaan koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa. Käsittelyluokkia koskevat määritykset olivat voimassa skenaarioissa koko laskentajakson ajan.

	HIISI-WEM ja HIISI-WAM		WAM-BD ja SY-BD		HIISI-WEM ja HIISI-WAM		WAM-BD ja SY-BD	
	KOKO MAA		ETELÄ-SUOMI		POHJOIS-SUOMI			
Kokonaisala	20,2 %	23,8 %	5,2 %	7,3 %	32,7 %	37,7 %		
Metsämaa	9,0 %	10,8 %	3,4 %	4,8 %	16,0 %	18,1 %		
Kitumaa	46,1 %	57,9 %	23,0 %	33,4 %	49,4 %	61,5 %		
Joutomaa	69,8 %	79,1 %	45,7 %	61,6 %	72,9 %	81,3 %		

Liite 2. Puuston runkotilavuuden (milj. m³) kehittyminen metsä- ja kitumaalla puulajeittain ja kasvupaikoittain koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2036 arvioituina.

	2016	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
		2026	2036	2026	2036	2026	2036	2026	2036
KOKO MAA									
Kokonaistilavuus	2 475	2 702	2 871	2 711	2 902	2 712	2 906	2 652	2 760
Mänty	1 246	1 389	1 479	1 396	1 505	1 398	1 507	1 363	1 421
Kuusi	745	809	872	809	877	810	880	788	845
Koivu	405	431	447	433	448	429	440	427	419
Haapa	40	35	33	35	33	36	36	34	33
Muu lehtipuu	39	38	39	38	39	40	42	40	43
Kangasmaa	1 880	2 082	2 244	2 080	2 248	2 082	2 244	2 007	2 107
Mänty	929	1 053	1 154	1 052	1 159	1 054	1 157	1 014	1 075
Kuusi	602	659	708	658	709	659	709	633	678
Koivu	279	305	318	305	316	302	308	294	288
Muu lehtipuu	70	65	64	65	64	67	70	66	67
Turvemaa	595	620	627	631	655	630	662	645	653
Mänty	317	336	325	344	346	344	350	350	346
Kuusi	143	150	164	151	169	150	172	154	167
Koivu	126	126	130	128	132	127	132	133	131
Muu lehtipuu	9	8	8	8	8	8	9	9	9
ETELÄ-SUOMI									
Kokonaistilavuus	1 624	1 702	1 748	1 709	1 774	1 710	1 777	1 683	1 706
Mänty	715	754	765	759	785	761	787	741	738
Kuusi	576	612	647	612	652	613	655	605	645
Koivu	265	275	276	277	277	273	270	274	260
Haapa	34	29	27	29	27	30	30	28	27
Muu lehtipuu	34	32	32	32	33	34	36	35	36
Kangasmaa	1 277	1 372	1 433	1 371	1 436	1 373	1 435	1 326	1 358
Mänty	541	581	605	581	608	582	607	554	558
Kuusi	479	521	554	520	555	521	557	508	544
Koivu	197	214	220	214	218	211	211	208	199
Muu lehtipuu	61	56	54	56	54	58	59	57	57
Turvemaa	347	330	315	338	338	337	342	357	348
Mänty	174	172	160	178	177	178	180	187	180
Kuusi	97	91	93	92	97	91	98	97	101
Koivu	69	61	57	62	59	62	58	66	61
Muu lehtipuu	7	6	5	6	6	6	6	6	6
POHJOIS-SUOMI									
Kokonaistilavuus	852	1 000	1 123	1 002	1 128	1 002	1 129	969	1 054
Mänty	531	635	714	637	719	637	720	622	683
Kuusi	170	198	226	198	226	197	225	182	199
Koivu	140	156	171	156	171	156	170	153	159
Haapa	6	6	6	6	6	6	7	6	6
Muu lehtipuu	5	6	6	6	6	6	7	6	7
Kangasmaa	603	710	812	709	812	709	809	681	749
Mänty	388	472	550	471	551	472	550	460	517
Kuusi	123	139	154	138	154	138	152	125	133
Koivu	83	91	98	90	98	90	97	86	89
Muu lehtipuu	9	9	10	9	9	9	10	9	10
Turvemaa	249	290	311	293	316	292	320	288	305
Mänty	143	164	165	166	169	165	170	162	166
Kuusi	46	59	71	59	72	59	73	57	66
Koivu	57	65	73	66	73	65	73	66	71
Muu lehtipuu	2	2	3	2	3	2	3	2	3

Liite 3. Puuston tukki- ja kuitupuun tilavuudet (milj. m³) metsä- ja kitumaalla puulajeittain koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2036 arvioituina.

