

Vaihtoehtolaskelmat kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten

Jussi Uusivuori, Maarit Kallio ja Olli Salminen (toim.)

Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute - sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjassa ei käytetä tieteellistä tarkastusmenettelyä. Kirjoitukset luokitellaan Metlan julkaisutoiminnassa samaan ryhmään monisteiden kanssa.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>
ISSN 1795-150X

Toimitus

Unioninkatu 40 A
00170 Helsinki
puh. 010 2111
faksi 010 211 2101
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
Unioninkatu 40 A
00170 Helsinki
puh. 010 2111
faksi 010 211 2101
sähköposti info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

| | | | |
|---|-------------------------|--|--------------------------|
| Tekijät Uusivuori, Jussi, Kallio, Maarit & Salminen, Olli (toim.) | | | |
| Nimeke Vaihtoehtolaskelmat Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten | | | |
| Vuosi 2008 | Sivumäärä 104 | ISBN 978-951-40-2089-6 (PDF) | ISSN 1795-150X |
| Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Vantaan toimintayksikkö / 3483 Vaihtoehtolaskelmien laatiminen / 50168 Metsien käytön tulevaisuus Suomessa | | | |
| Hyväksynyt Leena Paavilainen, tutkimusjohtaja, 26.3.2008 | | | |
| Tiivistelmä <p>Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) tilasi keväällä 2007 Metsäntutkimuslaitokselta (Metla) vaihtoehtolaskelmia taloudellisten ja politiikkaan liittyvien olosuhteiden vaikutuksista metsäalalla. Vaihtoehtolaskelmia käytetään taustatukena metsäneuvoston vuonna 2006 esittämien metsäsektorin painopiste- ja tavoitelinjausten uudelleen arvioimisessa. Laskelmien tehtäväsisällössä ja skenaarioiden muotoilussa on otettu huomioon metsäneuvostolta ja sen sihteeristöltä saatuja kommentteja sekä KMO 2015:n ennakoarvioitsijoiden kannanotot. Laskelmien laadinnassa on pyritty noudattamaan markkina- ja kysyntälähtöisyyttä niin, että pääasialliset vaikutukset Suomen metsäalalle tulevat lopputuotteiden markkinoiden kautta. Laskelmien taustalla eri skenaarioissa on käytetty työn tilaajan asettamia lähtöoletuksia liittyen metsäteollisuustuotteiden hintoihin, energian hintoihin, tuontipuun määriin, metsähakkeen volyymeihin sekä metsien suojelutasoon.</p> <p>SF-GTM-metsäsektorimallilla tuotettiin laskelmat vuoteen 2015 koskien hakkuita, raakapuun hintoja, metsäteollisuuden tuotantoa ja bruttokantorahatuloja. Metsien kehitystä kuvaavat suuret laskettiin MELA-mallilla. Tulosten pohjalta arvioitiin vaikutuksia työllisyyteen ja arvonlisäykseen sekä metsien vesitaseeseen, metsien monimuotoisuuden turvaamiseen, metsien virkistys- ja matkailukäyttöön ja hiilinieluihin. Lisäksi skenaarioita on arvioitu yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden sekä ilmastovaikutusten suhteen. Raportin laadinnassa on ollut Metlan tutkijoiden ohella mukana tutkijoita Helsingin ja Joensuun yliopistoista, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiosta sekä Suomen ympäristökeskuksesta.</p> | | | |
| Asiasanat bioenergia, metsäpolitiikka, metsäteollisuus, ilmastopolitiikka | | | |
| Julkaisun verkko-osoite http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp075.htm | | | |
| Tämä julkaisu korvaa julkaisun | | | |
| Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla | | | |
| Yhteydenotot Jussi Uusivuori, Metsäntutkimuslaitos, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Sähköposti jussi.uusivuori@metla.fi | | | |
| Muita tietoja | | | |

Sisällys

| | |
|---|-----|
| Esipuhe | 5 |
| Jussi Uusivuori | |
| Toimeksianto ja skenaarioiden taustaoletukset | 6 |
| Maarit Kallio, Olli Salminen ja Jussi Uusivuori | |
| SF-GTM-mallilaskelmat puumarkkinoiden ja metsäteollisuuden kehityksestä Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten | 8 |
| Maarit Kallio | |
| MELA-vaihtoehtolaskelmat Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten | 19 |
| Olli Salminen ja Hannu Hirvelä | |
| Arvio taimikonhoito- ja kunnostusojitusmääristä metsien puuntuotannollisen kestävyyden näkökulmasta | 43 |
| Jari Hynynen ja Kari Mielikäinen | |
| Metsäsektorin tulo- ja työllisyysvaikutusten kehitys vuoteen 2015 | 46 |
| Mikko Toropainen | |
| Bioenergia ja uudet tuotteet | 51 |
| Jussi Uusivuori, Antti Asikainen, Raija-Riitta Enroth, Lauri Hetemäki, Maarit Kallio, Hanna-Liisa Kangas ja Erkki Verkasalo | |
| Etelä-Suomen metsien suojelun vaikutukset | 64 |
| Paula Horne | |
| Metsätalouden vesistökuormituslaskelmat Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten | 68 |
| Leena Finér, Erkki Ahti, Samuli Joensuu, Harri Koivusalo, Ari Laurén, Timo Makkonen, Tuija Mattsson, Mika Nieminen ja Sirkka Tattari | |
| Virkistyskäytön ja luontomatkailun tarkastelu eri vaihtoehtoskenaarioissa sekä skenaario virkistyskäytön ja luontomatkailun muutoksista ja kehittämistarpeista | 87 |
| Liisa Tyrväinen ja Tuija Sievänen | |
| Yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden arvio Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten | 95 |
| Tapio Rantala | |
| Laskelmat metsien kasvihuonekaasutaseista Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten | 100 |
| Risto Sievänen, Timo Kareinen, Timo Penttilä ja Tarja Tuomainen | |
| Arvio ilmastonmuutoksen vaikutuksista metsiin Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten | 104 |
| Seppo Kellomäki | |

Esipuhe

Kansallista metsäohjelmaa 2015 (KMO 2015) on vuonna 2007 valmisteltu kolmessa vaiheessa: vaihtoehtoaskelmien laatiminen, ohjelman ennakoarviointi ja varsinaisen ohjelma-asiakirjan laatiminen. Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) tilasi 11.4.2007 Metsäntutkimuslaitokselta (Metla) vaihtoehtolaskelmia taloudellisten ja politiikkaan liittyvien olosuhteiden vaikutuksista metsäalaan. Laskelmien tehtäväsissällössä ja skenaarioiden muotoilussa otettiin huomioon metsäneuvostolta ja sen sihteeristöltä saatuja kommentteja sekä KMO 2015 ennakoarvioitsijoiden kannanottoja. Vaihtoehtolaskelmia käytetään taustatukena metsäneuvoston vuonna 2006 esittämien metsäsektorin painopiste- ja tavoitelinjausten uudelleen arvioimisessa.

Metsäntutkimuslaitos julkaisi vuonna 2006 raportin Suomen metsiin perustuva hyvinvointi 2015 (Metlan työraportteja 26), jossa arvioitiin laajasti Suomen metsäalan tulevaisuuteen vaikuttavia tekijöitä ottaen seikkaperäisesti huomioon metsien eri käyttömuodot. Nyt julkaistavassa KMO 2015:n valmistelua tukevassa raportissa esitetään laskelmat ja arviot koskien viittä skenaariovaihtoehtoa:

1. Nykytila jatkuu
2. Puun tuonti alas
3. Puun tuonti alas + lisäsuojelua
4. Bioenergia ja uudet tuotteet
5. Suurimmat kestävätkä hakuut

Laskelmien laadinnassa pyrittiin noudattamaan markkina- ja kysyntälähtöisyyttä niin, että pääasialliset vaikutukset Suomen metsäalalle tulevat lopputuotteiden markkinoiden kautta. Nämä välittyvät puumarkkinoilla tietyiksi hakkuumääriksi sekä puun hinnoiksi. Metsäteollisuuden tuotanto ja hakkuiden määrät ja ajoittuminen puolestaan vaikuttavat metsäalan yhteiskunnallisiin ja ympäristönäkökohtiin. Laskelmien taustalla eri skenaarioissa on käytetty työn tilaajan asettamia lähtöoletuksia liittyen metsäteollisuustuotteiden ja energian hintoihin, tuontipuun määriin, metsähakkeen volyymeihin sekä metsien suojelutasoon.

SF-GTM-metsäsektorimallilla tuotettiin laskelmat vuoteen 2015 koskien hakkuita, raakapuun hintoja, metsäteollisuuden tuotantoa ja bruttokantorahatuloja. Metsien kehitystä kuvaavat suuret laskettiin MELA-mallilla. Tulosten pohjalta arvioitiin vaikutuksia työllisyyteen ja arvonalisäykseen sekä metsien vesitaseeseen, metsien monimuotoisuuden turvaamiseen, metsien virkistys- ja matkailukäyttöön ja hiilinieluihin. Lisäksi skenaarioita on arvioitu yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden sekä ilmastovaikutusten suhteen. Raportin laadinnassa on ollut Metlan tutkijoiden ohella mukana tutkijoita Helsingin ja Joensuun yliopistoista, Metsätalouden kehittämisskeskus Tapiosta sekä Suomen ympäristökeskuksesta.

Paitsi KMO 2015 -ohjelman laadinnassa, raportin arviot ovat toivottavasti laajemminkin hyödyksi pohdittaessa metsäalan tulevaisuutta ja Suomen metsä- ja ympäristöpolitiikan tulevia haasteita. Esitän kaikille osaselvitysten tekijöille ja raportin laadintaan osallistuneille sekä Metlan että yhteistyöorganisaatioiden tutkijoille kiitokset hyvistä analyyseistä sekä erinomaisesta yhteistyöstä.

Helsingissä, 31.8.2007

Jussi Uusivuori

Toimeksianto ja skenaarioiden taustaoletukset

Maarit Kallio, Olli Salminen ja Jussi Uusivuori

Maa- ja metsätalousministeriö tilasi Metsäntutkimuslaitokselta Kansallisen metsäohjelman (KMO) päivitystyön tueksi laskelmia ja arvioita koskien talouden, ympäristön ja eräiden sosiaalisten tekijöiden kehitystä viiden erilaisen tulevaisuuskuvan eli skenaarion tapauksessa. Skenaariot olivat:

1. "Nykytila jatkuu"
2. "Puun tuonti alas"
3. "Puun tuonti alas ja metsien lisäsuojelua"
4. "Bioenergia ja uudet tuotteet"
5. "Suurimmat kestävätkä hakkuut".

Skenaariot eroavat toisistaan energian hintakehityksen, puun tuonnin, metsähakkeen käytön ja metsien suojelun osalta. Lisäksi skenaariossa "Suurimmat kestävätkä hakkuut" vaadittiin muista skenaarioista poiketen, että hakkuut ja kotimaisen puun kysyntä ovat yhtä suuret kestävien hakkuumahdollisuuksien kanssa vuonna 2015. Lisäksi skenaarioissa tehtiin oletus metsäteollisuuden vientihinnoista. Seuraavassa kuvataan taulukkoon 1 kootut skenaarioiden taustaoletukset, jotka ovat pääosin selvityksen tilaajan (MMM) määrittämiä. Näiden lisäksi laskennassa käytetyt mallit sisältävät lukuisan määrän oletuksia, joita on esitelty lähemmin eri luvuissa laskelmien yhteydessä.

Tuontipuu

- Nykytila jatkuu -skenaariossa eri tuontipuuerien määrä pysyy vuosina 2008–2015 vuosien 2002–2006 keskiarvossaan. Siten puun vuotuinen kokonaistuontimäärä on hieman vajaa 18 miljoonaa kuutiometriä näinä vuosina. Tukkipuun tuonti nousee lievästi vuoden 2006 tasosta, mutta kuitupuun ja hakkeen tuonnit laskevat.
- Skenaarioissa 2–5 tuonti supistuu erityisesti vuoden 2009 jälkeen Venäjän puuvientitullien astuessa voimaan. Vuonna 2015 raakapuuta ja haketta tuodaan Suomeen enää noin 8 miljoonaa kuutiometriä. Tukkipuun tuonti loppuu lähes kokonaan, kun taas hakkeen tuonti kaksinkertaistuu noin 5 miljoonaan kuutiometriin. Jälkimmäinen arvio perustuu paitsi oletukseen Venäjän sahteollisuuden voimakkaasta kasvusta, myös siitä että raakapuuta saatetaan hakettaa tullien välttämiseksi jo Venäjän puolella.

Energian hinnat

- Sähkön ja lämpöenergian hinnan oletettiin nousevan 2 % vuodessa vuosina 2008–2015 paitsi skenaariossa 1 ("Nykytila jatkuu"), jossa energian hinnan oletettiin säilyvän vuosien 2002–2006 keskitasolla.

Metsien suojeleminen

- Skenaarioissa 3–5 metsien suojeleusteen oletettiin Etelä-Suomessa nousevan 5 prosenttiin metsäpinta-alasta. Tähän päästiin suojelemalla noin 39 000 ha jokaisesta kymme-

nestä eteläisimmästä metsäkeskuksesta. Myös Lapissa, Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla lisättiin suojelua hieman (noin 20 000 ha tai alle, yhteensä 54 000 ha). Suojelu kohdennettiin painottuen vanhoihin ikäluokkiin ja reheviin (runsaslajisimpia) kasvupaikkatyyppeihin – erityisesti pyrittiin valitsemaan yli 120 vuotiaita uudistuskypsiä metsiä niin kangas- kuin turvemailla. Siten suojelun piirin astui melko suuri osuus tukkipuuvarannosta.

Metsähake ja uudet tuotteet

- Metsähakkeen käytön oletettiin pysyvän nykytasolla noin 3 miljoonassa kuutiometrisessä skenaariossa 1, kasvavan 8 miljoonaan kuutiometriin skenaarioissa 2, 3 ja 5, ja kasvavan 12 miljoonaan kuutiometriin skenaariossa 4.

Suurimmat kestävät hakkuut

- Skenaariossa 5 ("Suurimmat kestävät hakkuut") kaikkien metsänomistajien hakkuut pakotettiin seuraamaan uraa, jossa eri puutavaralajien hakkuut vuonna 2015 noudattavat suurimman kestävä hakuukertymäärävion mukaista tasoa, jotka laskettiin MELA-mallilla ottaen huomioon oletus metsien lisäsuojelusta (Salminen ja Hirvelä, tämä raportti.)

Metsäteollisuustuotteiden hinnat

- Metsäteollisuustuotteiden vientihinnat vaikuttavat metsäteollisuuden kannattavuuteen ja sitä kautta tuotantopäätöksiin ja puun kysyntään. Työssä tarkastellaan metsäsektorin kehitystä vuoteen 2015 asti, eikä suhdannesykleille ja valuuttakurssimuutoksille alttiiden metsäteollisuustuotteiden hintatasoa haluttu sitoa yksittäisen havaintovuoden tilanteeseen. Siksi hintoina päädyttiin käyttämään vuosien 2000–2006 keskiarvoa kuitenkin siten, että hintojen oletettiin lähtevän nykytasosta lähestymään keskiarvoa, joka saavutetaan vasta vuonna 2015. Saha- ja levyteollisuuden osalta oletus merkitsee hintojen melko tuntuvaa laskua vuoden 2007 alun poikkeuksellisen korkeasta hintatasosta (keskimäärin kaksi prosenttia vuodessa), kun taas paperien hintoja oletus nostaa noin prosentilla vuodessa. Markkinasellun hinta laskee noin 0,5 % vuodessa.

Taulukko 1. Skenaarioiden keskeisimmät taustaoletukset.

| | Skenaario 1 | Skenaario 2 | Skenaario 3 | Skenaario 4 | Skenaario 5 |
|--|--|-----------------------------|--|--|--|
| | Nykytila jatkuu | Puun tuonti alas | Puun tuonti alas ja metsien lisäsuojelua | Bioenergia ja uudet tuotteet | Suurimmat kestävät hakkuut. |
| Energian hinta | Vuosien 2002–2006 keskitaso | Nousua 2 %/v | Nousua 2 %/v | Nousua 2 %/v | Nousua 2 %/v |
| Puun tuonti v 2015 | 18 milj. m ³ | 8 milj. m ³ | 8 milj. m ³ | 8 milj. m ³ | 8 milj. m ³ |
| Metsähakkeen käyttö v 2015 | Ennallaan. Noin 3 milj. m ³ | 8 milj. m ³ | 8 milj. m ³ | 12 milj. m ³ | 8 milj. m ³ |
| Metsien lisäsuojelu | Ei uutta suojelua | Ei uutta suojelua | n. 440 000 ha Vanhojen metsien suo- jeluohjelma | n. 440 000 ha Vanhojen metsien suo- jeluohjelma | n. 440 000 ha Vanhojen metsien suo- jeluohjelma |
| Metsäteollisuus- tuotteiden vien- tihinnat v 2015. | Vuosien 2000–2006 keskitaso | Vuosien 2000–2006 keskitaso | Vuosien 2000–2006 keskitaso | Vuosien 2000–2006 keskitaso | Vuosien 2000–2006 keskitaso |

SF-GTM-mallilaskelmat puumarkkinoiden ja metsäteollisuuden kehityksestä Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten

Maarit Kallio

1 Johdanto

Tässä luvussa esitetään laskelmat puumarkkinoiden ja metsäteollisuuden kehityksestä skenaarioissa 1, 2, 3 ja 5. Tarkasteltavia muuttujia ovat kotimaisen puun hinta ja hakkuumäärät, metsänomistajien kantorahatulot ja metsäteollisuuden tuotanto. Metsiin perustuvaa uutta liiketoimintaa ja bioenergiaa käsittelevää skenaariota 4 ei laskettu SF-GTM-mallilla, vaan sitä arvioitiin erikseen tässä raportissa (Uusivuori ym.). Skenaario 5 kohdalla on lisäksi huomioitava, että vaikka laskennassa käytettiin markkinatasapainomallia, laskenta ei antanut sellaista markkinatasapainoa, joka olisi markkinoista tehtyjen oletusten valossa käytännössä mahdollinen, – puun kysyntä ja tarjonta pakotettiin mallissa täsmäämään suurimpien kestävien hakkuumahdollisuuksien kanssa.

Luvun sisältö rakentuu seuraavasti. Aluksi esitellään lyhyesti numeerinen malli, jolla laskelmat tehtiin, SF-GTM. Sen jälkeen esitetään tulokset kuvioina ja taulukoin lyhyehköllä selostuksella täydennettynä.

2 SF-GTM-metsäsektorimalli

Laskelmat hakkuista, kantohinnoista ja teollisuuden tuotannosta tehtiin Suomen metsäsektorin markkinoita kuvaavalla SF-GTM-osittaistasapainomallilla (Ronnila 1995), jossa yhdistyy metsäteollisuuden lopputuotteiden kysyntä ja tuotanto, puun tarjonta sekä muuttuva metsävaranto eri metsäkeskuksissa. Malli laskee markkinatasapainohinnat ja -määrät sekä alueiden välisen kauppavaihdon raakapuumarkkinoille ja metsäteollisuuden väli- ja lopputuotemarkkinoille. Metsäteollisuuden tuotanto eri metsäkeskuksissa on eritelty tuotteittain ja tehtaittain ja metsätaloudesta tulevat tuotantopanokset puutavaralajeittain.

Malli perustuu IIASA:ssa kehitettyyn GTM- (Global Trade Model, Kallio ym. 1987) metsäsektorimalliin, josta maailmalla on käytössä useita sovelluksia, mm. Cintraforin CGTM, Euroopan Metsäinstituutin EFI-GTM (Kallio ym. 2004) ja Norjan metsäsektoria kuvaava NTM II (esim. Bolkesjo 2005). Metsäsektorimalleista saa tarvittaessa tarkempaa tietoa esimerkiksi edellä viitatuista julkaisuista. On huomioitava, että tämänkaltaiset mallit on tarkoitettu etupäässä pitkän ajan trendien ja politiikkavalintojen tarkasteluun vaihtoehtoisten oletusten valossa eikä yksittäisten vuosihavaintojen ennustamiseen. Lyhyellä aikavälillä esimerkiksi puuvarastot tai korjuusää vaikuttavat markkinoihin. Siten mallin tuottamia arvoja yksittäiselle vuodelle ei voida pitää ennusteina, vaan on katsottava kehitystä pitemmällä aikavälillä.

KMO-skenaarioiden laskennassa käytetyssä SF-GTM-malliversiossa:

- Metsäteollisuuden ja metsänomistajien oletetaan maksimoivan voittoaan markkinoilla, joilla vallitsee täydellinen kilpailu. Tämä tarkoittaa sitä, että toimijoiden ei oleteta huomioivan omien tuotantopäätöstensä vaikutuksia raakapuun tai lopputuotteiden hintatasoon.
- Puun tarjontaa kuvataan hakkuumäärillä. Yksityismetsien puun tarjonta riippuu raakapuun tarjonnan oletetusta joustosta hinnan ja puuvarannon suhteen. Metsähallituksen ja yhtiöiden puun tarjonta sekä puun tuonti ulkomailta ovat eksogeenisiä eli niiden määrät annetaan lähtötietoina. Puuvarannot muuttuvat VMI10:n aineistosta (Korhonen ym. 2007) laskettujen kasvukertoimien ja mallissa simuloitujen hakkuiden perusteella. Yhtiöiden ja metsähallituksen hakkuiden oletettiin vuoden 2007 jälkeen lähtevän saavuttamaan MELA-mallilla laskettuja kestäviä hakkuumahdollisuuksia (Salminen ja Hirvelä, tämä raportti), joihin päädyttäisiin kaikissa metsäkeskuksissa vuonna 2015. Skenaarioissa 3 ja 5, joissa oletettiin metsien suojelua lisättävän, hakkuumahdollisuudet olivat pienemmät kuin skenaarioissa 1 ja 2.
- Metsäteollisuuden lopputuotteiden tuotantofunktiot on määritelty antamalla panosten käyttö ja sivutuotetuotanto (ainespuu ja hake, jätepaperi ja massat, sähkö, lämpö, työ ja muut kustannukset) lopputuoteyksikköä kohden. Kapasiteetit rajoittavat tuotantoa ja investointikustannukset katsotaan uponneiksi vanhoille tehtaille, mutta täysiksi mahdollisille uusinvestoinneille, joille on annettu omat kapasiteettirajoitteensa.
- Metsäteollisuuden tuottajamaista mukana on vain Suomi ja lopputuotteiden maailmanmarkkinahinta on oletettu riippumattomaksi Suomen tarjonnasta. Siten lopputuotteen hinta sidottiin annettuun reaalihintatasoon, joka annettiin mallille oletuksena.
- Alueiden välillä käydään kauppaa (mm. raakapuusta, hakkeesta ja sellusta eri metsäkeskusten alueiden välillä), milloin se on kannattavaa. Tällöin alueiden välinen hintaero kattaa vähintään kuljetuskustannukset.
- Tällä hetkellä metsähakkeen tarjontaa ei ole kytketty SF-GTM-mallissa muiden puutavaralajien tarjontaan. Ainoana bioenergiatuotteena mallilaskelmissa olivat mukana sahanpurusta tehtävät pelletit. Lisäksi raakapuuta ja haketta voidaan mallissa käyttää energiantuotantoon, jos puun markkinahinta on kilpailukykyinen muiden energialähteiden rinnalla.
- Metsäteollisuuden tuotteista, niiden markkinoista ja tuotantoteknologioista on saatavilla riittävästi lähtötietoja vain perustuotteiden osalta, joten SF-GTM-mallilla laske- tuissa skenaariossa pitäydettiin perinteisten metsäteollisuustuotteiden mallintamisessa, mikä sulki pois tuotteiden jatkojalosteiden ja uusien tuotteiden tarkastelun.
- Metsien suojelu mallinnettiin siten, että MELA-mallilla lasketun suojelun piiriin siirtyvän puuvarannon (Salminen ja Hirvelä, tämä raportti) oletettiin poistuvan talouskäytöstä kertasuojeluna vasta vuoden 2009 alussa. Käytännössä oletetun laajuisen suojeluohjelman toteuttaminen veisi useita vuosia. Tulosten kannalta suojelun jakaminen vuosien 2009–2015 kesken toisi vuotta 2015 tarkastellessa samantapaisen lopputuloksen, varsinkin kun puuvaranto suojeluun siirtyvillä hehtaareilla kasvaisi vuosi vuodelta.

3 Metsäsektorin kehitys skenaarioissa vuoteen 2015

Metsäsektorin kehitys hakkuiden, puun hintojen ja metsäteollisuuden tuotannon ja eräiden muiden suureiden osalta on esitetty kuvissa 1–11. Lisäksi tuloksia on koottu taulukoihin 1 ja 2. Skenaarioihin 1–5 viitataan kuvissa lyhenteillä S1–S5. Skenaariossa 5 ("Suurimmat kestävätkä hakuut") kaikkien metsänomistajien hakuut pakotettiin noudattamaan vuonna 2015 suurimman kestävätkä hakuukertymän mukaista tasoa. Siten skenaariota 5 tarkasteltaessa on huomattava, että tulos ei ole aito markkinatasapaino, joka voisi käytännössä toteutua. Jotta kaikki puutavara tulisi metsä- tai energiateollisuuden käyttöön, skenaarion 5 ratkaisussa mm. metsänomistajat joutuvat myymään suuret määrät tukkipuuta huomattavasti halvemmalla kuin mihin he olisivat todellisuudessa halukkaita.

3.1 Metsäteollisuuden tuotanto

Metsäteollisuuden tuotannon kehitys on esitetty pääryhmittäin taulukossa 1 sekä sahatavaran ja paperin osalta kuvassa 1. Havusahatavaran ja paperien tuotanto määräävät pitkälti Suomen raakapuun kysynnän Suomessa.

Havusahatavaran tuotanto on korkeimmillaan "Nykytila jatkuu" ja "Suurimmat kestävätkä hakuut" -skenaarioissa, joissa ensiksi mainitussa puun tuonnin jatkuminen ennallaan mahdollistaa yli 12 miljoonan kuutiometrin tuotannon vuonna 2015, kun taas jälkimmäisessä tähän pakottaa mallille annettu vaatimus tukkipuun kestävien hakkuumahdollisuuksien hyödyntämisestä. Siten jos uhkana on puun tuonnin loppuminen, sahatavaran tuotantoa ei voida nykyisestä merkittävästi laajentaa kotimaisen puun varassa. Toisaalta skenaariossa 2, jossa havutukin tuonti loppui lähes kokonaan, havusahatavaran tuotanto laski alle 11 miljoonan kuutiometrin vuonna 2015. Sahateollisuus ei pystynyt korvaamaan tuontipuuta kotimaisella liiketaloudellisesti kannattavasti. Skenaariossa 3 metsätaloudekäytössä olevaa tukkipuuväriä ja tarjontaa voimakkaasti supistava metsien suojelu alentaa sahatavaran tuotantoa edelleen yli puolella miljoonalla kuutiometrillä verrattuna skenaarioon 2. Suojelun aiheuttaman muutoksen voimakkuuteen vaikuttaa jonkin verran oletus siitä, että Venäjä toteuttaa ja säilyttää jakson loppuun asti tukkipuun vientitullit, jotka on porrastettu niin korkeiksi, että sahatateollisuuden ei kannata ostaa korvaavaa tuontipuuta, vaikka kantohinnat kotimaassa nousisivat. Luonnollisesti kaikissa skenaarioissa sahatateollisuuden kannattavuuteen ja tuotantoon vaikutti merkittävästi oletus sahatavaran hintojen alenemisestä viime vuosien keskitasolle vuoteen 2015 mennessä.

Paperin ja kartongin tuotanto vuonna 2015 vaihtelee skenaarioissa 14,4–15 miljoonan tonnin välillä ollen korkeimmillaan "Nykytila jatkuu" -skenaariossa, jossa kuitupuun keskihinnat ovat edullisimmat ja saatavuus parhain. Paperin tuotanto on matalin "Suurimmat kestävätkä hakuut" -skenaariossa, jossa kuusikuidun saatavuus rajoittaa tuotantoa. On muistettava, että skenaarioissa oletettiin paperin hintojen palautuvan viime vuosien keskimääräiselle tasolle, mikä parantaa paperiteollisuuden edellytyksiä kestävätkä tuontipuun alenemisestä ja oletetusta energian hinnan noususta aiheutuva kustannusrasite. Jäljempänä luonnehditaan herkkyyksianalyysinä tilannetta paperiteollisuuden ja koko metsäsektorin kannalta, jossa paperin ja kartonkien vientihinnat säilyvät vuoden 2007 alun tasoillaan muiden oletusten pysyessä entisellään.

Tarkastellut metsäsektorin kehitysvaihtoehdot eivät lupaa olennaista kasvua perinteisen metsäteollisuuden liikevaihtoon (kuvio 11)

3.2 Hakkuut

Hakkuut (kuvio 2 ja taulukko 1) nousevat nykytasosta kaikissa skenaarioissa, mutta vähiten "Nykytila jatkuu" -skenaariossa (S1), jossa puun tuonti säilyi melko korkealla tasolla. Venäjän puutullien toteuttaminen nostaisi kokonaishakkuut skenaarioissa 2 ja 3 lähemmäksi kestävien hakkuumahdollisuuksien tasoa, mutta kestävyys ei toteutuisi puutavaralajeittain tarkasteltuna. Puun tuonnin supistuminen aiheuttaisi massa- ja paperiteollisuuden nykykapasiteetilla paineita hakata kuitupuuta yli kestävien hakkuumahdollisuuksien, kun taas havutukin hakkuut näyttäisivät jäävän joka tapauksessa selvästi kestävien hakkuumahdollisuuksien alle.

Skenaariossa 2 heikko kannattavuus pakottaa sahateollisuuden sopeuttamaan tuotantoaan alaspäin ja estää sitä maksamasta niitä korkeampia hintoja kotimaisesta tukkipuusta, joita tuontipuun korvaaminen kotimaisella puulla edellyttäisi. Ero "Nykytila jatkuu" (S1) ja "Puun tuonti vähenee" (S2) -skenaarioiden kotimaan havutukkipuun hakkuissa onkin vain noin 0,2 miljoonaa kuutiometriä (taulukko 1, kuvat 5 ja 6). Havutukin suurimpien kestävien hakkuumahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttäisi selvästi alemmaa tukkipuun hintatasoa ja sahatavaran ja vanerin vahvaa markkinakysyntää. Koivutukin hakkuut (kuvio 9) nousisivat sen sijaan tuonnin vähentyessä kestävä hakuukertymäärävion mukaiselle tasolle. On kuitenkin huomioitava, että tukkipuun tarjontaa ei eroteltu mallissa läpimittaluokittain. On mahdollista, että koivuvanerin valmistukseen sopivaa riittävän järeää tukkipuuta ei ole saatavilla kotimaasta, jolloin koivuvanerin tuotanto ja kotimaisen koivutukin hakkuut eivät yltäisi skenaarioissa 2–3 saadulle tasolle, jos koivutukin tuonti Venäjältä lakkaisi.

Mänty- ja kuusikuidun hakkuuta (taulukko 1, kuvat 7 ja 8) nostavat yli kestävä hakuukertymäärävion mukaisen tason paitsi puun tuonnin väheneminen, milloin se oli skenaario-oletuksena (S2–S3), myös sahatavaran tuotannon supistuminen, mikä vähentää tarjolla olevan sahakkeen määrää. "Nykytila jatkuu" -skenaariossa (S1), jossa oletettiin huomattavasti pienempi hakkeen tuontimäärä kuin muissa skenaarioissa, mäntykuidun hakkuut nousivat eniten ja kauimmaksi kestävä hakuukertymäärävion mukaisesta tasosta. Kuusikuidun hakkuut olivat lähimpänä suurinta kestävä hakuukertymääräviota "Nykytila jatkuu" -skenaariossa. On kuitenkin huomioitava, että lähtötietoina käytetyt kestävät hakkuumäärät eivät edellyttäneet kuitupuun hakkuiden kestävyyttä eivätkä puulajikohtaista kestävyyttä. Siten varsinkaan kuitupuun kestävät hakkuutasot eivät ole tarkkoja. Mallissa ei UPM-Kymmenen Kajaanin paperitehdasta lukuun ottamatta huomioitu mahdollisuutta siirtyä käyttämään mäntykuitupuuta kuusen sijasta mekaanisen massan raaka-aineena, eikä toisaalta mahdollisia uusia siirtymiä lehtisulfaattisellun valmistuksesta havuselluun. Puun tuonnin vähentyessä tällaisia siirtymiä lienee kuitenkin odotettavissa.

Kuitupuun kysyntään vaikuttaa skenaarioissa 2 ja 3 merkittävästi oletus paperien hinnasta, kuten jäljempänä kuvattu herkkyysanalyysi osoittaa.

3.3 Puun hinnat

Havutukkipuun hinnat (ks. taulukko 1 ja kuvio 3) laskevat kuluvan vuoden 2007 ennätystasosta kaikissa skenaarioissa, mutta jäävät "Suurimmat kestävät hakkuut" -skenaariota lukuun ottamatta vuoden 2006 tason ylle. Syynä hintojen laskuun nykyhetken tasosta on oletettu sahatavaran hinnan lasku ja siitä aiheutuva sahatavaran tuotannon ja "puustamaksukyvyyn" aleneminen. Varannon kasvu lisää vähitellen havutukin tarjontaa, mikä laskee hintoja myös tarjontalähtöisesti. Keinotekoisessa "Suurimmat kestävät hakkuut" -skenaariossa (S5) havutukien

hinnat ovat alimmillaan osoittaen hintatason, jolla puu olisi saatava markkinoille, jotta suurimmat kestävät hakkuut mahdollistuisivat. Sahatavaran tuotanto on tässä tapauksessa silti alle 13 miljoonaa kuutiometrillä, koska puun tuonnin oletettiin pysyvän alhaalla.

Mäntykuitupuun kantohinta (ks. taulukko 1 ja kuvio 4) on alimmillaan "Suurimmat kestävät hakkuut" -skenaariossa, vaikka muissa skenaarioissa mäntykuidun hakkuut ja siten puun kysyntä ovat kestäviä hakkuumahdollisuuksia korkeampia. Tämä johtuu erosta sahakkeen saatavuudessa. Kun myös mäntytukille vaaditaan kestävien hakkuiden taso, sahatavaran ja siten sahakkeen tuotanto lisääntyy selvästi aiheuttaen mäntykuidun ylitarjontaa.

Kuusikuitupuun hinta (ks. taulukko 1 ja kuvio 4) säilyy lähellä nykytasoaan, paitsi skenaariossa "Suurimmat kestävät hakkuut", jossa hakkuiden kestävyysvaatimus edellyttää paperin tuotannon supistamista ja kiristää kuusikuidun hinnan ylös. Käytännössä skenaarion 5 antama hintaero kuusi- ja mäntykuitupuun välillä ei olisi mahdollinen, kun ottaa huomioon mahdollisuuden siirtyä käyttämään mäntykuitupuuta mekaanisen massan valmistuksessa, mahdollisuuden tuoda kuusikuitupuuta muualta Euroopasta, ja mahdollisuuden vähentää kuusikuidun käyttöä sulfaattisellun valmistuksessa.

Lehtikuitupuun hinta (ks. taulukko 1 ja kuvio 4) on malliajoissa nykytasoa korkeampi, milloin sen tuonnin oletetaan supistuvan merkittävästi (S2–S3) tai milloin sen lisäksi vaaditaan, ettei kestäviä hakkuuta ylitetä (S5). Jälkimmäisessä tapauksessa tarjonnan kiristyminen vetää lehtikuitupuun kantohinnan ylös ja supistaa lehtisellun tuotantoa.

3.4 Bruttokantorahatulot

Bruttokantorahatulot (taulukko 1) ovat alimmillaan "Nykytila jatkuu" -skenaariossa S1, jossa puun tuonti pysyy korkeana ja puuvarannon kasvu alentaa kantohintoja. Kantorahatulot ovat kuitenkin korkeammat vuonna 2015 kuin vuonna 2006. Venäjän puuntuontitullien voimaantulo nostaa skenaarioissa S2–S3 kantorahatulot. Metsien suojeleminen ei juuri muuta kantorahatulot verrattuna tilanteeseen ilman suojeleminen, sillä vaikka hakkuut supistuvat, puun hinta nousee. Oletettu Venäjän puuvientitullien voimassaolo koko jakson loppuun vuoteen 2015 asti estää kotimaista puuta korvaavan tuontipuun käytön lisäämisen suojelemissä tapauksissa.

3.5 Herkkyysanalyysi koskien paperien hintoja

Yllä esitettyjen laskelmien tulokset riippuvat käytetyn mallin rakenteellisista ominaisuuksista, lähtötiedoista ja skenaario-oletuksista. Kaikkien lähtöoletusten suhteen ei ole mahdollista esittää herkkyysanalyysiä. Koska lopputuotteiden hinnat on merkittävä metsäsektorin kehitykseen vaikuttava tekijä, herkkyysanalyysinä laskettiin tilanne, jossa paperin ja kartongin hinnat säilyvät nykytasollaan (muut oletukset ennallaan). Yllä esitetyt skenaariothan laskettiin metsäteollisuustuotteiden vientihinnoilla, jotka palautuivat nykytasosta vuoteen 2015 mennessä viime vuosien keskimääräisille tasoilleen. Paperin vientihinta on viime vuosina ollut laskussa, ja se on tällä hetkellä sekä nominaalisesti että reaalisesti alimmalla tasollaan vuoden 1995 jälkeen. Suomalaisen paperin vientihinnan alhaiseen tasoon vaikuttavat toisaalta myös valuuttakurssit, jonka suhteen skenaarioissa ei tehty oletuksia. Euron heikkeneminen vahvistaisi Suomen metsäteollisuustuotteiden vientihintoja jonkin verran, kun taas euron vahvistuminen laskisi niitä.

Oletuksella että paperien ja kartonkien vientihinnat säilyvät vuoden 2007 alun tasolla koko tarkastelujakson ajan ei ollut juurikaan vaikutusta "Nykytila jatkuu" -skenaarion (S1) tuloksiin: paperin tuotanto laski noin puoli prosenttia vuonna 2015 verrattuna alkuperäiseen skenaarioon. Sen sijaan skenaariossa 2, jossa energian hinnat nousevat ja puun tuonin supistuminen kiristää puun saatavuutta ja sitä kautta tuotantokustannuksia, paperin ja kartongin tuotanto oli vuonna 2015 noin 12,7 miljoonaa tonnia, ja siten noin 13 % pienempi kuin alkuperäisessä skenaariossa 2. Tämä heijastui edelleen havukuitupuun kysyntään, joka oli noin 9 % pienempi vuonna 2015 ja puun hintoihin. Verrattuna alkuperäiseen skenaarioon 2 kuusikuitupuun kysyntä oli vuonna 2015 noin 17 % pienempi ja hinta 11 % alhaisempi. Mäntykuitupuulla muutokset olivat pienempiä, 4 % ja 3 % vastaavasti. Hakkeesta saatavan hinnan alenemisen seurauksena sahatavaran tuotanto jäi lievästi (0,5 %) pienemmäksi vuonna 2015 kuin alkuperäisessä skenaariossa 2. Koska skenaario 3 on metsien suojelua lukuun ottamatta skenaarion 2 kaltainen, laskelmissa käytetyn paperin hinnan muuttaminen vaikuttaisi vastaavasti myös sen tuloksiin.

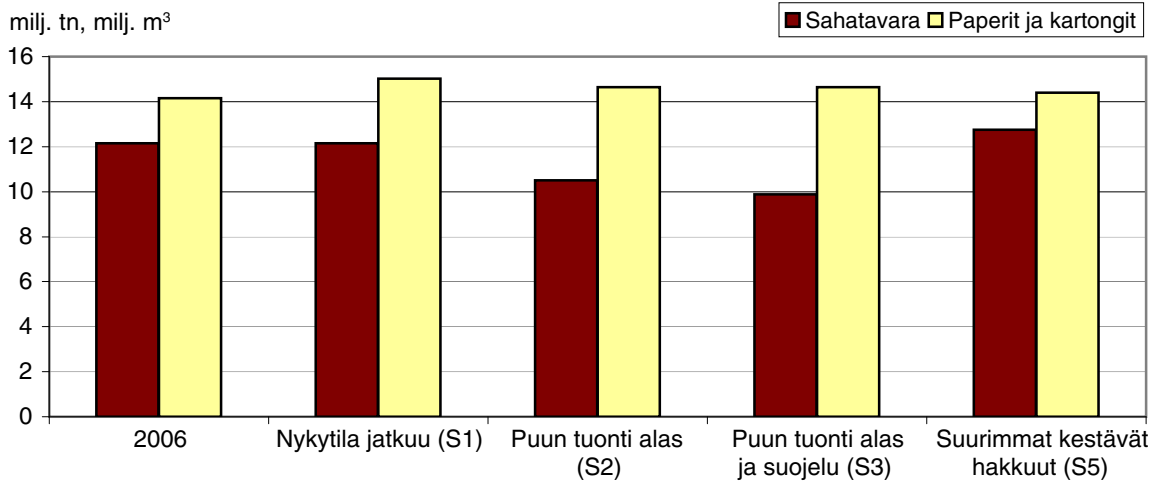
Taulukko 1. Hakkuut, puun hinnat, bruttokantorahatulot ja metsäteollisuustuotannot vuonna 2006 ja skenaarioissa 1–5 vuonna 2015. ¹⁾Mallissa ei erotella vanerin valmistukseen sopivia tukkipuudimensioita muusta tukkipuusta. Tuontipuun saatavuuden supistuessa voimakkaasti vanerin valmistus ei voine käytännössä säilyä taulukossa esitetyllä tasolla, mikä tarkoittaa myös koivutukin pienempiä hakkuumääriä kuin yllä.

| | | Nykytila jatkuu (S1) | Puun tuonti alas (S2) | Puun tuonti alas ja met- sien lisä- suojelua (S3) | Suurimmat kestävät hakkuut (S5) |
|---------------------------------------|------|----------------------------|-----------------------------|--|--|
| | 2006 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 |
| Hakkuut, yht. | 50,7 | 61,6 | 67,2 | 66,1 | 68,2 |
| milj. m ³ | | | | | |
| – Mäntytukki | 10,2 | 11,2 | 11,3 | 10,6 | 14,4 |
| – Kuusitukki | 12,6 | 12,2 | 12,3 | 11,7 | 14,7 |
| – Koivutukki | 0,96 | 1,1 | 1,8 ¹⁾ | 1,8 ¹⁾ | 1,8 |
| – Mäntykuitu | 12,2 | 17,9 | 17,0 | 17,2 | 16,5 |
| – Kuusikuitu | 8,9 | 10,1 | 11 | 11 | 9,95 |
| – Lehtikuitu | 5,9 | 9,2 | 13,9 | 13,9 | 10,8 |
| Kantohinnat, €/m³ | | | | | |
| – Mäntytukki | 48,8 | 54,4 | 55,2 | 55,4 | 44,5 |
| – Kuusitukki | 50,4 | 52,3 | 53,7 | 54,8 | 51,0 |
| – Koivutukki | 43,4 | 42,3 | 51,7 | 53,1 | 118,1 |
| – Mäntykuitu | 13,3 | 15,8 | 15,3 | 15,8 | 10,8 |
| – Kuusikuitu | 21,8 | 22,3 | 23,7 | 24,3 | 38,9 |
| – Lehtikuitu | 12,8 | 13,6 | 18,2 | 18,6 | 53,1 |
| Bruttokantorahatulot, | | | | | |
| mrd € | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,7 |
| Metsäteollisuuden tuotanto | | | | | |
| – Sahatavara (milj. m ³) | 12,2 | 12,2 | 10,5 | 9,9 | 12,7 |
| – Vaneri (milj. m ³) | 1,5 | 1,5 | 1,5 ¹⁾ | 1,5 ¹⁾ | 1,5 ¹⁾ |
| – Sulfaattisellu (milj. t) | 7,9 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 7,8 |
| – Paperit ja kartongit (milj. t) | 14,2 | 15 | 14,7 | 14,7 | 14,4 |

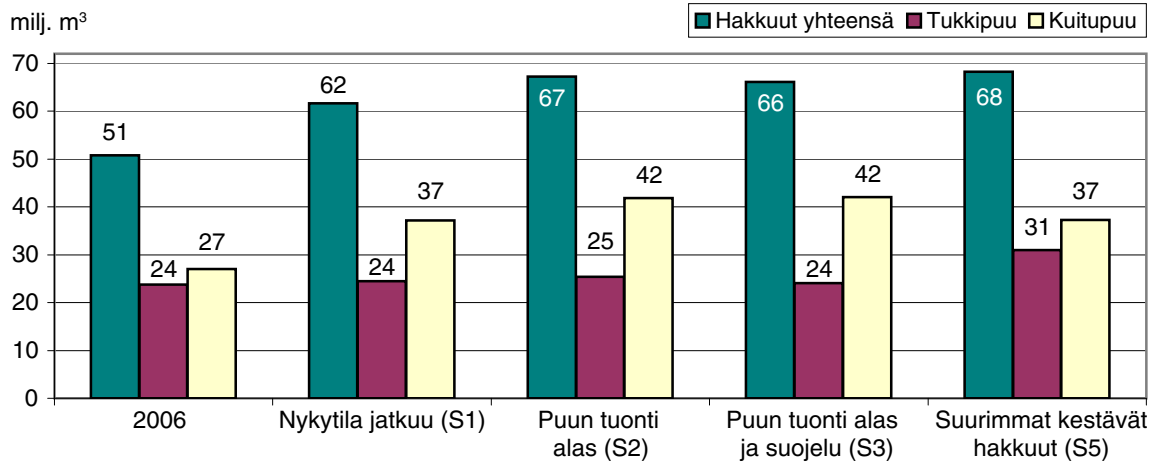
SF-GTM-laskelmissa ei toisaalta oletettu panosten tuottavuuden muuttuvan tuotantolaitoksissa. Tuottavuuden kasvu vaikuttaisi skenaarioissa toiseen suuntaan. Esimerkiksi olettamalla Skenaariossa 2, että paperin hinnat säilyvät vuoden 2007 alun tasolla, mutta että työvoimakustannukset tuoteyksikköä kohti supistuisivat puolella prosentilla vuodessa tuottavuuden nousun takia kaikissa tuotantolaitoksissa, paperin tuotanto olisi vuonna 2015 noin 13,2 miljoonaa tonnia skenaariossa 2. Tulokset ovat siis herkkiä laskelmassa käytetyille monille oletuksille, mikä on niitä tarkasteltaessa muistettava pitää mielessä.