	2016	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
		2026	2036	2026	2036	2026	2036	2026	2036
KOKO MAA									
Tukkipuun tilavuus	737	832	917	837	938	837	937	782	836
Mänty	378	451	512	455	529	455	529	428	468
Kuusi	317	332	347	333	350	333	350	310	318
Lehtipuu	41	49	59	50	59	49	58	45	50
Kuitupuun tilavuus	1 567	1 712	1 836	1 716	1 847	1 717	1 851	1 712	1 808
Mänty	814	886	923	888	931	890	934	883	909
Kuusi	384	433	495	433	498	433	500	435	496
Lehtipuu	369	393	417	395	419	394	418	394	403
ETELÄ-SUOMI									
Tukkipuun tilavuus	577	627	663	631	681	631	681	588	612
Mänty	267	303	327	306	342	307	342	285	299
Kuusi	271	278	282	278	284	278	286	262	267
Lehtipuu	39	46	54	46	54	46	53	42	46
Kuitupuun tilavuus	953	991	1 026	994	1 034	995	1 037	1 009	1 034
Mänty	425	428	419	430	425	431	426	434	419
Kuusi	275	306	346	305	348	306	351	315	359
Lehtipuu	253	257	260	259	261	258	260	261	256
POHJOIS-SUOMI									
Tukkipuun tilavuus	160	206	255	206	258	206	257	194	224
Mänty	112	148	185	148	188	148	188	143	168
Kuusi	46	55	65	55	65	55	64	48	52
Lehtipuu	2	3	5	3	5	3	5	3	4
Kuitupuun tilavuus	615	721	810	722	813	722	814	703	774
Mänty	390	457	504	458	506	459	507	449	489
Kuusi	109	128	149	128	149	127	149	120	137
Lehtipuu	116	136	157	136	157	136	158	134	147

Liite 4. Runkopuun keskimääräiset vuotuiset kokonaiskasvut (milj. m³/v) metsä- ja kitumaalla puulajeittain ja kasvupaikoittain koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina.

	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035
KOKO MAA								
Kokonaiskasvu	106,0	106,4	106,8	109,3	106,8	109,3	106,8	108,3
Mänty	49,0	48,8	49,7	51,1	49,7	51,1	49,6	50,5
Kuusi	34,3	36,9	34,4	37,3	34,4	37,3	34,4	37,2
Lehtipuu	22,7	20,8	22,8	21,0	22,8	21,0	22,9	20,7
Kangasmaa	83,4	85,7	83,9	86,7	83,9	86,6	83,5	85,0
Mänty	38,2	39,3	38,5	40,2	38,5	40,2	38,3	39,2
Kuusi	28,1	30,5	28,1	30,7	28,1	30,6	28,0	30,4
Lehtipuu	17,2	15,8	17,2	15,8	17,2	15,8	17,2	15,4
Turvemaa	22,6	20,7	23,0	22,6	23,0	22,7	23,4	23,4
Mänty	10,9	9,4	11,1	10,8	11,2	10,9	11,3	11,3
Kuusi	6,2	6,3	6,2	6,6	6,2	6,6	6,4	6,8
Lehtipuu	5,5	4,9	5,6	5,2	5,6	5,2	5,7	5,3
ETELÄ-SUOMI								
Kokonaiskasvu	72,0	71,6	72,7	74,0	72,7	74,0	73,0	74,0
Mänty	27,2	26,0	27,7	27,9	27,7	27,9	27,8	27,8
Kuusi	28,3	30,5	28,4	30,9	28,4	30,9	28,5	31,2
Lehtipuu	16,5	15,1	16,6	15,2	16,6	15,2	16,7	15,0
Kangasmaa	59,4	60,3	59,7	61,2	59,7	61,2	59,6	60,4
Mänty	21,4	21,1	21,6	21,8	21,6	21,8	21,5	21,3
Kuusi	24,3	26,6	24,4	26,7	24,4	26,7	24,4	26,8
Lehtipuu	13,7	12,7	13,7	12,7	13,7	12,6	13,7	12,3
Turvemaa	12,7	11,3	13,0	12,8	13,0	12,8	13,4	13,6
Mänty	5,9	4,9	6,1	6,1	6,1	6,1	6,3	6,5
Kuusi	4,0	4,0	4,0	4,2	4,0	4,2	4,2	4,4
Lehtipuu	2,9	2,4	2,9	2,5	2,9	2,5	3,0	2,7
POHJOIS-SUOMI								
Kokonaiskasvu	34,0	34,8	34,1	35,3	34,1	35,3	33,8	34,4
Mänty	21,8	22,8	22,0	23,2	22,0	23,1	21,8	22,7
Kuusi	6,0	6,3	6,0	6,4	6,0	6,4	5,8	6,0
Lehtipuu	6,2	5,7	6,2	5,8	6,2	5,8	6,2	5,7
Kangasmaa	24,1	25,4	24,2	25,5	24,2	25,4	23,9	24,6
Mänty	16,8	18,3	16,9	18,4	16,9	18,4	16,8	17,9
Kuusi	3,8	4,0	3,8	4,0	3,8	3,9	3,6	3,6
Lehtipuu	3,5	3,2	3,5	3,2	3,5	3,2	3,5	3,1
Turvemaa	9,9	9,4	10,0	9,8	9,9	9,9	9,9	9,8
Mänty	5,0	4,5	5,1	4,8	5,1	4,8	5,0	4,8
Kuusi	2,2	2,4	2,2	2,4	2,2	2,4	2,2	2,4
Lehtipuu	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6

Liite 5. Runkopuun keskimääräiset vuotuiset kokonaispoistumat (milj. m³/v) metsä- ja kitumaalla puulajeittain ja kasvupaikoittain koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa skenaaroiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina.

	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035
KOKO MAA								
Kokonaispoistuma	83,3	89,6	83,3	90,1	83,2	89,9	89,1	97,5
Mänty	34,7	39,7	34,7	40,2	34,5	40,1	37,8	44,8
Kuusi	27,9	30,6	28,0	30,5	27,9	30,2	30,1	31,5
Lehtipuu	20,7	19,2	20,6	19,5	20,8	19,6	21,2	21,3
Kangasmaa	63,2	69,5	63,9	69,9	63,6	70,4	70,8	74,9
Mänty	25,7	29,2	26,2	29,5	26,0	29,9	29,7	33,1
Kuusi	22,4	25,7	22,5	25,6	22,4	25,7	24,9	25,9
Lehtipuu	15,1	14,6	15,1	14,8	15,2	14,9	16,1	15,9
Turvemaa	20,1	20,1	19,4	20,2	19,5	19,5	18,4	22,6
Mänty	9,0	10,5	8,5	10,6	8,5	10,3	8,1	11,6
Kuusi	5,5	4,9	5,4	4,8	5,5	4,5	5,2	5,5
Lehtipuu	5,6	4,6	5,5	4,7	5,6	4,7	5,1	5,4
ETELÄ-SUOMI								
Kokonaispoistuma	64,2	67,0	64,2	67,4	64,1	67,3	67,1	71,7
Mänty	23,3	24,9	23,3	25,3	23,1	25,3	25,1	28,1
Kuusi	24,7	27,1	24,8	26,9	24,7	26,7	25,6	27,2
Lehtipuu	16,2	15,1	16,1	15,3	16,2	15,4	16,3	16,3
Kangasmaa	49,9	54,3	50,3	54,7	50,1	55,0	54,6	57,2
Mänty	17,3	18,7	17,6	19,1	17,5	19,3	20,2	20,9
Kuusi	20,2	23,3	20,3	23,2	20,1	23,2	21,5	23,2
Lehtipuu	12,4	12,3	12,4	12,4	12,5	12,5	13,0	13,1
Turvemaa	14,3	12,8	13,9	12,7	14,0	12,3	12,4	14,5
Mänty	6,0	6,1	5,7	6,2	5,7	6,0	5,0	7,3
Kuusi	4,6	3,8	4,5	3,7	4,6	3,5	4,1	4,0
Lehtipuu	3,8	2,8	3,7	2,9	3,7	2,9	3,3	3,2
POHJOIS-SUOMI								
Kokonaispoistuma	19,1	22,5	19,1	22,7	19,1	22,6	22,1	25,8
Mänty	11,4	14,9	11,4	14,9	11,3	14,8	12,7	16,6
Kuusi	3,2	3,5	3,2	3,6	3,2	3,5	4,5	4,3
Lehtipuu	4,6	4,1	4,6	4,2	4,5	4,2	4,9	4,9
Kangasmaa	13,4	15,2	13,6	15,2	13,5	15,5	16,1	17,8
Mänty	8,4	10,5	8,6	10,4	8,5	10,6	9,6	12,3
Kuusi	2,2	2,4	2,2	2,4	2,3	2,5	3,4	2,8
Lehtipuu	2,7	2,4	2,8	2,4	2,7	2,4	3,1	2,7
Turvemaa	5,7	7,3	5,5	7,5	5,6	7,1	6,0	8,1
Mänty	2,9	4,4	2,8	4,5	2,8	4,3	3,1	4,4
Kuusi	0,9	1,2	0,9	1,2	0,9	1,0	1,1	1,5
Lehtipuu	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8	2,2

Liite 6. Runko- ja ainespuun vuotuiset hakkuukertymät (milj. m³/v) puulajeittain, kasvupaikoittain ja hakkuutavoittain sekä energiapuun vuotuiset korjuumäärät (milj. m³/v) jakeittain puuntuotannossa olevalla metsämaalla *koko maassa* skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina.