Taulukko 2. Hakkuiden, puun hintojen, bruttokantorahatulojen ja metsäteollisuustuotannon määrän muutos vuodesta 2006 (toteutunut taso) vuoteen 2015 skenaarioissa 1–5.

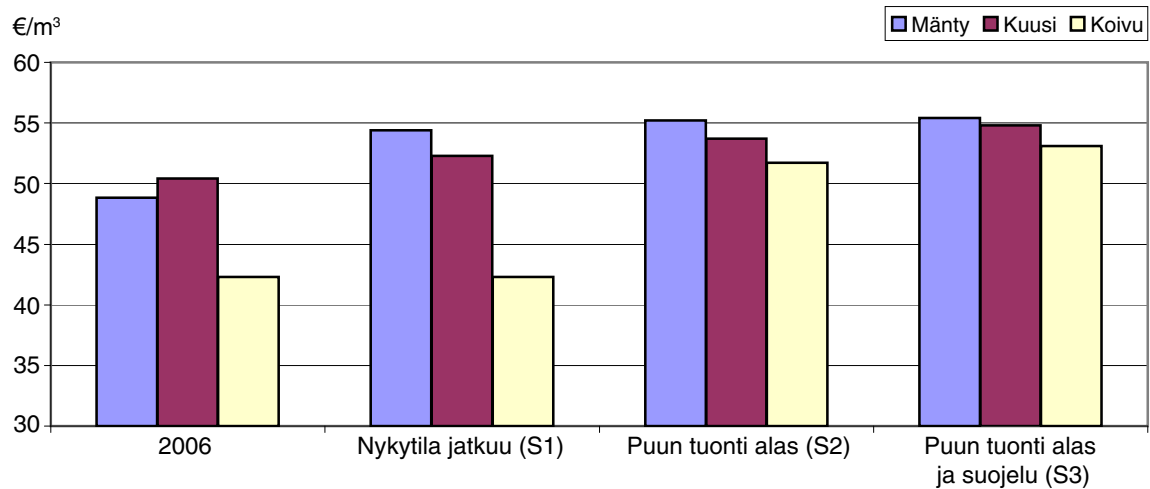
| | Nykytila jatkuu (S1) | Puun tuonti alas (S2) | Puun tuonti alas ja met- sien lisäsu- jelua (S3) | Suurimmat kestävät hakuut (S5) |
|---|-------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|
| Suhteellinen muutos (%), vuosi 2015 verrattuna vuoteen 2006 | | | | |
| Hakuut, yht. | 21 | 33 | 30 | 35 |
| – Mäntytukki | 9 | 10 | 4 | 41 |
| – Kuusitukki | -3 | -2 | -7 | 17 |
| – Koivutukki | 16 | 90 | 90 | 86 |
| – Mäntykuitu | 47 | 39 | 41 | 35 |
| – Kuusikuitu | 13 | 23 | 23 | 11 |
| – Lehtikuitu | 55 | 136 | 136 | 83 |
| Kantohinnat | | | | |
| – Mäntytukki | 11 | 13 | 13 | -9 |
| – Kuusitukki | 4 | 7 | 9 | 1 |
| – Koivutukki | -2 | 19 | 22 | 172 |
| – Mäntykuitu | 19 | 15 | 19 | -19 |
| – Kuusikuitu | 2 | 9 | 11 | 78 |
| – Lehtikuitu | 7 | 43 | 46 | 316 |
| Bruttokantorahatulot | 19 | 31 | 31 | 69 |
| Metsäteollisuuden tuotantomäärät | | | | |
| – Sahatavara | 0 | -14 | -19 | 4 |
| – Vaneri | 0 | 0 | 0 | 0 |
| – Sulfaattisellu | 4 | 4 | 4 | -1 |
| – Paperi ja kartonki | 6 | 4 | 4 | 1 |



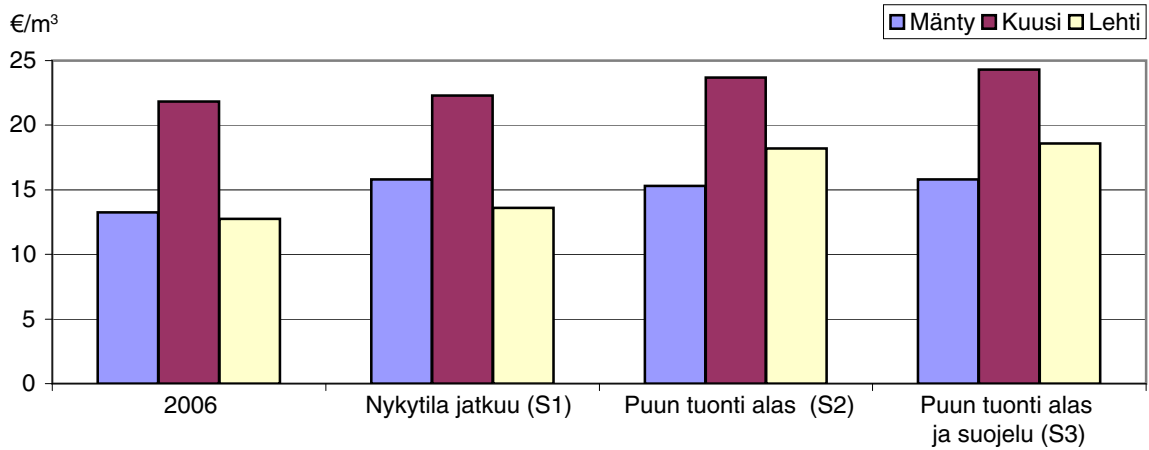
Kuvio 1. Havusahatavaran ja paperin tuotanto vuonna 2006 ja vuonna 2015 eri skenaarioissa.



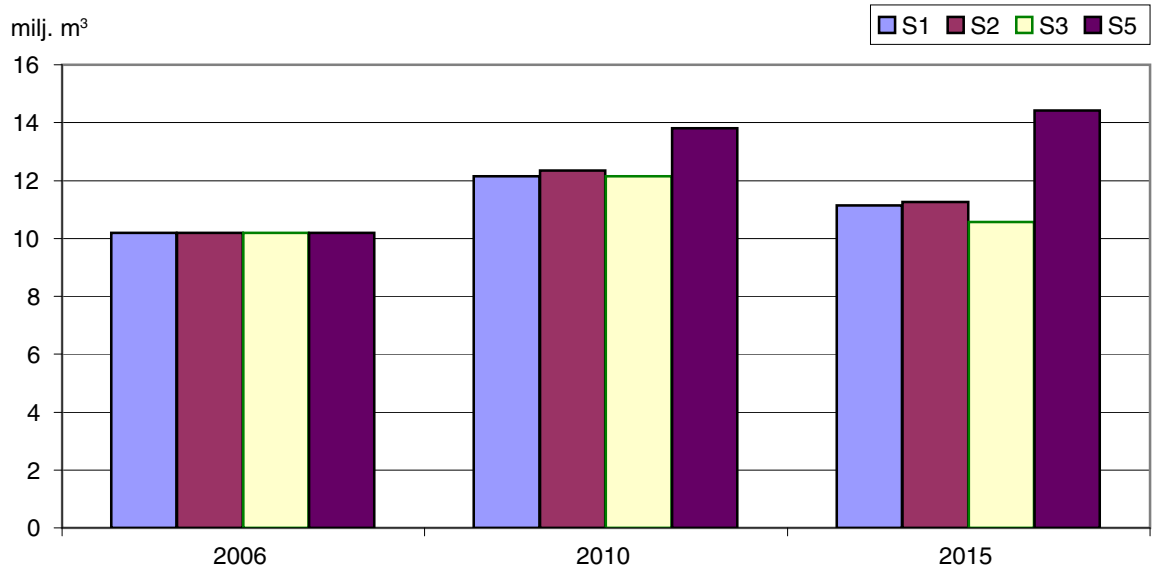
Kuvio 2. Hakkuut vuonna 2006 ja vuonna 2015 eri skenaarioissa.



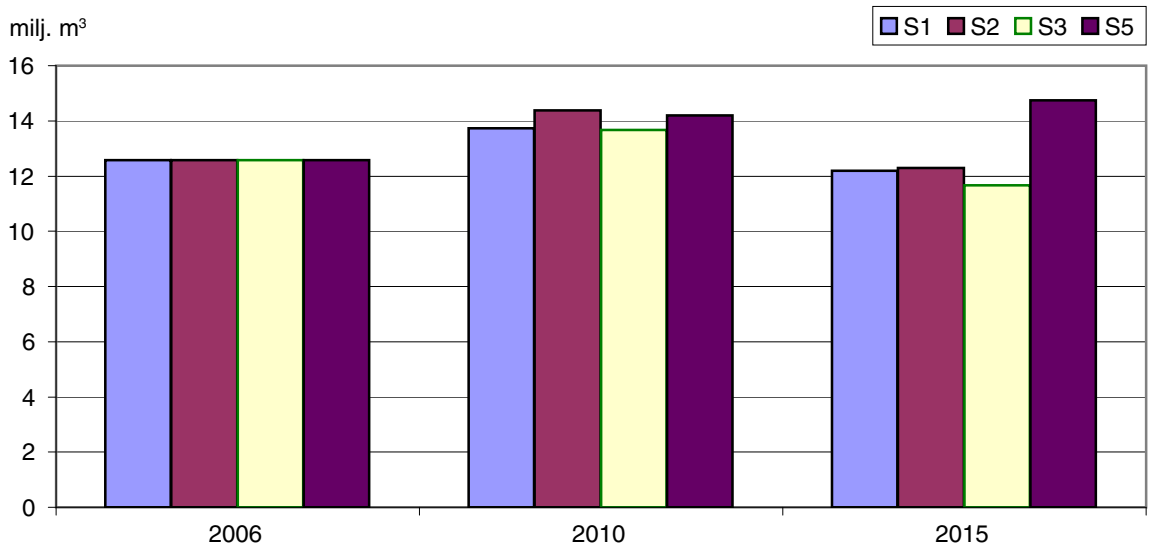
Kuvio 3. Tukkipuun hinnat vuonna 2006 ja vuonna 2015 skenaarioissa 1–3.



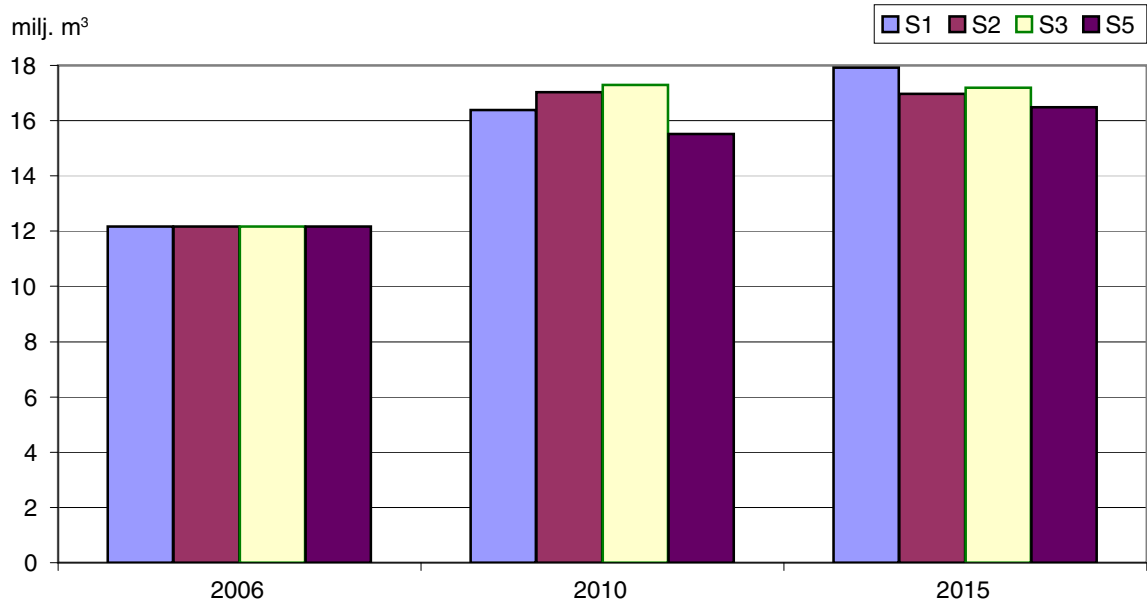
Kuvio 4. Kuitupuun hinnat vuonna 2006 ja vuonna 2015 skenaarioissa 1–3.



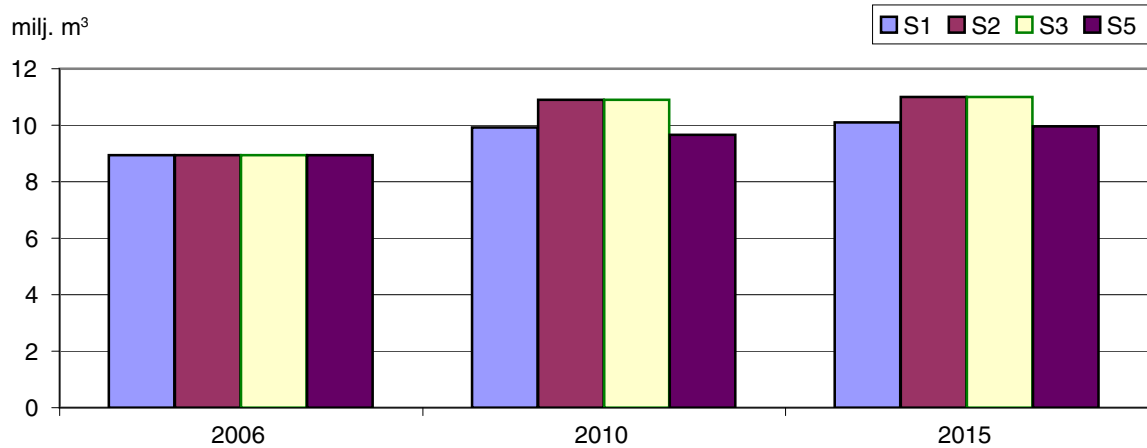
Kuvio 5. Mäntytukin hakkuiden kehitys.



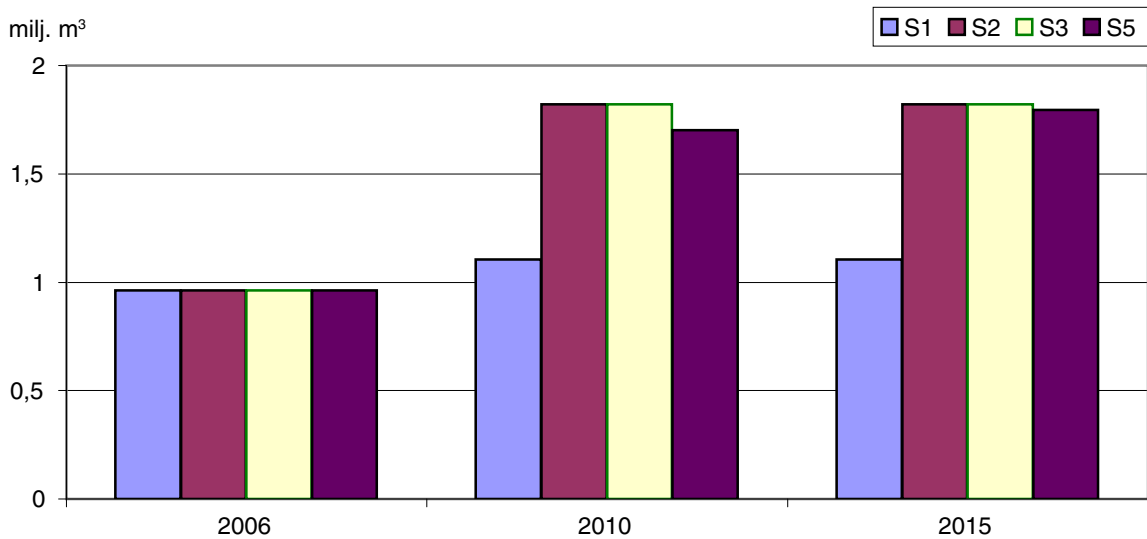
Kuvio 6. Kuusitukin hakkuiden kehitys.



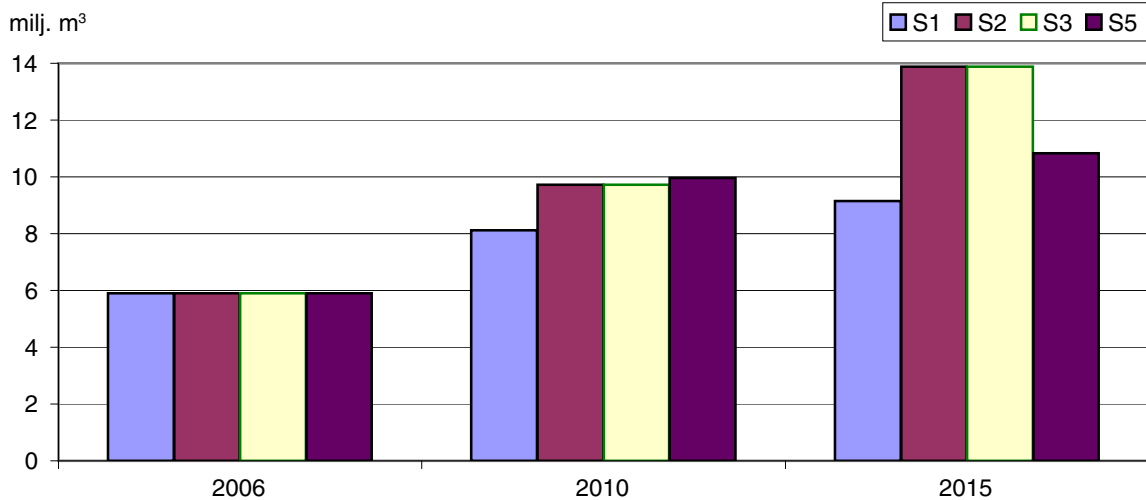
Kuvio 7. Mäntykuitupuun hakkuiden kehitys.



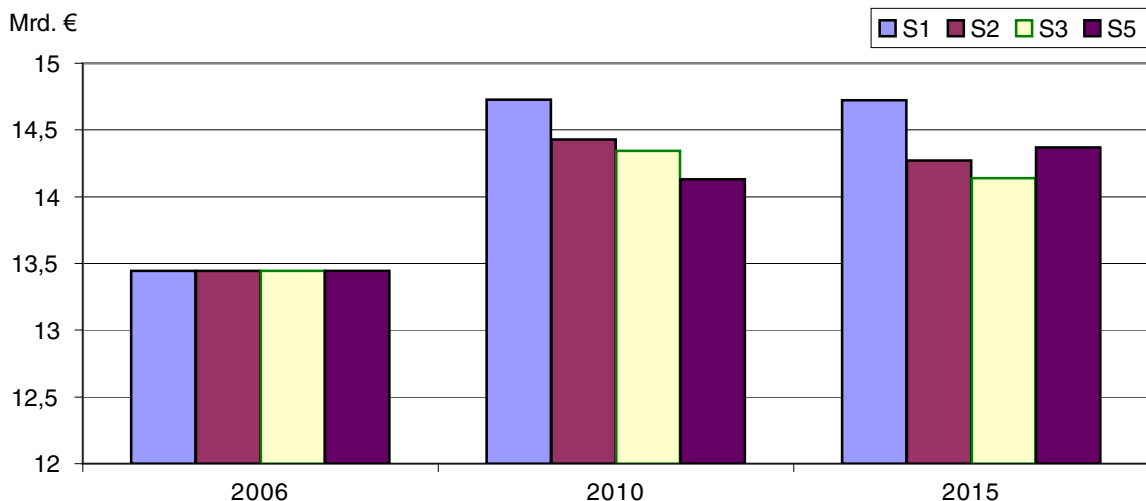
Kuvio 8. Kuusikuitupuun hakkuiden kehitys.



Kuvio 9. Koivutukin hakkuiden kehitys.



Kuvio 10. Lehtikuitupuun hakkuiden kehitys.



Kuvio 11. Metsäteollisuuden (ilman jatkojalosteita) liikevaihdon kehitys mallissa käytetyin lopputuotteiden hinnoin (Mrd. €).

Viitteet:

- Bolkesjø, T. F. 2005. Projecting pulpwood prices under different assumptions on future capacities in the pulp and paper industry. *Silva Fennica* 39(1): 103–116.
- Kallio, M., Dykstra, D.P. & Binkley, C.S. 1987. *The Global Forest Sector, An Analytical Perspective*. John Wiley & Sons. New York.
- Kallio, A.M.I., Moiseyev A. & Solberg, B. 2004. *The Global Forest Sector Model EFI-GTM - the Model Structure*. Technical Report 15. European Forest Institute, Joensuu, Finland. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <http://www.efi.fi/publications/technical-reports//15.html> [Viitattu 10.10.2007].
- Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Heikkinen, J., Henttonen, H. & Pitkänen, J. 2007. Suomen metsävarat metsäkeskuksittain 2004–2006 ja metsävarojen kehitys 1996–2006. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2007.
- Ronnala, M. 1995. *Medium-term scenarios for the Finnish pulp and paper industry*. International Institute of Applied Systems Analysis. IIASA WP-95-38. Laxenburg. 104 s.

MELA-vaihtoehtolaskelmat Kansallisen metsäohjelman valmistelua varten

Olli Salminen ja Hannu Hirvelä

1 Johdanto

Uusimpien metsävaratietojen mukaan Suomen metsä- ja kitumaan pinta-ala on 22,9 miljoonaa hehtaaria, puuston tilavuus 2,2 miljardia kuutiometriä ja puuston kasvu keskimäärin 98,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Korhonen ym. 2007). Metsä- ja kitumaan pinta-alasta on puuntuotannon ulkopuolella 1,9 miljoonaa hehtaaria ja vastaavasti puuston tilavuudesta 135,2 miljoonaa kuutiometriä. Metsävaratietoihin pohjautuva suurimman hakkuukertymän arvio vuosille 2006–2015 on noin 72 miljoonaa kuutiometriä (Nuutinen ym. 2007). Viime vuosien (2002–2006) toteutuneet hakkuut ovat olleet keskimäärin 56 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Hakkuumääriä voitaisiin näin lisätä 16 miljoonaa kuutiometrillä vuodessa puuntuotannon kestävyyttä vaarantamatta. Metsävarojen mukaisten hakkuumahdollisuusarvioiden sijasta KMO 2015-skenaarioiden S1–S4 perusteena oli markkina- ja kysyntälähtöisyys, ja vain skenaarion S5 lähtökohtana olivat metsävarojen hakkuumahdollisuudet.

Skenaarioiden S1–S3 ja S5 hakkuutavoitteiden ja lisäsuojelun vaikutuksia puuvarantoon ja kasvuun selvitettiin Metsäntutkimuslaitoksessa kehitetyn MELA-ohjelmiston (Siitonen ym. 1996) MELA2005-versiolla (Redsven ym. 2005). MELA-ohjelmistolla ei vielä voitu tuottaa käsittelyvaihtoehtoja bioenergiaa ja uusia tuotteita koskevaa skenaariota S4 varten, joten ko. skenaariota ei käsitellä tässä selvityksessä.

2 Laskelmakehikko

MELA koostuu puutason kasvu- ja kehitysmalleihin perustuvasta metsikkösimulaattorista ja lineaariseen ohjelmointiin perustuvasta optimointiohjelmistosta. Simulaattori (simulaattorin tarkempi kuvaus ks. esim. Nuutinen ym. 2007) tuottaa metsiköille käsittely- ja kehitysvaihtoehtoja esimerkiksi harvennusten voimakkuutta, niiden lukumäärää ja ajoittumista tai uudistamistapaa ja -ajankohtaa vaihtelemalla. Varsinaisen vaihtoehtojen simulointijakson jälkeen kutakin vaihtoehtoa kasvatetaan vielä metsänhoitosuosituksia noudattavaa uraa pitkin joko päätehakkuuseen tai 150 vuoteen asti riippuen siitä kumpi on lyhyempi. Näin muodostuneesta metsiköiden käsittelyvaihtoehtojen joukosta haetaan optimoinnin avulla päätöksentekijöiden tavoitteiden suhteen tehokkaimmat. MELA-ohjelmistossa vaihtoehtojen vertailu ja valinta perustuu lineaariseen optimointiin (JLP, Lappi 1992), jossa lineaariselle tavoitefunktiolle haetaan maksimia tai minimiä lineaaristen rajoitteiden suhteen.

KMO 2015 -skenaarioiden puuntuotannollisten vaikutusten arviointi perustui kuvan 1 mukaiseen laskentajärjestelyyn. SF-GTM-mallilla tuotettiin skenaarioiden S1–S3 oletuksia vastaavat teollisuuden kotimaisen ainespuun kysynät puutavaralajeittain (Kallio, tämä julkaisu). Näin saatuja puunkäyttöarvioita käytettiin MELA:ssa optimoinnin rajoitteina. SF-GTM-malliin perustuvat arvot päättyvät vuoteen 2015 (Kallio), mutta MELA-analyseissä ko. vuoden kysyntäarvioita jatkettiin vuoteen 2055. SF-GTM-mallin aika-askel on vuosi, mutta koska MELA:ssa käytetään pidempiä jaksoja, niin SF-GTM:n vuosiarvot laskettiin vastaaviksi MELA:n jaksokeskiarvoiksi (taulukot 1a, 1b). Optimoinnin rajoitteiksi asetettujen hakkuutavoitteiden sallittiin vaihdella $\pm 0,25$ % vuoteen 2015 saakka ja sen jälkeen aina vuoteen 2055 $\pm 0,5$ % (kuva 2). Jos näin määritettyjä hakkuutavoitetta ei saavutettu, niin kukin tavoite alennettiin tasolle, joka pystyttiin ylläpitämään koko tarkastelujakson.

Suurimman kestävän hakkuukertymän arvioissa (S5) otettiin huomioon sekä talouden että puuntuotannon kestävyysvaatimukset siten, että kokonaishakkuukertymät ja nettotulot olivat aina vähintään edellisen kymmenvuotiskauden tasolla, tukkipuukertymät pysyivät koko laskelma-ajan vähintään ensimmäisen kymmenvuotiskauden tasolla ja puuston tuottoarvo neljän prosentin korkokannalla laskettuna oli laskelma-ajan lopussa vähintään laskelman alkuketken tasolla. Laskelmassa ei edellytetty puulajikohtaista kestävyyttä eikä rajoitettu kasvun ja poistuman suhdetta, metsien ikäluokkarakennetta tai uudistushakkuiden määrää.

Optimoinnin tavoitefunktiona käytettiin kaikissa KMO 2015 -skenaarioissa nettotuottojen nykyarvon maksimointia, joka on metsätaloudessa yleisesti hyväksytty edullisuuskriteeri. Laskentakoroksi valittiin 4 %, koska se edusti pitkän aikavälin keskiarvoista tuottoa sijoituskohteista, joiden riskit ovat samalla tasolla metsäsijoitusten kanssa; esim. valtion obligaatioiden reaali-tuotot ovat viime vuosina vaihdelleet samantasoisesti metsänomistamisen tuottojen kanssa (ks. Uotila & Lausti 2007).

Taulukko 1a. Keskimääräiset vuosittaiset hakkuutavoitteet vuosille 2006–2010, 1000 m³/v.

| Skenaario | Tukkipuu | | | | Kuitupuu | | | | Tukki- ja kuitupuu yhteensä | | | | |
|-----------|---------------|-------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|-----------------------------|-------|----------|----------|-------|
| | Mänty | Kuusi | Lehtipuu | Yhteensä | Mänty | Kuusi | Lehtipuu | Yhteensä | Mänty | Kuusi | Lehtipuu | Yhteensä | |
| S1 | Etelä-Suomi | 8439 | 12745 | 1101 | 22285 | 9138 | 8145 | 5982 | 23266 | 17577 | 20890 | 7083 | 45550 |
| | Pohjois-Suomi | 2747 | 861 | 16 | 3623 | 4576 | 1640 | 1493 | 7709 | 7323 | 2501 | 1508 | 11332 |
| | Yhteensä | 11185 | 13606 | 1116 | 25908 | 13715 | 9785 | 7475 | 30975 | 24900 | 23392 | 8591 | 56883 |
| S2 | Etelä-Suomi | 8628 | 13002 | 1159 | 22789 | 9054 | 8166 | 6293 | 23513 | 17681 | 21168 | 7452 | 46301 |
| | Pohjois-Suomi | 2800 | 875 | 16 | 3691 | 4557 | 1645 | 1510 | 7712 | 7357 | 2520 | 1526 | 11402 |
| | Yhteensä | 11428 | 13877 | 1175 | 26480 | 13611 | 9811 | 7803 | 31224 | 25038 | 23688 | 8978 | 57704 |
| S3 | Etelä-Suomi | 8627 | 13003 | 1159 | 22789 | 9054 | 8167 | 6292 | 23513 | 17681 | 21170 | 7452 | 46302 |
| | Pohjois-Suomi | 2801 | 874 | 16 | 3691 | 4557 | 1644 | 1510 | 7711 | 7357 | 2518 | 1526 | 11402 |
| | Yhteensä | 11428 | 13877 | 1175 | 26480 | 13610 | 9811 | 7803 | 31224 | 25038 | 23688 | 8978 | 57704 |
| S3b | Etelä-Suomi | 8628 | 13003 | 1159 | 22790 | 9055 | 8168 | 6293 | 23515 | 17682 | 21171 | 7452 | 46305 |
| | Pohjois-Suomi | 2800 | 874 | 16 | 3690 | 4555 | 1643 | 1510 | 7708 | 7356 | 2517 | 1526 | 11398 |
| | Yhteensä | 11428 | 13877 | 1175 | 26480 | 13610 | 9811 | 7803 | 31224 | 25038 | 23688 | 8978 | 57703 |

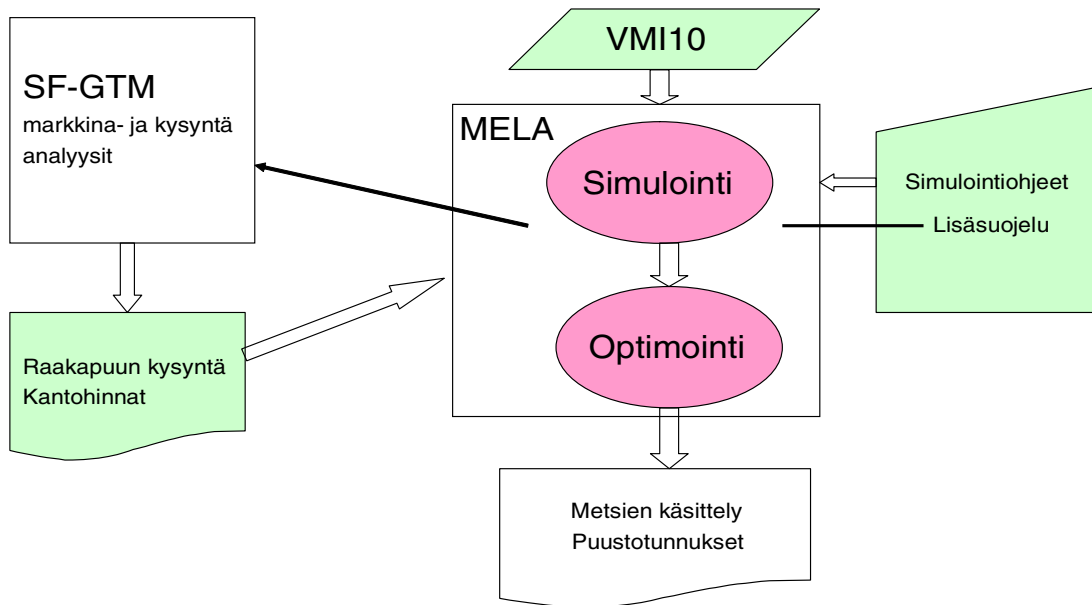
Taulukko 1b. Keskimääräiset vuosittaiset hakkuutavoitteet vuosille 2011–2055, 1000 m³/v.

| Skenaario | Tukkipuu | | | | Kuitupuu | | | | Tukki- ja kuitupuu yhteensä | | | | |
|-----------|---------------|-------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|-----------------------------|-------|----------|----------|-------|
| | Mänty | Kuusi | Lehtipuu | Yhteensä | Mänty | Kuusi | Lehtipuu | Yhteensä | Mänty | Kuusi | Lehtipuu | Yhteensä | |
| S1 | Etelä-Suomi | 8722 | 11941 | 1079 | 21742 | 11352 | 8317 | 6575 | 26244 | 20074 | 20258 | 7654 | 47986 |
| | Pohjois-Suomi | 3096 | 1121 | 27 | 4244 | 5658 | 1676 | 1777 | 9111 | 8753 | 2797 | 1804 | 13355 |
| | Yhteensä | 11818 | 13062 | 1106 | 25986 | 17009 | 9993 | 8352 | 35355 | 28827 | 23056 | 9458 | 61341 |
| S2 | Etelä-Suomi | 8959 | 12375 | 1790 | 23123 | 11162 | 9234 | 10398 | 30794 | 20121 | 21609 | 12187 | 53918 |
| | Pohjois-Suomi | 3044 | 1117 | 31 | 4192 | 5901 | 1707 | 2242 | 9851 | 8945 | 2824 | 2273 | 14042 |
| | Yhteensä | 12003 | 13491 | 1820 | 27315 | 17063 | 10942 | 12640 | 40645 | 29066 | 24433 | 14460 | 67960 |
| S3 | Etelä-Suomi | 8620 | 11730 | 1789 | 22138 | 11408 | 9235 | 10311 | 30953 | 20028 | 20964 | 12100 | 53092 |
| | Pohjois-Suomi | 3050 | 1096 | 31 | 4177 | 5932 | 1701 | 2292 | 9926 | 8983 | 2797 | 2323 | 14103 |
| | Yhteensä | 11670 | 12825 | 1820 | 26315 | 17341 | 10936 | 12603 | 40879 | 29010 | 23761 | 14423 | 67194 |
| S3b | Etelä-Suomi | 8620 | 11730 | 1789 | 22139 | 11410 | 9234 | 10325 | 30969 | 20030 | 20964 | 12114 | 53108 |
| | Pohjois-Suomi | 3036 | 1082 | 31 | 4149 | 5941 | 1701 | 2278 | 9921 | 8978 | 2783 | 2309 | 14070 |
| | Yhteensä | 11657 | 12812 | 1820 | 26289 | 17351 | 10936 | 12603 | 40890 | 29008 | 23747 | 14423 | 67178 |

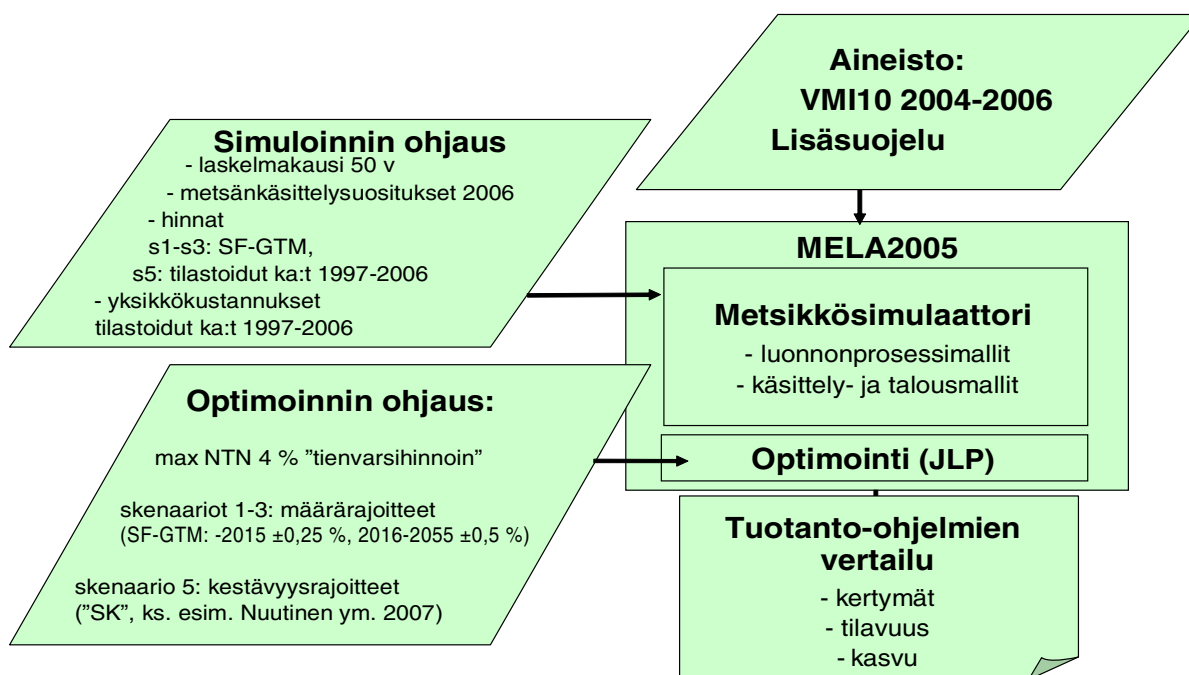
Nettotuottojen nykyarvo laskettiin diskonttaamalla hakkuista saatavat nettokantorahatulot korralla r tarkasteluhetken kaikille laskenta-alueen kuvioille ($i=1, \dots, n$). Nettokantorahatulot laskettiin kausittain ($t=$ tapahtumavuosi) kertomalla tienvarsihinnoilla (p_{ij}) tukin ($j=1$) ja kuidun ($j=2$) hakkuukertymät (V_{ij}) ja vähentämällä summasta korjuun (c_{it}) ja metsänhoidon (b_{it}) kustannukset.

$$[1] \quad NPV = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{t=1}^{T_i^*} \left(\frac{\sum_{j=1}^2 p_{ij} V_{ij}(\mathbf{Z}_{it}, h_{it}) - c_{it}(\mathbf{Z}_{it}, h_{it}) - b_{it}(\mathbf{Z}_{it}, h_{it})}{(1+r)^t} \right) + \frac{LV_i(r)}{(1+r)^{T_i^*}} \right]$$

Metsikön alkutila ja kehitys (\mathbf{Z}_{it}) ja hakkuiden voimakkuus (h_{it}) vaikuttivat puutavaralajeittaisiin hakkuupoistumiin sekä korjuun ja metsänhoidon kustannuksiin. Simuloinnin jälkeinen maankäyttö otettiin huomioon diskonttaamalla paljaan metsämaan arvo (LV_i) lähtöhetken joko simuloinnin päättävän päätehakkuuvuoden tai 150 vuoden jälkeen riippuen siitä kumpi oli lyhyempi (T_i^*).



Kuva 1. Kansallisen metsäohjelman 2015 SF-GTM- ja MELA-laskennan kehikko.



Kuva 2. MELA-laskennan vaiheet KMO 2015 -skenaarioissa.

2.1 Aineisto ja laskelmaperusteet

MELA-laskelmiin käytettiin valtakunnan metsien 10. inventoinnissa (VMI10) mitatuista koe-ala- ja puutiedoista muodostettua aineistoa (ks. Nuutinen ym. 2007). Ahvenanmaan maakunta ei ole mukana laskelmissa. Etelä-Suomen VMI10-aineisto on mitattu vuosina 2004–2006 ja Pohjois-Suomen aineisto vuosina 2005–2006 (ks. Korhonen ym. 2007). Ylä-Lapin (Enontekiön, Inarin ja Utsjoen kuntien) alueille käytettiin vuonna 2003 mitattua VMI9-aineistoa. Laskelma-aineistot sisälsivät metsä- ja kitumaan VMI-koealat puuttomia sivukuvioita lukuun ottamatta. Koealoista muodostettiin laskentakuvioita, joille määritettiin luonnonsuojelu- ja metsälakien sekä metsänkäsittelysuositusten mukaiset käsittelyrajoitukset. Rajoitusten kuvaamiseksi laskentakuvioita jaettiin ensisijaisesti puuntuotannossa, rajoitetussa puuntuotannossa ja puuntuotannon ulkopuolella oleviin käsittelyluokkiin (ks. Nuutinen ym. 2007). Jako perustui Suojelupinta-alaprojektin (Metsien suojelupinta-alat 1999) ja Metsien suojelun luokittelun ja tilastoinnin yhtenäistämistyöryhmän (Metsien suojelun ... 2002) laatimiin suojelupinta-alaluokituksiin ja se tehtiin VMI-koealatietojen perusteella. Puuntuotantoon käytettävissä olevaan metsä- ja kitumaahan kuului ensisijaisen ja rajoitetun puuntuotannon alueet. Puuntuotannon ulkopuolella olivat mm. luonnon- ja kansallispuistot sekä luonnonsuojelulain nojalla rauhoitetut alueet. Jos laskentakuvioilla ei ollut käsittelyrajoituksia, metsämaan laskentakuvio luokiteltiin maaluokan perusteella ensisijaisesti puuntuotantoon ja kitumaan laskentakuvio rajoitettuun puuntuotantoon.

Laskentakuvioille simuloitiin Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion "Hyvän metsänhoidon suosituksiin" (2006) perustuen käsittely- ja kehitysvaihtoehtoja. Hakkuvaihtoehtoja olivat runkolukuun tai pohjapinta-alaan perustuva harvennushakkuu, ylispuuhakkuu sekä uudistushakkuut (siemen-, suojuspuu- ja avohakkuu). Mahdollisia metsänkäsittelyitä olivat myös raivaus, maanpinnan muokkaus, viljely ja taimikonhoito. Uudistusaloille jätettiin hakkuiden yhteydessä säästöpuita. Tavoiteltava säästöpuiden määrä oli viisi kuutiometriä hehtaarilla. Säästöpuut

oletettiin jätetyksi tasaisesti koko uudistusalalle. Ojitetuilla turvemaidella harvennushakkuiden yhteydessä tehtiin kunnostusojitus. Simuloinnissa toimenpiteet toteutettiin kausien puolivälissä, minkä vuoksi harvennuksissa pohjapinta-alan vaatimusta alennettiin 10 prosentilla. Siten harvennettavaksi tuli myös kohteita, jotka täyttivät pohjapinta-alavaatimuksen vasta jälkimmäisellä puoliskolla. Lannoitus, uudisojitus ja pystypuiden karsinta eivät olleet mukana käsittelyvaihtoehtojen simuloinnissa. Rajoitetussa puuntuotannossa olevilla alueilla sallittuja hakkuutapoja olivat harvennushakkuut ja luontainen uudistaminen. Rajoitetun puuntuotannon kitumaille ei kuitenkaan tehty metsänhoitosuosituksen yleisohjetta noudattaen hakkuita. Puuntuotannon ulkopuolella olevilla alueilla ei sallittu mitään toimenpiteitä.