	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035
KOKO MAA								
Runkopuun								
hakkuukertymä	71,1	78,6	71,1	79,2	71,1	79,2	77,2	86,5
Mänty	31,0	35,9	31,0	36,3	30,9	36,4	34,3	41,1
Kuusi	25,9	28,7	25,9	28,6	25,9	28,4	28,2	29,6
Lehtipuu	14,2	13,9	14,2	14,2	14,3	14,3	14,7	15,8
Kangasmaa								
Mänty	23,3	26,5	23,7	26,9	23,5	27,3	27,4	30,8
Kuusi	20,9	24,3	21,0	24,2	21,0	24,4	23,5	24,6
Lehtipuu	10,5	10,8	10,5	11,0	10,5	11,1	11,4	12,1
Turvemaa								
Mänty	7,8	9,4	7,3	9,5	7,3	9,1	6,9	10,4
Kuusi	5,0	4,5	4,9	4,3	5,0	4,1	4,7	5,0
Lehtipuu	3,8	3,1	3,7	3,2	3,7	3,2	3,2	3,7
Kasvatushakkuu								
Kangasmaa	17,1	25,6	17,7	25,7	17,9	25,6	14,3	21,5
Turvemaa	4,9	6,3	5,1	7,5	5,3	7,5	4,7	8,1
Uudistushakkuu								
Kangasmaa	37,5	36,0	37,5	36,4	37,2	37,2	48,1	45,9
Turvemaa	11,6	10,6	10,8	9,6	10,7	8,9	10,1	10,9
Ainespuukertymä	61,8	67,8	61,8	67,7	61,7	67,6	71,4	77,0
Tukkipuu								
Mänty	12,0	13,6	12,0	13,7	12,0	13,7	15,6	17,8
Kuusi	13,9	15,1	13,9	15,1	13,9	15,0	16,8	16,2
Lehtipuu	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	2,1	2,1
Kangasmaa								
Mänty	9,5	10,5	9,6	10,6	9,6	10,7	12,9	13,7
Kuusi	11,5	13,0	11,6	13,1	11,5	13,2	14,2	13,7
Lehtipuu	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,8	1,8
Turvemaa								
Mänty	2,5	3,2	2,3	3,1	2,4	3,0	2,7	4,2
Kuusi	2,4	2,0	2,4	2,0	2,4	1,8	2,6	2,5
Lehtipuu	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3
Kuitupuu								
Mänty	15,8	18,7	15,8	18,8	15,7	18,8	16,6	19,6
Kuusi	10,1	11,5	10,1	11,3	10,2	11,4	10,5	11,8
Lehtipuu	8,9	7,7	8,9	7,8	8,8	7,7	9,9	9,5
Kangasmaa								
Mänty	11,1	13,0	11,4	13,1	11,3	13,2	12,5	13,6
Kuusi	7,8	9,3	7,9	9,2	8,0	9,4	8,5	9,4
Lehtipuu	6,1	5,5	6,2	5,5	6,1	5,5	7,3	6,7
Turvemaa								
Mänty	4,7	5,7	4,4	5,8	4,4	5,6	4,1	6,0
Kuusi	2,2	2,2	2,2	2,1	2,2	2,0	2,0	2,4
Lehtipuu	2,8	2,2	2,7	2,3	2,7	2,2	2,5	2,8
Energiapuukertymä	13,3	16,0	13,3	16,9	13,3	16,9	12,1	16,6
Energiarunkopuu	9,4	10,8	9,3	11,4	9,4	11,6	5,8	9,5
Oksat, lehdet ja neulas	3,3	4,4	3,4	4,6	4,0	5,3	6,3	7,1
Kannot ja juuret	0,7	0,8	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Liite 7. Runko- ja ainespuun vuotuiset hakkuukertymät (milj. m³/v) puulajeittain, kasvupaikoittain ja hakkuutavoittain sekä energiapuun vuotuiset korjuumäärät (milj. m³/v) jakeittain puuntuotannossa olevalla metsämaalla *Etelä-Suomessa* skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina.

	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035
ETELÄ-SUOMI								
Runkopuun								
hakkuukertymä	56,1	60,0	56,1	60,4	56,0	60,4	59,1	64,5
Mänty	21,3	23,0	21,3	23,4	21,2	23,5	23,2	26,3
Kuusi	23,2	25,6	23,2	25,5	23,2	25,3	24,2	25,8
Lehtipuu	11,6	11,4	11,5	11,6	11,7	11,7	11,7	12,4
Kangasmaa	43,9	48,9	44,3	49,5	44,2	49,8	48,9	52,0
Mänty	15,9	17,4	16,3	17,8	16,1	18,0	18,9	19,6
Kuusi	19,0	22,1	19,1	22,1	19,0	22,1	20,4	22,1
Lehtipuu	9,0	9,4	9,0	9,6	9,1	9,7	9,6	10,2
Turvemaa	12,2	11,1	11,7	11,0	11,8	10,6	10,2	12,5
Mänty	5,4	5,6	5,0	5,6	5,0	5,4	4,3	6,6
Kuusi	4,2	3,5	4,1	3,4	4,2	3,2	3,8	3,7
Lehtipuu	2,6	2,0	2,5	2,0	2,6	2,0	2,1	2,2
Kasvatushakkuu	16,6	22,6	17,1	23,6	17,1	23,2	13,2	20,3
Kangasmaa	13,7	19,4	13,9	19,6	13,9	19,2	10,3	15,8
Turvemaa	2,9	3,2	3,1	4,0	3,2	4,1	2,9	4,5
Uudistushakkuu	39,5	37,4	39,0	36,8	38,9	37,2	45,9	44,2
Kangasmaa	30,2	29,5	30,4	29,9	30,4	30,7	38,5	36,1
Turvemaa	9,3	7,8	8,6	7,0	8,6	6,5	7,4	8,0
Ainespuukertymä	48,8	51,8	48,8	51,8	48,7	51,7	55,3	58,5
Tukkipuu	22,9	25,2	22,9	25,2	22,9	25,2	29,0	29,7
Mänty	8,8	10,0	8,8	10,1	8,8	10,0	11,9	12,9
Kuusi	13,0	14,2	13,0	14,1	13,0	14,1	15,1	14,8
Lehtipuu	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	2,0	2,0
Kangasmaa	18,7	21,1	18,8	21,2	18,7	21,3	24,5	24,4
Mänty	6,9	7,8	7,0	7,9	7,0	7,9	9,9	9,8
Kuusi	10,8	12,4	10,9	12,4	10,8	12,5	12,9	12,9
Lehtipuu	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,7	1,8
Turvemaa	4,3	4,1	4,1	4,0	4,2	3,9	4,5	5,3
Mänty	1,9	2,2	1,8	2,2	1,8	2,1	1,9	3,1
Kuusi	2,2	1,8	2,2	1,7	2,2	1,6	2,3	2,0
Lehtipuu	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3
Kuitupuu	25,9	26,6	25,9	26,6	25,9	26,5	26,3	28,7
Mänty	10,1	10,6	10,1	10,8	10,0	10,7	10,2	11,6
Kuusi	8,7	9,8	8,8	9,7	8,9	9,7	8,4	9,9
Lehtipuu	7,0	6,1	7,0	6,2	7,0	6,1	7,6	7,2
Kangasmaa	19,0	20,5	19,3	20,6	19,3	20,6	20,8	21,8
Mänty	7,0	7,5	7,2	7,7	7,1	7,7	7,9	8,1
Kuusi	6,9	8,3	7,0	8,2	7,0	8,3	7,0	8,2
Lehtipuu	5,1	4,7	5,2	4,7	5,1	4,7	6,0	5,5
Turvemaa	6,9	6,1	6,6	6,0	6,6	5,9	5,5	6,9
Mänty	3,1	3,1	2,9	3,1	2,9	3,0	2,4	3,5
Kuusi	1,8	1,6	1,8	1,5	1,8	1,4	1,5	1,7
Lehtipuu	1,9	1,4	1,8	1,4	1,8	1,4	1,7	1,7
Energiapuukertymä	10,5	12,2	10,6	12,8	10,6	12,8	8,5	10,9
Energiarunkopuu	7,3	8,2	7,3	8,6	7,3	8,7	3,8	6,0
Oksat, lehdet ja neulas	2,7	3,3	2,7	3,5	3,2	4,1	4,7	5,0
Kannot ja juuret	0,6	0,7	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Liite 8. Runko- ja ainespuun vuotuiset hakkuukertymät (milj. m³/v) puulajeittain, kasvupaikoittain ja hakkuutavoittain sekä energiapuun vuotuiset korjuumäärät (milj. m³/v) jakeittain puuntuotannossa olevalla metsämaalla *Pohjois-Suomessa* skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina.