Käsittely- ja kehitysvaihtoehtoihin liittyvät tuotot hinnoiteltiin skenaarioissa S1–S3 SF-GTM-mallin tuottamilla kantohinnoilla (taulukot 2a, 2b). Skenaariossa S5 käytettiin vuosina 1997–2006 toteutuneiden kantohintojen vuoden 2006 hintatasolla laskettuja puutavaralajeittaisia keskiarvoja (taulukko 3). Tienvarsihintojen estimaatit saatiin lisäämällä kantohintoihin keskimääräiset tukki- ja kuitupuun korjuukustannukset. Tukin kantohintoihin lisätty keskimääräinen korjuukustannus oli 6,50 €/m³ ja kuidun 12,10 €/m³.

Taulukko 2a. Keskimääräiset puutavaralajeittaiset kantohinnat skenaarioissa S1–S3 vuosille 2006–2010, €/m³.

| | | Mäntytukki | Kuusitukki | Koivutukki | Mäntykuitu | Kuusikuitu | Koivukuitu |
|-----|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| S1 | Etelä-Suomi | 55,9 | 57,5 | 45,3 | 15,1 | 23,6 | 15,0 |
| | Pohjois-Suomi | 53,9 | 50,0 | 41,2 | 14,8 | 24,0 | 12,9 |
| S2 | Etelä-Suomi | 56,8 | 58,8 | 46,0 | 15,0 | 23,6 | 15,4 |
| | Pohjois-Suomi | 55,1 | 51,1 | 41,4 | 14,7 | 24,1 | 13,0 |
| S3 | Etelä-Suomi | 56,8 | 58,8 | 46,0 | 15,0 | 23,6 | 15,4 |
| | Pohjois-Suomi | 55,1 | 51,2 | 41,4 | 14,7 | 24,1 | 13,0 |
| S3b | Etelä-Suomi | 56,8 | 58,8 | 46,0 | 15,0 | 23,6 | 15,4 |
| | Pohjois-Suomi | 55,1 | 51,2 | 41,4 | 14,7 | 24,1 | 13,0 |

Taulukko 2b. Keskimääräiset puutavaralajeittaiset kantohinnat skenaarioissa S1–S3 vuosille 2011–2055, €/m³.

| | | Mäntytukki | Kuusitukki | Koivutukki | Mäntykuitu | Kuusikuitu | Koivukuitu |
|-----|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| S1 | Etelä-Suomi | 57,9 | 56,6 | 43,6 | 16,3 | 23,1 | 14,3 |
| | Pohjois-Suomi | 57,1 | 51,8 | 39,0 | 14,8 | 21,3 | 12,1 |
| S2 | Etelä-Suomi | 59,1 | 59,4 | 51,8 | 16,2 | 24,6 | 18,4 |
| | Pohjois-Suomi | 56,4 | 51,7 | 43,2 | 15,3 | 21,6 | 14,5 |
| S3 | Etelä-Suomi | 61,1 | 60,3 | 52,8 | 16,7 | 25,1 | 18,8 |
| | Pohjois-Suomi | 56,8 | 52,0 | 44,4 | 15,5 | 21,9 | 14,9 |
| S3b | Etelä-Suomi | 61,1 | 60,3 | 52,9 | 16,7 | 25,1 | 18,8 |
| | Pohjois-Suomi | 56,8 | 52,0 | 44,4 | 15,6 | 22,2 | 14,9 |

Metsänhoito- ja korjuukustannukset laskettiin ajanmenekin ja yksikköhintojen (taulukko 4) tulona. Ajanmenekit perustuivat työn tuottavuusmalleihin (esim. Kuitto ym. 1994, Rummukainen ym. 1995).

Laskelmat tehtiin 50 vuoden jaksolle 2006–2055, joka jaettiin viiteen kymmenvuotiskauteen, joista ensimmäinen 10-vuotiskausi jaettiin vielä kahteen osaan (2006–2010, 2011–2015). Tässä selvityksessä tarkasteltiin vain ensimmäisen 30 vuoden jaksoa. Kaksi viimeistä kymmenvuotiskautta olivat mukana kestävyuden varmistamiseksi. Hakkuulaskelmat tehtiin metsäkeskussittain, mutta tulokset esitetään Etelä- ja Pohjois-Suomen alueille.

Taulukko 3. Skenaariossa S5 käytetyt kantohintojen vuosina 1997–2006 toteutuneet keskiarvot (€/m³) vuoden 2006 hintatasoon muutettuna (Metinfo 2007).

| Puutavaralaji | Rannikko, Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa | | |
|---------------|---------------------------------------|-------------------|-------|
| | Etelä-Suomi | Pohjois-Pohjanmaa | Lappi |
| Mäntytukki | 51,25 | 47,85 | 43,85 |
| Kuusitukki | 47,40 | 43,20 | 34,15 |
| Koivutukki | 48,30 | 40,70 | - |
| Mäntykuitu | 15,15 | 15,85 | 15,50 |
| Kuusikuitu | 24,00 | 22,50 | 18,05 |
| Koivukuitu | 14,95 | 15,25 | 14,95 |

Taulukko 4. Metsänhoitotöiden vuosina 1996–2005 toteutuneet keskimääräiset yksikköhinnat vuoden 2006 hintatasoon muutettuna (Metinfo 2007) sekä sovelletut puunkorjuun yksikköhinnat.

| Työlaji | Yksikkö | Etelä-Suomi | Pohjois-Suomi |
|---------------------------------|---------|-------------|---------------|
| Äestys | €/ha | 165,85 | 112,40 |
| Auraus/mätästys | -" | 254,85 | 188,45 |
| Männyn kylvö (siemenet) | -" | 220,00 | 220,00 |
| Männyn taimi | €/taimi | 0,15 | 0,15 |
| Kuusen taimi | -" | 0,18 | 0,18 |
| Koivun taimi | -" | 0,25 | 0,25 |
| Männyn täydennystaimi | -" | 0,15 | 0,15 |
| Kuusen täydennystaimi | -" | 0,23 | 0,23 |
| Koivun täydennystaimi | -" | 0,30 | 0,30 |
| Istutus- ym. metsänhoitotyö | €/h | 18,50 | 18,50 |
| Ruohous | €/ha | 151,65 | 151,65 |
| Raivaus- ja taimikon perkaustyö | €/h | 24,75 | 24,75 |
| Kunnostusojitus | €/ha | 120,35 | 97,40 |
| Metsäkuljetus | €/h | 60,00 | 60,00 |
| Hakkuu monitoimikoneella | €/h | 85,00 | 85,00 |
| Metsurihakkuu | €/h | 24,75 | 24,75 |
| Suunnittelu- ja työnjohtotyö | €/h | 18,50 | 18,50 |

Taulukko 5. Metsämaan lisäsuojelun jakautuminen ravinteisuuden mukaan, %.

| | Kangas | Suo | Yhteensä |
|-----------------------|--------|-----|----------|
| Lehdot | 12 | 8 | 19 |
| Lehtomaiset - tuoreet | 26 | 17 | 42 |
| Kuivahkot - kuivat | 14 | 16 | 30 |
| Karut - | 6 | 2 | 8 |

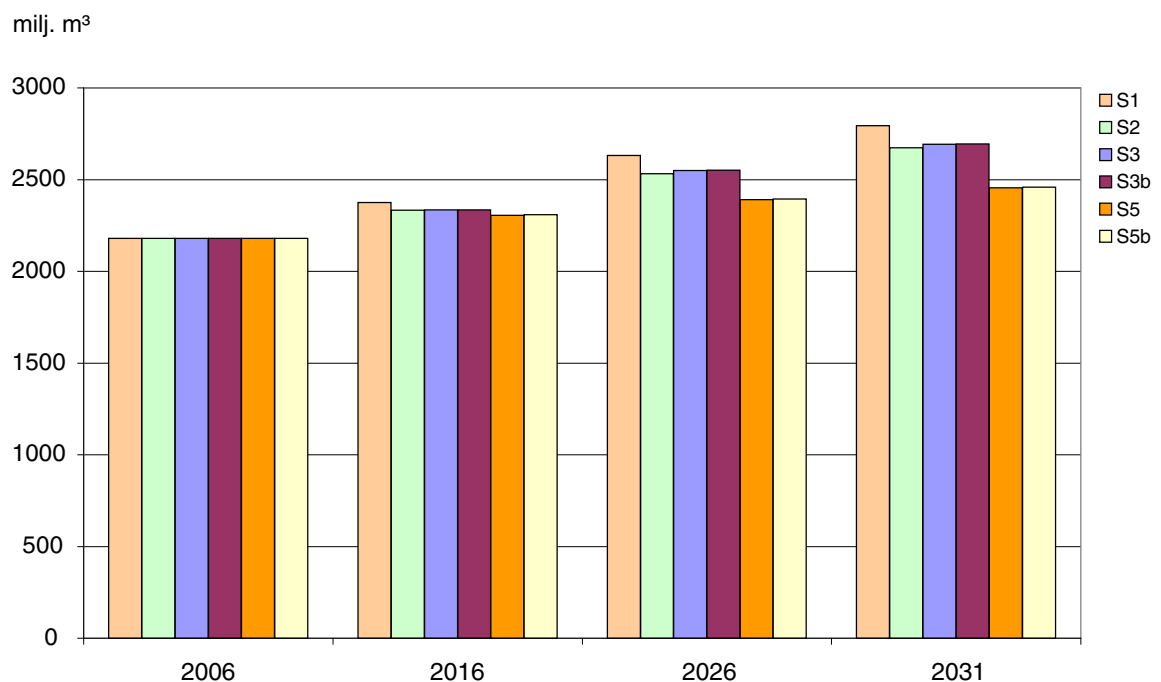
Taulukko 6. Metsämaan lisäsuojelu skenaarioissa S3 (S3b) ja S5 (S5b).

| | Lisäsuojelu | | | Nykysojelu | |
|------------------------------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|
| | Etelä-Suomi | Pohjois-Suomi | Pohjois-Suomi b | Etelä-Suomi | Pohjois-Suomi |
| Pinta-ala, 1000 ha | 394 | 57 | 136 | 173 | 912 |
| Tilavuus, 1000 m ³ | 77484 | 6983 | 13883 | 31995 | 101796 |
| Tukkitilavuus, 1000 m ³ | 38051 | 1739 | 3172 | 12363 | 20675 |

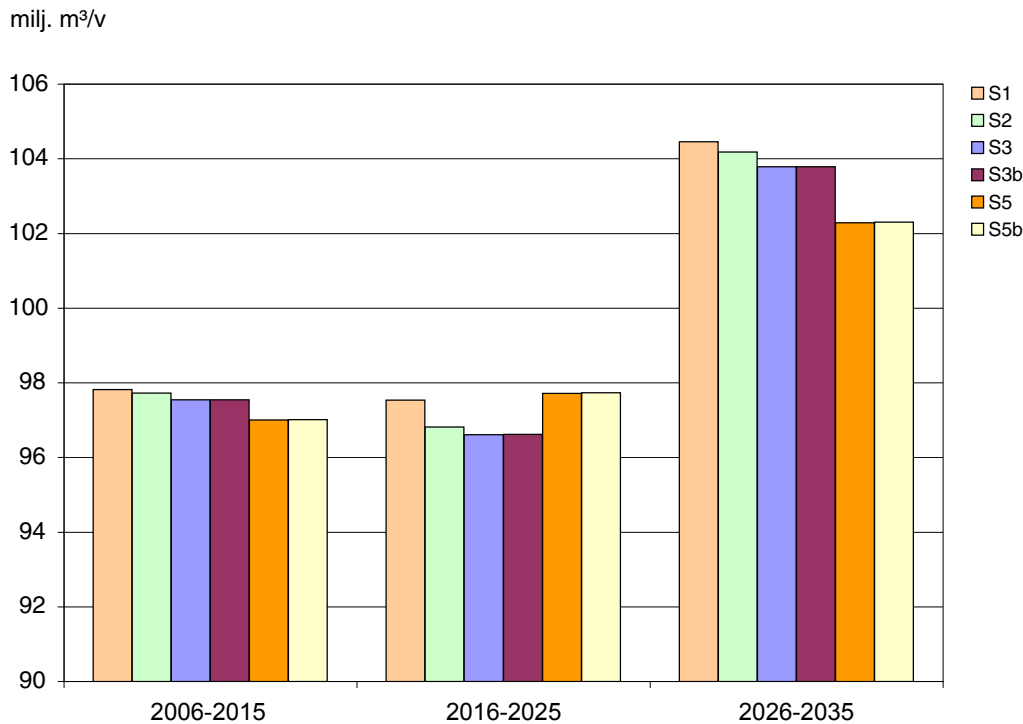
2.2 Skenaarioiden S3 ja S5 lisäsuojelun määrittely ja skenaariot S3b ja S5b

Lisäsuojelun määrä ja laatu perustui Marjukka Mähösen työryhmän määrittelyyn (Horne, tämä julkaisu). Tavoitteena oli nostaa Etelä-Suomen osalta metsämaan suojeluaste 5 %:iin. Pohjois-Suomen osalta lisäsuojelun pinta-ala oli joko 55 000 tai 135 000 hehtaaria Lapin metsäkeskuksen lisäsuojelun tasosta riippuen. Lisäsuojelussa painotettiin vanhoja ikäluokkia ja reheviä (runsaslajisimpia) kasvupaikkatyyppjä (taulukko 5).

MELA-laskelmissa lisäsuojelu toteutettiin siirtämällä Mähösen työryhmän esityksen mukaisesti kasvupaikan, ikäluokan ja alaryhmän perusteella koeluoja puuntuotannosta suojeluun kunnes esitetyt suojelupinta-alatavoitteet saavutettiin. Puuntuotannon ulkopuolelle siirtyi Etelä-Suomen alueen metsämaasta 394 200 hehtaaria ja Pohjois-Suomessa joko 57 400 tai 135 800 hehtaaria (taulukko 8). Koelojen edustaman pinta-alan ja lisäsuojelun laskennallisen toteutuksen vuoksi SF-GTM- ja MELA-malleissa käytetyt pinta-alat poikkesivat hieman Mähösen työryhmän määrittämisestä. Lisäsuojeluun siirtyneen puuston kokonaistilavuus oli Etelä-Suomessa 77,5 milj. m³ ja Pohjois-Suomessa lisäsuojelun tasosta riippuen 7 tai 14 milj. m³ (taulukko 6). Pohjois-Suomen pienempi lisäsuojelu on tuloksissa sisällytetty skenaarioihin 3 ja 5 ja suurempi vaihtoehto skenaarioihin 3b ja 5b.



Kuva 3. Puuston kokonaistilavuuden kehitys metsä- ja kitumaalla vuosina 2006–2031 skenaarioissa S1–S5b koko Suomessa.



Kuva 4. Puuston kokonaiskasvu metsä- ja kitumaalla vuosina 2006–2035 skenaarioissa S1–S5b koko Suomessa.

3 Tulokset

Keskeisimmät tulokset on esitetty liitetaulukoissa 1a–4c sekä kuvissa 3–9. Puuston tilavuuden kehitys (kuva 3) on kaikissa skenaarioissa nouseva. Vaikka kokonaiskasvu (kuva 4) laskee hieman nykyisestä 98,5 milj. kuutiometristä vuosijaksoilla 2006–2015 ja 2016–2025 nouden uudelleen vuosina 2026–2035, niin kasvu ylittää kokonaispoistuman tason (kuva 5). Kasvu alenee lehtipuilla, mutta männyn ja kuusen kasvat ovat nousussa (kuva 6). Laskelmien perusteella metsiemme puuvaranto lisääntyy 25 vuodessa noin 25 miljoonaa kuutiometriä vuodessa skenaariossa S1, skenaarioissa S2–S3b noin 20 ja skenaarioissa S5–S5b noin 11 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Skenaariossa S1 muita suurempi tilavuuden kehitys johtuu lähinnä muita skenaarioita pienemmistä kuusen ja koivun hakkuista. Metsänhoitotoimien, metsien rakenteen ja hakkuiden seurauksena erityisesti männyn ja kuusen määrät kohoavat (kuva 7).

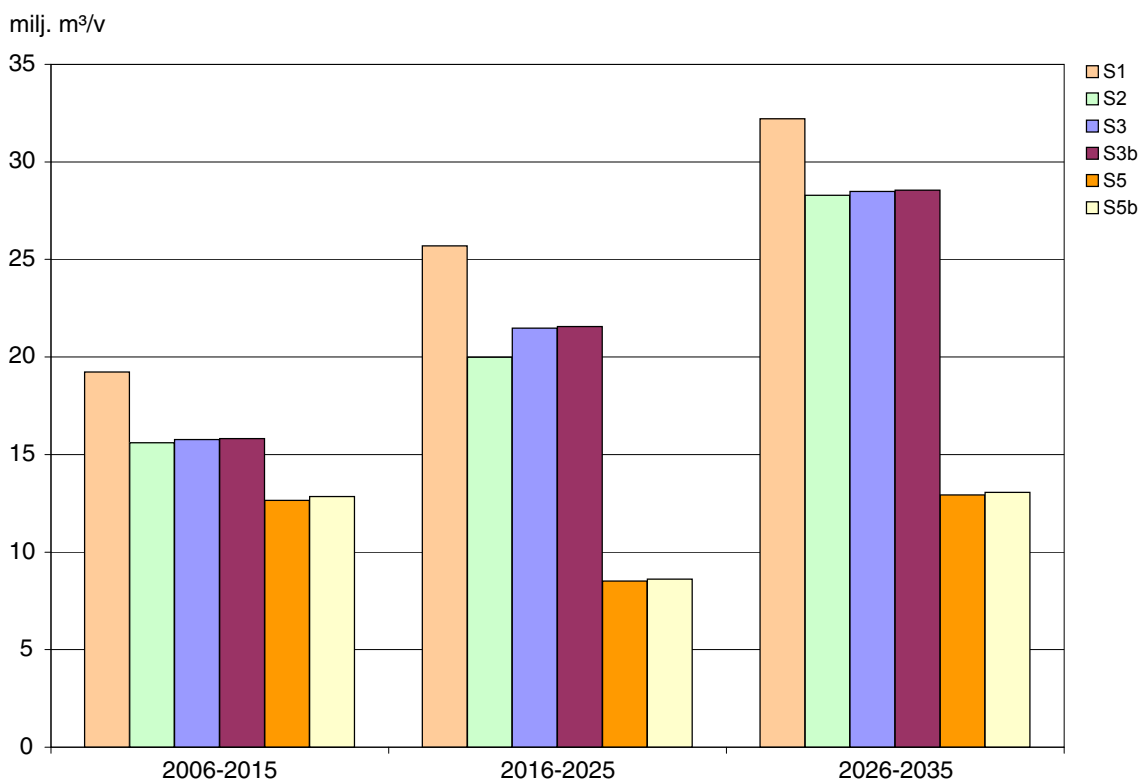
Skenaarioiden S1–S3b hakkuutavoitteet, kuusitukkia lukuun ottamatta, saavutetaan pääosin vuoteen 2015 saakka (taulukko 7). Sen sijaan vuoden 2015 jälkeen skenaarioiden S2–S3b hakkuutavoitteita ei enää kuitupuun suhteen pystytä kaikilta osin täyttämään. Vuosittaisesta hakkuutavoitteesta jäädytään koko Suomen tasolla skenaariossa S2 1,5, skenaariossa S3 ja S3b 3 miljoonaa kuutiometriä. Vajaus syntyy osissa Etelä-Suomen metsäkeskusten alueita ja se kohdistuu kuusitukin ohella pääosin koivu- ja mäntykuituun. Tuonnin päätyminen aiheuttaa eräissä metsäkeskuksissa ko. puutavaralajien kasvavan kysynnän, jota ei pystytä enää täyttämään. "Vajaus" johtuu kuitenkin metsäkeskustason laskennasta, sillä etenkin männyn hakkuumahdollisuudet ovat valtakunnan tasolla voimakkaassa kasvussa. Käytettäessä koko Etelä-Suomea laskenta-alueena ei millekään puutavaralajille syntynyt vajetta.

Suurimmat kestävät hakkuut -skenaarion (S5) mukainen hakkuukertymäarvio on 68,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa nousten kolmannella kymmenvuotiskaudella 79 miljoonaa kuutiometriin vuodessa. Skenaarioiden S1–S3 hakkuutavoitteisiin nähden skenaarion S5 hakkuukertymät ovat kaikkien puutavaralajien osalta suuremmat, painottuen selvästi enemmän mäntyyn ja harvennushakkuihin, mutta myös uudistushakkuiden määrä on muita skenaarioita suurempi.

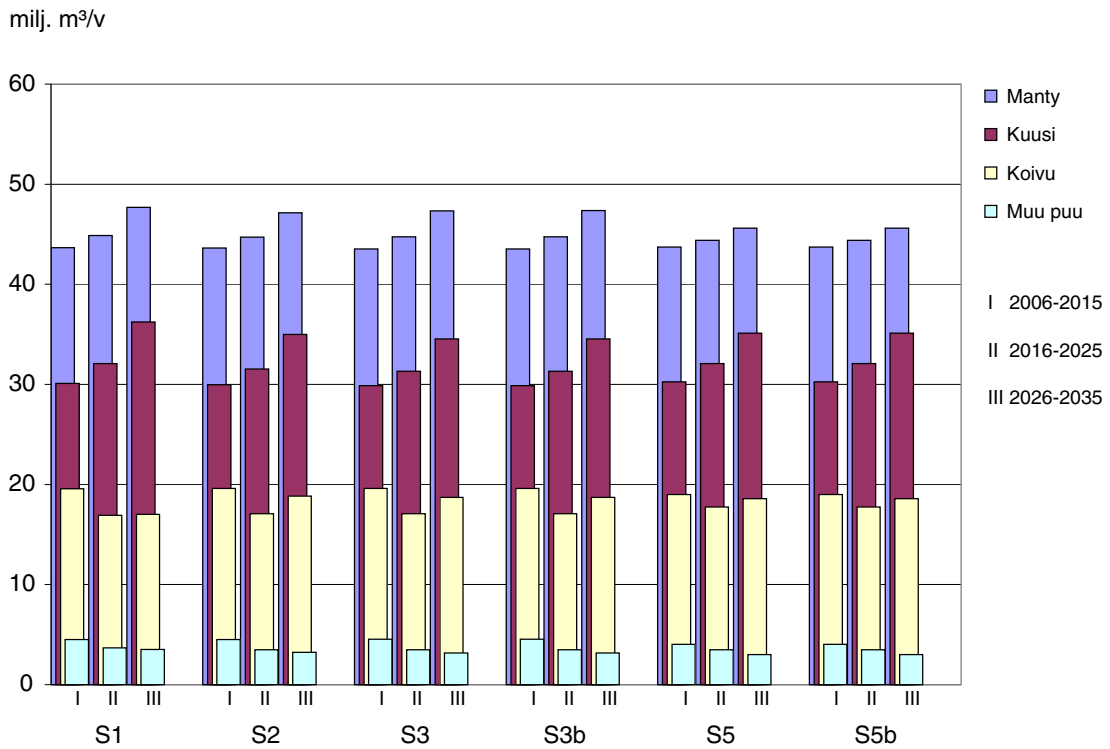
Vastaava Nuutisen ym. (2007) suurimman kestävä hakkuukertymän arvio oli ilman Ahvenanmaata hieman alle 72 milj. kuutiometriä. Lisäsuojelua lukuun ottamatta laskentaperusteet ovat samat, joten lisäsuojelun suurinta kestävä hakkuukertymää alentava vaikutus on 3,5 miljoonaa kuutiometriä – ero laskee myöhempinä kausina noin 3 miljoonaa kuutiometriin.

Metsien rakennedynamiikan seurauksena kasvatushakkuiden osuus hakkuukertymästä nousee tarkastelujakson 2006–2035 aikana skenaarioissa S1–S3b keskimäärin noin 20 prosenttiyksikköä (35 %:sta 55 %:iin) ja skenaarioissa S5–S5b 32 %:sta 49 %:iin (kuva 8). Kasvatushakkuiden osuus hakkuupinta-alasta on skenaarioissa S2–S3b keskimäärin 74 % ja skenaarioissa S5–S5b 69 % kokonaishakkuualan vaihdelta skenaarioittain 580 000–725 000 hehtaariin vuodessa (kuva 9). Vuosina 2002–2006 toteutunut hakkuupinta-ala oli Suomessa keskimäärin 576 000 hehtaaria vuodessa, josta kasvatushakkuita oli 395 000 hehtaaria (68 %) ja uudistushakkuita 181 000 hehtaaria.

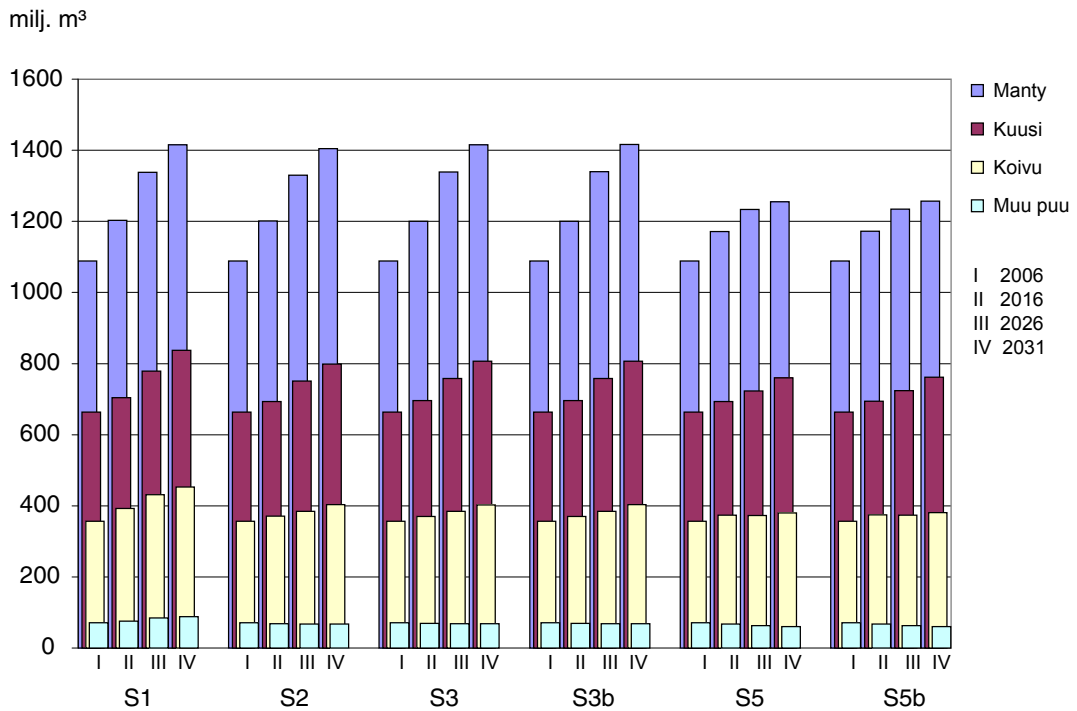
Turvemaiden osuus on sekä puustosta että kasvusta noin neljännes, ja nämä osuudet säilyvät koko tarkastelujakson (2006–2035) varsin vakaina. Skenaarioissa S1–S3b turvemaiden suhteellinen osuus hakkuukertymästä on hieman sen tilavuus- ja kasvuosuuksia pienempi ollen koko kolmen kymmenvuotiskauden noin 20 % tasolla vastaavan hakkuupinta-alaosuuden ollessa 22 %. Suurimman kestävä hakkuukertymän skenaarioissa S5–S5b turvemaiden osuus hakkuukertymästä kasvaa 16 %:sta 22 %:iin ja osuus hakkuupinta-alasta 20 %:sta 25 %:iin.



Kuva 5. Puuston kokonaiskasvun ja kokonaispoistuman erotus vuosina 2006–2035 skenaarioissa S1–S5b koko Suomessa.



Kuva 6. Puuston kasvu puulajeittain metsä- ja kitumaalla vuosina 2006–2035 skenaarioissa S1–S5b koko Suomessa.



Kuva 7. Puuston tilavuuden kehitys puulajeittain metsä- ja kitumaalla vuosina 2006–2031 skenaarioissa S1–S5b koko Suomessa.

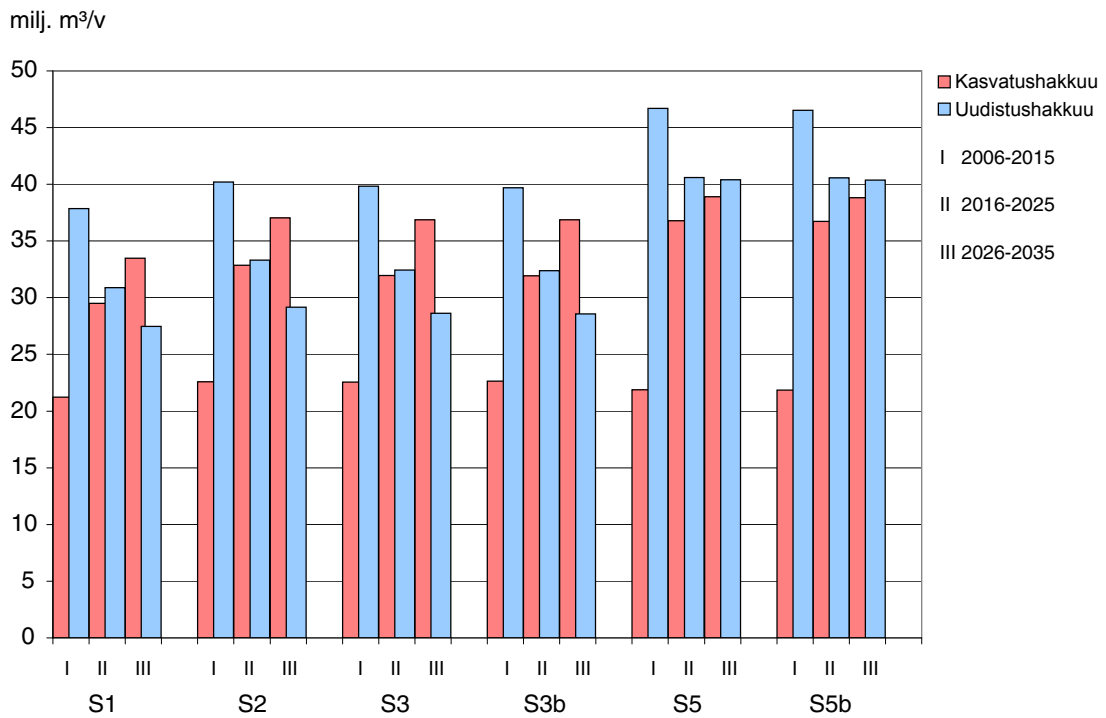
Taulukko 7. SF-GTM:n mallin tuottamien kysyntämäärien (hakkuutavoitteiden) toteutuminen skenaarioissa S1-S3b MELA-laskelmien mukaan.

| S1 | milj. m ³ | | | | milj. m ³ | | | |
|-------------------|----------------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|
| | Mäntytukki | Kuusitukki | Lehtitukki | Tukki yht. | Mäntykuitu | Kuusikuitu | Lehtikuitu | Kuitu yht. |
| Tavoite 2006-2015 | 11,5 | 13,3 | 1,1 | 25,9 | 15,4 | 9,9 | 7,9 | 33,2 |
| Mela/tavoite | 1,02 | 1,00 | 1,04 | 1,01 | 0,99 | 0,99 | 1,00 | 0,99 |
| Tavoite 2016-2025 | 11,8 | 13,1 | 1,1 | 26,0 | 17,0 | 10,0 | 8,4 | 35,4 |
| Mela/tavoite | 1,03 | 0,98 | 1,14 | 1,01 | 0,93 | 1,04 | 0,98 | 0,97 |
| Tavoite 2026-2035 | 11,8 | 13,1 | 1,1 | 26,0 | 17,0 | 10,0 | 8,4 | 35,4 |
| Mela/tavoite | 1,03 | 0,99 | 1,08 | 1,01 | 0,96 | 1,02 | 0,99 | 0,98 |

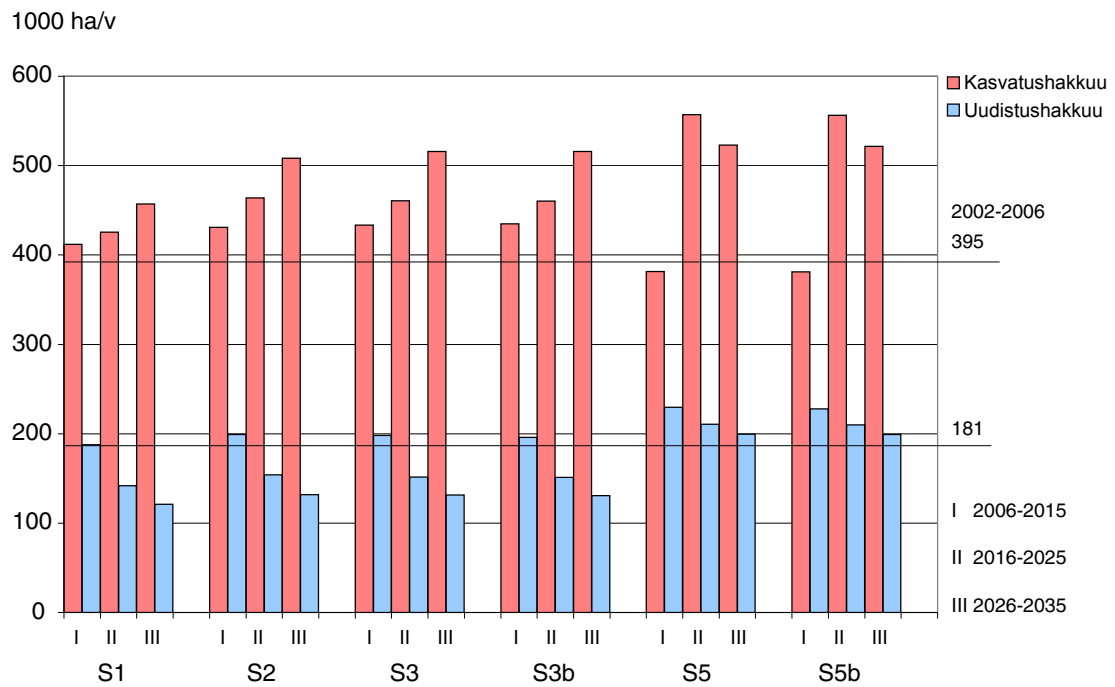
| S2 | milj. m ³ | | | | milj. m ³ | | | |
|-------------------|----------------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|
| | Mäntytukki | Kuusitukki | Lehtitukki | Tukki yht. | Mäntykuitu | Kuusikuitu | Lehtikuitu | Kuitu yht. |
| Tavoite 2006-2015 | 11,7 | 13,7 | 1,5 | 26,9 | 15,3 | 10,4 | 10,2 | 35,9 |
| Mela/tavoite | 1,02 | 1,00 | 1,03 | 1,01 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| Tavoite 2016-2025 | 12,0 | 13,5 | 1,8 | 27,3 | 17,1 | 10,9 | 12,6 | 40,6 |
| Mela/tavoite | 1,03 | 0,97 | 1,08 | 1,01 | 0,94 | 1,00 | 0,93 | 0,95 |
| Tavoite 2026-2035 | 12,0 | 13,5 | 1,8 | 27,3 | 17,1 | 10,9 | 12,6 | 40,6 |
| Mela/tavoite | 1,01 | 0,98 | 1,03 | 1,00 | 0,96 | 0,99 | 0,93 | 0,96 |

| S3 | milj. m ³ | | | | milj. m ³ | | | |
|-------------------|----------------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|
| | Mäntytukki | Kuusitukki | Lehtitukki | Tukki yht. | Mäntykuitu | Kuusikuitu | Lehtikuitu | Kuitu yht. |
| Tavoite 2006-2015 | 11,5 | 13,4 | 1,5 | 26,4 | 15,5 | 10,4 | 10,2 | 36,1 |
| Mela/tavoite | 1,02 | 1,00 | 1,05 | 1,01 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| Tavoite 2016-2025 | 11,7 | 12,8 | 1,8 | 26,3 | 17,3 | 10,9 | 12,6 | 40,9 |
| Mela/tavoite | 1,00 | 0,98 | 1,05 | 0,99 | 0,91 | 0,99 | 0,92 | 0,94 |
| Tavoite 2026-2035 | 11,7 | 12,8 | 1,8 | 26,3 | 17,3 | 10,9 | 12,6 | 40,9 |
| Mela/tavoite | 1,02 | 0,98 | 1,02 | 1,00 | 0,96 | 0,99 | 0,93 | 0,96 |

| S3b | milj. m ³ | | | | milj. m ³ | | | |
|-------------------|----------------------|------------|------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|
| | Mäntytukki | Kuusitukki | Lehtitukki | Tukki yht. | Mäntykuitu | Kuusikuitu | Lehtikuitu | Kuitu yht. |
| Tavoite 2006-2015 | 11,5 | 13,3 | 1,5 | 26,4 | 15,5 | 10,4 | 10,2 | 36,1 |
| Mela/tavoite | 1,02 | 1,00 | 1,05 | 1,01 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| Tavoite 2016-2025 | 11,7 | 12,8 | 1,8 | 26,3 | 17,4 | 10,9 | 12,6 | 40,9 |
| Mela/tavoite | 0,99 | 0,98 | 1,05 | 0,99 | 0,91 | 0,99 | 0,92 | 0,94 |
| Tavoite 2026-2035 | 11,7 | 12,8 | 1,8 | 26,3 | 17,4 | 10,9 | 12,6 | 40,9 |
| Mela/tavoite | 1,02 | 0,98 | 1,02 | 1,00 | 0,96 | 0,99 | 0,93 | 0,96 |



Kuva 8. Hakkuukertymä hakkuutavoittain vuosina 2006–2035 skenaarioissa S1–S5b koko Suomessa.



Kuva 9. Hakkuupinta-ala hakkuutavoittain vuosina 2006–2035 skenaarioissa S1–S5b koko Suomessa.

4 Varaukset

MELA-analyysit perustuvat puuston tulevaa kehitystä ja käsittelyä kuvaaviin malleihin. Mallit ovat todellisuuden yksinkertaistuksia, joten laskelmatuloksiin on aina suhtauduttava varauksin ja niitä tulkittaessa on tunnettava taustaoletukset ja tuloksiin liittyvät yleiset ehdot kuten:

1. Mallit ja hinnat ovat deterministisiä.
2. Puuntuotannossa oleva metsäala säilyy lähtöhetken tasolla, metsiköiden käsittelymahdollisuuksia rajoittivat metsänkäsittelysuositukset sekä metsiköiden käsittelyluokitustiedot.
3. Metsänomistus, joka luokiteltiin i) yksityiseen mukaan lukien kunnat, seurakunnat, yhteismetsät ym. yhteisöt, ii) yhtiöiden ja iii) valtion omistukseen, ei vaikuttanut metsiköiden käsittelyyn eikä metsänomistajien omia suunnitelmia otettu huomioon.
4. MELA2005-ohjelmistossa puun pohjapinta-alan kasvumallit on kalibroitu VMI8-kasvunmittausten perusteella, jotka on indeksikorjattu vuosien 1965–1994 keskimääräiseen läpimitan kasvun tasoon. Osa pohjapinta-alan kasvumalleista on kuitenkin kalibroitu VMI10-kasvunmittausten perusteella vastaamaan vuosien 1976–2005 läpimitan kasvun keskitasoa. Puuston kasvuun vaikuttavien tekijöiden ja puiden reagoinnin niihin oletettiin säilyvän entisellään, ts. esim. ilmastomuutoksen pitkän aikavälin puuntuotannollisia vaikutuksia ei otettu huomioon.
5. Metsänhoitotyöt tehtiin metsänkäsittelysuositusten mukaisesti ja esitetystä laajuudessa – hoitotöiden viivästymistä tai laiminlyöntiä ja näiden vaikutuksia ei voitu ottaa huomioon.
6. Puutavaralajit saatiin parametrina annettavasta taulukosta, johon rungon ja siitä saatavien puutavaralajien tilavuus on laskettu Laasasenahon (1982) puun rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvien runkokäyräyhtälöiden avulla. Runkojen apterauksessa on käytetty mäntytkin kuorellisena minimiläpimittana 15 cm, kuusitukin 16 cm ja lehtipuutukin 18 cm sekä kuitupuun kuorellisena minimiläpimittana männyllä 6,3 cm ja kuusella sekä lehtipuilla 6,5 cm. Kuituosan minimipituus oli 2,0 m. Tukkipuun määrää korjattiin metsikösimulaattorissa erillisellä tukkivähennysmallilla (Mehtätaalo 2002), koska rungon mittoihin perustuva apteraus ei ota huomioon puutavaran laatuun liittyviä tekijöitä. Erotus siirtyi kuitupuuksi. Tukkipuiden tienvarsihintoihin tehtiin MELA-ohjelmiston oletusjäreyskorjaus (Siitonen ym. 1996, s. 218–219, Laasasenaho ja Sevola 1971).

Viitteet:

- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 101 s.
- Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Heikkinen, J., Henttonen, H. & Pitkänen, J. 2007. Suomen metsävarat metsäkeskuksittain 2004–2006 ja metsävarojen kehitys 1996–2006. Metsätieteen aikakauskirja 2/2007.
- Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätehon tiedotus 410. 38 s. + liitteet.
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. Seloste: Männy, kuusen ja koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 108. 74 s.
- & Sevola, Y. 1971. Mänty- ja kuusirunkojen puutavarasuhteet ja kantoarvot. Summary: Timber assortment relationships and stumpage value of Scots pine and Norway spruce. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 74(3). 87 s.
- Lappi, J. 1992. JLP: A linear programming package for management planning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 414. 134 s.
- Mehtätalo, L. 2002. Valtakunnalliset puukohtaiset tukkivähennysmallit männylle, kuuselle, koivuille ja haavalle. Metsätieteen aikakauskirja 4/2002: 575–591.
- Metinfo. 2007. Metsäsektorin suorakäyttöinen tietojärjestelmä. Metsäntutkimuslaitos. WWW-sovellus (<http://www.metla.fi/metinfo/>).
- Metsien suojelun luokittelun ja tilastoinnin yhtenäistämistyöryhmä. 2002. Työryhmämuistio MMM 2002:15. Helsinki. 51 s. + liitteet. ISSN 0781-6723.
- Metsien suojelupinta-alat. Suojelupinta-alaprojektin raportti. 1999. Suomen ympäristö 300. Ympäristöministeriö. Oy Edita Ab, Helsinki. 44 s. ISBN 951-37-2869-2.
- Nuutinen, T., Hirvelä, H., Salminen, O. & Härkönen, K. 2007. Alueelliset hakkuumahdollisuudet valtakunnan metsien 10. inventoinnin perusteella, maastotyöt 2004–2006.. metsätieteen aikakauskirja 2B/2007: 215-248.
- Redsven, V., Anola-Pukkila, A., Haara, A., Hirvelä, H., Härkönen, K., Kettunen, L., Kiiskinen, A., Kärkkäinen, L., Lempinen, R., Muinonen, E., Nuutinen, T., Salminen, O., Siitonen, M. 2005. MELA2005 Reference Manual. The Finnish Forest Research Institute. 621 s. <http://www.metla.fi/metinfo/mela/tuotteet/mela2005.pdf>.
- Rummukainen, A., Alanne, H. & Mikkonen, E. 1995. Wood procurement in the pressure of change – valuation model till year 2010. Acta Forestalia Fennica 248: 1-98. ISBN 951-40-1478-2.
- Siitonen, M., Härkönen, K., Hirvelä, H., Jämsä, J., Kilpeläinen, H., Salminen, O. & Teuri, M. 1996. MELA Handbook 1996 Edition. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja [Research papers] 622. Metsäntutkimuslaitos – The Finnish Forest Research Institute. 452 p
- Uotila, E. & Lausti, A. 2007. Metsä sijoituskohteena 1983–2006. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 2007. Metsätilastotiedote 864.

Liitetaulukko 1a: Etelä-Suomi KMO 2015 -skenaario S1: Nykytila jatkuu.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m ³ | | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m ³ /v, 1000 ha/v | | | | | 2006-2015 | | | 2016-2025 | | | 2026-2035 | | |
|---------------|--|---------|---------|---------|-------------------|--|-----------|-----------|---------------|-------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|-------|-----------|--|--|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | 2006-2015 | | 2016-2025 | 2026-2035 | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | | | |
| PINTA-ALA | 11823 | 11823 | 11823 | 11823 | KASVU | 68888 | 68268 | 73342 | HAKKUPOISTUMA | 51137 | 48938 | 49088 | Kuitukertymä | 24462 | 25043 | 25593 | | | |
| Kankaat | 8661 | 8661 | 8661 | 8661 | Manty | 26125 | 26516 | 27864 | Manty | 19819 | 19680 | 20204 | Manty | 10053 | 10166 | 10641 | | | |
| Turvemaat | 3163 | 3163 | 3163 | 3163 | Kuusi | 24867 | 26467 | 30190 | Kuusi | 21789 | 20867 | 20682 | Kuusi | 8164 | 8479 | 8485 | | | |
| | | | | | Koivu | 13958 | 12158 | 12328 | Koivu | 7737 | 6955 | 6641 | Koivu | 5114 | 5294 | 5134 | | | |
| PUUNTUOTANTO | 11508 | 11508 | 11508 | 11508 | Muu puu | 3938 | 3128 | 2960 | Muu puu | 1792 | 1436 | 1562 | Muu puu | 1132 | 1104 | 1332 | | | |
| Metsamaa | 10871 | 10871 | 10871 | 10871 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 10374 | 10374 | 10374 | 10374 | Kankaat | 55236 | 54731 | 59733 | Kankaat | 41765 | 41197 | 39969 | Kankaat | 19170 | 20372 | 20352 | | | |
| Rajoitettu | 497 | 497 | 497 | 497 | Manty | 20589 | 21336 | 22970 | Manty | 15951 | 16210 | 16147 | Manty | 7697 | 8135 | 8384 | | | |
| Kitumaa | 391 | 391 | 391 | 391 | Kuusi | 20407 | 21314 | 24409 | Kuusi | 18509 | 18333 | 17444 | Kuusi | 6879 | 7222 | 6965 | | | |
| Joutomaa | 247 | 247 | 247 | 247 | Koivu | 10792 | 9483 | 9926 | Koivu | 5649 | 5334 | 5008 | Koivu | 3545 | 4000 | 3839 | | | |
| | | | | | Muu puu | 3448 | 2598 | 2428 | Muu puu | 1656 | 1320 | 1370 | Muu puu | 1049 | 1016 | 1165 | | | |
| SUOJELU | 315 | 315 | 315 | 315 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 173 | 173 | 173 | 173 | Turvemaat | 13652 | 13538 | 13609 | Turvemaat | 9372 | 7741 | 9118 | Turvemaat | 5293 | 4671 | 5240 | | | |
| Kitumaa | 36 | 36 | 36 | 36 | Manty | 5536 | 5180 | 4893 | Manty | 3288 | 3471 | 4057 | Manty | 2356 | 2031 | 2258 | | | |
| Joutomaa | 106 | 106 | 106 | 106 | Kuusi | 4460 | 5153 | 5782 | Kuusi | 3800 | 2534 | 3238 | Kuusi | 1285 | 1257 | 1520 | | | |
| | | | | | Koivu | 3166 | 2674 | 2402 | Koivu | 2088 | 1621 | 1632 | Koivu | 1569 | 1294 | 1295 | | | |
| TILAVUUS | 1459526 | 1550693 | 1683522 | 1773736 | Muu puu | 491 | 531 | 532 | Muu puu | 137 | 116 | 192 | Muu puu | 83 | 88 | 168 | | | |
| Manty | 637545 | 680007 | 734049 | 764946 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 524712 | 546486 | 596316 | 640613 | KOKONAISSPOISTUMA | 59958 | 54985 | 55299 | HAKKUUKERTYMA | 46713 | 47053 | 47584 | Kasvatushakkuu, kangas | 13041 | 18826 | 21002 | | | |
| Koivu | 236551 | 259858 | 281351 | 294232 | Manty | 21751 | 21112 | 21684 | Manty | 18804 | 19224 | 19694 | Kasvatushakkuu, turvemaa | 3479 | 3638 | 4569 | | | |
| Muu puu | 60718 | 64342 | 71807 | 73945 | Kuusi | 22915 | 21484 | 21331 | Kuusi | 20533 | 20200 | 20260 | | | | | | | |
| | | | | | Koivu | 11691 | 10008 | 9752 | Koivu | 6098 | 6372 | 6167 | Uudistushakkuu, kangas | 25131 | 20861 | 17872 | | | |
| | | | | | Muu puu | 3601 | 2382 | 2533 | Muu puu | 1278 | 1257 | 1462 | Uudistushakkuu, turvemaa | 5062 | 3729 | 4141 | | | |
| KANGASMAAT | 1158096 | 1227634 | 1318916 | 1395552 | Muu puu | | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 489374 | 522717 | 564751 | 594010 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 445582 | 456139 | 481321 | 513899 | Kankaat | 48304 | 45602 | 44406 | Kankaat | 38171 | 39687 | 38874 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | | | | |
| Koivu | 168328 | 191870 | 210877 | 224160 | Manty | 17211 | 17132 | 17119 | Manty | 15111 | 15843 | 15741 | | | | | | | |
| Muu puu | 54812 | 56907 | 61966 | 63484 | Kuusi | 19393 | 18796 | 17893 | Kuusi | 17477 | 17772 | 17134 | Hakkuupinta-ala | 390 | 368 | 387 | | | |
| | | | | | Koivu | 8445 | 7583 | 7270 | Koivu | 4401 | 4920 | 4716 | Kavatushakkuu, kankaat | 205 | 220 | 240 | | | |
| Tukkitilavuus | 425998 | 457420 | 498641 | 537301 | Muu puu | 3254 | 2092 | 2125 | Muu puu | 1182 | 1152 | 1283 | Kavatushakkuu, turvemaa | 57 | 50 | 60 | | | |
| Manty | 180486 | 198858 | 222292 | 238883 | | | | | | | | | Uudistushakkuu, kankaat | 100 | 78 | 66 | | | |
| Kuusi | 214776 | 218834 | 223117 | 236543 | Turvemaat | 11654 | 9383 | 10893 | Turvemaat | 8541 | 7367 | 8710 | Uudistushakkuu, turvemaa | 28 | 20 | 21 | | | |
| Koivu | 25058 | 32454 | 43900 | 51309 | Manty | 4540 | 3980 | 4566 | Manty | 3692 | 3381 | 3953 | | | | | | | |
| Muu puu | 5678 | 7274 | 9332 | 10566 | Kuusi | 3521 | 2688 | 3438 | Kuusi | 3056 | 2428 | 3126 | UUDISTAMINEN, | 158 | 98 | 87 | | | |
| | | | | | Koivu | 3246 | 2426 | 2482 | Koivu | 1697 | 1452 | 1452 | Kangasmaat | 125 | 78 | 66 | | | |
| Kuitutilavuus | 644354 | 698854 | 771174 | 807517 | Muu puu | 347 | 290 | 408 | Muu puu | 96 | 105 | 179 | Turvemaat | 33 | 20 | 21 | | | |
| Manty | 287488 | 302770 | 324436 | 336085 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 204896 | 213203 | 241990 | 259851 | LUONNONPOISTUMA | 8821 | 6048 | 6212 | Tukkipertymä | 22250 | 22011 | 21991 | Raivaus | 65 | 31 | 28 | | | |
| Koivu | 115168 | 140513 | 155499 | 161750 | Manty | 1932 | 1431 | 1481 | Manty | 8751 | 9058 | 9053 | Kangasmaat | 47 | 18 | 16 | | | |
| Muu puu | 36802 | 42369 | 49249 | 49832 | Kuusi | 1126 | 617 | 649 | Kuusi | 12369 | 11721 | 11775 | Turvemaat | 18 | 13 | 13 | | | |
| | | | | | Koivu | 3954 | 3054 | 3111 | Koivu | 984 | 1078 | 1034 | | | | | | | |
| TURVEMAAT | 301430 | 323059 | 364607 | 378185 | Muu puu | 1809 | 946 | 971 | Muu puu | 147 | 154 | 130 | Maanmuokaus | 132 | 89 | 80 | | | |
| Manty | 148171 | 157290 | 169297 | 170936 | | | | | | | | | Kangasmaat | 106 | 74 | 62 | | | |
| Kuusi | 79130 | 90347 | 114995 | 126714 | Kankaat | 6539 | 4406 | 4437 | Kankaat | 19002 | 19315 | 18522 | Turvemaat | 26 | 15 | 18 | | | |
| Koivu | 68223 | 67988 | 70473 | 70072 | Manty | 1261 | 922 | 972 | Manty | 7414 | 7708 | 7358 | | | | | | | |
| Muu puu | 5906 | 7435 | 9841 | 10461 | Kuusi | 884 | 463 | 449 | Kuusi | 10598 | 10550 | 10169 | Taimikonhoito | 123 | 39 | 55 | | | |
| | | | | | Koivu | 2796 | 2249 | 2261 | Koivu | 856 | 920 | 877 | Kangasmaat | 109 | 33 | 45 | | | |
| Tukkitilavuus | 74513 | 84673 | 104379 | 113943 | Muu puu | 1598 | 772 | 754 | Muu puu | 134 | 136 | 119 | Turvemaat | 14 | 6 | 11 | | | |
| Manty | 38781 | 46857 | 55854 | 58342 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 31018 | 31174 | 39808 | 45595 | Turvemaat | 2282 | 1642 | 1775 | Turvemaat | 3249 | 2696 | 3470 | Ojitus | 21 | 14 | 24 | | | |
| Koivu | 4003 | 5748 | 7494 | 8417 | Manty | 672 | 509 | 509 | Manty | 1337 | 1350 | 1695 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 | | | |
| Muu puu | 711 | 894 | 1223 | 1590 | Kuusi | 241 | 154 | 200 | Kuusi | 1771 | 1171 | 1606 | Turvemaat | 21 | 14 | 24 | | | |
| | | | | | Koivu | 1158 | 805 | 850 | Koivu | 128 | 158 | 157 | | | | | | | |
| Kuitutilavuus | 194320 | 209325 | 235321 | 241252 | Muu puu | 210 | 174 | 216 | Muu puu | 13 | 17 | 11 | | | | | | | |
| Manty | 99571 | 101118 | 104689 | 104231 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 40651 | 50973 | 68498 | 74857 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 50196 | 51837 | 54275 | 53967 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 3901 | 5398 | 7859 | 8197 | | | | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 1b: Pohjois-Suomi KMO 2015 -skenaario S1: Nykytila jatkuu.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|--------|--------|--------|------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-------|--------------------------|------|------|------|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | | | | |
| PINTA-ALA | 14187 | 14187 | 14187 | 14187 | KASVU | 28932 | 29271 | 31113 | HAKKUPOISTUMA | 14705 | 14334 | 14028 | Kuitukertymä | 8425 | 9103 | 9112 |
| Kankaat | 8376 | 8376 | 8376 | 8376 | Manty | 17520 | 18366 | 19823 | Manty | 8950 | 9098 | 9061 | Manty | 5130 | 5654 | 5654 |
| Turvemaat | 5811 | 5811 | 5811 | 5811 | Kuusi | 5229 | 5608 | 6046 | Kuusi | 3089 | 3005 | 2925 | Kuusi | 1658 | 1671 | 1680 |
| | | | | | Koivu | 5602 | 4762 | 4678 | Koivu | 2350 | 1980 | 1805 | Koivu | 1430 | 1566 | 1562 |
| PUUNTUOTANTO | 10932 | 10932 | 10932 | 10932 | Muu puu | 581 | 535 | 566 | Muu puu | 316 | 251 | 237 | Muu puu | 207 | 213 | 217 |
| Metsamaa | 8132 | 8132 | 8132 | 8132 | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 7466 | 7466 | 7466 | 7466 | Kankaat | 18874 | 18777 | 20256 | Kankaat | 11792 | 11042 | 10174 | Kankaat | 6612 | 6731 | 6390 |
| Rajoitettu | 666 | 666 | 666 | 666 | Manty | 12248 | 12991 | 14455 | Manty | 7684 | 7376 | 6929 | Manty | 4324 | 4427 | 4204 |
| Kitumaa | 1567 | 1567 | 1567 | 1567 | Kuusi | 3207 | 3216 | 3338 | Kuusi | 2394 | 2288 | 2060 | Kuusi | 1275 | 1241 | 1110 |
| Joutomaa | 1233 | 1233 | 1233 | 1233 | Koivu | 3015 | 2253 | 2133 | Koivu | 1443 | 1175 | 1021 | Koivu | 831 | 892 | 926 |
| | | | | | Muu puu | 404 | 318 | 331 | Muu puu | 272 | 204 | 164 | Muu puu | 181 | 171 | 150 |
| SUOJELU | 3255 | 3255 | 3255 | 3255 | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 912 | 912 | 912 | 912 | Turvemaat | 10058 | 10494 | 10857 | Turvemaat | 2913 | 3291 | 3855 | Turvemaat | 1813 | 2371 | 2722 |
| Kitumaa | 744 | 744 | 744 | 744 | Manty | 5273 | 5375 | 5369 | Manty | 1266 | 1722 | 2132 | Manty | 806 | 1227 | 1450 |
| Joutomaa | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | Kuusi | 2022 | 2393 | 2708 | Kuusi | 695 | 717 | 865 | Kuusi | 383 | 429 | 570 |
| | | | | | Koivu | 2587 | 2509 | 2544 | Koivu | 907 | 805 | 784 | Koivu | 599 | 674 | 636 |
| TILAVUUS | 720236 | 824916 | 949092 | ##### | Muu puu | 177 | 217 | 235 | Muu puu | 44 | 47 | 73 | Muu puu | 26 | 41 | 67 |
| Manty | 451435 | 523073 | 603894 | 650646 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 138681 | 157576 | 182229 | 196872 | KOKONAISPOISTUMA | 18624 | 16853 | 16941 | HAKKUUKERTYMA | 12366 | 13354 | 13363 | Kasvatushakkuu, kangas | 3245 | 4845 | 5269 |
| Koivu | 119912 | 133154 | 149949 | 158338 | Manty | 10370 | 10284 | 10473 | Manty | 8058 | 8756 | 8756 | Kasvatushakkuu, turvemaa | 1466 | 2209 | 2645 |
| Muu puu | 10208 | 11113 | 13021 | 14098 | Kuusi | 3378 | 3143 | 3118 | Kuusi | 2649 | 2793 | 2802 | | | | |
| | | | | | Koivu | 4368 | 3082 | 3000 | Koivu | 1447 | 1587 | 1585 | Uudistushakkuu, kangas | 6869 | 5484 | 4509 |
| KANGASMAAT | 523274 | 569670 | 633081 | 675688 | Muu puu | 508 | 344 | 351 | Muu puu | 211 | 219 | 220 | Uudistushakkuu, turvemaa | 786 | 816 | 940 |
| Manty | 341533 | 378899 | 428923 | 462675 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 102938 | 109121 | 117485 | 123241 | Kankaat | 14325 | 12436 | 11735 | Kankaat | 10114 | 10329 | 9778 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | |
| Koivu | 70421 | 73410 | 77878 | 80453 | Manty | 8524 | 7988 | 7704 | Manty | 7004 | 7113 | 6697 | | | | |
| Muu puu | 8382 | 8240 | 8795 | 9319 | Kuusi | 2599 | 2379 | 2187 | Kuusi | 2080 | 2132 | 1985 | Hakkuupinta-ala | 209 | 200 | 191 |
| | | | | | Koivu | 2775 | 1806 | 1618 | Koivu | 845 | 908 | 943 | Kavatushakkuu, kankaat | 110 | 115 | 108 |
| Tukkitilavuus | 113145 | 127234 | 145944 | 158561 | Muu puu | 427 | 263 | 226 | Muu puu | 185 | 176 | 153 | Kavatushakkuu, turvemaa | 40 | 41 | 49 |
| Manty | 81878 | 92932 | 108641 | 119473 | | | | | | | | | Uudistushakkuu, kankaat | 53 | 39 | 29 |
| Kuusi | 30142 | 32819 | 35293 | 36718 | Turvemaat | 4299 | 4417 | 5206 | Turvemaat | 2252 | 3025 | 3585 | Uudistushakkuu, turvemaa | 6 | 5 | 5 |
| Koivu | 914 | 1242 | 1675 | 1935 | Manty | 1846 | 2296 | 2768 | Manty | 1054 | 1642 | 2059 | | | | |
| Muu puu | 211 | 241 | 336 | 436 | Kuusi | 780 | 764 | 931 | Kuusi | 569 | 661 | 817 | UUDISTAMINEN, | 74 | 44 | 34 |
| | | | | | Koivu | 1593 | 1276 | 1382 | Koivu | 602 | 679 | 642 | Kangasmaat | 65 | 39 | 29 |
| Kuitutilavuus | 354713 | 391024 | 445106 | 476789 | Muu puu | 80 | 81 | 125 | Muu puu | 27 | 43 | 67 | Turvemaat | 10 | 6 | 5 |
| Manty | 236374 | 261126 | 298687 | 321290 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 64180 | 67640 | 75552 | 80520 | LUONNONPOISTUMA | 3919 | 2520 | 2912 | Tukkipertymä | 3941 | 4251 | 4251 | Raivaus | 42 | 25 | 20 |
| Koivu | 47703 | 55322 | 63062 | 66716 | Manty | 1421 | 1186 | 1411 | Manty | 2929 | 3102 | 3102 | Kangasmaat | 37 | 21 | 17 |
| Muu puu | 6456 | 6936 | 7806 | 8263 | Kuusi | 290 | 138 | 193 | Kuusi | 991 | 1122 | 1122 | Turvemaat | 5 | 4 | 3 |
| | | | | | Koivu | 2018 | 1102 | 1195 | Koivu | 17 | 21 | 24 | | | | |
| TURVEMAAT | 196962 | 255246 | 316012 | 344266 | Muu puu | 191 | 94 | 114 | Muu puu | 4 | 6 | 3 | Maanmuokkaus | 61 | 42 | 32 |
| Manty | 109902 | 144174 | 174970 | 187971 | | | | | | | | | Kangasmaat | 55 | 37 | 28 |
| Kuusi | 35742 | 48455 | 64744 | 73631 | Kankaat | 2533 | 1394 | 1562 | Kankaat | 3502 | 3598 | 3388 | Turvemaat | 7 | 5 | 5 |
| Koivu | 49491 | 59744 | 72072 | 77885 | Manty | 841 | 612 | 775 | Manty | 2680 | 2686 | 2493 | | | | |
| Muu puu | 1826 | 2874 | 4227 | 4779 | Kuusi | 205 | 91 | 127 | Kuusi | 805 | 891 | 875 | Taimikonhoito | 91 | 29 | 35 |
| | | | | | Koivu | 1332 | 631 | 597 | Koivu | 14 | 16 | 17 | Kangasmaat | 72 | 27 | 33 |
| Tukkitilavuus | 18786 | 28896 | 42250 | 50329 | Muu puu | 155 | 59 | 62 | Muu puu | 4 | 5 | 3 | Turvemaat | 20 | 2 | 2 |
| Manty | 12328 | 19707 | 28503 | 32855 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 6081 | 8333 | 12184 | 15402 | Turvemaat | 1386 | 1126 | 1351 | Turvemaat | 439 | 653 | 863 | Ojitus | 12 | 16 | 26 |
| Koivu | 339 | 796 | 1479 | 1915 | Manty | 580 | 573 | 636 | Manty | 248 | 416 | 609 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 |
| Muu puu | 37 | 60 | 83 | 156 | Kuusi | 85 | 47 | 66 | Kuusi | 187 | 231 | 248 | Turvemaat | 12 | 16 | 26 |
| | | | | | Koivu | 686 | 471 | 598 | Koivu | 4 | 5 | 7 | | | | |
| Kuitutilavuus | 140854 | 186936 | 234596 | 257382 | Muu puu | 36 | 35 | 52 | Muu puu | 0 | 1 | 0 | | | | |
| Manty | 81645 | 106775 | 128644 | 138390 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 23906 | 33140 | 45814 | 51907 | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 34238 | 45043 | 56825 | 63166 | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 1065 | 1978 | 3313 | 3919 | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 2a: Etelä-Suomi KMO 2015 -skenaario S2: Puun tuonti alas.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------------|---------|---------|--------|-----------------------------------|-----------|-----------|-------|-----------------|-----------|-----------|-------|--------------------------|-----------|-----------|-------|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | |
| PINTA-ALA | 11823 | 11823 | 11823 | 11823 | KASVU | 68814 | 67661 | 73180 | HAKKUUIPOISTUMA | 54542 | 54275 | 53857 | Kuitukertymä | 26844 | 28873 | 29140 |
| Kankaat | 8661 | 8661 | 8661 | 8661 | Manty | 26117 | 26373 | 27331 | Manty | 19880 | 19945 | 20007 | Manty | 9914 | 10169 | 10477 |
| Turvemaat | 3163 | 3163 | 3163 | 3163 | Kuusi | 24748 | 25934 | 28969 | Kuusi | 22630 | 21987 | 21719 | Kuusi | 8635 | 9245 | 9122 |
| | | | | | Koivu | 14011 | 12388 | 14223 | Koivu | 9520 | 9902 | 9824 | Koivu | 6577 | 7545 | 7611 |
| PUUNTUOTANTO | 11508 | 11508 | 11508 | 11508 | Muu puu | 3938 | 2965 | 2657 | Muu puu | 2512 | 2442 | 2307 | Muu puu | 1717 | 1915 | 1931 |
| Metsämaa | 10871 | 10871 | 10871 | 10871 | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 10374 | 10374 | 10374 | 10374 | Kankaat | 55180 | 54396 | 60016 | Kankaat | 44387 | 45241 | 44132 | Kankaat | 20969 | 23309 | 23351 |
| Rajoitettu | 497 | 497 | 497 | 497 | Manty | 20571 | 21193 | 22456 | Manty | 16134 | 16266 | 16025 | Manty | 7672 | 8057 | 8310 |
| Kitumaa | 391 | 391 | 391 | 391 | Kuusi | 20313 | 20915 | 23431 | Kuusi | 19099 | 19176 | 18497 | Kuusi | 7212 | 7808 | 7549 |
| Joutumaa | 247 | 247 | 247 | 247 | Koivu | 10843 | 9843 | 11991 | Koivu | 6862 | 7620 | 7612 | Koivu | 4517 | 5729 | 5824 |
| | | | | | Muu puu | 3452 | 2445 | 2138 | Muu puu | 2293 | 2179 | 1997 | Muu puu | 1567 | 1716 | 1667 |
| SUOJELU | 315 | 315 | 315 | 315 | | | | | | | | | | | | |
| Metsämaa | 173 | 173 | 173 | 173 | Turvemaat | 13634 | 13265 | 13164 | Turvemaat | 10155 | 9034 | 9726 | Turvemaat | 5875 | 5564 | 5790 |
| Kitumaa | 36 | 36 | 36 | 36 | Manty | 5546 | 5180 | 4875 | Manty | 3747 | 3679 | 3982 | Manty | 2242 | 2112 | 2167 |
| Joutumaa | 106 | 106 | 106 | 106 | Kuusi | 4435 | 5019 | 5538 | Kuusi | 3531 | 2811 | 3222 | Kuusi | 1423 | 1437 | 1573 |
| | | | | | Koivu | 3167 | 2545 | 2232 | Koivu | 2658 | 2281 | 2212 | Koivu | 2060 | 1816 | 1787 |
| TILAVUUS | 1459526 | 1513082 | 1596163 | ##### | Muu puu | 486 | 521 | 519 | Muu puu | 219 | 263 | 310 | Muu puu | 150 | 200 | 264 |
| Manty | 637545 | 679180 | 729069 | 758346 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 524712 | 535641 | 569404 | 602727 | KOKONAISPOISTUMA | 63097 | 59353 | 58449 | HAKKUUKERTYMA | 50044 | 52138 | 52158 | Kasvatushakkuu, kangas | 13944 | 20880 | 23644 |
| Koivu | 236551 | 240758 | 242137 | 254517 | Manty | 21833 | 21384 | 21476 | Manty | 18882 | 19485 | 19506 | Kasvatushakkuu, turvema- | 3800 | 4324 | 4966 |
| Muu puu | 60718 | 57502 | 55555 | 54230 | Kuusi | 23747 | 22558 | 22304 | Kuusi | 21350 | 21260 | 21260 | | | | |
| | | | | | Koivu | 13290 | 12251 | 11747 | Koivu | 7848 | 9188 | 9220 | Uudistushakkuu, kangas | 26803 | 22686 | 19222 |
| | | | | | Muu puu | 4228 | 3160 | 2922 | Muu puu | 1964 | 2204 | 2173 | Uudistushakkuu, turvema- | 5498 | 4248 | 4327 |
| KANGASMAAT | 1158096 | 1198999 | 1253753 | ##### | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 489374 | 520896 | 560785 | 588065 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 445582 | 448372 | 461573 | 484323 | Kankaat | 50721 | 48921 | 47332 | Kankaat | 40747 | 43566 | 42866 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | |
| Koivu | 168328 | 178955 | 183906 | 198956 | Manty | 17400 | 17204 | 17000 | Manty | 15300 | 15898 | 15616 | | | | |
| Muu puu | 54812 | 50776 | 47489 | 45828 | Kuusi | 19974 | 19595 | 18881 | Kuusi | 18052 | 18570 | 18147 | Hakkuupinta-ala | 415 | 407 | 435 |
| | | | | | Koivu | 9533 | 9348 | 8981 | Koivu | 5604 | 7134 | 7221 | Kavatushakkuu, kankaat | 216 | 240 | 275 |
| Tukkittilavuus | 425998 | 448040 | 475732 | 506017 | Muu puu | 3814 | 2773 | 2471 | Muu puu | 1791 | 1964 | 1881 | Kavatushakkuu, turvema- | 61 | 58 | 65 |
| Manty | 180486 | 196852 | 219026 | 235801 | | | | | | | | | Uudistushakkuu, kankaat | 108 | 86 | 72 |
| Kuusi | 214776 | 215548 | 214842 | 223561 | Turvemaat | 12376 | 10432 | 11116 | Turvemaat | 9297 | 8572 | 9292 | Uudistushakkuu, turvema- | 30 | 23 | 23 |
| Koivu | 25058 | 29501 | 35391 | 39904 | Manty | 4433 | 4181 | 4475 | Manty | 3582 | 3587 | 3889 | | | | |
| Muu puu | 5678 | 6139 | 6473 | 6752 | Kuusi | 3773 | 2963 | 3424 | Kuusi | 3297 | 2690 | 3113 | UUDISTAMINEN, | 168 | 109 | 95 |
| | | | | | Koivu | 3757 | 2902 | 2766 | Koivu | 2245 | 2054 | 1999 | Kangasmaat | 132 | 86 | 72 |
| Kuitutillavuus | 644354 | 678995 | 728033 | 759296 | Muu puu | 414 | 387 | 452 | Muu puu | 173 | 240 | 291 | Turvemaat | 36 | 23 | 23 |
| Manty | 287488 | 302736 | 324300 | 334043 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 204896 | 208810 | 231142 | 244209 | LUONNONPOISTUMA | 8555 | 5077 | 4591 | Tukkikertymä | 23201 | 23264 | 23018 | Raivaus | 68 | 34 | 32 |
| Koivu | 115168 | 130265 | 134720 | 144833 | Manty | 1953 | 1439 | 1468 | Manty | 8968 | 9317 | 9029 | Kangasmaat | 48 | 21 | 18 |
| Muu puu | 36802 | 37184 | 37871 | 36212 | Kuusi | 1117 | 571 | 585 | Kuusi | 12714 | 12015 | 12138 | Turvemaat | 19 | 14 | 14 |
| | | | | | Koivu | 3770 | 2349 | 1923 | Koivu | 1271 | 1644 | 1609 | | | | |
| TURVEMAAT | 301430 | 314084 | 342411 | 352648 | Muu puu | 1716 | 718 | 615 | Muu puu | 247 | 289 | 242 | Maanvuokkaus | 141 | 98 | 87 |
| Manty | 148171 | 158285 | 168283 | 170281 | | | | | | | | | Kangasmaat | 112 | 80 | 67 |
| Kuusi | 79130 | 87269 | 107831 | 118405 | Kankaat | 6335 | 3680 | 3201 | Kankaat | 19778 | 20257 | 19515 | Turvemaat | 28 | 18 | 20 |
| Koivu | 68223 | 61803 | 58231 | 55561 | Manty | 1267 | 938 | 975 | Manty | 7628 | 7841 | 7306 | | | | |
| Muu puu | 5906 | 6726 | 8066 | 8402 | Kuusi | 875 | 419 | 384 | Kuusi | 10840 | 10763 | 10598 | Taimikonhoito | 124 | 39 | 53 |
| | | | | | Koivu | 2671 | 1728 | 1369 | Koivu | 1087 | 1405 | 1397 | Kangasmaat | 110 | 33 | 41 |
| Tukkittilavuus | 74513 | 82272 | 97571 | 106052 | Muu puu | 1521 | 595 | 473 | Muu puu | 224 | 248 | 214 | Turvemaat | 14 | 6 | 12 |
| Manty | 38781 | 46822 | 54784 | 57158 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 31018 | 29697 | 36419 | 41881 | Turvemaat | 2221 | 1398 | 1391 | Turvemaat | 3423 | 3007 | 3502 | Ojitus | 22 | 16 | 23 |
| Koivu | 4003 | 4973 | 5516 | 5903 | Manty | 686 | 501 | 493 | Manty | 1340 | 1475 | 1723 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 |
| Muu puu | 711 | 781 | 853 | 1111 | Kuusi | 242 | 151 | 202 | Kuusi | 1874 | 1253 | 1540 | Turvemaat | 22 | 16 | 23 |
| | | | | | Koivu | 1098 | 621 | 554 | Koivu | 185 | 239 | 213 | | | | |
| Kuitutillavuus | 194320 | 202804 | 220635 | 224134 | Muu puu | 194 | 124 | 141 | Muu puu | 23.65 | 40,7 | 27,5 | | | | |
| Manty | 99571 | 102068 | 104746 | 104700 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 40651 | 49484 | 65012 | 70522 | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 50196 | 46473 | 44356 | 42224 | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 3901 | 4778 | 6522 | 6688 | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 2b: Pohjois-Suomi KMO 2015 -skenaario S2: Puun tuonti alas.

| TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 |
| PINTA-ALA | 14187 | 14187 | 14187 | 14187 | KASVU | 28915 | 29160 | 31004 | HAKKUUIPOISTUMA | 15131 | 15094 | 14783 | Kuitukertymä | 8794 | 9842 | 9851 |
| Kankaat | 8376 | 8376 | 8376 | 8376 | Manty | 17517 | 18349 | 19798 | Manty | 9077 | 9308 | 9271 | Manty | 5242 | 5898 | 5898 |
| Turvemaat | 5811 | 5811 | 5811 | 5811 | Kuusi | 5223 | 5596 | 6031 | Kuusi | 3117 | 3042 | 2955 | Kuusi | 1676 | 1702 | 1711 |
| | | | | | Koivu | 5593 | 4690 | 4614 | Koivu | 2806 | 2426 | 2336 | Koivu | 1656 | 1968 | 2042 |
| PUUNTUOTANTO | 10932 | 10932 | 10932 | 10932 | Muu puu | 582 | 526 | 561 | Muu puu | 332 | 319 | 221 | Muu puu | 220 | 275 | 201 |
| Metsämaa | 8132 | 8132 | 8132 | 8132 | | | | | | | | | | | | |
| Rajoitamaton | 7466 | 7466 | 7466 | 7466 | Kankaat | 18863 | 18749 | 20254 | Kankaat | 11973 | 11281 | 10535 | Kankaat | 6764 | 7036 | 6787 |
| Rajoitettu | 666 | 666 | 666 | 666 | Manty | 12240 | 12972 | 14432 | Manty | 7772 | 7413 | 7067 | Manty | 4397 | 4537 | 4381 |
| Kilumaa | 1567 | 1567 | 1567 | 1567 | Kuusi | 3203 | 3215 | 3343 | Kuusi | 2382 | 2301 | 2042 | Kuusi | 1259 | 1252 | 1111 |
| Joutomaa | 1233 | 1233 | 1233 | 1233 | Koivu | 3013 | 2239 | 2146 | Koivu | 1540 | 1327 | 1266 | Koivu | 922 | 1043 | 1148 |
| | | | | | Muu puu | 406 | 323 | 333 | Muu puu | 279 | 240 | 160 | Muu puu | 186 | 205 | 146 |
| SUOJELU | 3255 | 3255 | 3255 | 3255 | | | | | | | | | | | | |
| Metsämaa | 912 | 912 | 912 | 912 | Turvemaat | 10052 | 10410 | 10750 | Turvemaat | 3158 | 3814 | 4248 | Turvemaat | 2030 | 2805 | 3064 |
| Kilumaa | 744 | 744 | 744 | 744 | Manty | 5277 | 5376 | 5366 | Manty | 1305 | 1894 | 2204 | Manty | 845 | 1361 | 1517 |
| Joutomaa | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | Kuusi | 2020 | 2381 | 2688 | Kuusi | 735 | 741 | 913 | Kuusi | 417 | 450 | 599 |
| | | | | | Koivu | 2579 | 2451 | 2468 | Koivu | 1065 | 1098 | 1070 | Koivu | 734 | 925 | 894 |
| | | | | | Muu puu | 176 | 203 | 228 | Muu puu | 53 | 80 | 61 | Muu puu | 34 | 70 | 54 |
| TILAVUUS | 720236 | 820111 | 936824 | 1004598 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 451435 | 521678 | 600656 | 646670 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 138681 | 157245 | 181434 | 195896 | KOKONAISPOISTUMA | 19019 | 17488 | 17449 | HAKKUUKERTYMA | 12743 | 14041 | 14050 | Kasvatushakkuu, kangas | 3264 | 5148 | 5604 |
| Koivu | 119912 | 130196 | 142563 | 148666 | Manty | 10488 | 10451 | 10595 | Manty | 8171 | 8948 | 8948 | Kasvatushakkuu, turvemaa | 1583 | 2500 | 2839 |
| Muu puu | 10208 | 10992 | 12171 | 13366 | Kuusi | 3404 | 3177 | 3139 | Kuusi | 2672 | 2820 | 2829 | | | | |
| | | | | | Koivu | 4607 | 3453 | 3393 | Koivu | 1675 | 1993 | 2070 | Uudistushakkuu, kangas | 7012 | 5400 | 4504 |
| KANGASMAAT | 523274 | 567561 | 628740 | 669981 | Muu puu | 520 | 408 | 322 | Muu puu | 224 | 281 | 204 | Uudistushakkuu, turvemaa | 884 | 993 | 1102 |
| Manty | 341533 | 377843 | 427505 | 460683 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 102938 | 109236 | 117488 | 123379 | Kankaat | 14496 | 12631 | 12006 | Kankaat | 10276 | 10548 | 10108 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | |
| Koivu | 70421 | 72267 | 75270 | 76870 | Manty | 8612 | 8006 | 7797 | Manty | 7083 | 7141 | 6822 | | | | |
| Muu puu | 8382 | 8214 | 8477 | 9049 | Kuusi | 2586 | 2390 | 2165 | Kuusi | 2066 | 2138 | 1969 | Hakkuupinta-ala | 215 | 212 | 205 |
| | | | | | Koivu | 2865 | 1939 | 1826 | Koivu | 937 | 1059 | 1168 | Kavatushakkuu, kankaat | 111 | 120 | 116 |
| Tukkipuuvuus | 113145 | 127137 | 146709 | 159688 | Muu puu | 432 | 297 | 219 | Muu puu | 190 | 210 | 150 | Kavatushakkuu, turvemaa | 43 | 46 | 52 |
| Manty | 81878 | 92896 | 109465 | 120596 | | | | | | | | | Uudistushakkuu, kankaat | 54 | 39 | 30 |
| Kuusi | 30142 | 32792 | 35316 | 36837 | Turvemaat | 4523 | 4857 | 5443 | Turvemaat | 2467 | 3494 | 3942 | Uudistushakkuu, turvemaa | 7 | 7 | 7 |
| Koivu | 914 | 1210 | 1595 | 1825 | Manty | 1876 | 2445 | 2799 | Manty | 1088 | 1807 | 2126 | | | | |
| Muu puu | 211 | 240 | 333 | 430 | Kuusi | 818 | 787 | 974 | Kuusi | 606 | 682 | 860 | UUDISTAMINEN, | 76 | 46 | 37 |
| | | | | | Koivu | 1741 | 1514 | 1567 | Koivu | 738 | 934 | 902 | Kangasmaat | 66 | 39 | 30 |
| | | | | | Muu puu | 88 | 111 | 103 | Muu puu | 35 | 71 | 54 | Turvemaat | 11 | 7 | 7 |
| Kuitupuuvuus | 354713 | 389179 | 440327 | 470279 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 236374 | 260237 | 296670 | 318478 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 64180 | 67802 | 75622 | 80608 | LUONNONPOISTUMA | 3888 | 2394 | 2667 | Tukkipuuvuus | 3949 | 4199 | 4199 | Raivaus | 44 | 27 | 23 |
| Koivu | 47703 | 54230 | 60525 | 63193 | Manty | 1411 | 1143 | 1325 | Manty | 2929 | 3050 | 3050 | Kangasmaat | 39 | 21 | 18 |
| Muu puu | 6456 | 6910 | 7510 | 8000 | Kuusi | 287 | 135 | 184 | Kuusi | 996 | 1118 | 1118 | Turvemaat | 6 | 6 | 4 |
| | | | | | Koivu | 2001 | 1028 | 1057 | Koivu | 19 | 25 | 28 | | | | |
| TURVEMAAT | 196962 | 252550 | 308084 | 334617 | Muu puu | 189 | 88 | 101 | Muu puu | 4 | 6 | 4 | Maanmuokaus | 63 | 43 | 35 |
| Manty | 109902 | 143835 | 173151 | 185988 | | | | | | | | | Kangasmaat | 55 | 37 | 28 |
| Kuusi | 35742 | 48008 | 63946 | 72516 | Kankaat | 2523 | 1351 | 1471 | Kankaat | 3512 | 3511 | 3321 | Turvemaat | 7 | 6 | 6 |
| Koivu | 49491 | 57929 | 67294 | 71795 | Manty | 841 | 593 | 729 | Manty | 2886 | 2604 | 2441 | | | | |
| Muu puu | 1826 | 2778 | 3694 | 4317 | Kuusi | 204 | 90 | 123 | Kuusi | 807 | 886 | 858 | Taimikonhoito | 91 | 29 | 34 |
| | | | | | Koivu | 1325 | 611 | 560 | Koivu | 15 | 16 | 19 | Kangasmaat | 72 | 27 | 32 |
| Tukkipuuvuus | 18786 | 28859 | 41632 | 49434 | Muu puu | 153 | 57 | 59 | Muu puu | 4 | 5 | 3 | Turvemaat | 20 | 2 | 2 |
| Manty | 12328 | 19755 | 28202 | 32498 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 6081 | 8275 | 12022 | 15088 | Turvemaat | 1365 | 1043 | 1195 | Turvemaat | 437 | 688 | 878 | Ojitus | 14 | 18 | 27 |
| Koivu | 339 | 771 | 1341 | 1709 | Manty | 571 | 550 | 595 | Manty | 243 | 446 | 609 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 |
| Muu puu | 37 | 58 | 68 | 139 | Kuusi | 83 | 46 | 61 | Kuusi | 189 | 233 | 261 | Turvemaat | 14 | 18 | 27 |
| | | | | | Koivu | 676 | 416 | 497 | Koivu | 4 | 9 | 9 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 36 | 31 | 42 | Muu puu | 0 | 1 | 0 | | | | |
| Kuitupuuvuus | 140854 | 184437 | 227837 | 249346 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 81645 | 106390 | 127201 | 136860 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 23906 | 32750 | 45202 | 51164 | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 34238 | 43391 | 52576 | 57766 | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 1065 | 1907 | 2859 | 3555 | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 3a: Etelä-Suomi KMO 2015 -skenaario S3: Puun tuonti alas ja metsien lisäsuojelua 394 200 ha.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|---------|---------|---------|-----------------------------------|-----------|-----------|-------|---------------|-----------|-----------|-------|--------------------------|-----------|-----------|-------|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | |
| PINTA-ALA | 11823 | 11823 | 11823 | 11823 | KASVU | 68649 | 67480 | 72821 | HAKKUPOISTUMA | 54156 | 52450 | 53119 | Kuitukertymä | 26899 | 28395 | 29224 |
| Kankaat | 8661 | 8661 | 8661 | 8661 | Manty | 26021 | 26395 | 27546 | Manty | 19838 | 18889 | 20038 | Manty | 10038 | 9861 | 10677 |
| Turvemaat | 3163 | 3163 | 3163 | 3163 | Kuusi | 24658 | 25729 | 28537 | Kuusi | 22312 | 21355 | 21101 | Kuusi | 8637 | 9176 | 9124 |
| | | | | | Koivu | 14018 | 12399 | 14124 | Koivu | 9596 | 9796 | 9771 | Koivu | 6606 | 7484 | 7563 |
| | | | | | Muu puu | 3952 | 2956 | 2615 | Muu puu | 2410 | 2410 | 2210 | Muu puu | 1618 | 1874 | 1860 |
| PUUNTUOTANTO | 11114 | 11114 | 11114 | 11114 | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 10476 | 10476 | 10476 | 10476 | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 10037 | 10037 | 10037 | 10037 | Kankaat | 55009 | 54292 | 59822 | Kankaat | 44477 | 43502 | 43499 | Kankaat | 21118 | 22810 | 23428 |
| Rajoitettu | 439 | 439 | 439 | 439 | Manty | 20486 | 21216 | 22668 | Manty | 16127 | 15344 | 16129 | Manty | 7767 | 7795 | 8508 |
| Kitumaa | 391 | 391 | 391 | 391 | Kuusi | 20209 | 20747 | 23081 | Kuusi | 19193 | 18533 | 17866 | Kuusi | 7317 | 7709 | 7504 |
| Joutomaa | 247 | 247 | 247 | 247 | Koivu | 10843 | 9861 | 11925 | Koivu | 6953 | 7477 | 7583 | Koivu | 4555 | 5633 | 5800 |
| | | | | | Muu puu | 3471 | 2468 | 2147 | Muu puu | 2203 | 2148 | 1920 | Muu puu | 1479 | 1673 | 1616 |
| SUOJELU | 709 | 709 | 709 | 709 | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 567 | 567 | 567 | 567 | Turvemaat | 13641 | 13188 | 12999 | Turvemaat | 9880 | 8948 | 9620 | Turvemaat | 5781 | 5584 | 5796 |
| Kitumaa | 36 | 36 | 36 | 36 | Manty | 5535 | 5180 | 4877 | Manty | 3711 | 3546 | 3909 | Manty | 2271 | 2065 | 2169 |
| Joutomaa | 106 | 106 | 106 | 106 | Kuusi | 4449 | 4982 | 5456 | Kuusi | 3119 | 2822 | 3234 | Kuusi | 1320 | 1467 | 1620 |
| | | | | | Koivu | 3175 | 2538 | 2198 | Koivu | 2643 | 2318 | 2187 | Koivu | 2051 | 1851 | 1763 |
| | | | | | Muu puu | 481 | 488 | 468 | Muu puu | 206 | 262 | 290 | Muu puu | 139 | 201 | 244 |
| TILAVUUS | 1459526 | 1515548 | 1614380 | 1689465 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 637545 | 678434 | 738893 | 768916 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 524712 | 538259 | 576036 | 610102 | KOKONAIPOISTUMA | 62742 | 57596 | 57804 | HAKKUUKERTYMA | 49632 | 50296 | 51414 | Kasvatushakkuu, kangas | 13813 | 20090 | 23585 |
| Koivu | 236551 | 240493 | 243089 | 255212 | Manty | 21807 | 20349 | 21541 | Manty | 18835 | 18416 | 19535 | Kasvatushakkuu, turvemaa | 3818 | 4212 | 4866 |
| Muu puu | 60718 | 58362 | 56362 | 55236 | Kuusi | 23448 | 21951 | 21724 | Kuusi | 21029 | 20636 | 20636 | | | | |
| | | | | | Koivu | 13342 | 12140 | 11699 | Koivu | 7898 | 9076 | 9168 | Uudistushakkuu, kangas | 27010 | 21728 | 18659 |
| | | | | | Muu puu | 4145 | 3156 | 2840 | Muu puu | 1870 | 2167 | 2076 | Uudistushakkuu, turvemaa | 4993 | 4266 | 4305 |
| KANGASMAAT | 1158096 | 1196891 | 1267373 | 1332564 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 489374 | 519645 | 568718 | 596362 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 445582 | 447385 | 465102 | 489067 | Kankaat | 50854 | 47244 | 46784 | Kankaat | 40822 | 41818 | 42243 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | |
| Koivu | 168328 | 178256 | 184931 | 199825 | Manty | 17422 | 16308 | 17140 | Manty | 15292 | 14968 | 15727 | | | | |
| Muu puu | 54812 | 51605 | 48622 | 47311 | Kuusi | 20082 | 18976 | 18288 | Kuusi | 18144 | 17937 | 17517 | Hakkuupinta-ala | 416 | 399 | 440 |
| | | | | | Koivu | 9609 | 9194 | 8947 | Koivu | 5675 | 6985 | 7196 | Kavatushakkuu, kankaat | 216 | 236 | 282 |
| Tukkitilavuus | 425998 | 448000 | 485900 | 518148 | Muu puu | 3740 | 2766 | 2409 | Muu puu | 1710 | 1928 | 1804 | Kavatushakkuu, turvemaa | 61 | 58 | 65 |
| Manty | 180486 | 197025 | 224664 | 241142 | | | | | | | | | Uudistushakkuu, kankaat | 110 | 82 | 71 |
| Kuusi | 214776 | 215669 | 219111 | 229926 | Turvemaat | 11888 | 10353 | 11020 | Turvemaat | 8810 | 8478 | 9171 | Uudistushakkuu, turvemaa | 29 | 23 | 23 |
| Koivu | 25058 | 29207 | 35732 | 40212 | Manty | 4385 | 4041 | 4401 | Manty | 3543 | 3449 | 3808 | | | | |
| Muu puu | 5678 | 6100 | 6393 | 6867 | Kuusi | 3365 | 2976 | 3436 | Kuusi | 2884 | 2699 | 3119 | UUDISTAMINEN, | 168 | 105 | 94 |
| | | | | | Koivu | 3733 | 2946 | 2752 | Koivu | 2223 | 2091 | 1972 | Kangasmaat | 134 | 83 | 71 |
| | | | | | Muu puu | 405 | 390 | 431 | Muu puu | 160 | 239 | 272 | Turvemaat | 34 | 23 | 23 |
| Kuitutilavuus | 644354 | 676993 | 731425 | 762920 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 287488 | 301415 | 326199 | 336756 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 204896 | 207739 | 230577 | 242964 | LUONNONPOISTUMA | 8585 | 5146 | 4684 | Tukkipertymä | 22733 | 21901 | 22190 | Raivaus | 65 | 33 | 32 |
| Koivu | 115168 | 129875 | 135533 | 145583 | Manty | 1969 | 1460 | 1503 | Manty | 8797 | 8555 | 8857 | Kangasmaat | 46 | 20 | 18 |
| Muu puu | 36802 | 37964 | 39117 | 37619 | Kuusi | 1135 | 596 | 623 | Kuusi | 12392 | 11460 | 11512 | Turvemaat | 18 | 13 | 14 |
| | | | | | Koivu | 3746 | 2344 | 1928 | Koivu | 1292 | 1592 | 1605 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 1735 | 746 | 630 | Muu puu | 252 | 293 | 215 | Maanmuokkaus | 144 | 97 | 87 |
| TURVEMAAT | 301430 | 318658 | 347007 | 356901 | | | | | | | | | Kangasmaat | 117 | 78 | 67 |
| Manty | 148171 | 158789 | 170175 | 172554 | | | | | | | | | Turvemaat | 27 | 19 | 20 |
| Kuusi | 79130 | 90874 | 110934 | 121035 | Kankaat | 6377 | 3742 | 3285 | Kankaat | 19704 | 19007 | 18815 | Turvemaat | | | |
| Koivu | 68223 | 62237 | 58158 | 55387 | Manty | 1294 | 965 | 1010 | Manty | 7525 | 7172 | 7218 | | | | |
| Muu puu | 5906 | 6757 | 7740 | 7925 | Kuusi | 889 | 442 | 422 | Kuusi | 10827 | 10229 | 10013 | Taimikonhoito | 124 | 41 | 51 |
| | | | | | Koivu | 2656 | 1717 | 1363 | Koivu | 1121 | 1352 | 1396 | Kangasmaat | 110 | 35 | 39 |
| | | | | | Muu puu | 1537 | 618 | 489 | Muu puu | 231 | 255 | 188 | Turvemaat | 14 | 6 | 13 |
| Tukkitilavuus | 74513 | 86052 | 102180 | 110801 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 38781 | 47464 | 56070 | 58775 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 31018 | 32636 | 39597 | 44960 | Turvemaat | 2208 | 1405 | 1400 | Turvemaat | 3029 | 2894 | 3375 | Ojitus | 22 | 16 | 23 |
| Koivu | 4003 | 5161 | 5662 | 6003 | Manty | 675 | 495 | 493 | Manty | 1272 | 1383 | 1639 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 |
| Muu puu | 711 | 790 | 852 | 1063 | Kuusi | 246 | 154 | 201 | Kuusi | 1564 | 1232 | 1499 | Turvemaat | 22 | 16 | 23 |
| | | | | | Koivu | 1089 | 628 | 565 | Koivu | 172 | 240 | 209 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 198 | 128 | 141 | Muu puu | 21 | 38 | 28 | | | | |
| Kuitutilavuus | 194320 | 203569 | 220619 | 223829 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 99571 | 101929 | 105356 | 105444 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 40651 | 50138 | 64981 | 70149 | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 50196 | 46705 | 44080 | 41974 | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 3901 | 4796 | 6202 | 6263 | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 3b: Pohjois-Suomi KMO 2015 -skenaario S3: Puun tuonti alas ja metsien lisäsuojelua 57 400 ha.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|--------|--------|---------|------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|------|------|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | |
| PINTA-ALA | 14187 | 14187 | 14187 | 14187 | KASVU | 28898 | 29135 | 30964 | HAKKUPOISTUMA | 15158 | 15156 | 14853 | Kuitukertymä | 8821 | 9917 | 9926 |
| Kankaat | 8376 | 8376 | 8376 | 8376 | Manty | 17514 | 18356 | 19804 | Manty | 9087 | 9342 | 9306 | Manty | 5247 | 5929 | 5929 |
| Turvemaat | 5811 | 5811 | 5811 | 5811 | Kuusi | 5220 | 5584 | 6008 | Kuusi | 3104 | 3007 | 2935 | Kuusi | 1672 | 1696 | 1705 |
| | | | | | Koivu | 5583 | 4669 | 4594 | Koivu | 2632 | 2496 | 2344 | Koivu | 1678 | 2025 | 2048 |
| PUUNTUOTANTO | 10875 | 10875 | 10875 | 10875 | Muu puu | 581 | 527 | 558 | Muu puu | 335 | 312 | 267 | Muu puu | 223 | 268 | 245 |
| Metsämaa | 8075 | 8075 | 8075 | 8075 | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 7426 | 7426 | 7426 | 7426 | Kankaat | 18856 | 18734 | 20241 | Kankaat | 12004 | 11311 | 10475 | Kankaat | 6790 | 7077 | 6757 |
| Rajoitettu | 649 | 649 | 649 | 649 | Manty | 12238 | 12972 | 14434 | Manty | 7763 | 7443 | 7011 | Manty | 4389 | 4562 | 4349 |
| Kitumaa | 1567 | 1567 | 1567 | 1567 | Kuusi | 3201 | 3208 | 3331 | Kuusi | 2401 | 2267 | 2024 | Kuusi | 1275 | 1241 | 1103 |
| Joutomaa | 1233 | 1233 | 1233 | 1233 | Koivu | 3013 | 2230 | 2145 | Koivu | 1558 | 1369 | 1244 | Koivu | 937 | 1075 | 1124 |
| | | | | | Muu puu | 405 | 324 | 332 | Muu puu | 283 | 232 | 196 | Muu puu | 189 | 198 | 181 |
| SUOJELU | 3312 | 3312 | 3312 | 3312 | | | | | | | | | | | | |
| Metsämaa | 969 | 969 | 969 | 969 | Turvemaat | 10042 | 10402 | 10723 | Turvemaat | 3154 | 3845 | 4378 | Turvemaat | 2031 | 2841 | 3170 |
| Kitumaa | 744 | 744 | 744 | 744 | Manty | 5276 | 5384 | 5370 | Manty | 1324 | 1899 | 2295 | Manty | 858 | 1367 | 1580 |
| Joutomaa | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | Kuusi | 2020 | 2375 | 2677 | Kuusi | 703 | 740 | 911 | Kuusi | 398 | 454 | 602 |
| | | | | | Koivu | 2570 | 2440 | 2449 | Koivu | 1075 | 1126 | 1101 | Koivu | 741 | 949 | 924 |
| | | | | | Muu puu | 176 | 203 | 227 | Muu puu | 53 | 80 | 71 | Muu puu | 34 | 70 | 64 |
| TILAVUUS | 720236 | 819655 | 935565 | 1002890 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 451435 | 521545 | 600256 | 646126 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 138681 | 157385 | 181788 | 196211 | KOKONAISPOISTUMA | 19043 | 17544 | 17499 | HAKKUUKERTYMA | 12762 | 14102 | 14111 | Kasvatushakkuu, kangas | 3343 | 5175 | 5525 |
| Koivu | 119912 | 129767 | 141300 | 147371 | Manty | 10497 | 10485 | 10630 | Manty | 8180 | 8985 | 8985 | Kasvatushakkuu, turvemaa | 1584 | 2490 | 2908 |
| Muu puu | 10208 | 10958 | 12222 | 13183 | Kuusi | 3389 | 3143 | 3123 | Kuusi | 2658 | 2792 | 2802 | | | | |
| | | | | | Koivu | 4633 | 3516 | 3380 | Koivu | 1698 | 2050 | 2074 | Uudistushakkuu, kangas | 6956 | 5403 | 4518 |
| | | | | | Muu puu | 523 | 400 | 366 | Muu puu | 227 | 274 | 249 | Uudistushakkuu, turvemaa | 879 | 1034 | 1160 |
| KANGASMAAT | 523274 | 567343 | 628079 | 669611 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 341533 | 377988 | 427341 | 460813 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 102938 | 109087 | 117601 | 123516 | Kankaat | 14518 | 12660 | 11935 | Kankaat | 10299 | 10578 | 10043 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | |
| Koivu | 70421 | 72088 | 74609 | 76363 | Manty | 8599 | 8037 | 7740 | Manty | 7071 | 7174 | 6770 | | | | |
| Muu puu | 8382 | 8180 | 8528 | 8919 | Kuusi | 2604 | 2357 | 2148 | Kuusi | 2083 | 2110 | 1946 | Hakkuupinta-ala | 216 | 213 | 207 |
| | | | | | Koivu | 2881 | 1978 | 1794 | Koivu | 953 | 1092 | 1141 | Kavatushakkuu, kankaat | 113 | 121 | 116 |
| | | | | | Muu puu | 435 | 289 | 253 | Muu puu | 193 | 203 | 185 | Kavatushakkuu, turvemaa | 43 | 46 | 54 |
| Tukkitilavuus | 113145 | 127145 | 146649 | 159716 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 81878 | 92888 | 109249 | 120406 | Manty | 4524 | 4884 | 5564 | Turvemaat | 2463 | 3524 | 4068 | Uudistushakkuu, turvemaa | 7 | 7 | 7 |
| Kuusi | 30142 | 32812 | 35482 | 37060 | Turvemaat | 1898 | 2448 | 2891 | Manty | 1109 | 1812 | 2215 | | | | |
| Koivu | 914 | 1207 | 1585 | 1825 | Manty | 786 | 787 | 975 | Kuusi | 575 | 683 | 855 | UUDISTAMINEN, | 75 | 47 | 37 |
| Muu puu | 211 | 239 | 333 | 425 | Koivu | 1752 | 1539 | 1586 | Koivu | 745 | 958 | 933 | Kangasmaat | 65 | 40 | 30 |
| | | | | | Muu puu | 88 | 111 | 113 | Muu puu | 35 | 71 | 64 | Turvemaat | 11 | 7 | 7 |
| Kuitutilavuus | 354713 | 388977 | 439716 | 469879 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 236374 | 260399 | 296702 | 318753 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 64180 | 67659 | 75529 | 80525 | LUONNONPOISTUMA | 3884 | 2388 | 2646 | Tukkikertymä | 3941 | 4184 | 4184 | Raivaus | 43 | 28 | 23 |
| Koivu | 47703 | 54041 | 59926 | 62720 | Manty | 1411 | 1143 | 1324 | Manty | 2933 | 3056 | 3056 | Kangasmaat | 37 | 22 | 18 |
| Muu puu | 6456 | 6878 | 7559 | 7881 | Kuusi | 285 | 137 | 188 | Kuusi | 985 | 1097 | 1097 | Turvemaat | 5 | 6 | 5 |
| | | | | | Koivu | 2001 | 1021 | 1036 | Koivu | 19 | 25 | 27 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 188 | 88 | 99 | Muu puu | 4 | 6 | 5 | Maanmuokkaus | 62 | 44 | 35 |
| TURVEMAAT | 196962 | 252313 | 307486 | 333280 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 109902 | 143557 | 172915 | 185313 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 35742 | 48299 | 64186 | 72695 | Kankaat | 2514 | 1349 | 1460 | Kankaat | 3509 | 3501 | 3286 | Turvemaat | 7 | 7 | 7 |
| Koivu | 49491 | 57679 | 66890 | 71008 | Manty | 837 | 594 | 728 | Manty | 2682 | 2612 | 2421 | | | | |
| Muu puu | 1826 | 2778 | 3694 | 4263 | Kuusi | 202 | 90 | 124 | Kuusi | 808 | 868 | 843 | Taimikonhoito | 91 | 29 | 34 |
| | | | | | Koivu | 1323 | 608 | 551 | Koivu | 15 | 16 | 18 | Kangasmaat | 72 | 27 | 32 |
| | | | | | Muu puu | 152 | 57 | 57 | Muu puu | 4 | 5 | 4 | Turvemaat | 20 | 2 | 2 |
| Tukkitilavuus | 18786 | 28889 | 41667 | 49266 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 12328 | 19676 | 28115 | 32256 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 6081 | 8383 | 12149 | 15187 | Turvemaat | 1370 | 1039 | 1186 | Turvemaat | 432 | 683 | 898 | Ojitus | 15 | 19 | 27 |
| Koivu | 339 | 773 | 1335 | 1685 | Manty | 574 | 549 | 596 | Manty | 250 | 444 | 635 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 |
| Muu puu | 37 | 58 | 68 | 137 | Kuusi | 83 | 47 | 64 | Kuusi | 177 | 228 | 253 | Turvemaat | 15 | 17 | 19 |
| | | | | | Koivu | 677 | 412 | 485 | Koivu | 4 | 9 | 9 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 36 | 31 | 42 | Muu puu | 0 | 1 | 1 | | | | |
| Kuitutilavuus | 140854 | 184207 | 227218 | 248169 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 81645 | 106191 | 127059 | 136442 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 23906 | 32924 | 45292 | 51225 | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 34238 | 43186 | 52009 | 56997 | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 1065 | 1907 | 2859 | 3506 | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 3c: Pohjois-Suomi KMO 2015 -skenaario S3b: Puun tuonti alas ja metsien lisäsuojelua
 135 800 ha.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | 2006-2015 | | | | 2016-2025 | | | | 2026-2035 | | |
|---------------|------------------------------|--------|--------|---------|-----------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|--|--|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | | | |
| PINTA-ALA | 14187 | 14187 | 14187 | 14187 | KASVU | 28896 | 29141 | 30963 | HAKKUUIPOISTUMA | 15105 | 15066 | 14768 | Kuitukertymä | 8781 | 9857 | 9866 | | | | |
| Kankaat | 8376 | 8376 | 8376 | 8376 | Manty | 17512 | 18362 | 19808 | Manty | 9062 | 9303 | 9263 | Manty | 5225 | 5904 | 5904 | | | | |
| Turvemaat | 5811 | 5811 | 5811 | 5811 | Kuusi | 5217 | 5580 | 6004 | Kuusi | 3088 | 2976 | 2902 | Kuusi | 1663 | 1679 | 1688 | | | | |
| | | | | | Koivu | 5587 | 4676 | 4600 | Koivu | 2613 | 2485 | 2334 | Koivu | 1662 | 2017 | 2029 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 580 | 524 | 552 | Muu puu | 342 | 302 | 268 | Muu puu | 229 | 258 | 245 | | | | |
| PUUNTUOTANTO | 10796 | 10796 | 10796 | 10796 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 7996 | 7996 | 7996 | 7996 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 7386 | 7386 | 7386 | 7386 | Kankaat | 18856 | 18737 | 20244 | Kankaat | 11959 | 11248 | 10424 | Kankaat | 6752 | 7033 | 6719 | | | | |
| Rajoitettu | 610 | 610 | 610 | 610 | Manty | 12237 | 12977 | 14439 | Manty | 7722 | 7396 | 6993 | Manty | 4354 | 4531 | 4338 | | | | |
| Kitumaa | 1567 | 1567 | 1567 | 1567 | Kuusi | 3198 | 3204 | 3327 | Kuusi | 2402 | 2255 | 2010 | Kuusi | 1274 | 1232 | 1095 | | | | |
| Joutomaa | 1233 | 1233 | 1233 | 1233 | Koivu | 3016 | 2233 | 2147 | Koivu | 1545 | 1374 | 1225 | Koivu | 928 | 1081 | 1104 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 404 | 323 | 332 | Muu puu | 290 | 224 | 197 | Muu puu | 195 | 190 | 182 | | | | |
| SUOJELU | 3391 | 3391 | 3391 | 3391 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 1047 | 1047 | 1047 | 1047 | Turvemaat | 10040 | 10404 | 10719 | Turvemaat | 3146 | 3818 | 4343 | Turvemaat | 2029 | 2824 | 3147 | | | | |
| Kitumaa | 744 | 744 | 744 | 744 | Manty | 5275 | 5385 | 5389 | Manty | 1340 | 1908 | 2271 | Manty | 871 | 1373 | 1566 | | | | |
| Joutomaa | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | Kuusi | 2019 | 2376 | 2677 | Kuusi | 686 | 721 | 892 | Kuusi | 389 | 447 | 593 | | | | |
| | | | | | Koivu | 2570 | 2443 | 2453 | Koivu | 1068 | 1111 | 1110 | Koivu | 735 | 936 | 925 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 176 | 201 | 221 | Muu puu | 53 | 78 | 71 | Muu puu | 34 | 68 | 64 | | | | |
| TILAVUUS | 720236 | 820242 | 937104 | 1004813 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 451435 | 521800 | 600954 | 647047 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 138681 | 157549 | 182228 | 196783 | KOKONAIPOISTUMA | 18987 | 17455 | 17421 | HAKKUUKERTYMA | 12707 | 14013 | 14022 | Kasvatushakkuu, kangas | 3406 | 5158 | 5515 | | | | |
| Koivu | 119912 | 130004 | 141694 | 147837 | Manty | 10472 | 10446 | 10589 | Manty | 8151 | 8945 | 8945 | Kasvatushakkuu, turvema | 1597 | 2464 | 2898 | | | | |
| Muu puu | 10208 | 10889 | 12228 | 13146 | Kuusi | 3373 | 3112 | 3093 | Kuusi | 2642 | 2762 | 2771 | | | | | | | | |
| | | | | | Koivu | 4613 | 3507 | 3371 | Koivu | 1681 | 2042 | 2056 | Uudistushakkuu, kangas | 6847 | 5357 | 4475 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 530 | 390 | 369 | Muu puu | 234 | 264 | 250 | Uudistushakkuu, turvema | 857 | 1034 | 1134 | | | | |
| KANGASMAAT | 523274 | 567840 | 629185 | 670944 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 341533 | 378407 | 428240 | 461810 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 102938 | 109062 | 117657 | 123610 | Kankaat | 14473 | 12603 | 11892 | Kankaat | 10254 | 10515 | 9990 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | | | | | |
| Koivu | 70421 | 72254 | 74743 | 76590 | Manty | 8560 | 7993 | 7725 | Manty | 7029 | 7126 | 6749 | | | | | | | | |
| Muu puu | 8382 | 8116 | 8544 | 8932 | Kuusi | 2604 | 2345 | 2136 | Kuusi | 2083 | 2098 | 1933 | Hakkuupinta-ala | 215 | 213 | 207 | | | | |
| | | | | | Koivu | 2868 | 1984 | 1777 | Koivu | 943 | 1097 | 1122 | Kavatushakkuu, kankaat | 114 | 121 | 117 | | | | |
| Tukkitilavuus | 113145 | 127198 | 146860 | 159954 | Muu puu | 441 | 281 | 254 | Muu puu | 199 | 194 | 186 | Kavatushakkuu, turvema | 43 | 46 | 54 | | | | |
| Manty | 81878 | 92970 | 109475 | 120654 | | | | | | | | | Uudistushakkuu, kankaat | 52 | 39 | 30 | | | | |
| Kuusi | 30142 | 32782 | 35465 | 37046 | Turvemaat | 4514 | 4853 | 5529 | Turvemaat | 2454 | 3497 | 4032 | Uudistushakkuu, turvema | 6 | 7 | 7 | | | | |
| Koivu | 914 | 1208 | 1587 | 1828 | Manty | 1912 | 2453 | 2864 | Manty | 1122 | 1819 | 2196 | | | | | | | | |
| Muu puu | 211 | 238 | 333 | 426 | Kuusi | 769 | 767 | 956 | Kuusi | 559 | 664 | 838 | UUDISTAMINEN, | 73 | 46 | 37 | | | | |
| | | | | | Koivu | 1745 | 1523 | 1594 | Koivu | 739 | 945 | 934 | Kangasmaat | 63 | 39 | 30 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 89 | 110 | 115 | Muu puu | 35 | 70 | 64 | Turvemaat | 10 | 7 | 7 | | | | |
| Kuitutilavuus | 354713 | 389416 | 440581 | 471000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 236374 | 260761 | 297383 | 319598 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 64180 | 67662 | 75601 | 80633 | LUONNONPOISTUMA | 3883 | 2390 | 2654 | Tukkipertymä | 3927 | 4156 | 4156 | Raivaus | 41 | 27 | 22 | | | | |
| Koivu | 47703 | 54175 | 60022 | 62915 | Manty | 1410 | 1143 | 1326 | Manty | 2925 | 3042 | 3042 | Kangasmaat | 36 | 22 | 18 | | | | |
| Muu puu | 6456 | 6818 | 7575 | 7895 | Kuusi | 285 | 136 | 190 | Kuusi | 978 | 1083 | 1083 | Turvemaat | 5 | 6 | 5 | | | | |
| | | | | | Koivu | 2000 | 1022 | 1037 | Koivu | 19 | 25 | 27 | | | | | | | | |
| TURVEMAAT | 196962 | 252403 | 307919 | 333869 | Muu puu | 187 | 88 | 101 | Muu puu | 5 | 6 | 5 | Maanmuokkaus | 60 | 43 | 35 | | | | |
| Manty | 109902 | 143393 | 172714 | 185237 | | | | | | | | | Kangasmaat | 53 | 37 | 28 | | | | |
| Kuusi | 35742 | 48487 | 64570 | 73173 | Kankaat | 2515 | 1355 | 1468 | Kankaat | 3502 | 3482 | 3271 | Turvemaat | 7 | 7 | 7 | | | | |
| Koivu | 49491 | 57749 | 66951 | 71247 | Manty | 838 | 598 | 733 | Manty | 2674 | 2596 | 2411 | | | | | | | | |
| Muu puu | 1826 | 2773 | 3684 | 4213 | Kuusi | 202 | 90 | 126 | Kuusi | 809 | 866 | 838 | Taimikonhoito | 92 | 29 | 33 | | | | |
| | | | | | Koivu | 1323 | 610 | 552 | Koivu | 15 | 16 | 18 | Kangasmaat | 72 | 27 | 31 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 152 | 57 | 57 | Muu puu | 4 | 5 | 4 | Turvemaat | 20 | 2 | 2 | | | | |
| Tukkitilavuus | 18786 | 28964 | 41822 | 49487 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 12328 | 19666 | 28090 | 32257 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 6081 | 8468 | 12328 | 15406 | Turvemaat | 1368 | 1035 | 1186 | Turvemaat | 425 | 674 | 885 | Ojitus | 15 | 19 | 28 | | | | |
| Koivu | 339 | 773 | 1336 | 1687 | Manty | 573 | 545 | 593 | Manty | 251 | 446 | 630 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Muu puu | 37 | 58 | 68 | 137 | Kuusi | 83 | 46 | 64 | Kuusi | 169 | 217 | 245 | Turvemaat | 15 | 13 | 17 | | | | |
| | | | | | Koivu | 677 | 412 | 484 | Koivu | 4 | 9 | 9 | | | | | | | | |
| | | | | | Muu puu | 36 | 31 | 44 | Muu puu | 0 | 1 | 1 | | | | | | | | |
| Kuitutilavuus | 140854 | 184236 | 227470 | 248545 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 81645 | 106056 | 126903 | 136367 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 23906 | 33024 | 45489 | 51467 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 34238 | 43248 | 52240 | 57257 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 1065 | 1907 | 2839 | 3455 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 4a: Etelä-Suomi KMO 2015 -skenaario S5: Suurimmat kestävät hakkuut ja metsien lisäsuojelua 394 200 ha.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|---------|---------|---------|-----------------------------------|-----------|-----------|-------|----------------|-----------|-----------|-------|--------------------------|-----------|-----------|-------|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | |
| PINTA-ALA | 11823 | 11823 | 11823 | 11823 | KASVU | 68442 | 68851 | 72327 | HAKKUUPOISTUMA | 59904 | 61803 | 62481 | Kuitukertymä | 26225 | 32893 | 34281 |
| Kankaat | 8661 | 8661 | 8661 | 8661 | Manty | 26265 | 26423 | 26587 | Manty | 21541 | 23135 | 25640 | Manty | 9936 | 12249 | 13600 |
| Turvemaat | 3163 | 3163 | 3163 | 3163 | Kuusi | 25039 | 26595 | 29411 | Kuusi | 22167 | 24710 | 23440 | Kuusi | 7832 | 10198 | 10764 |
| | | | | | Koivu | 13669 | 12891 | 13890 | Koivu | 9696 | 11184 | 10993 | Koivu | 6700 | 8328 | 7988 |
| | | | | | Muu puu | 3470 | 2943 | 2439 | Muu puu | 2500 | 2774 | 2408 | Muu puu | 1758 | 2118 | 1929 |
| PUUNTUOTANTO | 11114 | 11114 | 11114 | 11114 | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 10476 | 10476 | 10476 | 10476 | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 10037 | 10037 | 10037 | 10037 | Kankaat | 54850 | 55007 | 59220 | Kankaat | 47122 | 50284 | 50067 | Kankaat | 21057 | 26109 | 26871 |
| Rajoitettu | 439 | 439 | 439 | 439 | Manty | 20709 | 21217 | 22040 | Manty | 17941 | 17928 | 19931 | Manty | 7795 | 9321 | 10395 |
| Kitumaa | 391 | 391 | 391 | 391 | Kuusi | 20480 | 21207 | 23648 | Kuusi | 19449 | 21165 | 19529 | Kuusi | 6711 | 8501 | 8725 |
| Joutomaa | 247 | 247 | 247 | 247 | Koivu | 10628 | 10153 | 11598 | Koivu | 7445 | 8695 | 8524 | Koivu | 4940 | 6385 | 6079 |
| | | | | | Muu puu | 3032 | 2431 | 1933 | Muu puu | 2288 | 2496 | 2083 | Muu puu | 1611 | 1901 | 1672 |
| SUOJELU | 709 | 709 | 709 | 709 | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 567 | 567 | 567 | 567 | Turvemaat | 13592 | 13844 | 13108 | Turvemaat | 8782 | 11519 | 12414 | Turvemaat | 5167 | 6784 | 7410 |
| Kitumaa | 36 | 36 | 36 | 36 | Manty | 5555 | 5206 | 4547 | Manty | 3601 | 5207 | 5709 | Manty | 2141 | 2929 | 3205 |
| Joutomaa | 106 | 106 | 106 | 106 | Kuusi | 4559 | 5388 | 5763 | Kuusi | 2718 | 3545 | 3911 | Kuusi | 1121 | 1697 | 2040 |
| | | | | | Koivu | 3041 | 2738 | 2292 | Koivu | 2251 | 2489 | 2469 | Koivu | 1759 | 1942 | 1908 |
| | | | | | Muu puu | 438 | 512 | 506 | Muu puu | 213 | 278 | 325 | Muu puu | 147 | 216 | 257 |
| TILAVUUS | 1459526 | 1512289 | 1529871 | 1556658 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 637545 | 666529 | 683697 | 680980 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 524712 | 543742 | 556471 | 583499 | KOKONAISPOISTUMA | 63166 | 67093 | 66970 | HAKKUUKERTYMA | 52369 | 59108 | 60431 | Kasvatushakkuu, kangas | 13119 | 23112 | 24197 |
| Koivu | 236551 | 244811 | 238137 | 243372 | Manty | 23366 | 24706 | 27131 | Manty | 20719 | 22524 | 24976 | Kasvatushakkuu, turvemaa | 3609 | 4837 | 5254 |
| Muu puu | 60718 | 57207 | 51566 | 48807 | Kuusi | 23136 | 25322 | 24005 | Kuusi | 21126 | 23877 | 22897 | | | | |
| | | | | | Koivu | 12843 | 13558 | 12843 | Koivu | 8437 | 10243 | 10322 | Uudistushakkuu, kangas | 31073 | 25060 | 24333 |
| | | | | | Muu puu | 3821 | 3507 | 2991 | Muu puu | 2088 | 2464 | 2237 | Uudistushakkuu, turvemaa | 4568 | 6100 | 6648 |
| KANGASMAAT | 1158096 | 1182618 | 1191055 | 1220828 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 489374 | 505101 | 527107 | 532380 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 445582 | 448279 | 444113 | 462712 | Kankaat | 52398 | 54164 | 53265 | Kankaat | 44191 | 48171 | 48530 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | |
| Koivu | 168328 | 178571 | 175972 | 184907 | Manty | 19137 | 19016 | 20986 | Manty | 17249 | 17439 | 19410 | | | | |
| Muu puu | 54812 | 50666 | 43863 | 40830 | Kuusi | 20211 | 21624 | 19928 | Kuusi | 18560 | 20490 | 19101 | Hakkuupinta-ala | 388 | 494 | 475 |
| | | | | | Koivu | 9604 | 10413 | 9811 | Koivu | 6470 | 8034 | 8087 | Kavatushakkuu, kankaat | 188 | 287 | 272 |
| | | | | | Muu puu | 3447 | 3111 | 2540 | Muu puu | 1912 | 2208 | 1932 | Kavatushakkuu, turvemaa | 54 | 69 | 67 |
| Tukkitilavuus | 425998 | 412769 | 416023 | 424160 | Turvemaat | 10768 | 12929 | 13705 | Turvemaat | 8177 | 10937 | 11901 | Uudistushakkuu, kankaat | 121 | 103 | 99 |
| Manty | 180486 | 176398 | 190803 | 192618 | Manty | 4229 | 5690 | 6145 | Manty | 3470 | 5086 | 5566 | Uudistushakkuu, turvemaa | 25 | 35 | 37 |
| Kuusi | 214776 | 205235 | 189571 | 194540 | Kuusi | 2926 | 3698 | 4077 | Kuusi | 2565 | 3387 | 3796 | UUDISTAMINEN, | 163 | 140 | 136 |
| Koivu | 25058 | 25637 | 30370 | 31749 | Koivu | 3239 | 3146 | 3032 | Koivu | 1966 | 2209 | 2235 | Kangasmaat | 135 | 104 | 99 |
| Muu puu | 5678 | 5499 | 5279 | 5253 | Muu puu | 374 | 396 | 451 | Muu puu | 176 | 255 | 305 | Turvemaat | 28 | 36 | 37 |
| Kuitutilavuus | 644354 | 690608 | 720285 | 742604 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 287488 | 304916 | 315882 | 319840 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 204896 | 217299 | 237612 | 250051 | LUONNONPOISTUMA | 7262 | 5290 | 4489 | Tukkkikertymä | 26144 | 26215 | 26151 | Raivaus | 59 | 53 | 49 |
| Koivu | 115168 | 130917 | 131229 | 139696 | Manty | 1825 | 1571 | 1491 | Manty | 10783 | 10275 | 11376 | Kangasmaat | 42 | 29 | 24 |
| Muu puu | 36802 | 37476 | 35561 | 33017 | Kuusi | 969 | 612 | 565 | Kuusi | 13294 | 13679 | 12132 | Turvemaat | 17 | 23 | 25 |
| | | | | | Koivu | 3147 | 2375 | 1850 | Koivu | 1737 | 1915 | 2334 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 1321 | 733 | 583 | Muu puu | 330 | 346 | 308 | Maanmuokaus | 139 | 129 | 123 |
| TURVEMAAT | 301430 | 329671 | 338816 | 335831 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 148171 | 161429 | 156590 | 148600 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 79130 | 95462 | 112359 | 120789 | Kankaat | 5276 | 3880 | 3199 | Kankaat | 23134 | 22062 | 21660 | Turvemaat | 22 | 31 | 30 |
| Koivu | 68223 | 66239 | 62165 | 58465 | Manty | 1196 | 1088 | 1055 | Manty | 9454 | 8118 | 9016 | | | | |
| Muu puu | 5906 | 6541 | 7703 | 7978 | Kuusi | 762 | 459 | 399 | Kuusi | 11849 | 11989 | 10376 | Taimikonhoito | 67 | 58 | 68 |
| | | | | | Koivu | 2159 | 1718 | 1287 | Koivu | 1530 | 1649 | 2008 | Kangasmaat | 61 | 51 | 55 |
| | | | | | Muu puu | 1159 | 615 | 457 | Muu puu | 301 | 307 | 260 | Turvemaat | 6 | 6 | 13 |
| Tukkitilavuus | 74513 | 87015 | 92449 | 95302 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 38781 | 47427 | 48233 | 48146 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 31018 | 33993 | 37875 | 42560 | Turvemaat | 1986 | 1411 | 1291 | Turvemaat | 3010 | 4153 | 4491 | Ojitus | 18 | 18 | 16 |
| Koivu | 4003 | 4882 | 5567 | 5568 | Manty | 629 | 483 | 436 | Manty | 1328 | 2157 | 2361 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 |
| Muu puu | 711 | 712 | 775 | 1029 | Kuusi | 208 | 153 | 166 | Kuusi | 1445 | 1690 | 1756 | Turvemaat | 18 | 18 | 16 |
| | | | | | Koivu | 988 | 657 | 562 | Koivu | 207 | 267 | 327 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 162 | 118 | 126 | Muu puu | 30 | 39 | 48 | | | | |
| Kuitutilavuus | 194320 | 212347 | 221756 | 217889 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 99571 | 104275 | 99470 | 93974 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 40651 | 53081 | 67930 | 72096 | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 50196 | 50256 | 48129 | 45460 | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 3901 | 4734 | 6228 | 6359 | | | | | | | | | | | | |

Metlan työraportteja 75

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp075.htm>

Liitetaulukko 4b: Pohjois-Suomi KMO 2015 -skenaario S5: Suurimmat kestävät hakkuut ja metsien lisäsuojelua 57 400 ha.

| TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | |
| PINTA-ALA | 14187 | 14187 | 14187 | 14187 | KASVU | 28561 | 28862 | 29957 | HAKKUUIPOISTUMA | 17895 | 19758 | 19925 | Kuitukertymä | 11041 | 13068 | 13481 | |
| Kankaat | 8376 | 8376 | 8376 | 8376 | Manty | 17460 | 17972 | 19021 | Manty | 10871 | 12387 | 12904 | Manty | 6548 | 7936 | 8151 | |
| Turvemaat | 5811 | 5811 | 5811 | 5811 | Kuusi | 5219 | 5486 | 5692 | Kuusi | 3907 | 3672 | 3386 | Kuusi | 2118 | 2167 | 2206 | |
| | | | | | Koivu | 5325 | 4861 | 4680 | Koivu | 2738 | 3310 | 3294 | Koivu | 2072 | 2647 | 2822 | |
| | | | | | Muu puu | 557 | 543 | 563 | Muu puu | 379 | 389 | 342 | Muu puu | 304 | 318 | 302 | |
| PUUNTUOTANTO | 10875 | 10875 | 10875 | 10875 | | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 8075 | 8075 | 8075 | 8075 | | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 7426 | 7426 | 7426 | 7426 | Kankaat | 18554 | 18409 | 19569 | Kankaat | 14601 | 13944 | 13262 | Kankaat | 8738 | 8841 | 8687 | |
| Rajoitettu | 649 | 649 | 649 | 649 | Manty | 12201 | 12688 | 13931 | Manty | 9414 | 9315 | 9485 | Manty | 5531 | 5763 | 5823 | |
| Kitumaa | 1567 | 1567 | 1567 | 1567 | Kuusi | 3154 | 3053 | 3091 | Kuusi | 3198 | 2585 | 1954 | Kuusi | 1702 | 1480 | 1261 | |
| Joutomaa | 1233 | 1233 | 1233 | 1233 | Koivu | 2816 | 2332 | 2205 | Koivu | 1671 | 1745 | 1579 | Koivu | 1249 | 1353 | 1389 | |
| | | | | | Muu puu | 383 | 336 | 342 | Muu puu | 319 | 299 | 244 | Muu puu | 256 | 245 | 214 | |
| SUOJELU | 3312 | 3312 | 3312 | 3312 | | | | | | | | | | | | | |
| Metsamaa | 969 | 969 | 969 | 969 | Turvemaat | 10007 | 10453 | 10388 | Turvemaat | 3295 | 5814 | 6663 | Turvemaat | 2304 | 4227 | 4794 | |
| Kitumaa | 744 | 744 | 744 | 744 | Manty | 5258 | 5284 | 5091 | Manty | 1458 | 3073 | 3419 | Manty | 1017 | 2174 | 2328 | |
| Joutomaa | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | Kuusi | 2065 | 2432 | 2601 | Kuusi | 710 | 1087 | 1431 | Kuusi | 416 | 687 | 845 | |
| | | | | | Koivu | 2509 | 2529 | 2476 | Koivu | 1067 | 1564 | 1715 | Koivu | 823 | 1293 | 1433 | |
| | | | | | Muu puu | 175 | 207 | 221 | Muu puu | 60 | 91 | 98 | Muu puu | 48 | 73 | 88 | |
| TILAVUUS | 720236 | 793968 | 861471 | 899373 | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 451435 | 504833 | 549580 | 574138 | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 138681 | 149386 | 166181 | 176800 | KOKONAIPOISTUMA | 21188 | 22112 | 22376 | HAKKUUKERTYMA | 16203 | 18270 | 18877 | Kasvatushakkuu, kangas | 3480 | 5762 | 6103 | |
| Koivu | 119912 | 129239 | 134521 | 136560 | Manty | 12120 | 13497 | 14110 | Manty | 10194 | 11843 | 12423 | Kasvatushakkuu, turvema | 1669 | 3067 | 3344 | |
| Muu puu | 10208 | 10512 | 11189 | 11876 | Kuusi | 4149 | 3806 | 3568 | Kuusi | 3563 | 3372 | 3221 | | | | | |
| | | | | | Koivu | 4393 | 4333 | 4273 | Koivu | 2128 | 2724 | 2920 | Uudistushakkuu, kangas | 9876 | 7172 | 6535 | |
| | | | | | Muu puu | 527 | 476 | 426 | Muu puu | 317 | 332 | 312 | Uudistushakkuu, turvema | 1178 | 2270 | 2895 | |
| KANGASMAAT | 523274 | 541735 | 572996 | 597591 | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 341533 | 362138 | 390175 | 409066 | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 102938 | 100814 | 104635 | 109731 | Kankaat | 16708 | 15283 | 14650 | Kankaat | 13356 | 12933 | 12638 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | | |
| Koivu | 70421 | 70947 | 70548 | 70927 | Manty | 10141 | 9885 | 10152 | Manty | 8873 | 8909 | 9119 | | | | | |
| Muu puu | 8382 | 7836 | 7638 | 7867 | Kuusi | 3367 | 2671 | 2072 | Kuusi | 2925 | 2375 | 1865 | Hakkuupinta-ala | 223 | 274 | 248 | |
| | | | | | Koivu | 2763 | 2371 | 2129 | Koivu | 1291 | 1394 | 1433 | Kavatushakkuu, kankaat | 101 | 141 | 124 | |
| Tukkitilavuus | 113145 | 114399 | 122982 | 127815 | Muu puu | 437 | 356 | 296 | Muu puu | 267 | 256 | 222 | Kavatushakkuu, turvema | 38 | 61 | 59 | |
| Manty | 81878 | 85031 | 92572 | 95540 | | | | | | | | | Uudistushakkuu, kankaat | 74 | 56 | 44 | |
| Kuusi | 30142 | 28256 | 29128 | 30851 | Turvemaat | 4480 | 6829 | 7727 | Turvemaat | 2847 | 5337 | 6239 | Uudistushakkuu, turvema | 10 | 17 | 20 | |
| Koivu | 914 | 939 | 1087 | 1171 | Manty | 1979 | 3613 | 3958 | Manty | 1321 | 2934 | 3304 | | | | | |
| Muu puu | 211 | 174 | 195 | 253 | Kuusi | 782 | 1135 | 1496 | Kuusi | 639 | 997 | 1357 | UUDISTAMINEN, | 93 | 75 | 64 | |
| | | | | | Koivu | 1629 | 1961 | 2144 | Koivu | 837 | 1330 | 1488 | Kangasmaat | 82 | 57 | 44 | |
| | | | | | Muu puu | 90 | 120 | 129 | Muu puu | 50 | 76 | 90 | Turvemaat | 11 | 18 | 20 | |
| Kuitutilavuus | 354713 | 372578 | 406737 | 427671 | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 236374 | 250575 | 274938 | 290087 | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 64180 | 63736 | 69175 | 73084 | LUONNONPOISTUMA | 3293 | 2354 | 2451 | Tukkitertymä | 5162 | 5203 | 5396 | Raivaus | 44 | 45 | 41 | |
| Koivu | 47703 | 51848 | 55909 | 57559 | Manty | 1249 | 1110 | 1206 | Manty | 3646 | 3907 | 4272 | Kangasmaat | 36 | 32 | 26 | |
| Muu puu | 6456 | 6419 | 6716 | 6941 | Kuusi | 241 | 135 | 182 | Kuusi | 1446 | 1205 | 1015 | Turvemaat | 7 | 13 | 15 | |
| | | | | | Koivu | 1655 | 1023 | 979 | Koivu | 57 | 77 | 98 | | | | | |
| | | | | | Muu puu | 148 | 86 | 84 | Muu puu | 14 | 14 | 11 | Maanmuokkaus | 77 | 69 | 60 | |
| TURVEMAAT | 196962 | 252234 | 288475 | 301782 | | | | | | | | | Kangasmaat | 68 | 53 | 42 | |
| Manty | 109902 | 142694 | 159405 | 165072 | | | | | | | | | Turvemaat | 10 | 15 | 18 | |
| Kuusi | 35742 | 48572 | 61546 | 67069 | Kankaat | 2107 | 1339 | 1387 | Kankaat | 4619 | 4092 | 3951 | | | | | |
| Koivu | 49491 | 58292 | 63973 | 65633 | Manty | 727 | 570 | 668 | Manty | 3341 | 3147 | 3296 | | | | | |
| Muu puu | 1826 | 2676 | 3551 | 4008 | Kuusi | 169 | 86 | 118 | Kuusi | 1223 | 894 | 603 | Taimikonhoito | 44 | 37 | 47 | |
| | | | | | Koivu | 1093 | 626 | 550 | Koivu | 43 | 41 | 44 | Kangasmaat | 37 | 35 | 43 | |
| | | | | | Muu puu | 118 | 57 | 52 | Muu puu | 11 | 11 | 8 | Turvemaat | 7 | 3 | 3 | |
| Tukkitilavuus | 18786 | 27629 | 35156 | 38687 | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 12328 | 19096 | 23670 | 25197 | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 6081 | 7802 | 10434 | 12235 | Turvemaat | 1186 | 1015 | 1064 | Turvemaat | 543 | 1110 | 1445 | Ojitus | 13 | 24 | 21 | |
| Koivu | 339 | 693 | 1013 | 1110 | Manty | 522 | 540 | 539 | Manty | 304 | 760 | 977 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 | |
| Muu puu | 37 | 38 | 39 | 146 | Kuusi | 72 | 48 | 65 | Kuusi | 222 | 311 | 412 | Turvemaat | 13 | 24 | 21 | |
| | | | | | Koivu | 562 | 397 | 429 | Koivu | 14 | 37 | 55 | | | | | |
| | | | | | Muu puu | 29 | 29 | 32 | Muu puu | 2 | 3 | 2 | | | | | |
| Kuitutilavuus | 140854 | 183723 | 214358 | 226928 | | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 81645 | 105494 | 117974 | 123252 | | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 23906 | 33325 | 44251 | 48493 | | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 34238 | 43127 | 49398 | 52014 | | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 1065 | 1777 | 2735 | 3169 | | | | | | | | | | | | | |