	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035	2016– 2025	2026– 2035
POHJOIS-SUOMI								
Runkopuun								
hakkuukertymä	15,1	18,6	15,0	18,7	15,0	18,7	18,1	22,1
Mänty	9,7	12,9	9,7	13,0	9,7	13,0	11,1	14,9
Kuusi	2,7	3,1	2,7	3,1	2,7	3,1	4,0	3,8
Lehtipuu	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,9	3,4
Kangasmaa	10,7	12,7	10,9	12,6	10,8	13,0	13,5	15,5
Mänty	7,3	9,1	7,5	9,1	7,4	9,2	8,6	11,1
Kuusi	1,9	2,1	1,9	2,1	2,0	2,2	3,1	2,5
Lehtipuu	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,9	1,9
Turvemaa	4,4	5,9	4,2	6,1	4,2	5,8	4,6	6,6
Mänty	2,4	3,8	2,3	3,9	2,3	3,7	2,6	3,8
Kuusi	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	0,9	0,9	1,3
Lehtipuu	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,5
Kasvatushakkuu	5,4	9,3	5,8	9,6	6,1	9,8	5,7	9,3
Kangasmaa	3,4	6,2	3,8	6,1	4,0	6,4	3,9	5,7
Turvemaa	2,0	3,1	2,0	3,5	2,1	3,4	1,8	3,6
Uudistushakkuu	9,6	9,3	9,3	9,1	9,0	8,9	12,3	12,7
Kangasmaa	7,3	6,5	7,1	6,5	6,8	6,5	9,6	9,8
Turvemaa	2,4	2,8	2,2	2,6	2,2	2,4	2,8	2,9
Ainespuukertymä	13,0	15,9	13,0	15,9	13,0	15,9	16,0	18,6
Tukkipuu	4,1	4,6	4,1	4,6	4,1	4,6	5,4	6,4
Mänty	3,2	3,6	3,2	3,6	3,2	3,6	3,7	4,9
Kuusi	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,6	1,4
Lehtipuu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Kangasmaa	3,3	3,4	3,3	3,4	3,3	3,5	4,3	4,8
Mänty	2,6	2,7	2,6	2,7	2,6	2,8	3,0	3,8
Kuusi	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,3	0,9
Lehtipuu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Turvemaa	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,1	1,1	1,6
Mänty	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,7	1,1
Kuusi	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5
Lehtipuu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kuitupuu	8,9	11,3	8,9	11,3	8,9	11,3	10,7	12,1
Mänty	5,7	8,1	5,7	8,1	5,7	8,1	6,3	7,9
Kuusi	1,4	1,7	1,3	1,7	1,4	1,7	2,1	1,9
Lehtipuu	1,9	1,6	1,9	1,6	1,8	1,6	2,2	2,3
Kangasmaa	6,1	7,3	6,3	7,2	6,2	7,4	7,5	7,8
Mänty	4,1	5,5	4,3	5,4	4,2	5,5	4,6	5,4
Kuusi	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,5	1,2
Lehtipuu	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	1,4	1,2
Turvemaa	2,9	4,0	2,7	4,1	2,7	3,9	3,1	4,3
Mänty	1,6	2,6	1,4	2,7	1,5	2,6	1,7	2,5
Kuusi	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,7
Lehtipuu	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1
Energiapuukertymä	2,8	3,9	2,8	4,0	2,8	4,0	3,6	5,6
Energiarunkopuu	2,1	2,7	2,0	2,8	2,1	2,8	2,0	3,5
Oksat, lehdet ja neulas	0,7	1,1	0,7	1,1	0,7	1,2	1,6	2,1
Kannot ja juuret	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Liite 9. Hakkuiden, lannoituksen ja kunnostusojituksen pinta-alat (1 000 ha/v) kasvupaikoittain puuntuotannossa olevalla metsämaalla koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa skenaaroiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina.

	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035
KOKO MAA								
Hakkuuala	534	672	550	693	548	685	544	696
Kasvatushakkuu	318	471	338	497	343	493	313	461
Kangasmaa	249	375	263	382	266	379	242	339
Turvema	68	97	75	115	77	113	71	122
Uudistushakkuu	217	200	211	196	206	192	231	235
Kangasmaa	150	138	150	139	146	140	179	175
Turvema	67	62	61	57	60	52	53	60
Kunnostusojituksen ala ¹⁾	21	30	20	29	21	29	21	30
Kangasmaa	0	0	0	0	0	0	0	0
Turvema	21	30	20	29	21	29	21	30
Lannoitusala ²⁾	0	0	72	126	72	126	72	126
Kangasmaa	0	0	26	88	26	88	19	90
Turvema	0	0	46	38	46	38	53	37
ETELÄ-SUOMI								
Hakkuuala	382	448	389	459	387	453	364	447
Kasvatushakkuu	223	305	233	320	233	314	203	285
Kangasmaa	184	256	190	260	189	253	161	219
Turvema	39	49	43	60	44	61	41	66
Uudistushakkuu	160	143	156	138	154	139	161	162
Kangasmaa	108	101	109	101	107	103	126	120
Turvema	51	42	47	38	46	36	35	42
Kunnostusojituksen ala ¹⁾	11	14	10	14	11	15	12	14
Kangasmaa	0	0	0	0	0	0	0	0
Turvema	11	14	10	14	11	15	12	14
Lannoitusala ²⁾	0	0	60	108	60	108	60	109
Kangasmaa	0	0	23	86	24	86	16	85
Turvema	0	0	37	22	37	22	44	23
POHJOIS-SUOMI								
Hakkuuala	152	224	160	234	161	232	181	250
Kasvatushakkuu	95	166	105	176	109	178	110	176
Kangasmaa	65	119	74	122	77	126	81	120
Turvema	30	48	32	55	32	52	29	57
Uudistushakkuu	57	58	55	57	52	54	70	74
Kangasmaa	42	38	41	38	39	37	53	55
Turvema	15	20	14	19	13	17	17	18
Kunnostusojituksen ala ¹⁾	10	16	10	14	11	15	9	16
Kangasmaa	0	0	0	0	0	0	0	0
Turvema	10	16	10	14	11	15	9	16
Lannoitusala ²⁾	0	0	12	18	12	18	12	18
Kangasmaa	0	0	3	2	3	2	3	4
Turvema	0	0	9	16	9	16	9	14

¹⁾ Kunnostusojitusalat on ilmoitettu harvennushakkuiden yhteydessä toteuttavien ojitusten osalta.

²⁾ Lannoitusala laskennallisen lannoituskäsittelyn mukaan. Tämän lisäksi kaikissa skenaarioissa kasvumallien kalibroituun kasvuntasoon sisältyy kalibroitijaksen aikana tehtyjen kasvatuslannoitusten vaikutus (koko Suomessa runsas 23 000 hehtaaria vuodessa).