Liitetaulukko 4c: Pohjois-Suomi KMO 2015 -skenaario S5b: Suurimmat kestävät hakkuut ja metsien lisäsuojelua 135 800 ha.

| | TILATIEDOT, 1000 ha, 1000 m3 | | | | KAUSITIEDOT, 1000 m3/v, 1000 ha/v | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2006 | 2016 | 2026 | 2031 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 | | 2006-2015 | 2016-2025 | 2026-2035 |
| PINTA-ALA | 14187 | 14187 | 14187 | 14187 | KASVU | 28570 | 28882 | 29980 | HAKKUPOISTUMA | 17711 | 19673 | 19810 | Kuitukertymä | 10901 | 13005 | 13403 |
| Kankaat | 8376 | 8376 | 8376 | 8376 | Manty | 17463 | 17976 | 19023 | Manty | 10774 | 12367 | 12829 | Manty | 6471 | 7927 | 8101 |
| Turvemaat | 5811 | 5811 | 5811 | 5811 | Kuusi | 5223 | 5497 | 5708 | Kuusi | 3845 | 3643 | 3354 | Kuusi | 2077 | 2148 | 2188 |
| | | | | | Koivu | 5327 | 4865 | 4686 | Koivu | 2714 | 3275 | 3287 | Koivu | 2050 | 2613 | 2815 |
| | | | | | Muu puu | 558 | 544 | 564 | Muu puu | 378 | 388 | 340 | Muu puu | 302 | 317 | 301 |
| PUUNTUOTANTO | 10796 | 10796 | 10796 | 10796 | | | | | | | | | | | | |
| Metsämaa | 7996 | 7996 | 7996 | 7996 | | | | | | | | | | | | |
| Rajoittamaton | 7386 | 7386 | 7386 | 7386 | Kankaat | 18561 | 18422 | 19580 | Kankaat | 14454 | 13913 | 13192 | Kankaat | 8623 | 8816 | 8636 |
| Rajoitettu | 610 | 610 | 610 | 610 | Manty | 12205 | 12691 | 13929 | Manty | 9317 | 9308 | 9412 | Manty | 5455 | 5761 | 5775 |
| Kitumaa | 1567 | 1567 | 1567 | 1567 | Kuusi | 3157 | 3063 | 3102 | Kuusi | 3158 | 2576 | 1961 | Kuusi | 1673 | 1472 | 1264 |
| Joutomaa | 1233 | 1233 | 1233 | 1233 | Koivu | 2817 | 2333 | 2207 | Koivu | 1680 | 1731 | 1576 | Koivu | 1239 | 1339 | 1386 |
| | | | | | Muu puu | 383 | 336 | 342 | Muu puu | 319 | 298 | 243 | Muu puu | 256 | 244 | 213 |
| SUOJELU | 3391 | 3391 | 3391 | 3391 | | | | | | | | | | | | |
| Metsämaa | 1047 | 1047 | 1047 | 1047 | Turvemaat | 10009 | 10459 | 10400 | Turvemaat | 3258 | 5760 | 6618 | Turvemaat | 2278 | 4189 | 4767 |
| Kitumaa | 744 | 744 | 744 | 744 | Manty | 5258 | 5285 | 5094 | Manty | 1458 | 3059 | 3416 | Manty | 1017 | 2166 | 2326 |
| Joutomaa | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | Kuusi | 2066 | 2434 | 2606 | Kuusi | 687 | 1067 | 1393 | Kuusi | 404 | 676 | 924 |
| | | | | | Koivu | 2510 | 2532 | 2479 | Koivu | 1054 | 1544 | 1711 | Koivu | 811 | 1275 | 1429 |
| | | | | | Muu puu | 175 | 208 | 221 | Muu puu | 59 | 91 | 98 | Muu puu | 46 | 73 | 88 |
| TILAVUUS | 720236 | 795879 | 864368 | 902901 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 451435 | 505833 | 550795 | 575708 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 138681 | 150041 | 167234 | 178080 | KOKONAIPOISTUMA | 21006 | 22033 | 22274 | HAKKUKERTYMA | 16026 | 18185 | 18767 | Kasvatushakkuu, kangas | 3476 | 5754 | 6051 |
| Koivu | 119912 | 129477 | 135120 | 137202 | Manty | 12024 | 13480 | 14041 | Manty | 10098 | 11823 | 12350 | Kasvatushakkuu, turvemaa | 1658 | 3024 | 3324 |
| Muu puu | 10208 | 10529 | 11218 | 11912 | Kuusi | 4087 | 3778 | 3539 | Kuusi | 3505 | 3342 | 3193 | | | | |
| | | | | | Koivu | 4370 | 4300 | 4269 | Koivu | 2107 | 2690 | 2913 | Uudistushakkuu, kangas | 9738 | 7145 | 6519 |
| | | | | | Muu puu | 525 | 475 | 425 | Muu puu | 316 | 331 | 311 | Uudistushakkuu, turvemaa | 1154 | 2262 | 2873 |
| KANGASMAAT | 523274 | 543265 | 574924 | 599885 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 341533 | 363140 | 391242 | 410465 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 102938 | 101234 | 105233 | 110343 | Kankaat | 16562 | 15256 | 14588 | Kankaat | 13214 | 12899 | 12570 | PINTA-ALAT 1000 ha/v | | | |
| Koivu | 70421 | 71055 | 70799 | 71191 | Manty | 10044 | 9881 | 10085 | Manty | 8777 | 8900 | 9049 | | | | |
| Muu puu | 8382 | 7836 | 7650 | 7887 | Kuusi | 3327 | 2663 | 2080 | Kuusi | 2888 | 2364 | 1871 | Hakkuupinta-ala | 221 | 272 | 246 |
| | | | | | Koivu | 2753 | 2358 | 2128 | Koivu | 1282 | 1379 | 1429 | Kavatushakkuu, kankaat | 101 | 140 | 123 |
| | | | | | Muu puu | 437 | 355 | 295 | Muu puu | 267 | 255 | 221 | Kavatushakkuu, turvemaa | 38 | 60 | 59 |
| Tukkitilavuus | 113145 | 114685 | 123357 | 128259 | Turvemaat | 4444 | 6776 | 7685 | Turvemaat | 2812 | 5286 | 6197 | Uudistushakkuu, kankaat | 72 | 55 | 44 |
| Manty | 81878 | 85228 | 92821 | 95874 | Manty | 1979 | 3599 | 3956 | Manty | 1321 | 2922 | 3302 | Uudistushakkuu, turvemaa | 10 | 17 | 20 |
| Kuusi | 30142 | 28342 | 29250 | 30956 | Kuusi | 760 | 1115 | 1459 | Kuusi | 617 | 977 | 1321 | UUDISTAMINEN, | 91 | 74 | 64 |
| Koivu | 914 | 941 | 1091 | 1175 | Koivu | 1617 | 1942 | 2141 | Koivu | 825 | 1311 | 1484 | Kangasmaat | 80 | 57 | 44 |
| Muu puu | 211 | 174 | 195 | 253 | Muu puu | 88 | 120 | 130 | Muu puu | 49 | 76 | 90 | Turvemaat | 11 | 18 | 20 |
| Kuitutilavuus | 354713 | 373772 | 408261 | 429519 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 236374 | 251361 | 275772 | 291183 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 64180 | 64046 | 69604 | 73559 | LUONNONPOISTUMA | 3295 | 2360 | 2464 | Tukkikertymä | 5125 | 5179 | 5364 | Raivaus | 43 | 44 | 41 |
| Koivu | 47703 | 51945 | 56159 | 57818 | Manty | 1250 | 1113 | 1212 | Manty | 3627 | 3896 | 4250 | Kangasmaat | 36 | 31 | 25 |
| Muu puu | 6456 | 6419 | 6727 | 6959 | Kuusi | 242 | 135 | 185 | Kuusi | 1428 | 1193 | 1005 | Turvemaat | 7 | 13 | 15 |
| | | | | | Koivu | 1656 | 1025 | 983 | Koivu | 57 | 77 | 98 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 148 | 87 | 85 | Muu puu | 14 | 14 | 11 | Maanmuokkaus | 76 | 68 | 59 |
| TURVEMAAT | 196962 | 252614 | 289444 | 303016 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 109902 | 142693 | 159553 | 165244 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 35742 | 48807 | 62002 | 67737 | Kankaat | 2109 | 1343 | 1396 | Kankaat | 4591 | 4083 | 3934 | Kangasmaat | 67 | 53 | 41 |
| Koivu | 49491 | 58422 | 64321 | 66011 | Manty | 728 | 573 | 672 | Manty | 3323 | 3140 | 3274 | Turvemaat | 9 | 15 | 18 |
| Muu puu | 1826 | 2693 | 3568 | 4025 | Kuusi | 169 | 87 | 120 | Kuusi | 1215 | 892 | 608 | Taimikonhoito | 44 | 37 | 46 |
| | | | | | Koivu | 1093 | 627 | 552 | Koivu | 43 | 40 | 44 | Kangasmaat | 37 | 34 | 43 |
| | | | | | Muu puu | 118 | 57 | 52 | Muu puu | 11 | 11 | 8 | Turvemaat | 7 | 3 | 3 |
| Tukkitilavuus | 18786 | 27727 | 35408 | 39029 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 12328 | 19095 | 23708 | 25244 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 6081 | 7901 | 10642 | 12523 | Turvemaat | 1186 | 1016 | 1068 | Turvemaat | 533 | 1097 | 1430 | Ojitus | 13 | 24 | 21 |
| Koivu | 339 | 693 | 1019 | 1116 | Manty | 522 | 540 | 540 | Manty | 304 | 756 | 976 | Kangasmaat | 0 | 0 | 0 |
| Muu puu | 37 | 38 | 39 | 146 | Kuusi | 72 | 49 | 65 | Kuusi | 213 | 301 | 398 | Turvemaat | 13 | 24 | 21 |
| | | | | | Koivu | 563 | 398 | 430 | Koivu | 14 | 36 | 55 | | | | |
| | | | | | Muu puu | 30 | 30 | 32 | Muu puu | 2 | 3 | 2 | | | | |
| Kuitutilavuus | 140854 | 183987 | 215023 | 227762 | | | | | | | | | | | | |
| Manty | 81645 | 105494 | 118057 | 123355 | | | | | | | | | | | | |
| Kuusi | 23906 | 33450 | 44489 | 48849 | | | | | | | | | | | | |
| Koivu | 34238 | 43252 | 49728 | 52374 | | | | | | | | | | | | |
| Muu puu | 1065 | 1792 | 2750 | 3185 | | | | | | | | | | | | |

Arvio taimikonhoito- ja kunnostusojitusmääristä metsien puuntuotannollisen kestävyysnäkökulmasta

Jari Hynynen ja Kari Mielikäinen

1 Tausta

KMO 2015 skenaarioiden mukaiset metsien kehityssennusteet edellyttävät, että metsänhoitotyöt tehdään metsänkäsittelysuositusten mukaisesti ja esitetystä laajuudesta – hoitotöiden viivästy- mistä tai laiminlyöntiä ja näiden vaikutuksia ei voitu ottaa huomioon. Seuraavassa esitetään arvio siitä, millaisia taimikonhoito- ja kunnostusojitusmääriä KMO 2015 varten tuotetut skenaarit edellyttävät, sekä miten Metsäsektorin tulevaisuuskatsauksessa (2006) asetetut tavoitteet suhteutuvat niihin.

2.1 Taimikonhoito ja ensiharvennus

Taimikonhoito on metsänuudistamisen ohella tärkein metsänhoidollinen toimenpide, josta huolehtiminen on metsien puuntuotannollisesti kestävä käytön edellytys. Taimikonhoidon avulla turvataan metsänuudistamisen tuloksena syntyneen puuston kasvuedellytykset ja varmistetaan se, että kasvupaikalla on riittävä määrä elinvoimaista ja hyvälaatuista nuorta puustoa, jolla on edellytykset kehittyä taloudellisesti arvokkaaksi puustoksi.

Viimeisen viiden vuoden aikana vuotuiset taimikonhoitopinta-alat ovat olleet n. 140 000 hehtaarin luokkaa (Metinfo 2007). Valtakunnan metsien 10. inventoinnin (VMI10) tulokset osoittavat, että toteutuneet taimikonhoitomäärät eivät ole olleet metsänhoidollisesti riittäviä. Tulosten mukaan ns. rästitaimikoita, joilla taimikonhoito on myöhässä, on lähes 700 000 hehtaaria. VMI10:n toimenpide-ehdotusten mukaan metsänhoidollisin kriteerein määriteltä vuotuinen taimikonhoitotarve lähimmän kymmenen vuoden kuluessa on lähes 250 000 hehtaaria.

Edellä mainitut taimikonhoitopinta-alat eivät sisällä nuoren metsän kunnostuspinta-aloja. Nuoren metsän kunnostusta on viime vuosina tilastoitu tehdyksi n. 90 000 hehtaarilla vuodessa. Ensiharvennuspinta-ala on puolestaan ollut keskimäärin 177 000 hehtaaria vuodessa.

Nuoren metsän kunnostustarvetta ei tuolla nimellä valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä arvioida, vaan suuri osa nuoren metsän kunnostuskohteista kirjataan ensiharvennustarpeessa oleviksi metsiksi ja osa myös kiireellisiksi taimikonhoitokohteiksi. VMI10:n toimenpide-ehdotusten mukaan seuraavan kymmenen vuoden aikana koko maan vuotuinen ensiharvennuspinta-ala tulisi olla 312 000 hehtaaria, josta jo myöhässä oleviksi kohteiksi on luokiteltu 60 000 hehtaaria. Jos VMI10:n ensiharvennuksen tarpeessa olevaa pinta-alaa verrataan tämän hetken toteutuneisiin ensiharvennus- ja nuoren metsän kunnostuspinta-aloihin, voidaan todeta, että työtarve on taimikonhoidon ohella suuri myös ensiharvennuksessa.

KMO 2015 -skenaarioita varten tehdyt MELA-laskelmat (Salminen ja Hirvelä, tämä julkaisu) sisältävät oletuksena sen, että metsänhoidollisesti välttämättömät taimikonhoitotyöt toteutetaan. Skenaariolaskelmissa se tarkoittaa taimikonhoitopinta-alojen selkeää lisäämistä nykytasosta seuraavan kymmenvuotiskauden aikana. Esimerkiksi skenaarioihin 1-3 sisältyvät vuotuiset taimikonhoitopinta-alat ovat 215 000 hehtaarin luokkaa ensimmäisen kymmenen vuoden aikana, jonka jälkeen vuotuiset pinta-alat pienenevät selvästi. Laskelmissa vuoteen 2030 saakka ulottuvien puuston kasvu- ja tilavuusarvioiden toteutumisen edellytyksenä on, että lähivuosisikymmenen taimikonhoitomäärät toteutetaan. Vain hoidetuista nuorista metsistä voidaan odottaa lähivuosisikymmenien aikana laskelmien mukaisia harvennushakkuiden ainespuukertymiä.

MELA-laskelmissa ei ole erikseen eroteltu nuoren metsän kunnostushakkuita, vaan ne sisältyvät todennäköisesti kasvatushakkuiden pinta-aloihin. Skenaarioissa esitettyjen metsien kasvu-, hakkuukertymä- ja tilavuuslukujen toteutuminen tulevien vuosikymmenien aikana edellyttää myös kasvatushakkupinta-alojen lisääntymistä nykytasosta. Laskelmien mukaan kasvatushakkuiden osuus kokonaiskertymästä kasvaa nykyisestä noin 30 prosentista reilusti yli 40 prosenttiin lähimmän 30 vuoden aikana.

Metsäsektorin tulevaisuuskatsauksessa (2006) tavoitteeksi asetettu 203 000 hehtaarin vuotuinen taimikonhoitopinta-ala on mitoitukseltaan lähes riittävä tämän hetken taimikonhoitotarpeeseen nähden. Oikein kohdennettuna valtaosa kiireellisimmistä taimikonhoitotöistä voidaan hoitaa lähimmän kymmenen vuoden kuluessa. Sen lisäksi olisi taattava se, että jo lähellä ensiharvennusvaihetta olevien nuorten hoitamattomien metsien sekä ensiharvennusten määrät kohoavat nykytasosta.

2.2 Kunnostusojitus

Kunnostusojitus on ojitettujen turvemaiden keskeisin metsänhoitotoimenpide. Sen tärkeimpänä tavoitteena on ylläpitää puuston kasvu kasvupaikan ravinteisuuden sallimalla tasolla. Kunnostusojituspinta-ala on 2000-luvulla ollut keskimäärin noin 75 000 hehtaaria vuodessa. Valtakunnan metsien 10. inventoinnin tulosten mukaan kunnostusojitusten tarpeessa olevien turvemaiden pinta-ala on yhteensä 1,5 miljoonaa hehtaaria (Metinfo2007).

KMO 2015 skenaarioita varten tehtyjen MELA-laskelmien (Salminen ja Hirvelä, tämä julkaisu) mukaan turvemaiden osuus hakkuukertymistä tulee lähivuosisikymmenien aikana nousemaan Etelä-Suomessa noin 20 % ja Pohjois-Suomessa yli 30 % tasolle. Hakkuukertymien nousu edellyttää sitä, että ojitettujen turvemaiden puuntuotoskyky ei alene nykytasostaan. Tämä puolestaan edellyttää välttämättömistä kunnostusojituksista huolehtimista. Käsityksemme mukaan Metsäsektorin tulevaisuuskatsauksessa (2006) tavoitteeksi asetettu 100 000 hehtaarin kunnostusojituspinta-ala on puuntuotannollisesti katsoen minimitalvoite. Sen avulla voidaan turvata ojitusaluiden puuntuotoskyky, jos kunnostusojitukset kohdennetaan tulevaisuudessa puuntuotannollisesti kannattaviin kohteisiin.

Viitteet:

Metsäsektorin tulevaisuuskatsaus – Metsäneuvoston linjaukset metsäsektorin painopisteiksi ja tavoitteiksi. 2006. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 11/2006. 36 s. ISBN 952-453-295-6, ISSN1238-2531.

Metinfo. 2007. Metsäsektorin suoraikäyttöinen tietojärjestelmä. Metsäntutkimuslaitos. Www-sovellus (<http://www.metla.fi/metinfo/vmi/>).

Metsäsektorin tulo- ja työllisyysvaikutusten kehitys vuoteen 2015

Mikko Toropainen

1 Laskentamalli

Työssä tarkastellaan metsäsektorin muutosten tulo- ja työllisyysvaikutuksia vuodesta 2004 vuoteen 2015. Laskelmat tehtiin panos-tuotosmallilla, jossa metsäsektori on jaettu metsätalouteen, sahateollisuuteen, vaneri- ja muuhun levyteollisuuteen, muuhun puuteollisuuteen, huonekaluteollisuuteen, massa- ja paperiteollisuuteen sekä paperituoteollisuuteen. Muita toimialoja on 26. Puun energiakäyttö pellettien tuotantoa lukuun ottamatta luetaan energiahuoltoon, joten sen muutosten vaikutukset eivät sisälly laskelmiin. Samoin ulkopuolelle jäävät mahdolliset uudet tuotteet, sillä tuotteista ja tuotantoteknologiasta ei ole panos-tuotosaineistoa. Tulokset kertovat sekä välittömät että välilliset vaikutukset.

Malli koostuu kahdesta osamallista: kotimaiseen puuhun perustuva tuotanto ja tuontipuuhun perustuva tuotanto. Osamallien antamat tulokset lasketaan yhteen. Lähtötietoina ovat vuoden 2004 panos-tuotostaulukot sekä muut metsätalouden ja kansantalouden tilinpidon tiedot.

2 Työn tuottavuuden nousun vaikutukset

Yleensä panosrakenteet pysyvät melko vakaina ja vain harvojen tärkeimpien kertoimien muutoksilla on merkitystä. Työn tuottavuus kuitenkin kasvaa jatkuvasti, joten se estimoitiin vuoden 2015 tasoon siten, että keskimääräisen vuosimuutoksen välillä 2004–2015 oletettiin pysyvän samana kuin jaksolla 1997–2004. Metsätalouden tuottavuuden muutos kuitenkin alennettiin kaikkien toimialojen mediaanin tasolle, koska hakkuiden rakenne muuttuu kuitupuun osuuden noustessa ja hakkuiden kohdistuessa entistä enemmän turvemaille (Salminen ja Hirvelä, tämä raportti). Eräiden metsäsektorin ulkopuolisten poikkeuksellisen nopeasti kasvaneiden toimialojen muutos puolitettiin, sillä hyvin nopean kasvun ei arvioitu voivan jatkua loputtomiin. Jos tuottavuutta lukuun ottamatta mikään muu ei muutu eli metsäsektori tuottaa entisen määrän lopputuotteita entisin panosrakentein, kehitty metsäsektorin lopputuotteiden työllistävä vaikutus taulukossa 1 esitetyllä tavalla.

Työn tuottavuuden nousua ei kuitenkaan pidä tulkita negatiiviseksi asiaksi. Ilman sitä kilpailukyky kärsii, minkä seurauksena tuotanto ja työllisyys saattavat vähetä. Jos taas kilpailukyky on niin hyvä, että tuotteiden kysyntä kasvaa tuottavuuden kasvua nopeammin, työllisyys kohentuu.

Taulukko 1. Työlliset vuonna 2004 ja työn tuottavuuden nousun vaikutus.

| | Työlliset v. 2004 | Metsäsektorin työllistävän vaikutuksen muutos 2004–2015, työllisiä |
|-------------------------------|-------------------|--|
| metsätalous | 19 700 | -2 700 |
| sahateollisuus | 9 740 | -2 210 |
| vaneri- ja muu levyteollisuus | 6 400 | -1 860 |
| muu puuteollisuus | 14 330 | -1 700 |
| huonekaluteollisuus | 12 320 | -2 020 |
| massa- ja paperiteollisuus | 31 030 | -6 720 |
| paperituoteteollisuus | 4 490 | -650 |
| metsäteollisuus yhteensä | 78 310 | -15 160 |
| muut toimialat yhteensä | 2 266 890 | -10 250 |
| kaikkiaan | 2 364 900 | -28 110 |

3 Tuotannon määrän ja rakenteen muutosten vaikutukset

Laskelmat tehtiin skenaarioille 1, 2, 3 ja 5 käyttäen lähtökohtana metsäteollisuuden tuotannon ja puumarkkinoiden (Kallio, tämä raportti) sekä metsätalouden (Salminen ja Hirvelä, tämä raportti) kehityksestä laskettuja arvioita. Metsäteollisuuden tuotannon laskennassa käytetyn SF-GTM-mallin tuoteryhmät poikkeavat käytetyn panos-tuotosmallin toimialajaosta.

Lopputuotteiden kysynnän arviot mukautettiin panos-tuotosmallin toimialatasolle seuraavasti:

- metsätalous: kasvaa hakkuiden arvon suhteessa
- sahateollisuus: toteutunut kasvu 2004–2006 ja SF-GTM-mallilla laskettu arvio havusahatavaran tuotannon kehityksestä. Pelletit lisättiin sahateollisuuden sivutuotteeksi
- vaneri ja muu levyteollisuus: kuten edellinen, ilman pellettejä
- muu puuteollisuus: toteutunut kasvu 2004–2006 ja tärkeimpien raaka-aineen tuottajien eli metsätalouden, sahateollisuuden ja levyteollisuuden välittömillä ja välillisillä panososuuksille painotetut keskiarvokasvut
- huonekaluteollisuus: kuten edellinen ottaen huomioon myös muu puuteollisuus
- massa- ja paperiteollisuus sekä paperituoteteollisuus: toteutunut kasvu 2004–2006 sekä SF-GTM-mallilla laskettu arvio massa- ja paperiteollisuuden kasvusta

Taulukko 2. Metsäteollisuuden lopputuotteiden arvioitu kysynnän kehitys 2004–2015, muutos yhteensä prosenttia.

| | saha-teollisuus | vaneri- ja muu levyteollisuus | muu puuteollisuus | huonekaluteollisuus | massa- ja paperiteollisuus | paperituote-teollisuus |
|----|-----------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|
| S1 | 6,4 | -2,3 | 4,9 | 8,3 | 9,2 | 9,2 |
| S2 | -7,7 | -2,8 | 0,7 | 3,8 | 6,3 | 6,3 |
| S3 | -13,0 | -7,4 | -2,6 | -0,5 | 6,3 | 6,3 |
| S5 | 12,2 | -2,3 | 11,7 | 15,1 | 2,4 | 2,4 |

Kun raakapuun tuonti vähenee ja/tai kotimaisen puun käyttö kasvaa, muuttuu kotimaiseen puuhun perustuvan tuotannon ja tuontipuuhun perustuvan tuotannon suhde. Tuotannon "kotimaisuusaste" kasvaa. Sen muutos laskettiin hakkuumahdollisuusarvioiden ja skenaarioissa oletettujen tuonnin muutosten sekä toimialojen käyttämien tavaralajien suhteiden perusteella.

Näiden tuotannon muutosten vaikutukset arvonlisäykseen kuvataan taulukossa 4. Luvut kertovat muutoksen vuodesta 2004 vuoteen 2015.

Kaikissa skenaarioissa arvonlisäys kasvaa tuotannon lisäyksen ja/tai tuotannon 'kotimaisuusasteen' nousun ansiosta. Kasvun jääminen skenaariossa 5 skenaariota 1 pienemmäksi on seurausta suurimman toimialan eli massa- ja paperiteollisuuden vaatimattomasta kasvusta.

Välittömät ja välilliset vaikutukset eri toimialojen työllisyyteen esitetään taulukossa 5, jossa työn tuottavuus on vuoden 2015 tasolla.

Työn tuottavuuden, tuotannon lisäyksen ja tuotannon rakenteen muutosten yhteisvaikutus saadaan laskemalla yhteen taulukoiden 1 (muutos-sarake) ja 5 vastaavien rivien luvut (taulukko 6). Tuotannon lisäyksen ja tuotannon rakenteen muutoksen vaikutukset työllisyyteen eivät riitä kumoamaan työn tuottavuuden nousun vaikutuksia, lukuun ottamatta metsätaloutta skenaariossa 5.

Metsäsektorin ulkopuolisista toimialoista suurimmat vaikutukset kohdistuvat kuljetukseen, kauppaan, liike- ja kiinteistöpalveluihin, metallituoteteollisuuteen, kemian teollisuuteen sekä energia- ja vesihuoltoon.

Työllisyyden heikkeneminen voi lieventyä, mikäli metsäsektorin lopputuotteiden kysyntä kehittyy arvioitua paremmin. Toinen mahdollisuus on lisätä jatkojalostusta, jolloin lopputuote sisältää enemmän kotimaista työtä. Kaikissa skenaarioissa kasvanut arvonlisäys vaikuttaisi käytännössä myös positiivisesti työllisyyteen, sillä kansantalouteen jäävä lisätulo kasvattaisi eri toimialojen tuotteiden kysyntää ja työllisyyttä¹. Tarkastelu ei huomionnut mahdollisten uusien tuotteiden ja puun energiakäytön lisäyksen odotettavissa olevaa myönteistä vaikutusta työllisyyteen (ks. Uusivuori ym., tämä raportti). Tarkasteluista puuttuvat myös metsien virkistyskäytön kasvun tai metsien lisäsuojelun ansiosta mahdollisesti muille toimialoille syntyvä lisäkysyntä. Niiden määrästä ei ole käytettävissä perusteltua arviota ja toisaalta panos-tuotostaulukoista puuttuu esimerkiksi erillinen luontomatkailutoimiala.

¹ Kuvitteellinen esimerkki: Skenaariossa 1 palkkasumma ja yritysten toimintaylijäämä (suurelta osin metsätaloudessa) kasvavat 643 milj. €. Jos kaksi kolmannesta tästä kulutetaan, lisääntyvät yksityiset kulutusmenot 0,6 %. Tällöin työllisyys kohenee 3 000 työllisen verran.

Taulukko 3. Metsäteollisuuden 'kotimaisuusasteen' kehitys 2004–2015, kotimaiseen puuhun perustuvan tuotannon osuus koko tuotannosta, prosenttia.

| | Saha- teollisuus | Vaneri- ja muu levy- teollisuus | Muu puu- teollisuus | Huonekalu- teollisuus | Massa- ja paperi- teollisuus | Paperituote- teollisuus |
|------|---------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 2004 | 84,4 | 84,5 | 84,4 | 84,4 | 76,3 | 76,3 |
| S1 | 82,9 | 82,9 | 82,9 | 82,9 | 78,9 | 78,9 |
| S2 | 98,9 | 92,0 | 98,9 | 98,9 | 86,7 | 86,7 |
| S3 | 98,9 | 91,7 | 98,9 | 98,9 | 86,4 | 86,4 |
| S5 | 99,0 | 93,0 | 99,0 | 99,0 | 87,3 | 87,3 |

Taulukko 4. Metsäsektorin lopputuotteiden tuotannon muutosten välittömät ja välilliset vaikutukset arvonnäkökulman eriin, muutos 2004–2015, miljoonaa €.

| | S1 | S2 | S3 | S5 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| tuotannon verot, netto | 18,4 | 10,6 | 8,6 | 9,0 |
| palkansaajakorvaukset | 325,9 | 196,3 | 134,2 | 245,8 |
| laskennalliset poistot | 148,8 | 116,1 | 90,6 | 132,1 |
| yriytysten toimintaylijäämä | 317,1 | 319,7 | 251,9 | 402,0 |
| = arvonnäkökulman ostajan hintaan | 810,2 | 642,7 | 485,4 | 788,8 |

Taulukko 5. Metsäsektorin lopputuotteiden tuotannon muutosten välittömät ja välilliset vaikutukset työllisyyteen, muutos 2004–2015, työllisiä.

| | S1 | S2 | S3 | S5 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| metsätalous | 890 | 1 820 | 1 380 | 2 840 |
| sahateollisuus | 300 | -240 | -450 | 500 |
| vaneri- ja muu levyteollisuus | -70 | -90 | -270 | -60 |
| muu puuteollisuus | 190 | 40 | -60 | 380 |
| huonekaluteollisuus | 390 | 180 | -20 | 700 |
| massa- ja paperiteollisuus | 1 760 | 1 200 | 1 200 | 470 |
| paperituoteteollisuus | 170 | 120 | 110 | 50 |
| metsäteollisuus yhteensä | 2 740 | 1 210 | 510 | 2 040 |
| muut toimialat yhteensä | 3 170 | 1 560 | 1 030 | 2 000 |
| kaikkiaan | 6 800 | 4 590 | 2 920 | 6 880 |

Taulukko 6. Työn tuottavuuden sekä metsäsektorin lopputuotteiden tuotannon muutosten välittömät ja välilliset yhteisvaikutukset työllisyyteen, muutos 2004–2015, työllisiä.

a) työllisiä.

| | S1 | S2 | S3 | S5 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| metsätalous | -1 890 | -880 | -1 320 | 140 |
| sahateollisuus | -1 910 | -2 450 | -2 660 | -1 710 |
| vaneri- ja muu levyteollisuus | -1 930 | -1 950 | -2 130 | -1 920 |
| muu puuteollisuus | -1 510 | -1 660 | -1 760 | -1 320 |
| huonekaluteollisuus | -1 630 | -1 840 | -2 040 | -1 320 |
| massa- ja paperiteollisuus | -4 960 | -5 520 | -5 520 | -6 250 |
| paperituoteteollisuus | -480 | -530 | -540 | -600 |
| metsäteollisuus yhteensä | -12 420 | -13 950 | -14 650 | -13 120 |
| muut toimialat yhteensä | -7 080 | -8 690 | -9 220 | -8 250 |
| kaikkiaan | -22 310 | -23 520 | -25 190 | -21 230 |

b) prosenttia toimialan työllisistä vuonna 2004.

| | S1 | S2 | S3 | S5 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| metsätalous | -9,6 | -4,5 | -6,7 | 0,7 |
| sahateollisuus | -19,6 | -25,2 | -27,3 | -17,6 |
| vaneri- ja muu levyteollisuus | -30,2 | -30,5 | -33,3 | -30,0 |
| muu puuteollisuus | -10,5 | -11,6 | -12,3 | -9,2 |
| huonekaluteollisuus | -13,2 | -14,9 | -16,6 | -10,7 |
| massa- ja paperiteollisuus | -16,0 | -17,9 | -17,9 | -20,1 |
| paperituoteteollisuus | -10,7 | -11,8 | -12,2 | -13,4 |
| metsäteollisuus yhteensä | -15,9 | -17,8 | -18,7 | -16,8 |
| muut toimialat yhteensä | -0,3 | -0,4 | -0,4 | -0,4 |
| kaikkiaan | -0,9 | -1,0 | -1,1 | -0,9 |

4 Varaukset

Vaikka tulokset on edellä esitetty numeroarvoina, niihin pitää kuitenkin suhtautua suuntaantavina. Tarkasteltava aikaväli on panos-tuotosanalyysin kannalta pitkä. Muutkin panos- ja tuotosrakenteet kuin työ tuottavuus voivat sinä aikana muuttua.

Bioenergia ja uudet tuotteet

Jussi Uusivuori, Antti Asikainen, Raija-Riitta Enroth, Lauri Hetemäki, Maarit Kallio, Hanna-Liisa Kangas ja Erkki Verkasalo²

1 Tausta

Metsätalouden ja -politiikan kannalta on tärkeää arvioida sekä bioenergian ja ns. uusien tuotteiden vaikutusta metsäsektorille. Varsinkin bioenergian kysynnän voimakas kasvu tulee vaikuttamaan koko metsäsektorin kehitykseen merkittävästi jo lähivuosina. Tämän kehityksen ennakkointiin tulisi pyrkiä myös Kansallisessa metsäohjelmassa 2015. Ohjelman valmistelua varten suunniteltua skenaariota 4 "Bioenergia ja uudet tuotteet" ei voida kuitenkaan perustaa tämän raportin taustana käytettyihin malleihin (SF-GTM-, MELA-, panos-tuotos-mallit) niiden edellyttämien tuotantoteknologioita ja markkinakysyntää kuvaavien lähtötietojen puutteiden vuoksi. Tässä työssä kuitenkin arvioidaan nykyistä pidemmälle jalostettujen tai kokonaan uusien tuotteiden sekä puupohjaisen energian tuotannon kasvun vaikutuksia metsäsektorin tuotannon volyyymille.

Maa- ja metsätalousministeriön vuonna 2006 julkaisemassa Metsäsektorin tulevaisuuskatsauksessa esitetään Metsäneuvoston linjauksen mukainen tavoite metsäklusterin tuotannon arvon puolitoistakertaistumisesta vuoteen 2015 mennessä. Tätä linjausta pidetään tässä työssä lähtökohtana siten, että arvioidaan tavoitetta metsäsektorin tuotannon arvon 1,5 kertaistumisesta nykytasosta, kun uusista tuotteista tulisi kolmasosa ja metsähakkeen käyttö kasvaisi 3–4-kertaiseksi 12 miljoonaan kuutiometriin vuonna 2015.

Tilastokeskuksen vuoden 2006 ennakkotietojen mukaan metsäteollisuustoimialan jalostusarvo oli noin 5,1 miljardia euroa ja kokonaistoimitusten arvo noin 17,4 miljardia euroa ilman "kustantaminen ja painaminen" -alatoimialaa. Siten yllä mainittu tavoite tuotannon arvon puolitoistakertaistamisesta merkitsisi lähes 9 miljardin euron lisäystä metsäteollisuustoimialan liikevaihtoon. Tässä skenaariossa arvioidaan, miten tavoite tuotannon arvon näin huomattavasta kasvusta voitaisiin saavuttaa ja mitä saavuttaminen merkitsisi puuvarojen käytölle.

Metsäntutkimuslaitos laati vuonna 2006 laajan tulevaisuuskatsauksen "Suomen metsiin perustuva hyvinvointi 2015" (Hetemäki ym. 2006), jossa arvioitiin metsiin perustuvien toimialojen rakennemuutoksia. Katsauksen mukaan paperiteollisuuden tuloista tulee suuri osa nykytuotteista vielä lähivuosikymmenen ajan. Tämä johtuu siitä, että teollisuuden strategian mukainen globalisoituminen ja lyhyen aikavälin kannattavuuden parantamistoimet sitovat yritysten resursseja siinä määrin, ettei niitä riitä merkittäviin lisäpanostuksiin uusien tuotteiden kehittämiseksi. Nykyiseen tuotantoon on myös sitoutunut merkittäviä pääomia ja toisaalta muutoksien käyttäntöön viemiseen kuluu väistämättä useita vuosia. Tätä taustaa vasten on epärealistista odottaa, että jo ennen vuotta 2015 toimialan tuotantorakenne muuttuisi radikaalisti. Puutuoteteollisuudessa katsaus näkee jalostusasteen nostoon ja uusien tuotteiden tuomiseen markkinoille suurempia mahdollisuuksia. Uusien tuotteiden, palveluiden ja liiketoimintojen kehittäminen edellyttää uusien yritysten ja riskipääoman tuloa markkinoille ja tutkimus- ja kehityspanoksen monin-

² Työtä on kommentoinut Pekka Saranpää, jolle esitämme kiitokset.

kertaistumista. Puumateriaalien ja metsäntuotteiden hyväksyttävyydestä on myös huolehdittava aktiivisesti ja kiinnitettävä erityistä huomiota hyvään ympäristösuorituskykyyn liittyvien kilpailuetujen hyödyntämiseen ja kehittämiseen. Metsiin pohjautuvan tuotannon arvon kasvua on luontevaa tarkastella varsinaisen metsäteollisuuden lisäksi laajemmalla pohjalta, metsistä ja puusta raaka-aineensa saavasta energia- ja kemian teollisuudesta sekä palvelusektorista.

Lähimmän kymmenvuotiskauden aikana näköpiirissä olevia mahdollisuuksia metsiin perustuvan liiketoiminnan kasvulle ovat lähinnä:

- Metsäteollisuuden jalostusasteen nosto nykytuotteita tai tuoteinnovaatioita hyödyntämällä
- Puuhun pohjautuvat energiatuotteet ja puuenergian tuotanto
- Luontomatkailun kasvu

Näistä luontomatkailun mahdollisuuksia on arvioitu erikseen (Tyrväinen ja Sievänen, tämä raportti).

2 Metsäteollisuuden jalostusasteen nosto

Metsäteollisuuden mahdollisuuksia uusien tuotteiden kehittämiseksi ja jalostusarvon nostamiseksi on selvitetty viime aikoina paljon (mm. Dahl ym. 2005, Hetemäki & Verkasalo 2006, Vasara & Nilsson 2007, Peltola 2007, Sorri ym. 2007). Teknillisen korkeakoulun selvityksessä Dahl ym. (2005) jaottelevat puun arvopotentiaalia hyödyntävät arvoketjut seuraavasti:

1. Viestintä ja kommunikointi
2. Rakentaminen ja asuminen
3. Pakkaaminen ja logistiikka
4. Hygienia, terveyden- ja sairaanhoito
5. Tekstiilit
6. Hienokemikaalit
7. Polttoaineet ja energia

Yllä mainituista arvoketjuista yhteisiä kemialliselle ja mekaaniselle puunjalostukselle ovat 2., 3. sekä 7.

Älytarrat ja -pakkaukset, joissa tuotteisiin yhdistetään mm. mikrosiruja tai radiotaajuus-antenneja ovat esimerkki paperiteollisuuden uusista tuotteista. Myös bioteknologiaan perustuvia biomolekyylejä (entsyymit) voidaan hyödyntää bioaktiivisten ominaisuuksien (esim. hapenpoisto) aikaansaamiseksi pakkauksissa (Aikio ym. 2006). Pakkausteollisuuden näkymät yleensä, ja erityisesti uusien ”älykkäiden” pakkaustuotteiden, ovat maailmanlaajuisesti hyvät. Tyypillistä osalle ns. hybridimediata tuotteita (ts. tuotteille, jotka yhdistävät eri viestintävälineiden sisältöjä ja toiminnallisuuksia) on se, että ne käyttävät vähemmän puukuitua kuin perinteiset metsäteollisuustuotteet. Siksi niiden merkitys puukuidun lisäkäytön näkökulmasta tulee todennäköisesti olemaan pienempi kuin nykytuotteiden, vaikkakin ne voivat olla tärkeitä metsäteollisuuden liikevaihdon ja kannattavuuden näkökulmasta.

Elektronisen paperin markkinoiden koko on tällä hetkellä hyvin pieni, mutta saattaa kasvaa 200–300 miljoonaan US dollariin muutamassa vuodessa (Sorri ym. 2007). On vielä epäselvää, missä määrin elektroninen paperi korvaisi nykytuotteita.

Kasvit sisältävät tuhansia yhdisteitä, joita voidaan uuttaa esimerkiksi erilaisten liuottimien avulla. Puun uuteaineista ovat tunnettuja tärpätti, ksylitoli ja Benecol -tuotteet, mutta tutkimus on tuomassa markkinoille lisää teollisesti hyödynnettäviä tuotteita. Näistä esimerkkinä on kuusen sisäoksista eristettävä HMR-lignaani, jonka arvioidaan hidastavan hormonaalisten syöpien kehitystä. Yhdistämällä uuteainetutkimus metsänjalostukseen ja -kasvatukseen voidaan paitsi lisätä toivottujen yhdisteiden pitoisuuksia myös parantaa itse puun laatua mm. lahonkestävämmäksi. Huolimatta lupaavista mahdollisuuksista, kehitystyön realisoituminen liiketoiminnaksi jää väistämättä lyhyellä tähtäimellä melko vaatimattomaksi. Metsänjalostus on pitkäjänteistä toimintaa, mutta myös elintarvikkeiden ja terveysvaikutteisten tuotteiden tulo maailman markkinoille laajassa mittakaavassa edellyttää paitsi aikaa vieviä lupamenettelyjä myös pitkäjännitteistä markkinointia. Siten vielä vuoteen 2015 mennessä näistä tuotteista on tuskin odotettavissa merkittävää liikevaihdon lisäystä. Alan tutkimus- ja kehitystoiminnan tulokset tulevat kuitenkin tulevaisuudessa lisäämään metsistä saatavia tuloja lisäämättä välttämättä metsien hakkuita, mikä on myös ekologisesti kestävää kehitystä.

Raakamäntyöljy on tärpätin ohella tärkeä sulfaattiselluteollisuuden sivutuote. Siitä tislamalla valmistetaan mäntyrasvahappoja, -öljyä, -hartseja ja -pikettä, joista mäntyhartsi ja mäntyöljy ovat maali-, saippua-, kaivos- ja kemianteollisuuden raaka-aineita. Lisäksi mäntypikettä voidaan käyttää polttoaineena kaukolämmön tuotannossa. Mäntyöljyn johdannaisia käytetään jo nyt puutavaran kuivaus-, pintakäsittely- ja suojausaineena. Sorri ym. (2007) arvioivat mäntyöljyn maailmanlaajuisen tuotannon määrän n. 1,3 miljoonaksi tonniksi ja arvon n. 500 milj. euroksi vuodessa. Raakamäntyöljyä saadaan noin 30–35 kiloa sellutonna kohti. Suomessa kaikki nykyprosessein saatavilla oleva raakamäntyöljy voidaan tällä hetkellä kaupallisesti hyödyntää kotimaan kahdessa tislamossa. Siten alalla ei nykytekniikoin ole merkittävää kotimaiseen raaka-aineeseen perustuvaa kasvupotentiaalia. Raakamäntyöljy voidaan hyödyntää myös itse selluprosessissa energiana, mikä kilpailee muun jatkojalostuksen kanssa.

Forchem Oy:n tuotantolaitos Raumalla tuottaa sellun sivutuotteena saatavasta raakamäntyöljystä tisetuotteita 100 000 tn vuodessa. Yhtiön suunnitelmissa on laajentaa tuotantoaan 150 000 tonniin vuodessa. Forchem Oy tislaa raakamäntyöljystä jalostettuja mäntyöljytuotteita, joita viedään Keski-Eurooppaan muun muassa liima-, maali-, voiteluaine- ja painovärituotteiden raaka-aineeksi. Vuonna 2006 yhtiön liikevaihto on arvioitu noin 77 miljoonaksi euroksi.

Puutuoteteollisuuden puolella uusinta tuotantoa edustavat erilaiset fysikaalisesti ja kemiallisesti modifioidut puutuotteet, puun ja muiden materiaalien komposiitit, esimerkiksi puumuovikomposiittilauta, rakennepuutuotteet ja erilaiset äly- ja funktionaaliset tuotteet. Puun kulutuksen kannalta olennaista on, missä määrin näissä tuotteissa käytetään puukuitua ja miten näillä tuotteilla korvataan toisaalta perinteisiä puutuotteita ja toisaalta muita kuin puutuotteita. Esimerkiksi rakennepuutuotteiden tärkein käyttökohde on asuinrakentamisessa, jossa ne korvaavat sahatavaraa.

Esimerkiksi puu-muovikomposiittituotteiden yksikköhinta on tällä hetkellä noin 1000 euroa tonnilta. Sorri ym. (2007) arvioivat, että vuonna 2010 maailman kokonaismarkkinoiden koko voisi olla noin 2 miljardia euroa, josta Euroopan osuus noin 270 miljoonaa euroa olisi lähes kokonaan uutta tuotantoa. Muovipuu on esimerkki siitä, miten uudet tuotteet ja niiden valmistus

voivat tukea toisiaan. Esimerkiksi UPM-Kymmenen Raflatacin itsekiinnittyvien paperimuovitarrojen tuotannossa ylijäämätuotantoa käytetään muovipuun raakamateriaalina.

Hetemäki & Verkasalo (2006) ja Hänninen ym. (2007) identifioivat seuraavat puutuotealan uudet lupaavat tuoteryhmät ja liiketoimintamuodot:

- Puu- ja kuitukomposiittimateriaalit, modifioidut puutuotteet (lämpökäsitellyt, kyllästetyt)
- Rakentamisen, rakennuspuusepän- ja huonekaluteollisuuden komponentit (verhouspaneelit, piharakenteet, pakkaukset, talojen kattoristikot) ja niiden tuotejärjestelmät
- Sisustus- ja sisäverhoilutuotteet (visuaalisuuden ja funktionaalisuuden tuotteistaminen)
- Piha-, puutarha- ja ympäristörakentaminen ja niiden järjestelmät
- Pakkaus- varastointi- ja tavaransiirtojärjestelmät (elintarvike-, lääke- ja kosmetiikka-aloilla)
- Puutuotealan ns. älypuutuotteet (logistinen seuranta, tiedonsiirto-ominaisuudet, huolto- ja kunnossapito-ominaisuudet)
- Puun kestävän kehityksen arvojen tuotteistaminen, mm. uusiutuvuus, hiilinieluefekti, matala energiaintensiivisyys, puutalojen energiatehokkuus, hengittävyys ja sisäilman laatu.

Monet yllämainituista puutuotealan mahdollisista kehityssuunnista liittyvät toisaalta suoraan tuotteiden tai palvelusten loppukäyttäjien kulutuskäyttäytymiseen ja teollisten loppukäyttäjien oman toiminnan kannattavuuden kehittämiseen, toisaalta puutuote- ja rakennusyritysten tuotantoketjuvalintoihin, arvoketjujen rakentamiseen ja kilpailukyyn parantamiseen. Puutuotealan kilpailuasetelmat ovat näin hyvin vaihtelevat, mikä tulisi ottaa huomioon myös alan markkina- ja markkinointituntemukseen liittyvän osaamisen kehittämisessä.

Merkittävä kehitystekijä on puumateriaalien ja -tuotteiden kanssa kilpailevien materiaalien ja tuotteiden hinnan trendinomainen nousu, niiden raaka-aineena olevien mineraali- ja öljyvarojen huetessa nopeasti kysynnän kasvettua ja kasvaessa edelleen globaalisti (muovit, teräs, alumiini). Tämä on jo parantanut puun hintakilpailukykyä suhteessa vaihtoehtoisiin materiaaleihin. Puulla on todistettavasti terveydellisiä etuja, mutta myös ilmeisiä riskitekijöitä. Etujen hyödyntäminen kuten myös riskien huomioon ottaminen edellyttävät syvällistä perustelua tutkituin, uskottavin asiatiedoin. Tämä on tärkeää myös laadittaessa käyttösuosituksia samoin kuin arvioitaessa tuotteiden parantamistarpeita.

3 Puupohjaisen energian tuottaminen

Bioenergia ja puuhun perustuvat polttoaineet tarjoavat Suomen metsäsektorille suurimmat mahdollisuudet liiketoiminnan laajentamiseen, uusiin työpaikkoihin ja teknologian vientiin. Metsiin perustuvan energian hyödyntäminen merkitsee myös metsäsektorin ja energiasektorin linkittymisen vahvistumista.

Puupolttoaineiden (ei mustalipeä) kokonaiskäyttö oli vuonna 2006 27,9 TWh. Pöyry (2007) arvioi, että niiden kokonaiskysyntä vuonna 2020 olisi 55,1 TWh, joka kuitenkin voi huomattavasti ylittää teknistaloudelliseen korjuupotentiaaliin perustuvan puupolttoaineiden tarjonnan. Rintalan työryhmä arvioi, että puuhun perustuvan bioenergian käyttöä olisi mahdollista lisätä 11–25 TWh vuoteen 2015 mennessä (Arvio ... 2007). VTT:n ja Metlan raportti (Helynen ym. 2007) arvioi, että puun energiakäyttöä voitaisiin nostaa jopa 30 TWh vuoteen 2020 mennessä. Puuhun perustuvan energian tuotantoa voidaan lisätä tehostamalla tuotantoprosesseja ja lisäämällä raaka-aineiden käyttöä. Raaka-aineista tärkeimmät ovat metsäteollisuuden sivutuotteet ja metsähake.

3.1 Tuotantoprosessien tehostaminen

Tuotantoprosessien tehostaminen voi perustua mm. seuraaviin kehittämistoimenpiteisiin (Sivill 2004):

- mekaanisen massanvalmistuksen energiankulutuksen alentaminen
- paperin neliömassan alentaminen
- paperin kuivarainaus (air dynamic forming)
- korkean rakennusasteen CHP-voimalaitokset (mustalipeän kaasutus ja kiinteän polttoaineen kaasutus)
- uudet kuivatusteknologiat (impulssikuivatus, päällepuhalluskuivatus, biopolttoaineen kuivaaminen)
- prosessivesien puhdistus suodattamalla (prosessivesiä voidaan kierrättää pidempään)
- prosessien yksinkertaistaminen

Näyttää ilmeiseltä, että esimerkiksi metsäteollisuuteen suunnitteilla olevat biojalostamot tulevat merkittävästi tehostamaan tuotannon energiatasetta sekä mahdollistavat energiatuotannon lisäämisen (Larson ym. 2006 ja Axegård 2007). Riippuen biojalostamon teknologia- ja tuotantoratkaisuista, vaikutukset puuraaka-aineen lisätarpeeseen vaihtelevat merkittävästi.

3.2 Metsähake

Skenaariossa 4 oletetaan metsähakkeen käytön kasvavan noin 12 miljoonaa kuutiometriin vuoden 2006 3,4 miljoonasta. Puupolttoaineiden tuotannon kasvu perustuukin vuoteen 2015 saakka pääasiassa metsähakkeen hyödyntämiseen. Suurin osa skenaariossa 4 arvioidusta metsähakkeen käytön kasvusta perustuisi todennäköisesti teollisuuden ja yhdyskuntien yhdistettyyn lämmön ja sähkön tuotantoon ja osin myös kotitalouksien käyttöön, joita käyttötarkoituksia varten metsähake voidaan jalostaa pyrolyysiöljyksi tai pelleteiksi. Mahdollista on, että myös puuenergiatuotteiden vienti ulkomaille voimistuu. Lisäksi osa metsähakkeesta tultaneen käyttämään liikenteen biopolttoaineiden tuotantoon.

Seuraavassa esitetään hypoteettisia esimerkkejä siitä, minkä suuruista liiketoimintaa voitaisiin perustaa 12 miljoonan metsähakekuutiometrin hyödyntämiseen kolmessa eri tapauksessa: 1. metsähakkeen koko määrä käytettäisiin pellettien tuotantoon; 2. sähkön ja lämmön tuotantoon; 3. metsähake käytettäisiin kokonaisuudessaan biodieselin tuotantoon.

Esim. 1: Pellettien tuotanto

Pellettien tuotannossa voidaan hyödyntää metsähaketta sekä myös sahanpurua ja sahaus-tähteitä. Oletetaan, että 12 milj. kuutiometristä metsähaketta voidaan tuottaa 4 milj. tonnia pellettejä, ja että pellettien tonnihinta on 160 euroa. Tällöin metsähakkeeseen perustuvan pellettituotannon arvo olisi 640 milj. euroa vuodessa.

Esim. 2: Sähkön- ja lämmön tuotanto

Oletetaan, että 12 milj. kuutiosta metsähaketta saadaan tuotetuksi yhteensä 20 TWh sähköä ja lämpöä, ja että sähkön ja lämmön tuotannossa keskimääräinen yksikköhinta olisi 40 €/MWh. Tällöin metsähakkeeseen perustuvan sähkön ja lämmön tuotannon arvo olisi 800 milj. €/v.

Esim. 3: Biodieselin tuotanto

Metsähaketta voidaan käyttää termisen kaasutuksen, kaasun puhdistuksen ja Fischer-Tropsch-synteesin kautta biodieselin raaka-aineeksi. Oletetaan, että 12 milj. kuutiosta metsähaketta saadaan tuotetuksi 1,2 milj. tonnia biodieseliä, ja että tämän yksikköhinta on 1 000 €/tonni. Tällöin metsähakkeeseen perustuvan vuotuisen biodieselin tuotannon arvoksi saadaan 1 200 milj. euroa.

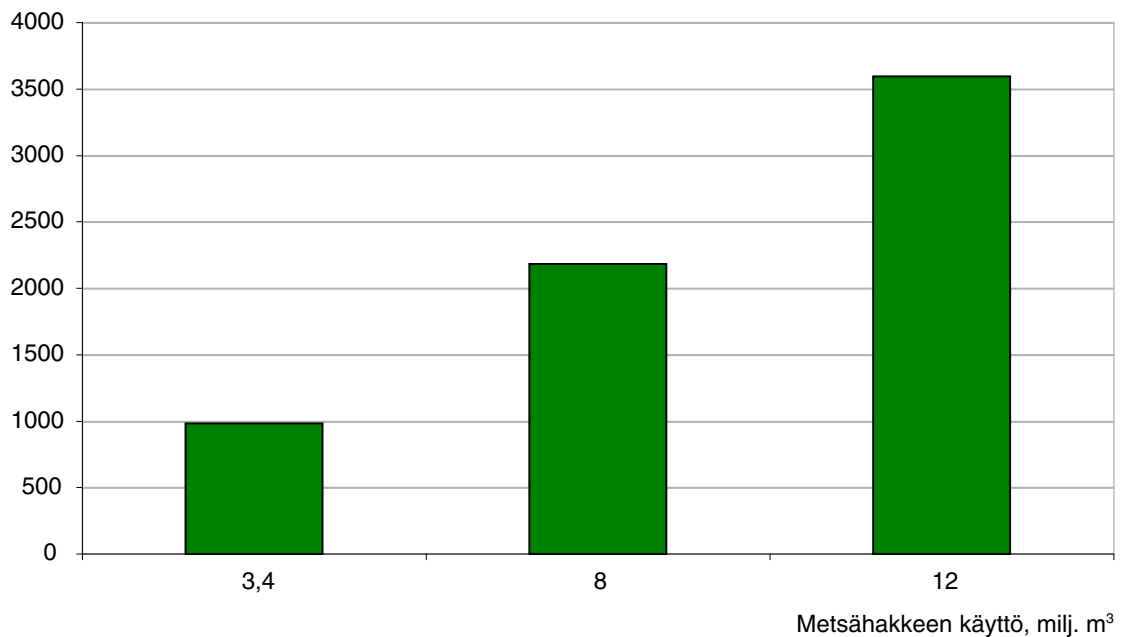
Esimerkeissä oletettiin metsähakkeen käytön kohdistuvan yhteen tiettyyn tuoteryhmään. Todellisuudessa metsähaketta tullaan kuitenkin käyttämään eri tuoteryhmissä, joiden kilpailukyky määrää myös niiden osuuden metsähakkeen kokonaiskäytöstä.

Edellä mainittuja esimerkkilaskelmia voidaan verrata VTT:n ja Metlan arvioon (Helynen ym. 2007). Sen KTM-skenaariossa (optimistinen metsäsektorin kehitysskenaario) esitetään, että metsähakkeen hankinta voisi nousta 9 miljoonaan kuutioon vuonna 2015, kun perusskenaariossa päädyttiin v. 2015 6 milj. kuutiometrin tasoon ja voimakkaimmankin bioenergian käytön skenaariossa 11 milj. kuutiometrin tasolle. Jotta viime mainittu skenaario toteutuisi, oletetaan raportissa nykyisen käytön kasvun (0,4 milj. m³/v) jatkuvan perinteisessä teollisuuden ja yhdyskuntien sähkön ja lämmön tuotannossa ja lisäksi polttoainetalosteiden (pelletti ja nestemäiset polttoaineet) käyttömäärien nousevan 4-5 milj. kuutiometriin vuositasolle kauden lopussa. Tätä taustaa vasten tavoite 12 miljoonan kuutiometrin metsähakkeen käytössä vuoteen 2015 mennessä on erittäin haastava.

Mitkä olisivat 12 milj. kuutiometrin vuotuisen metsähakkeen käytön vaikutukset metsänomistajien tuloille? Jos oletetaan metsähakkeen nykypäivän hintataso eli noin 12 €/MWh sisäänostohinta, olisi metsähakkeen 12 milj. m³ käytön vuotuinen arvo lähes 300 milj. euroa. Tästä merkittävin osa (yli 11 €/MWh) muodostuu korjuun- ja kuljetusten lisääntyvänä liikevaihtona. Pienpuun osalta metsähakkeen hankintakustannukset (15–17 €/MWh) ylittävät tämän päivän sisäänostohinnan. Mikäli markkinoilla olevat hintasuhteet pysyisivät samoina, olisi tämä erotus jatkossakin katettava yhteiskunnan tuilla, mikäli korjuutoimintaa nuorista metsistä halutaan jatkaa. Tosin pienten laitosten maksukyky on nousemassa varsin lähelle nykyisiä tuotantokustannuksia viitepolttoaineiden hintojen noustessa. Metsänomistajille maksettavan kantorahan osuus jäänee alle 1 €/MWh hakkuutähde- ja kantohakkeen osalta, kun taas pienpuusta voidaan maksaa enemmän tukitasosta riippuen. Fossiilisten polttoaineiden ja hiilidioksidipäästöjen hintatasojen kohotessa tilanne muuttuu, ja metsänomistajille metsähakkeesta maksettavissa oleva kantohinnan määrä nousee.

Metsähakkeen käytön kasvu nostaa metsätalouden työvoimatarvetta voimakkaasti, vaikka käytettäisiinkin täysin koneellistettuja korjuuketjuja (ks. kuva 1). Nykyisillä hankintamäärillä (3,4 milj. m³/v) tarvittava työvoimapanos on noin 1000 htv (henkilötyövuotta). Mikäli käyttö nousee 8 milj. m³:iin vuodessa, tarvitaan yli 2000 htv:n työvoimapanos. Tämän jälkeen työvoimatarve korjattua kuutiometriä kohti nousee jyrkemmin, sillä hankintamäärien kasvu tulee pääosin nuorista kasvatusmetsistä. Niissä kaato-kasauksen tarvitsema työvoimapanos on suuri ja hankinnan vaatima kokonaistyöpanos nousee yli 3500 htv:n, kun hankintamäärä on 12 milj. m³. Nykyinen teollisuuspuun vaatima työpanos on n. 8000 htv, joten työvoimatarpeen kasvu voi muodostua merkittäväksi pullonkaulaksi metsähakkeen käytön kasvulle.

Työvoimatarve, htv



Kuva 1. Metsähakkeen hankinnan (korjuu, haketus, kuljetus) työvoimatarve.

Metsähakkeen korjuukustannukset tulevat kohoamaan, kun siirrytään korjuuolosuhteiltaan vaativimpiin kohteisiin. Toisaalta korjuuteknologian ja logistiikan kehittyminen voi näitä kustannuksia vähentää. Metsähankkeen hinnan ja maksukyvyn kehitykseen vuoteen 2015 mennessä vaikuttaa keskeisesti hakkeen kysynnän kehitys, tuotantokustannukset, fossiilisten polttoaineiden hintakehitys sekä hiilidioksidin päästökauppa. Todennäköisesti hakkeen hinta tulee nousemaan ja edellytykset maksaa siitä korkeampaa hintaa nousemaan.

Metsähakkeen käyttö vähentää kasvihuonekaasupäästöjä verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin. Mälkin ja Virtasen (2003) elinkaarianalyysitutkimuksessa metsähakkeen nettohiilidioksidipäästöt olivat 7,0–9,2 1000tn/Twh tuotettua energiaa. Metsähakkeen nettohiilidioksidipäästöt koostuvat pääosin haketuksessa kulutetusta energiasta sekä metsähakkeen kuljetuksesta voimalaitokseen johtuvista päästöistä. Fossiilisista energianlähteistä tuotetaan Suomessa eniten sähköä kivihiilellä ja maakaasulla. Hiilidioksidipäästöt ovat kivihiilellä 340,5 1000tn/TWh ja maakaasulla 201,9 1000tn/TWh (Polttoaineluokitukset ja päästökertoimet 2007). Metsähakkeen hiilidioksidipäästöt ovat siis huomattavasti pienemmät kuin sen fossiilisten substituuttien. Metsähakkeen tuotantoketjusta tulee hiilidioksidipäästöjen lisäksi muun muassa typen oksideita, rikkidioksidipäästöjä, happamaa laskeumaa sekä hiukkaspäästöjä.

Yksi metsähakkeen tärkeimmistä substituuteista on tällä hetkellä turve. Turpeen CO₂ ominaispäästökerroin on 0,38 tn/MWh (380 1000tn/TWh) (esim. Pöyry 2006). Jos käytetään turpeelle käyttöpaikkahintana 8 €/MWh, ja metsähakkeelle 12 €/MWh, tulee yhden hiilidioksiditonnin päästövähennyksen hinnaksi n. 10,5 € korvattaessa turvetta metsähakkeella. Päästökauppajärjestelmässä metsähakkeen katsotaan olevan CO₂ -neutraali, jolloin näillä hintasuhteilla hiilidioksiditonnin päästöoikeushinnan ollessa vähintään 10,5 €, kannattaa laskennallisesti päästökauppa-sektorilla toimivien (yli 20MWh) energiatuotantolaitosten korvata turvetta metsähakkeella.

3.3 Pelletit

Vuonna 2006 Suomessa tuotettiin vajaat 300 000 tonnia puupohjaisia energiapellettejä, josta kotimaassa kulutettiin noin 100 000 tonnia. Skenaariossa 3 sahanpurusta tehtävien pellettien tuotanto lisääntyi vajaalla 400 000 tonnilla vuodesta 2006 vuoteen 2015. Kasvua rajoittaa sahateollisuuden tuotannon supistuminen. "Nykytila jatkuu" -skenaariossa (Skenaario 1), jossa sahateollisuus menestyi paremmin, sahanpurusta tehtävien pellettien tuotanto kasvoi 130 000 tonnia enemmän. Myös sahatavaran jatkojalostuksen yhteydessä syntyvään valmiiksi kuivaan raaka-aineeseen perustuva pellettituotanto voi vielä kasvaa nykyisestään hiukan. Mekaanisen puunjalostuksen sivutuotteisiin perustuva pellettiliiketoiminta voinee kasvaa enimmillään noin miljoonan tonnin vuosituotantoon vuonna 2015 tuoden liikevaihtoa noin 160 miljoonaa euroa.

Mekaanisen puunjalostuksen sivutuotteiden lisäksi metsähake saattaa tulevaisuudessa olla tärkeä raaka-aine pellettien valmistuksessa. Ensimmäinen metsähakkeesta pellettejä tuottava tehdas käynnistyy Suomessa vuoden 2008 syksyllä, German Pellets -yhtiön 160 000 tonnin tuotantolaitoksen myötä. Helysen ym. (2007) arvion mukaan tilanteessa, jossa tuontipuun saatavuus laskee merkittävästi ja metsähakkeen käyttö energiantuotannossa kasvaa huomattavasti, eli siis tilanteessa, joka muistuttaa tämän raportin skenaarion 4 taustaoletuksia, metsähakkeesta saatavilla pelleteillä saatettaisiin tuottaa vajaat 5 TWh energiaa vuonna 2020. Tämä vastaisi noin miljoonan tonnin pellettituotantoa ja noin 2,4 miljoonan kuutiometrin metsähakkeen käyttöä. Selvästi korkeampaankin pellettituotantoon voitaisiin Helysen ym. mukaan päästä, mikäli Keski-Euroopassa harjoitettu energiapolitiikka nostaa sikäläisten laitosten maksukykyä puupolttoaineista. Pellettien vienti voisi tällöin nousta noin 10 TWh:iin vuoteen 2020 mennessä vastaten noin 2 miljoonaa tonnia pellettejä.

Ottaen huomioon tuotannon nykytason, investointien aikaviiveen ja markkinoiden asteittaisen kasvun, puupohjaisten pellettien tuotanto voinee vuoteen 2015 mennessä kasvaa enintään kahteen miljoonaan tonniin. Irtopellettien nykyhinnoilla mitaten tämä merkitsisi noin 330 miljoonan euron liikevaihtoa. Pellettien tuotannon työllisyysvaikutus riippuu rakennettavien tuotantolaitosten koosta. Halosen ym. (2003) mukaan pienehköt 5 000–10 000 tn/v tuottavat pellettitehtaat työllistävät 3–4 henkilöä, kun taas suurimpien tehtaiden 20 000–100 000 tn/v työvoimatarve on noin 10–13 henkilöä.

3.4 Metsäbiojalostamot

Viime vuosina metsäsektorilla on ollut suuren kiinnostuksen kohteena ns. metsäbiojalostamot (forest biorefinery). Metsäbiojalostamo tarkoittaa tehdasta tai useiden tehtaiden kokonaisuutta, missä metsäbiomassasta, puupohjaisista sivutuotteista tai jätteistä valmistetaan energiaa ja/tai kemikaaleja nykyisten metsäteollisuustuotteiden ohella. Tällä hetkellä metsäbiojalostamoita kehitellään erityisesti termokemialliseen (esim. synteetikaasutus) ja biokemialliseen (esim. hydrolyysi) teknologiaan perustuen. Näiden teknologioiden alla on puolestaan useita eri mahdollisuuksia.

Uusi teknologia luo paremmat mahdollisuudet yhdistellä tuotantoprosesseja ja hyödyntää metsäbiomassaa. Se myös mahdollistaa halvemmat tuotantokustannukset, on energiatehokkaampaa ja vähäpäästöisempää. Taloudelliset laskelmat viittaavat lisäksi siihen, että uuteen teknologiaan tehtävät investoinnit tuottavat paremmin kuin investoinnit nykyteknologiaan.

Useat yritykset ovatkin yksityisin ja julkisin varoin investoineet pilottilaitoksiin, joissa pyritään demonstroimaan teknologioiden käyttökelpoisuutta. Suomessa kiinnostus on keskittynyt biodieselin raaka-aineen valmistukseen. Esimerkiksi StoraEnson ja Nesteen yhteistyöhankkeessa rakennetaan Varkauden sellu- ja paperitehtaan yhteyteen pilottilaitosta, joka valmistaa puuvahaa Nesteen jalostamolle biodieselin tuotantoa varten. UPM puolestaan julkisti toukokuussa yhteistyöhankkeen konevalmistaja Andritzin ja amerikkalaisen Carbona-tekniologiayhtiön kanssa. Tarkoitus on demonstroida biodieselin valmistusta Chicagon lähellä sijaitsevassa pilottilaitoksessa.

Biodieselin tuotanto selluntuotannon yhteydessä voi perustua mustalipeän, metsähakkeen ja turpeen käyttöön. Biopolttoaineiden lisäksi tuotantolaitos voi tuottaa myös sähköä ja lämpöä. Tällaisen yhdistetyn biojalostamon tuotannon on arvioitu olevan kustannustehokkaampaa kuin eriytetyn biodieselin tuotannon (Larson ym. 2007).

Maailmalla ensimmäiset metsäbiojalostamopilottilaitokset ovat jo valmistuneet. Varsinaisten kaupallisen mittakaavan laitoksien odotetaan käynnistyvän vuoden 2010 jälkeen. Tämän hetken arvioiden perusteella voi ennakoida laajamittaisia investointeja metsäbiojalostamoihin ajanjaksolla 2012–2020. Kenties 2–4 laitosta saattaisi sijoittua Suomeen nykyisten tehokkaiden massa- ja paperiteollisuusintegraattien yhteyteen. Vaikeampaa on arvioida, missä laajuudessa pienemmän mittaluokan biojalostamoita tullaan rakentamaan saha- ja vaneritehtaiden yhteyteen. Todennäköistä kuitenkin on, että myös puutuoteteollisuudessa metsäbioenergian tuotanto kasvaa nykytasolta merkittävästi.

Seuraavassa on esitetty esimerkinomaisesti arvioita eräiden biojalostamotuotteiden taloudellisista mahdollisuuksista USA:n markkinoilla:

Esim. 4: Mahdollisten biojalostamotuotteiden markkinat ja taloudellinen arvo USA:ssa (lähde: Larson ym. 2006, s. 7)

| | Markkinoiden fyysinen koko | Keskimääräinen tehdashinta ilman veroja 2005 | Arvioitu vähittäismyynnin markkina-arvo 2005 |
|---------------------|------------------------------------|--|--|
| POLTTOAINEET | | | |
| Bensiini | 9,13 milj. tynnyriä/päivä | \$1,67 /gallona | \$233 mrd/v |
| Diesel | 4,11 milj. tynnyriä/päivä | \$1,75 /gallona | \$110 mrd /v |
| Nestekaasu | 2,02 milj. tynnyriä/päivä | \$0,92 /gallona | \$29 mrd/v |
| Etanoli | 0,26 milj. tynnyriä/päivä | \$1,89 /gallona | \$8 mrd/v |
| Maakaasu | 21,98 triljoonaa std. cub. feet | \$7.51 /scf | \$165/v |

KEMIKAALIT

| | | | |
|----------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|
| Metanoli | 0,185 milj. tynnyriä/päivä | \$1,33 /gallona | \$3-4 mrd/v |
| Vety | 10 milj. tonnia | \$10-50 /tonni | \$15-\$75 milj./v |
| Ammoniakki | 21 milj. tonnia | \$94-\$325 /tonni | \$2-\$7 mrd/v |
| Sekoitetut alkoholit | 3,7 mrd. (pounds) naulaa | \$0,8 - \$1,057 /lb | \$3-\$4 mrd/v |

Esim.5: Ligniinin markkinat

Ruotsissa Lignoboost yrityksellä on pilottilaitos, joka toimii sellutehtaan yhteydessä (<http://www.lignoboost.com/>). Laitos erottaa sellutehtaan mustalipeästä ligniiniä, jota jalostaa edelleen energian tuotantoa varten. Tällä hetkellä pilottituotantovaiheessa oleva tehdas tuottaa 4000 tonnia ligniiniä vuodessa markkinahintaan 150 €/tonni. Ligniini toimitetaan rautateitse Tukholmaan Fortum-Värmen tehtaalle, joka jalostaa siitä sähköä ja lämpöä 1 300 omakotitaloon Tukholman alueella.

Mikäli Lignoboostin käyttämää teknologiaa käytettäisiin kaikilla maailman sellutehtailla, saataisiin talteen noin 10 milj. tonnia ligniiniä, jonka arvo olisi luokkaa 1,5 mrd euroa, olettaen hinnaksi 150 €/tonni. Tulevaisuudessa ligniinin talteenotto mustalipeästä tulee kehittämään ja siten saanto parantumaan. Näin ollen myös tuotantomahdollisuudet ja liikevaihto voivat olla huomattavasti edellä arvioitua suuremmat.

Metsäbiojalostamoiden teknologia, tuotteet ja liiketoimintastrategiat tulevat saamaan erilaisen painatuksen eri maissa ja myös alueellisesti maiden sisällä. Ei ole olemassa yhtä parasta vaihtoehtoa, vaan yhtiöiden vallinnat riippuvat mm. poliittisista ratkaisuista, paikallisista olosuhteista ja markkinoista. Jalostamot voivat keskittyä tuottamaan joko biodieseliä, etanolia, sähköä ja lämpöä, kemikaaleja tai jotakin näiden yhdistelmää. Jossakin tapauksessa tuotanto voi perustua lähes täysin metsäbiomassaan, toisaalla myös turpeen, pelto- tai kierrätysbiomassan hyödyntämiseen. Mahdollisten Suomeen tulevien biojalostamoiden osalta on realistista odottaa, että ne käyttäisivät pääasiassa puuperusteista raaka-ainetta (metsähake), jota täydennetään turpeella sekä kenties peltobiomassalla ja kierrätysbiojätteillä. Esimerkiksi 100 000 biodieseltonnin valmistamiseen, josta on puhuttu Stora Enson ja Nesteen yhteistyöprojektin yhteydessä, edellyttäisi polttoaine-energiana yli 2 TWh puupolttoainetta (Pöyry 2007). Tämä puolestaan vastaisi arviolta miljoonaa kuutiometriä metsähaketta.

Suuntaa-antavana arviona mahdollisesta biojalostamoiden lisäpuun käytöstä Suomessa vuoteen 2015 mennessä voisi esittää 2 miljoonaa kuutiota metsähaketta, jolla tuotettaisiin noin 200 000 tonnia biodieseliä.

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Vuoteen 2015 mennessä sähkön- ja kaukolämmön tuotannossa tapahtuu Suomessa huomattavaa puuperäisten polttoaineiden käytön kasvua. Sen sijaan nestemäisten metsiin perustuvien polttoaineiden tuotanto kasvaa vasta aivan kauden lopulla, mikäli biomassan kaasutukseen ja kaasun nesteytykseen perustuvat teknologiat saadaan kilpailukykyisiksi, ja yritykset investoivat tuotantoon juuri Suomessa. Metsään perustuvan bioenergian tuotannon kasvu perustuu etupäässä metsähakkeen lisääntyvään käyttöön sekä jossain määrin tuotantoprosessien tehostumiseen ja mustalipeän lisääntyvään käyttöön.

Tässä työssä ei arvioitu rakennus- ja pakkausteollisuuden ns. down-stream tähdepuun kierrätyksen tehostamista. Siihen liittyvää puuenergiapotentiaalia tulisi erikseen selvittää.

Väestön ikääntyminen, kaupungistuminen ja vaurastuminen vaikuttavat kulutuskäyttäytymiseen ja luovat sekä tarvetta että mahdollisuuksia pidemmälle jalostetuille tuotteille ja palveluille myös metsäsektorilla. Metsäteollisuuden jalostusasteen nostamisella perustuen nykytuotteisiin tai uusiin tuotteisiin ei puun käytön kannalta tule kuitenkaan olemaan suurta merkitystä vielä vuoteen 2015 mennessä. Alan liiketoimintavolyymiin uudet tuotteet vaikuttavat myönteisesti, mutta eivät kovin merkittävästi.

Yhteenvetona bioenergia-alan ja ns. uusien tuotteiden liiketoiminnan potentiaalisesta volyyminista Suomessa vuoteen 2015 mennessä voidaan todeta, että metsäsektorin tuotannon arvon puolitoistakertaistaminen näiden toimialojen pohjalta on realistinen tavoite vasta selvästi pidemmällä aikavälillä, kenties lähempänä vuotta 2030. Kehityksen hitauteen vaikuttaa mm. se, että tarvittavaa teknologiaa vielä tutkitaan ja kehitetään. Toisaalta kun teknologia on valmis käyttöönotettavaksi, kuluu useampi vuosi ennen kuin investoinnit toteutuvat ja tuotanto laajamittaisesti käynnistyy. On myös epävarmaa missä laajuudessa uuteen tuotantoon investoitaisiin juuri Suomessa. Etenkin globaalien yritysten strategioissa investoinnit ja tuotanto voivat ohjautua moniin eri maihin.

Teknologiaan ja investointeihin liittyvien epävarmuuksien lisäksi bioenergia-alan kehitykseen tuo huomattavaa epävarmuutta kansainväliseen ja kotimaiseen ilmasto- ja bioenergiapolitiikkaan sekä markkinoiden kehitykseen liittyvät tekijät. Lisäksi bioenergian tuotannossa metsiin perustuvat raaka-aineet tulevat kilpailemaan myös mm. peltobioenergian, turpeen ja tuontiraaka-aineiden kanssa.

Tuontipuun kehitys ja siihen liittyvät riskit vaikuttavat myös monen eri tekijän kautta metsäbioenergian tuotannon kehittymismahdollisuuksiin. Tuontipuusta osa ohjautuu energiantuotantoon ja tätä kautta tuontipuun väheneminen vaikeuttaisi myös suoraan metsäbioenergian tuotantoa. Toisaalta puun tuonnin merkittävä supistuminen voi johtaa tilanteeseen, jossa metsäteollisuuden tuotanto kehittyy pitkällä aikavälillä heikommin kuin nykytilanteessa, mikä heikentäisi myös bioenergian tuotantonäkymiä (metsäteollisuustuotteiden ja energian yhteistuotannon takia). Toisaalta hakkeen tuonti Suomeen voi myös lisääntyä ja siten parantaa edellytyksiä metsäbioenergian tuotannolle.

Puutuotealan kohdalla kotimaan kasvumahdollisuudet ovat rajalliset ja markkinoita on etsittävä Suomen ulkopuolelta. Esimerkiksi Metsäteollisuus ry:n puutuoteteollisuuden strategiaryhmä on asettanut tavoitteekseen vuonna 2020 tilanteen, jossa Suomen puutuoteteollisuus on osa menestyvää asumisklusteria lähimarkkinoilla, mm. Venäjällä. Vaikka monet asiakasrakenteen

muutokset ja puun korkea imago luovat kysyntää pitkälle jalostetuille puutuotteille ja mahdollisuuksia puun käytön lisäämiselle, puun käytön kulttuurisidonnaisuus merkitsee, että muutokset ovat verraten hitaita. Lisäksi jalostusasteen nostaminen ja uudet tuotteet edellyttävät myös rakenteellisia muutoksia puutuoteteollisuuden liiketoiminnassa, esim. verkottumista ja entistä paljon suurempaa panostusta markkinointiin ja tutkimus- ja kehitystoimintaan.

Muiden maiden politiikkatoimet tulevat vaikuttamaan poikkeuksellisen paljon Suomen kannalta toivottavien ohjauskeinojen valintaan. Selkeä painopiste on kuitenkin pyrkiä vahvistamaan niitä edellytyksiä, joiden perusteella uusia tuotteita olisi kannattava tuottaa juuri Suomessa. Tässä on kuitenkin tärkeä pitäytyä sellaisissa tukitoimissa, jotka eivät vääristä kilpailuasetelmaa tai jotka keinotekoisesti ylläpitävät muuten kannattamatonta toimintaa. Tarve on siten erityisesti poliitikalle, joka pyrkii luomaan otollisia olosuhteita, eikä suoraan tukemaan tuotantoa.

Viitteet:

- Aikio, S., S. Grönqvist, L. Hakola, E. Hurme, S. Jussila, O.V. Kaukoniemi, H. Kopola, M. Käsäkoski, M. Leinonen, S. Lippo, R. Mahlberg, S. Peltonen, P. Qvintus-Leino, T. Rajamäki, A.C. Ritschkoff, M. Smolander, J. Vartiainen, L. Viikari & M. Vilkmann. Bioactive paper and fibre products. VTT Working papers, 51.
- Arvio biomassan pitkän aikavälin hyödyntämismahdollisuuksista Suomessa. 2007. Professori Rintalan johtaman asiantuntijaryhmän raportti. 12.2. 2007. Kauppa- ja teollisuusministeriö. www.ktm.fi
- Axegård, P. The pulp mill based biorefinery. Esitelmä, PulPaper 2007, Helsinki, Finland, 5-7 June, 2007.
- Dahl, O., L. Hauhio, H. Hassi & T. Vuorinen. 2005 Kemiallinen ja mekaaninen puunjalostustekniikka ja niihin läheisesti liittyvät muut teknologiat. Selvitys yhteisten kehittämisalueiden toiminnan käynnistämisestä. Teknillinen korkeakoulu, Puunjalostustekniikan osasta.
- Flyktman, M. 2007. Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä. 1. päivitys, 6/2007. VTT Tutkimusraportti 3620.
- Hakala, T., O. Haltia, R. Hermans, M. Kulvik, H. Nikinmaa, A. Porcar-Castell & T. Pursula. 2007. Biotechnology as competitive edge for the Finnish forest cluster. ETLA. The Research Institute of the Finnish Economy. Keskustelualoitteita 1076.
- Halonen, P., S. Helynen, M. Flyktman, E. Kallio, M. Kallio, T. Paappanen & P. Vesterinen. 2003. Bionergian tuotanto- ja käyttöketjut sekä niiden suorat työllisyysvaikutukset. VTT tiedotteita 2219. Espoo 2003. 51 s.
- Helynen, S., M. Flyktman, A. Asikainen & J. Laitila. 2007. Metsätalouteen ja metsäteollisuuteen perustuvan energialiiketoiminnan mahdollisuudet. VTT tiedotteita 2397.
- Hetemäki, L., Harstela, P., Hynynen, J., Ilvesniemi, H. & Uusivuori, J., 2006. Suomen metsiin perustuva hyvinvointi 2015. Katsaus Suomen metsäalan kehitykseen ja tulevaisuuden vaihtoehtoihin. Metlan työraportteja 26. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp026.htm>
- Hetemäki, L. & E. Verkasalo. 2006. Puunjalostuksen uudet tuotteet ja kehitys Suomessa, julkaisussa Hetemäki, Harstela, Hynynen, Ilvesniemi ja Uusivuori.
- Hänninen, R., Toppinen, A., Verkasalo, E., Ollonqvist, P., Rimmler, T., Enroth, R.-R. & Toivonen, R. 2007. Puutuoteteollisuuden tulevaisuus ja puurakentamisen mahdollisuudet. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 49. 55 s. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp049.htm>.
- Larson, E.D., Consonni, S., Katofsky, R.E., Iisa, K. & Frederick, J. (2006). A Cost-Benefit Assessment of Gasification-Based Biorefining in the Kraft Pulp and Paper Industry. Final report (4 volumes), 21 December 2006, Princeton University and Navigant Consulting.
- Metsäsektorin tulevaisuuskatsaus. 2006 Metsäneuvoston linjaukset metsäsektorin painopisteiksi ja tavoitteiksi. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu.
- Mälkki, H. & Virtanen, Y. 2003. Selected emissions and efficiencies of energy systems based on logging and sawmill residues. Biomass & Bioenergy, 24; 321-327.
- Peltola, T. 2007. Metsäalan arvoketjujen elinkeinomahdollisuudet. Metsäalan tulevaisuusfoorumi. Joensuun yliopisto.
- Polttoaineluokitus ja päästökertoimet. 2007. Tilastokeskus.
- Pöyry 2006. Metsäenergian tuotannon, korjuun ja käytön kustannustehokkuus sekä tukijärjestelmien vaikuttavuus päästökaupan olosuhteissa. Loppuraportti. Selvitys maa- ja metsätalousministeriölle, 9.8.2006.
- Pöyry 2007. Puupolttoaineiden kysyntä ja tarjonta Suomessa vuonna 2020 – Päivitetty tilannekatsaus. Selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle, 10.7.2007.
- Sivill, L. (2004). Metsäteollisuuden energiankäytön tehostaminen. Esitelmä, Studia Generalia Technologica, Energiateknologian kehitysnäkymät, Dipoli, Espoo 25.11.2004
- Sorri, V., A. Silvennoinen, K. Luukko, M. Koivisto & T. Joutsenoja. New business and specialities for the forest-based sector. PulPaper Seminar, Helsinki, 5-7 June 2007.
- Vasara, P. & Nilsson P. (2007). Metsäsektorin ja paperikemian uudistusstrategia: Esitutkimus. Kauppa- ja teollisuusministeriö, Julkaisuja 16/2007.

Etelä-Suomen metsien suojelun vaikutukset

Paula Horne

1 Johdanto

Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelmassa METSOssa (2002–2007) kohdistettiin monimuotoisuuden suojelutoimia luonnonsuojelubiologisten kriteerien mukaisesti ja todettiin erilaisten metsänomistajan vapaaehtoisuuteen perustuvien keinojen toimivan suojelupinta-alan lisäämisessä. Tutkimuksen mukaan metsien monimuotoisuuden turvaamisessa on oleellista talousmetsien käsittely, tiettyjen elinympäristöjen ja rakennepiirteiden säilyttäminen ja lisääminen sekä suojelualueverkoston parantaminen (Horne ym. 2006, Kouki ym. 2007). METSO-ohjelman seurannan ja arvioinnin loppuraportissa todetaan tarve metsien monimuotoisuuden turvaamisen lisäämiselle laajaa keinovalikoimaa käyttäen (Syrjänen ym. 2007). Ympäristöministeriön asettama METSO II -valmistelutyöryhmä jättää esityksensä seuraavasta Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelmasta vuoden 2007 joulukuussa.

Tämän raportin skenaarioissa ei tarkasteltu koko laajaa keinovalikoimaa metsien monimuotoisuuden turvaamisessa, vaan laskelmat perustuvat tiukan suojelupinta-alan lisäämiseen. Suomen ympäristökeskuksen tutkijat Kimmo Syrjänen ja Harri Tukia arvioivat sovittujen taustaoletusten perusteella suojelualan jakautumisen eri kasvupaikkatyypeille metsäkeskuksittain. Metsien suojelupinta-alaa lisättiin skenaarioissa 3 ja 5. Laskennallisista syistä johtuen vaikutusten arvioinnissa on tehty lisäksi yksinkertaistavia oletuksia. Suojelupinta-alan lisäyksen ja vaikutusten laskennan oletuksina olivat, että:

- vuoden 2009 alussa suojellaan 390 000 hehtaaria kerralla (39 000 hehtaaria kussakin metsäkeskuksessa) Etelä-Suomessa ja noin 54 000 hehtaaria Pohjois-Suomessa.
- ensisijaisesti suojellaan vanhimpia metsiä niin kangas- (yli 120 vuottaat metsät) kuin turvemailloilla (yli 80 vuotta vanhat metsät). Lehtojen (ja turvemailloilla vastaavien rehevien korprien) osalta otettiin mukaan myös hieman nuorempia ikäluokkia. Lehtomaisia ja tuoreita kankaita painotettiin kuivia ja karuja kankaita enemmän.
- suojelu on tiukkaa suojelua, toisin sanoen alue poistuu metsätalouskäytöstä kokonaan
- kaikkia suojeltuja metsiä olisi käytetty puuntuotantoon
- luvussa on mukana myös nykyiset suojelualuevaraukset.