Liite 10a. Vuotuiset bruttokantorahatulot (milj. euroa/v) koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina.

SKENAARIO	KOKO MAA		ETELÄ-SUOMI		POHJOIS-SUOMI	
	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035
HIISI-WEM	2 293	2 495	1 894	2 032	400	463
HIISI-WAM	2 289	2 494	1 892	2 031	398	463
WAM-BD	2 287	2 494	1 891	2 032	396	461
SY-BD	2 753	2 913	2 246	2 324	507	589

Liite 10b. Nettotulojen nykyarvot (mrd euroa) laskennan aloitusvuoteen 2016 diskontattuina koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa eri skenaarioiden mukaan. Nettotulojen nykyarvot on laskettu 4 %:n korkokannalla ainespuun (tukki- ja kuitupuun) tienvarsihintoihin ja energiapuusta tuotetulle hakkeelle käyttöpisteessä maksettuihin hintoihin perustuen puuntuotannossa olevalle metsä- ja kitumaalle.

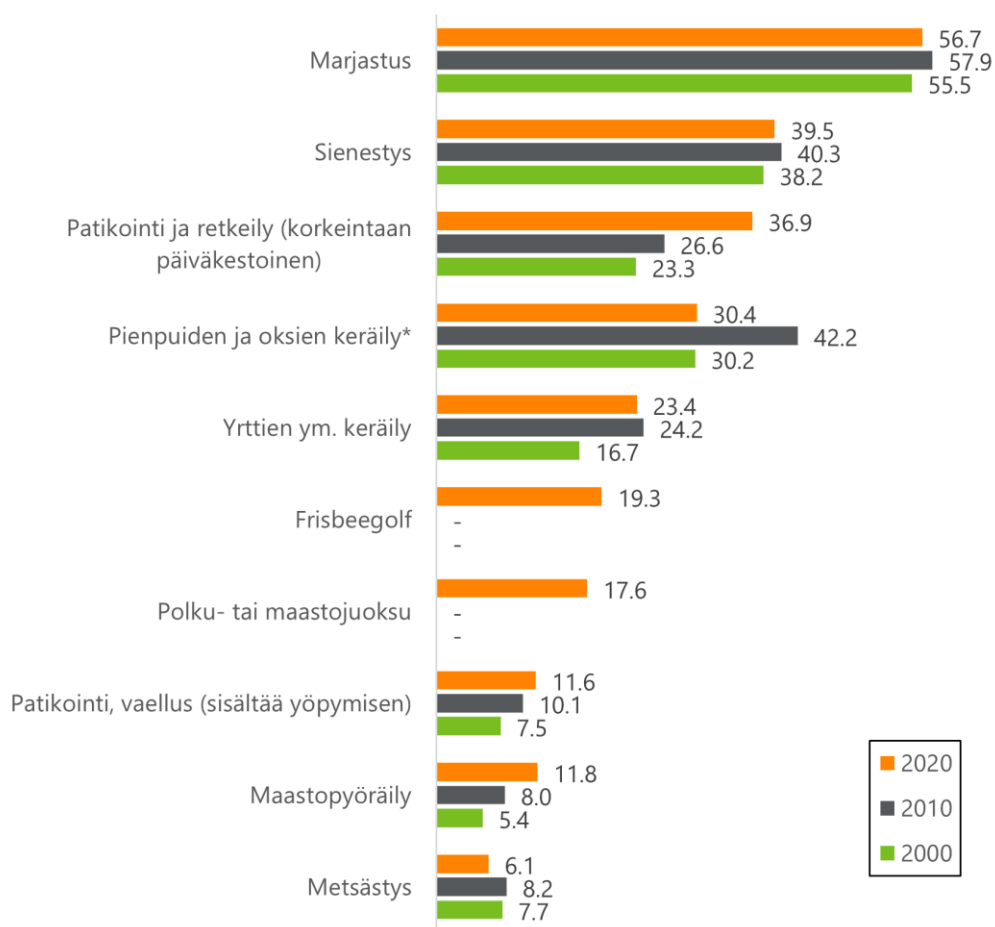
SKENAARIO	KOKO MAA	ETELÄ-SUOMI	POHJOIS-SUOMI
HIISI-WEM	76,2	62,1	14,2
HIISI-WAM	77,2	62,9	14,3
WAM-BD	76,5	62,5	14,0
SY-BD	83,2	67,9	15,3

Liite 10c. Metsätaloudessa tarvittava vuotuinen työnvoima (1 000 htv/v) yhteensä sekä puunkorjuun ja metsänhoitotöiden osalta koko maassa sekä Etelä- ja Pohjois-Suomessa skenaarioiden mukaisesti vuosille 2016–2035 arvioituina. Työvoimatarpeen määrittäminen on kuvattu MELA Tulospalvelussa (Luke 2021a).

	HIISI-WEM		HIISI-WAM		WAM-BD		SY-BD	
	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035	2016–2025	2026–2035
KOKO MAA								
Kokonaistyövoima	12,4	12,6	12,4	12,9	12,4	12,9	13,5	14,5
Puunkorjuu	8,2	9,4	8,2	9,5	8,1	9,4	8,5	10,2
Metsänhoitotyöt	4,2	3,2	4,3	3,4	4,3	3,5	4,9	4,3
ETELÄ-SUOMI								
Kokonaistyövoima	9,5	9,4	9,5	9,6	9,4	9,6	9,8	10,2
Puunkorjuu	6,3	7,0	6,3	7,1	6,2	7,0	6,2	7,2
Metsänhoitotyöt	3,1	2,4	3,2	2,5	3,2	2,6	3,6	3,0
POHJOIS-SUOMI								
Kokonaistyövoima	2,9	3,2	2,9	3,3	2,9	3,3	3,7	4,3
Puunkorjuu	1,8	2,4	1,9	2,5	1,9	2,5	2,3	3,0
Metsänhoitotyöt	1,1	0,8	1,1	0,8	1,1	0,9	1,4	1,3

Liite 11. Metsien virkistyskäyttö vuosina 2020, 2010 ja 2000 (LVVI3-tutkimus).

Metsien virkistyskäyttö



Osallistumisosuus, % väestöstä

*Polttopuiden hankintaa, risujen, oksien ja puiden keräilyä kotitarpeisiin

Liite 12. Metsämittariin valitut muuttujat sekä niiden mittayksiköt ja ajankohdat, joita muuttujan arvot esittävät. Tähdellä (*) merkityt muuttujat valittiin alaluvun 11.4. tarkasteluihin.

MUUTTUJAT	YKSIKKÖ	MUUTTUJAN ARVO AJANJAKSOLLA
Ryhmä 1: Puuston kehitys		
Kokonaistilavuus (*)	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Männyn tilavuus	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Kuusen tilavuus	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Koivun tilavuus	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Muun lehtipuun tilavuus (*)	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Kasvu (*)	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Kokonaispoistuma	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
0–60-vuotiaiden metsien pinta-ala	milj. ha	Ajanjakson lopputila
61–120-vuotiaiden metsien pinta-ala	milj. ha	Ajanjakson lopputila
Yli 120-vuotiaiden metsien pinta-ala	milj. ha	Ajanjakson lopputila
Ryhmä 2: Hakkuut ja talous		
Runkopuun hakkuukertymä	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Männyn hakkuukertymä	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Kuusen hakkuukertymä	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Lehtipuun hakkuukertymä	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Tukkikertymä	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Kuitupuukertymä	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Energiapuukertymä	milj. m ³ /v	Vuosien keskiarvo
Kokonaishakkuuala	1000 ha/v	Vuosien keskiarvo
Kasvatushakkuuala	1000 ha/v	Vuosien keskiarvo
Uudistushakkuuala (*)	1000 ha/v	Vuosien keskiarvo
Lannoitusala	1000 ha/v	Vuosien keskiarvo
Kunnostusojitusala	1000 ha/v	Vuosien keskiarvo
Kantorahatulot (*)	milj. €/v	Vuosien keskiarvo
Tuottoarvo 4 %	mrd €	Ajanjakson alkutila
Työvoiman tarve	1000 htv/v	Vuosien keskiarvo
Ryhmä 3: Monimuotoisuus		
Puuntuotannon ulkopuolella oleva metsäala	milj. ha	Ajanjakson lopputila
Vanhojen metsien pinta-ala	milj. ha	Ajanjakson lopputila
Lehtipuuvältaisten metsien ala	milj. ha	Ajanjakson lopputila
Suurten haapojen tilavuus (*)	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Suurten muiden lehtipuiden tilavuus	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Säästöpuiden tilavuus	milj. m ³	Ajanjakson lopputila
Mustikan peittävyys	% alasta	Ajanjakson lopputila
Puolukan peittävyys	% alasta	Ajanjakson lopputila
Heinien peittävyys	% alasta	Ajanjakson lopputila
Ruohojen peittävyys	% alasta	Ajanjakson lopputila
Kanervan peittävyys	% alasta	Ajanjakson lopputila
Jäkälien peittävyys	% alasta	Ajanjakson lopputila
Ryhmä 4: Keruutuotteet		
Mustikkasato (*)	milj. kg/v	Vuosien keskiarvo
Puolukkasato	milj. kg/v	Vuosien keskiarvo
Ryhmä 5: Hiili ja vesistökuormitus		
Puuston hiilitase	milj. tn CO ₂ -ekv./v	Vuosien keskiarvo
Metsien kasvihuonekaasutase (*)	milj. tn CO ₂ -ekv./v	Vuosien keskiarvo
Puutuotteiden hiilitase	milj. tn CO ₂ -ekv./v	Vuosien keskiarvo
Typpikuormitus	tn/v	Vuosien keskiarvo
Fosforikuormitus (*)	tn/v	Vuosien keskiarvo
Kiintoainekuormitus	tn/v	Vuosien keskiarvo
Liukoisen orgaanisen hiilen kuormitus	tn/v	Vuosien keskiarvo



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000