2 Vaikutusarviot

2.1 Valtiontaloudelliset kustannukset

Noin 390 000 hehtaarin tiukka suojeleminen tehdyn oletuksen mukaan maksaisi yhteiskunnalle metsänomistajille maksettavina korvauksina noin 2,4–3,3 miljardia euroa³. Jos luonnonsuojeluun käytetty budjetti pysyisi nykyisellä tasolla noin 60 miljoonassa eurossa vuosittain, korvausten maksuun kuluisi 40–55 vuotta. Siten laskelmissa tarkastellun suojeleohjelman kustannus ei olisi esitettyssä aikataulussa sosiaalisesti ja yksityistaloudellisesti kestävä. Maanomistajalle maksettavien korvausten lisäksi suojelealueiden hankinnasta aiheutuu toimituskuluja. Vapaaehtoisten kiinteistökauppojen hankintakustannukset ovat olleet noin 250 euroa/ha (Hannellius 2006). Jos suojeleminen tapahtuisi vapaaehtoisuuden pohjalta, ajaututtaisiin joissain tapauksissa pakkolunastukseen. Lunastuksen toimituskustannukset ovat noin 70 euroa kalliimmat hehtaaria kohti. Toimituskuluista aiheutuisi siten lisäkustannuksia 98–125 miljoonaa euroa.

2.2 Kansantaloudelliset vaikutukset

Skenaariolaskelmissa ei ole otettu huomioon sitä, että kansalaiset kannattavat suojelelun lisäämistä ja siten aiheutuneita vaihtoehtokustannuksia ei voida bruttomääräisinä laskea kansantaloudelliseksi kustannukseksi. Kansalaiset haluaisivat Etelä-Suomen metsien suojelelupinta-alaksi keskimäärin noin 4,2 prosenttia ja arvioitu maksuhalukkuus ylittää luonnonsuojeluun käytetyn nykyisen budjetin (Horne 2007).

2.3 Ekologiset vaikutukset

Skenaariossa käytetyissä oletuksissa keskityttiin vanhojen, puustoisten elinympäristöjen ja niissä elävän lajiston suojelemiseen. Suomen uhanalaisesta lajistosta 43 prosentilla on metsät ensisijaisena elinympäristönä. Näistä 39 prosentilla ensisijaisena elinympäristönä ovat vanhat kangas- tai lehtometsät tai korvet. METSON jäljillä -raportin (Horne ym. 2006) mukaan metsien monimuotoisuuden turvaamisessa on tärkeää tiettyjen rakennepiirteiden, kuten lahoppuun ja palaneen puun, ja niiden jatkumoiden säilyttäminen ja lisääminen. Täten hajallaan olevien metsäkuvioiden suojeleminen ei vastaisi ekologisia tarpeita edes vanhojen metsien lajiston osalta.

Skenaariossa oletettiin suurimmat kestävät hakkuut ja Etelä-Suomen suojelelupinta-alan nosto viiteen prosenttiin. Vaikka metsien suojelelupinta-alalla mitattuna nousisikin muutamalla prosenttiyksiköllä nykyisestä, metsien monimuotoisuuden tila todennäköisesti heikkenisi, jos monimuotoisuutta turvaavat toimenpiteet talousmetsissä vähenisivät merkittävästi nykyisestä tehokkaamman puuntuotannon takia.

Bioenergian lisääntyvä käyttö heikentää erityisesti maaperän ja lahoppuusta riippuvaisen lajiston monimuotoisuutta.

³ Puutavaralajeittain kerrottuna keskimääräisillä kantohinnoilla vuosilta 1997–2006 ja viikon 34 kantohinnoilla.

2.4 Sosiaaliset vaikutukset

Pelkästään hallinnollisella päätöksellä tehtyihin rajauksiin perustuvat suojeleohjelmat ovat osoittautuneet varsin epäsuosituiksi metsänomistajien keskuudessa. Omistusoikeus ja päätösvalta olivat tärkeitä seikkoja lähes kaikille luonnonarvokauppaan kohteita tarjonneille (Juutinen ym. 2005). Sopimuksen tehneistä metsänomistajista lähes 80 prosenttia ei olisi myynyt kohdetta valtiolle. Vapaaehtoisten, metsänomistajien päätäntävaltaa korostavien ja täyteen korvaukseen perustuvien ohjauskeinojen käyttö saa myös kansalaisten yleisen hyväksynnän (Horne ym. 2004). Kansalaiset ovat myös valmiimpia maksamaan lisäsuojelusta, jos se toteutetaan vapaaehtoisin keinoin (Horne ym. 2004). Lisäsuojelua sisältävien skenaarioiden S1 ja S5 työllisyysvaikutuksia on käsitelty Mikko Toropaisen arviossa.

2.5 Puuntuotannolliset vaikutukset

Muiden kuin skenaarioiden oletuksissa käytettyjen metsätyyppien puuntuotannollinen potentiaali on huomattavasti käytettyjä oletuksia alhaisempi. Toisaalta esimerkiksi osa luonnonarvokauppaan osallistuneista metsänomistajista ei olisi hakannut tarjoamiaan kohteita ilman suojelepäätöstäkään (Juutinen ym. 2005). Siten monimuotoisuuden turvaaminen ei automaattisesti poista vastaavaa puumäärää markkinoilta edes tiukalla suojelulla toteutettuna.

3 Johtopäätökset

- Metsien monimuotoisuuden turvaamisen verkoston lisääminen esitettyyn laajuuteen tiukalla suojeleohjelmalla ei ole todennäköistä valtiontaloudellisesta näkökulmasta.
- Kuvattu suojeletapa ei turvaisi metsien monimuotoisuuden säilymistä.
- Tärkeiden elinympäristöjen ja rakennepiirteiden turvaamiseen sovelletun laajan keinovalikoiman vaikutukset puuntuotantoon olisivat selkeästi pienemmät kuin vanhempiin ikäluokkiin painottuvan suojeleohjelman.
- Vapaaehtoisuuteen perustuva monimuotoisuuden turvaaminen painottuisi osittain kohteisiin, jotka eivät olisi muutenkaan metsätalouden piirissä, joten puuntuotannolliset vaikutukset olisivat arvioitua pienemmät.

Skenaarioiden 3 ja 5 sisältämän lisäsuojelun puuntuotannolliset ja taloudelliset vaikutukset voidaan katsoa olevan metsien monimuotoisuuden turvaamisen vaikutusten ylärajana oletetulla suojelelaajuudella. Käytettyjen oletusten muuttaminen esimerkiksi elinympäristöjen ja kehitysluokkien tai pinta-alalisäyksen jaksottamisen osalta vähentäisi kielteisiä vaikutuksia.

Viitteet:

- Hannellius, S. 2006. Suojelukohteiden hankinnan kustannukset. Julkaisussa Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. ja Syrjänen, K. (toim.). METSON jäljillä – Etelä-Suomen monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. Sivut 148-152.
- Horne, P. 2007. Use of choice experiments in assessing the role of policy instruments in social acceptability of forest biodiversity conservation in Southern Finland. Käsikirjoitus.
- Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. ja Syrjänen, K. (toim.). 2006. METSON jäljillä – Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. 387 s.
- Horne, P., Koskela, T. ja Ovaskainen, V. (toim.). 2004. Metsänomistajien ja kansalaisten näkemykset metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamisesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 933.
- Juutinen, A., Horne, P., Koskela, T., Matinaho, S., Mäntymaa, E. & Mönkkönen, M. 2005. Metsänomistajien näkemyksiä luonnonarvokaupasta: kyselytutkimus luonnonarvokaupan kokeiluhankkeeseen osallistuneille. Metlan työraportteja 18. Metsäntutkimuslaitos.
- Kouki, J. ja Tikkanen, Olli-Pekka (toim.). 2007. Uhanalaisten lahopuulajien elinympäristöjen turvaaminen suojelualueilla ja talousmetsissä. Suomen ympäristö 24.
- Syrjänen, K., Horne, P., Koskela, T. ja Kumela, H. 2007. (toim.). METSON seuranta ja arviointi. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman seurannan ja arvioinnin loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. ja Mannerkoski, I. (toim.). Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Uhanalaisten lajien II seurantaryhmä. s. 432.

Metsätalouden vesistökuormituslaskelmat Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten

Leena Finér¹⁾, Erkki Ahti¹⁾, Samuli Joensuu²⁾, Harri Koivusalo¹⁾, Ari Laurén¹⁾, Timo Makkonen²⁾, Tuija Mattsson³⁾, Mika Nieminen¹⁾ ja Sirkka Tattari³⁾

¹⁾ Metsäntutkimuslaitos

²⁾ Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio

³⁾ Suomen ympäristökeskus

1 Johdanto

Metsillä on suuri vaikutus veden kiertoon ja aineiden kulkeutumiseen pinta- ja pohjavesiin. Metsätalouden toimenpiteistä päätehakkuun, maanmuokkauksen, lannoituksen, ojituksen ja kulotuksen on osoitettu lisäävän vesistökuormitusta eli aineiden kulkeutumista vesistöihin. Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama vesistökuormitus on seurausta maasta vettä haihduttavan ja ravinteita ottavan puuston poistamisesta, pintakasvillisuuden häiriintymisestä ja ravinteiden vapautumisesta ja kulkeutumisesta hakkuutähteistä ja maaperästä. Valunna metsätaloustoimenpiteet lisäävät yleensä vähän. Täten tulvat eivät juuri lisäänty, mutta paikallisesti pintavalunnan lisääntyminen voi aiheuttaa eroosiota. Eroosio johtaa vesistöjen madaltumiseen, liettymiseen ja sameutumiseen. Typpi- ja fosforiyhdisteiden huuhtoutuminen rehevöittää vesistöjä. Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama vesistökuormitus on yleensä voimakkaimmillaan 2–3 vuotena toimenpiteiden jälkeen, mutta se voi jatkua jopa yli 10 vuotta.

Vesistökuormitus voi olla haitallista erityisesti latvavesistöissä eli pienissä puroissa, lammissa ja järvissä, joihin ei tule kuormitusta muualta kuin metsäisiltä alueilta. Haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää erityyppisillä vesiensuojelutoimenpiteillä. Valtakunnallisesti metsätalous on pieni vesistökuormittaja verrattuna esim. maatalouteen. Vuonna 2005 arvioitiin metsätalouden aiheuttavan koko maassa 5 % vesistöjen typpikuormituksesta ja 8 % fosforikuormituksesta (Leivonen 2005).

Valtioneuvosto on vuoden 2006 lopussa hyväksynyt "Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015" -ohjelman, jonka keskeisenä tavoitteena on vesistöjen rehevöitymistä aiheuttavan typpi- ja fosforikuormituksen vähentäminen. Metsätalouden vesiensuojelussa tähän pyritään metsätaloustoimien hyvällä ennakkosuunnittelulla ja riittävien suoja- ja suojautumisvyöhykkeiden käytöllä kaikilla vesistöjä ympäröivillä alueilla. "Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015" on sovitettu yhteen EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin (2000/60/EY) kanssa, jonka mukaan vesien tilan on oltava vähintään hyvä, eikä se saa heiketä. Vesipolitiikan puitedirektiiviä toteutetaan käytännössä lailla vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004). Siinä ja asetuksessa tarkemmin määritellyille vesienhoitoalueille laaditaan vesienhoitosuunnitelmat vuoden 2009 loppuun mennessä. Vesienhoitosuunnitelmien osana tehdään yksityiskohtaisempia toimenpideohjelmia, joissa esitetään keinot tavoitteiden saavuttamiseksi. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin täytäntöönpanoa tukevat metsätalouden osalta myös vesilain (264/1961), ympäristönsuojelulain (86/2000),

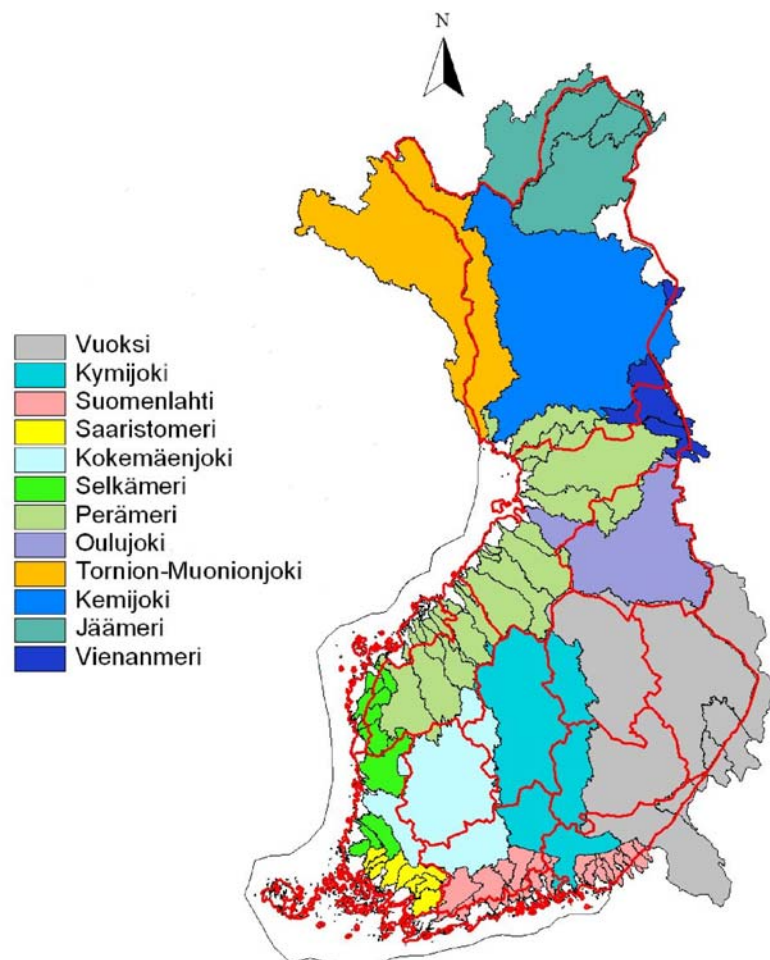
metsälain (1096/1996) ja kestävän metsätalouden rahoituslain (1094/1996) määräykset, samoin kuin metsäsertifiointin kriteerit. Vesiensuojelun haasteisiin voidaan vastata myös Kansallisen metsäohjelman tarkistuksen yhteydessä tehtävillä linjauksilla.

Tässä työssä arvioidaan Kansallisen metsäohjelman (KMO) tarkistuksen yhteydessä laadittujen skenaarioiden vaikutusta metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamaan vesistökuormitukseen jaksolla 2007–2015. Vastaavanlaisia arvioita on tehty myös aiempiin metsäohjelmiin liittyen (Ahti 1990, Kenttämies ja Alatalo 1999, Kenttämies ja Haapanen 2006).

2 Tulosten laskenta

2.1 Laskennan lähtökohdat

Vesistökuormituslaskelmat tehtiin päävesistöryhmittäin (kuva 1, Kenttämies 2006) Suomen ympäristökeskuksessa laaditun laskentaohjelman avulla kertomalla eri skenaarioiden mukaiset toimenpidepinta-alat kunkin toimenpiteen aiheuttamalla ominaiskuormituksella. Laskelmissa arvioitiin uudistamishakkuiden ja niihin liittyvän maanmuokkauksen, kunnostusojituksen ja lannoituksen aiheuttama typpi- ja fosforikuormitus sekä lisäksi kunnostusojituksen aiheuttama kiintoainekuormitus vesistöihin.



Kuva 1. Päävesistöalueet (mustat rajat), niistä laskentaa varten muodostetut vesistöaluerihmät ja metsäkeskusten rajat (punaiset rajat).

2.2. Skenaariot

Vesistökuormitukset laskettiin skenaarioille 1 ("Nykytila jatkuu"), 2 ("Puun tuonti alas"), 3 (tässä skenaario 3a, "Puun tuonti alas ja lisäsuojelua") ja 5 (tässä skenaario 5a, "Suurimmat kestävät hakkuut"). Skenaariolle 3 laskettiin lisäksi vaihtoehtoistarkastelu 3b, jossa oletettiin että kunnostusojitus- ja lannoituspinta-alat nostettaisiin molemmat 100 000 hehtaariin vuodessa. Skenaariolle 5 laskettiin vaihtoehtoistarkastelu 5b, jossa Pohjois-Suomessa metsien suojelupinta-alaa lisättiin 54 000 hehtaarin sijasta 135 000 hehtaarilla.

2.3 Toimenpidepinta-alat

Kuormituslaskelmia varten tarvittiin skenaarioiden mukaiset kauden 2007–2015 toimenpidepinta-alat ja jo toteutuneet pinta-alat vesistöalueittain takautuvasti useammalta vuodelta ennen laskentajaksoa (taulukot 1–2). Vuotta 2007 edeltävät pinta-alat tarvittiin, koska metsätaloustoimenpiteet aiheuttavat kuormitusta usean vuoden ajan toimenpiteen jälkeen.

Metsäkeskuskohtaiset toimenpidepinta-alat saatiin Metsäntutkimuslaitoksen Valtakunnan metsien inventointitulosten, Tapion tätä raporttia varten metsäkeskuksille ja yrityksille suuntaaman kyselyn sekä MELA-ohjelmistolla tehtyjen skenaariolaskelmien pohjalta. Vesistöalueille toimenpidepinta-alat laskettiin metsäkeskuskohtaisista pinta-aloista siinä suhteessa kuin kukin metsäkeskus sijaitsee kyseessä olevalla vesistöalueella.

Taulukko 1. Laskelmissa käytetyt vuotuiset toimenpidepinta-alat (ha) koko maassa jaksolla 1997–2006.

| Vuosi | Uudistus- hakkuu, kangasmaat | Uudistus- hakkuu, turvemaat | Kunnostus- ojitus | Lannoitus, kangasmaat | Lannoitus, turvemaat |
|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1997 | 174556 | 19745 | 89128 | | |
| 1998 | 148499 | 17114 | 69065 | | |
| 1999 | 157265 | 18054 | 84769 | | |
| 2000 | 185332 | 21311 | 74281 | | |
| 2001 | 137601 | 15711 | 82660 | | |
| 2002 | 169727 | 19470 | 80130 | 20937 | 5904 |
| 2003 | 165468 | 18880 | 67479 | 15566 | 6946 |
| 2004 | 166543 | 19143 | 77836 | 17237 | 5013 |
| 2005 | 132921 | 15155 | 68757 | 16542 | 4368 |
| 2006 | 154232 | 17663 | 71725 | 23046 | 4239 |
| Keskiarvo | 159214 | 18225 | 76583 | 18666 | 5294 |

Taulukko 2. Laskelmissa käytetyt vuotuiset toimenpidepinta-alat (ha) koko maassa jaksolla 2007–2015.

| Skenaario | Uudistushakkuu, kangasmaat | Uudistushakkuu, turvemaat | Kunnostus- ojitus | Lannoitus, kangasmaat | Lannoitus, turvemaat |
|-----------|-------------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | 149450 | 34300 | 67750 | 18666 | 5294 |
| 2 | 161950 | 37100 | 75200 | 18666 | 5294 |
| 3a | 170050 | 35200 | 69310 | 18666 | 5294 |
| 3b | 170050 | 35200 | 100000 | 50000 | 50000 |
| 5a | 202000 | 35300 | 67900 | 18666 | 5294 |
| 5b | 200500 | 34900 | 67500 | 18666 | 5294 |

2.4 Ominaiskuormitusluvut

Tätä raporttia varten tuotettiin uudet metsänuudistamisen (uudistamishakkuu ja maanmuokkaus) ja kunnostusojituksen ominaiskuormitusluvut (taulukot 3–5) käytettävissä olevan uusimman nykyisiä metsänkäsittelytapoja vastaavan tutkimustiedon perusteella. Lannoituksen ominaiskuormituslukuina käytettiin Kenttämiehen ja Haapasen (2006) esittämiä arvoja. Laskennassa käytetyt ominaiskuormitusluvut on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Ominaiskuormituksella tarkoitetaan metsän käsittelyn aiheuttamaa ravinne- tai kiintoainekuormituksen lisäystä, joka on suhteutettu valuma-alueen käsiteltyyn pinta-alaan. Ominaiskuormituksen yksikkö on kg ravinnetta/vuosi/käsittely ha. Ominaiskuormitus määritetään kenttäkokeilla kalibrintikausi-vertailu-alueen menetelmällä (kv-menetelmä). Kv-menetelmässä seurataan kahta rinnakkaista latvavaluma- aluetta ensin 3–5 vuoden mittaisen kalibrintikauden ajan. Valuma-alueiden purkupisteistä mitataan valuntaa (yksikkö: mm/aika) jatkuvasti ja veden laatua (yksikkönä pitoisuus: massa/tilavuus) 10–20 kertaa vuodessa. Valunta- ja vedenlaatumittauksista lasketaan kuukausittainen ravinnekuorma (yksikkö: kg/kuukausi/valuma-aluehehtaari, Alatalo 2000). Rinnakkaisten valuma-alueiden kalibrintikauden kuukausikuormista muodostetaan regressioyhtälö, jossa vertailualueen kuukausikuormalla selitetään tulevan käsittelyalueen kuormaa luonnontilassa ("laskennallinen luonnonkuormitus"). Kalibrintikauden jälkeen toinen alueista käsitellään. Käsittelyn aiheuttama kuormituksen muutos lasketaan käsittelyalueen havaitun kuormituksen ja regressioyhtälöllä lasketun "luonnonkuormituksen" välisenä erona (Alatalo 2000). Laskemalla nämä erot yhteen vuosiarvoiksi ja jakamalla vuosiarvot käsitellyn alueen pinta-alaosuudella saadaan tulokseksi vuosittainen ominaiskuormitus. Käsittelyn kokonaisvaikutukseen sisältyvät vuosittaiset ominaiskuormitukset siltä ajalta, jolloin vuosittaiset ominaiskuormitusluvut ovat nollaa suurempia. Jäljempänä tässä luvussa esitetään perusteet ominaiskuormitusluville.

Taulukko 3. Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama kokonaistypen ominaiskuormitus.

| Vuosi toimenpiteestä | Metsänuudistaminen kg ha ⁻¹ a ⁻¹ | | Kunnostusojitus kg ha ⁻¹ a ⁻¹ | Lannoitus kg ha ⁻¹ a ⁻¹ | |
|-------------------------|---|------------------|--|--|------------------|
| | Kangasmaat (1) | Turvemaat (2) | | Kangasmaat (4) | Turvemaat (5) |
| 1 | 0,95 | 4,30 | 0 | 12 | 0 |
| 2 | 0,82 | 4,30 | 0 | 3 | 0 |
| 3 | 0,82 | 4,30 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0,77 | 3,70 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0,62 | 0,62 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0,35 | 0,35 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0,33 | 0,33 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0,20 | 0,20 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0,16 | 0,16 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0,007 | 0,007 | 0 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 5,027 | 18,267 | 0 | 15 | 0 |

(1) Tämä julkaisu, kappale " Kangasmaiden metsänuudistamisen ominaiskuormitus

(2) Nieminen (2004) ja Lundin (1999) vuodet 1–3, Lundin (1999) vuosi 4, vuodet 5–10 kangasmaan arvot

(3) Joensuu (2002), suodatetuista näytteistä

(4) ja (5) Kenttämies 2006

Taulukko 4. Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama kokonaisfosforin ominaiskuormitus.

| Vuosi toimenpiteestä | Metsänuudistaminen kg ha ⁻¹ a ⁻¹ | | Kunnostusojitus kg ha ⁻¹ a ⁻¹ | Lannoitus kg ha ⁻¹ a ⁻¹ | |
|-------------------------|---|-----------|--|--|-----------|
| | Kangasmaat | Turvemaat | (3) | Kangasmaat | Turvemaat |
| | (1) | (2) | | (4) | (5) |
| 1 | 0,056 | 0,150 | 0,300 | 0 | 0,045 |
| 2 | 0,044 | 0,100 | 0,100 | 0 | 0,225 |
| 3 | 0,037 | 0,060 | 0,080 | 0 | 0,900 |
| 4 | 0,038 | 0,040 | 0,060 | 0 | 0,900 |
| 5 | 0,024 | 0,030 | 0,050 | 0 | 0,225 |
| 6 | 0,011 | 0,020 | 0,040 | 0 | 0 |
| 7 | 0,013 | 0,010 | 0,030 | 0 | 0 |
| 8 | 0,013 | 0,005 | 0,020 | 0 | 0 |
| 9 | 0,009 | 0,003 | 0,010 | 0 | 0 |
| 10 | 0,006 | 0,001 | 0,005 | 0 | 0 |
| Yhteensä | 0,251 | 0,419 | 0,695 | 0 | 2,295 |

(1) Tämä julkaisu, kappale "Kangasmaiden metsänuudistamisen ominaiskuormitus"

(2) Nieminen (2004) vuodet 1–3, vuosina 4–10 ominaiskuormituksen oletettiin tasaisesti pienenevän ja päättyvän kymmenen vuoden kuluttua

(3) 0,1 % Joensuun (2002) aineistosta lasketusta kiintoainekuormituksesta (katso taulukko 5).

(4) ja (5) Kenttämies 2006

Taulukko 5. Kunnostusojituksen aiheuttama kiintoaineen ominaiskuormitus.

| Vuosi toimenpiteestä | Kunnostusojitus kg ha ⁻¹ a ⁻¹ (1) |
|-------------------------|--|
| 1 | 300 |
| 2 | 100 |
| 3 | 80 |
| 4 | 60 |
| 5 | 50 |
| 6 | 40 |
| 7 | 30 |
| 8 | 20 |
| 9 | 10 |
| 10 | 5 |
| Yhteensä | 695 |

(1) Joensuun (2002) aineistosta laskettu kiintoainekuormitus, josta on vähennetty arvioitu vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutus (50 %) (Joensuu 2002, Nieminen ym. 2005)

2.4.1 Kangasmaiden metsänuudistamisen ominaiskuormitus

Kangasmaiden uudistamishakkuun ja maanmuokkauksen ominaiskuormituslukuja on aiemmin käytetty kuvaamaan myös turvemaiden metsänuudistamisen aiheuttamaa kuormitusta (Kenttämies 2006). Aiemmin ominaiskuormitus laskettiin erikseen tilanteille, joissa maanmuokkauksena on auraus ilman vesiensuojelua sekä tilanteille, joissa maanmuokkauksena on äestys ja vesiensuojeluna on suojavyöhyke hakkuualan ja vesistön välissä. Tässä raportissa lähtöoletuksena oli, että vesiensuojelusta on huolehdittu. Lisäksi ominaiskuormitus laskettiin erikseen turve- ja kangasmaille. Niemisen ja Ahdin (2005) mukaan suometsien uudistamisen aiheuttamaa kuormitusta tulisi tarkastella erikseen eikä nojautua suoraan kangasmailta saatuihin tuloksiin.

Metsänuudistamisen (uudistamishakkuun ja maanmuokkauksen) aiheuttamaa ominaiskuormitusta on kangasmilla Suomessa mitattu yhdeksällä eri valuma-alueparilla (taulukko 6), joiden pinta-alat, käsittelyt ja havainnointijakson pituus poikkeavat toisistaan. Tässä tarkastelussa Koivupuro ja Murtopuro jätettiin aineistosta pois, koska alueilla on hakkuun ja maanmuokkauksen lisäksi tehty ojituksia.

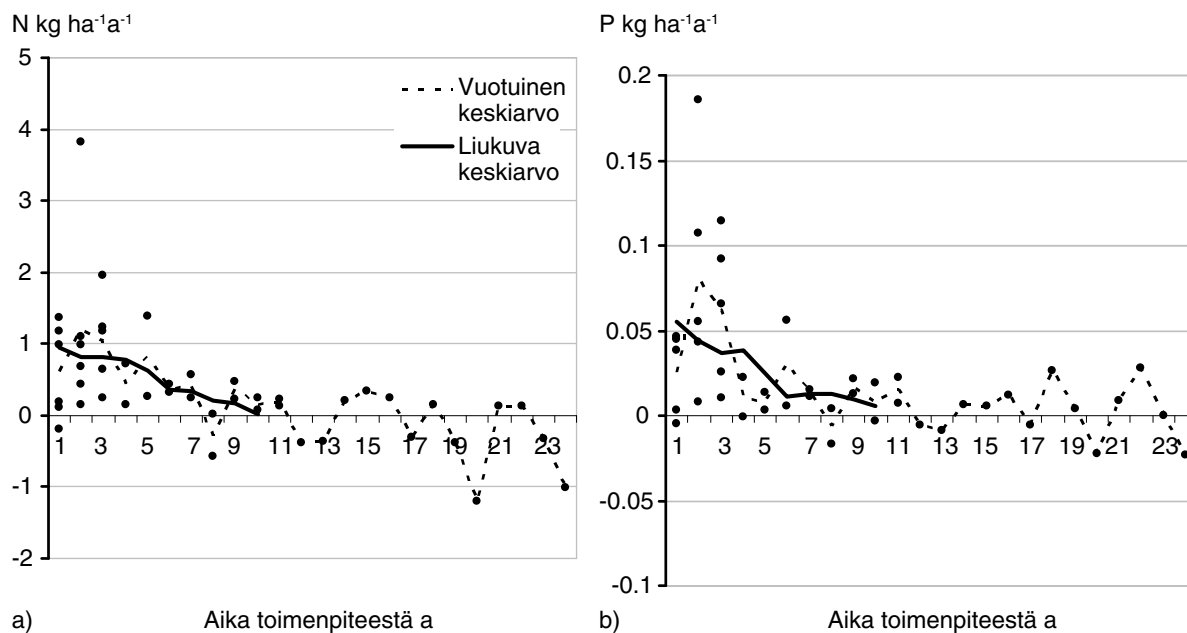
Valuma-aluepareittain kalibrointiajan kuormitusaineistoista laskettiin regressioyhtälö, jolla vertailualueen kuormituksen perusteella ennustettiin käsittelyalueen kokonaistypen (N) ja kokonaisfosforin (P) ”luonnonkuormitusta”. Kalibrointiaineistossa hajonta kasvoi kuormituksen myötä, joten regressioanalyysi tehtiin logaritimuunnetusta aineistosta:

$$\ln(y+1) = a + b \times \ln(x+1) + \varepsilon, \quad (1)$$

missä y on käsittelyalueen kuukausikohtainen laskennallinen ”luonnonkuormitus”, a ja b ovat regressiokertoimia, x on vertailualueen havaittu kuormitus ja ε virhetermi. Regression laskennan jälkeen aineistosta poistettiin vielä Iso-Kauhean valuma-alue, jossa käsittelyalue on pieni (11 %) valuma-alueeseen verrattuna ja jonka kalibrointiaineistossa poikkeavien kuormitushavaintojen vaikutus regressiosuoran kulmakertoimeen oli erittäin suuri. Fosforiaineistosta poistettiin lisäksi Vanneskorven valuma-alue, koska se kalibrointisuoran kulmakertoimesta päätellen ($b = 2,32$) oli vertailualueeseensa nähden hyvin erilainen.

Taulukko 6. Kangasmilla sijaitsevat tutkimusvaluma-alueet, joilla on määritetty uudistamishakkuusta aiheutuva ominaiskuormitus.

| Alue | Vertailualue | Kalibrointijakson pituus (a) | Käsittelyjakson pituus (a) | Käsittelyt | Pinta-ala (ha)/käsittelyn osuus pinta-alasta (%) |
|--------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--|
| Kivipuro | Välipuro | 4 | 24 | Hakkuu + maanmuokkaus | 54 / 56 |
| Koivupuro | Välipuro | 4 | 24 | Hakkuu + maanmuokkaus + ojitus | 118 / 27 |
| Murtopuro | Liuhapuro | 4 | 24 | Hakkuu + maanmuokkaus + ojitus | 494 / 58 |
| Kangasvaara | Porkkasalonpuro | 3 | 11 | Hakkuu + maanmuokkaus | 56 / 29 |
| Iso-Kauhea | Porkkasalonpuro | 3 | 11 | Hakkuu + maanmuokkaus | 176 / 11 |
| Lehmikorpi | Pehkusuonoja | 4 | 3 | Hakkuu + maanmuokkaus | 2,8 / 39 |
| Porraskorpi | Pehkusuonoja | 4 | 3 | Hakkuu + maanmuokkaus | 2,1 / 40 |
| Vanneskorpi | Pehkusuonoja | 5 | 2 | Hakkuu + maanmuokkaus | 13,1 / 40 |
| Paroninkorpi | Jylisjärvi | 3 | 3 | Hakkuu + maanmuokkaus | 5,4 / 76 |



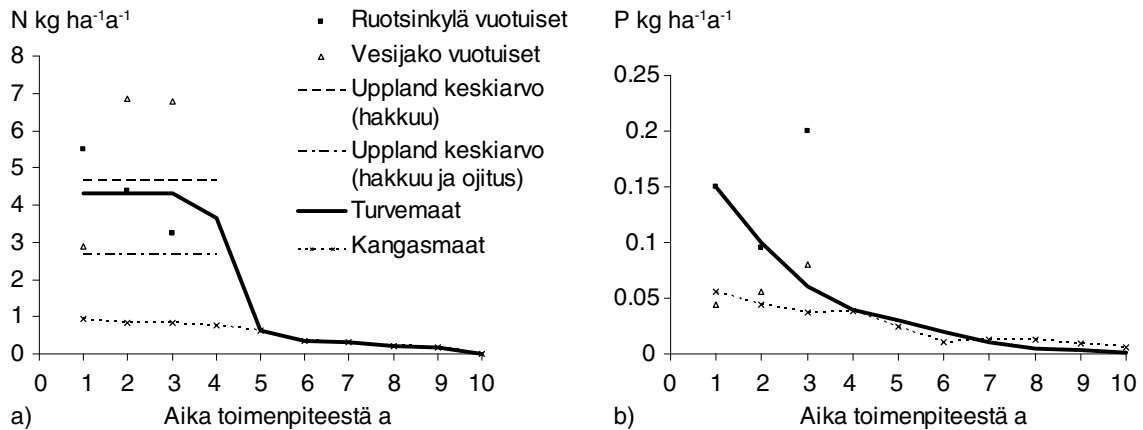
Kuva 2. Uudistamishakkuun ja maanmuokkauksen aiheuttama typen (a) ja fosforin (b) ominaiskuormitus kangasmailla ajan suhteen. Vuotuinen keskiarvo edustaa kaikkia valuma-alueita, joista ominaiskuormitusta on mitattu. Valuma-alueiden lukumäärä pienenee kuudesta yhteen ajan suhteen, koska pitkiä aikasarjoja on vähän.

Koko jäljelle jääneestä aineistosta laskettiin keskimääräinen vuotuinen ominaiskuormitus ja keskiarvoja tasoitettiin laskemalla niistä viiden vuoden liukuva keskiarvo (kuva 2).

2.4.2 Turvemaiden metsänuudistamisen ominaiskuormitus

Nieminen (2004) on tutkinut turvemaiden uudistamishakkuiden vaikutusta typen ja fosforin huuhtoutumiseen kahdella Etelä-Suomessa sijaitsevalla valuma-alueparilla ja esittänyt kasvukauden aikaiset (6 kk) kuormitusluvut kolmen vuoden ajalle hakkuiden jälkeen. Kasvukautta koskevat kuormitusluvut muutettiin tässä työssä vuosikuormituksiksi kertomalla kahdella eli oletettiin, että hakkuun vaikutus kuormitukseen on talvikaudella sama kuin kasvukaudella.

Turvemaiden metsänuudistamisen aiheuttama kokonaistyyppikuormitus arvioitiin Niemisen (2004) ja Lundinin (1999) esittämien tulosten perusteella. Lundin (1999) tutki typen huuhtoutumista valuma-aluepareilla Keski-Ruotsissa neljän vuoden ajan. Typen ominaiskuormitus laskettiin kolmen ensimmäisen vuoden kuluessa keskiarvona Niemisen (2004) ja Lundinin (1999) tuloksista ja neljäntenä vuotena keskiarvona Lundinin (1999) kahdelta valuma-alueelta saaduista tuloksista. Koska aineistoja oli turvemaille vain neljälle vuodelle hakkuun jälkeen, vuosille 5-10 käytettiin kangasmaiden ominaiskuormituslukuja. Kuvassa 3a esitetään turvemaiden uudistamishakkuun ja maanmuokkauksen vuotuiset kokonaistypen ominaiskuormitusluvut. Metsänuudistamisen yhteydessä turvemaille tehdään lähes aina kunnostusojitus, jonka aiheuttama ominaiskuormitus arvioitiin erikseen.



Kuva 3. Uudistamishakkuun ja maanmuokkauksen aiheuttama typen (a) ja fosforin (b) ominaiskuormitus turvemailla ajan suhteen. Kuvassa on esitetty myös Niemisen (2004) tutkimien alueiden (Ruotsinkylä ja Vesijako) vuotuiset ominaiskuormat, Lundinin (1999) tutkimien alueiden (Uppland) keskimääräiset typen ominaiskuormat ja tässä työssä käytetyt kangasmaiden ominaiskuormitusluvut.

Niemisen (2004) tekemien tutkimusten perusteella turvemaiden uudistamishakkuiden ja maanmuokkauksen aiheuttama fosforikuormitus on ainakin kolmena ensimmäisenä vuotena hakkuun jälkeen suurempi kuin kangasmaiden ominaiskuormitus. Tämän jälkeen ominaiskuormituksen oletettiin tasaisesti pienenevän ja päättyvän kymmenen vuoden kuluttua (kuva 3b). Niemisen ja Ahdin (2005) mukaan karuilla soilla tehtävien hakkuiden jälkeen hakkuutähteistä vapautuva fosfori huuhtoutuu herkästi vesistöihin. Rehevimmillä soilla hakkuutähteistä vapautuvaa fosforia sitoutuu maaperän raudan ja alumiinin kanssa vaikealiukoiseksi oksideiksi ja hydroksideiksi. Mikäli hakkuualue kuitenkin pääsee vettymään haihdunnan pienentymisen ja kuivatuksen toimimattomuuden takia raudan kanssa sitoutunut fosfori voi vapautua ja huuhtoutua vesistöihin. Tässä tutkimuksessa oletettiin, että vuosina 2007–2015 karujen soiden uudistamishakkuita ei vielä tehdä merkittävästi, vaan ne keskittyvät reheville kasvupaikoille.

2.4.3 Kunnostusojituksen ominaiskuormitus

Joensuun (2002) laajan tutkimuksen perusteella kiintoaineksen huuhtoutuminen kasvaa voimakkaasti kunnostusojituksen jälkeen. Kiintoaineen ominaiskuormitusluvut arvioitiin taulukon 3 mukaisiksi oletuksella, että vesiensuojelutoimenpiteillä (laskeutusaltaat ja pintavalutuskentät) kunnostusojituksen kiintoainekuormasta voidaan poistaa puolet (Joensuu ym. 1999, Nieminen ym. 2005).

Turvemailta huuhtoutuva typpi on lähes kokonaan liukoisessa orgaanisessa muodossa. Kunnostusojitus ei vaikuta liukoisen typen ja fosforin huuhtoutumiseen suodatetuista vesinäytteistä tehtyjen ravinneanalyysien perusteella (Joensuu 2002). Joensuun (2002) mukaan kunnostusojitus lisää jonkin verran mineraalitypen (nitraattityppi, ammoniumtyppi) huuhtoutumista, mutta veteen liunneen orgaanisen aineen huuhtoutuminen pienenee siinä määrin, että huuhtoutuvan kokonaistypen pitoisuudet jopa pienenevät kunnostusojituksen jälkeen. Typpikuormituksella ei fosforikuormituksen tapaan ole selvää yhteyttä kiintoainekuormitukseen. Edellä esitetyn perusteella tämän raportin kuormitusarvioissa kunnostusojituksen ominaiskuormitus arvioitiin typen osalta nollassa (taulukko 3). Kaivuun yhteydessä ja jonkin aikaa sen jälkeen ojista voi kuitenkin irrota partikkelimaista, typpeä sisältävää orgaanista kiintoainetta. Mikäli tätä kiintoainetta

huuhtoutuu paljon, eikä se pidäty laskeutusaltaisiin tai pintavalutuskentille, niin tässä työssä esitetty typen ominaiskuormitus aliarvioi todellista kuormitusta.

Vesistöön huuhtoutuu hienojakoisen kiintoaineen mukana fosforia, josta osa on vesistöjen kannalta haitallista (Ekholm 1988, Ekholm ym. 2006). Kunnostusojituksen valtakunnallinen fosforikuormitus arvioitiin aiemmin Nurmes -tutkimuksen Suopuron valuma-alueella tehdyn uudisojituksen perusteella (Kenttämies 2006). Tässä työssä kunnostusojituksen fosforikuormitus arvioitiin Joensuun (2002) esittämästä kiintoainekuormituksesta olettamalla kunnostusojituksen irrottaman kiintoaineen kokonaisfosforipitoisuudeksi 0,1 %. Fosforin ominaiskuormitusluvut sisältävät myös oletuksen, että vesiensuojelutoimenpiteillä (laskeutusaltaat, pintavalutuskentät) voidaan vähentää puolet kunnostusojituksen aiheuttamasta kiintoainekuormituksesta (taulukko 4).

2.4.4 Lannoituksen ominaiskuormitus

Kangasmaiden typpilannoituksen aiheuttamista huuhtoumista on olemassa vain yksi tutkimus Suomessa. Saura ym. (1995) havaitsivat typen huuhtoutumisen keskittyvän ensimmäiseen kahteen vuoteen lannoituksen jälkeen. Ensimmäisenä vuotena typen huuhtoutuma oli kahdeksan prosenttia ja toisena vuonna kaksi prosenttia lannoituksessa annetusta tyyppistä (Kenttämies 2006). Näiden prosenttien ja 150 kg ha⁻¹ typpiannoksen perusteella lannoituksen ominaiskuormitus on ensimmäisenä vuotena 12 kg ha⁻¹ ja toisena vuotena 3 kg ha⁻¹ (taulukko 3). Kangasmaiden fosforilannoitus ei lisää valumavesien fosforipitoisuutta merkittävästi, koska pintavalunta on vähäistä ja kivennäismaan alumiini- ja rautayhdisteet sitovat fosfaatin kemiallisesti maaperään (Saura ym. 1995, Piirainen 2002a).

Vuosina 1988–2004 suometsien lannoitteissa käytettiin fosforin lähteenä apatiittia, jonka liukoisuus on merkittävästi aikaisemmin käytettyjä raakafosfaattilannoitteita vähäisempi. Karuulta, rahkaturvevaltaisilta turvemailta apatiittia voi kuitenkin huuhtoutua (Saura 2002), koska niissä on usein hyvin vähän fosforia sitovia alumiini- ja rautayhdisteitä. Vuoden 2005 alusta lähtien turvemaiden lannoitteena on käytetty Rauta-PK:ta, johon on lisätty valmistusprosessissa fosforia sitovaa rautaa huuhtoumien torjumiseksi. Tutkimuksissa ei ole saatu viitteitä fosforin lisääntyneestä huuhtoutumisesta erilaisista Rauta-PK -lannoitteista (Nieminen 2005). Samaan tulokseen on ensimmäisen vuoden osalta päädytty myös käytännön lentolannoituksissa, vaikka melko paljon lannoitetta on voinut päätyä ojiin (Joensuu ja Vuollekoski 2007).

Suometsien lannoitteena käytetään myös erilaisia tuhkalannoitteita. Tuhka sisältää usein suuria määriä rautaa ja alumiinia, mikä voi selittää sen, ettei tutkimuksissa fosforia ei ole juurikaan huuhtoutunut vesistöihin (Piirainen 2000, Tulonen ym. 2000, Tulonen ym. 2003, Issakainen 2002, Piirainen 2002b, Nieminen 2003).

Vaikka uusimmat tulokset tuhka- ja Rauta-PK -kokeista viittaavat siihen, että fosforin huuhtoutuminen vesistöihin on erittäin vähäistä, tässä työssä ominaiskuormitusluvut laskettiin Kenttämiehen (2006) jo käytöstä poistetuille lannoitteille (taulukko 4). Tähän päädyttiin siksi, että vielä ei voida täysin luotettavasti arvioida sitä, kuinka paljon esim. ojiin joutuneista lannoitteista huuhtoutuu fosforia vesistöihin käytännön lannoitusaloilla.

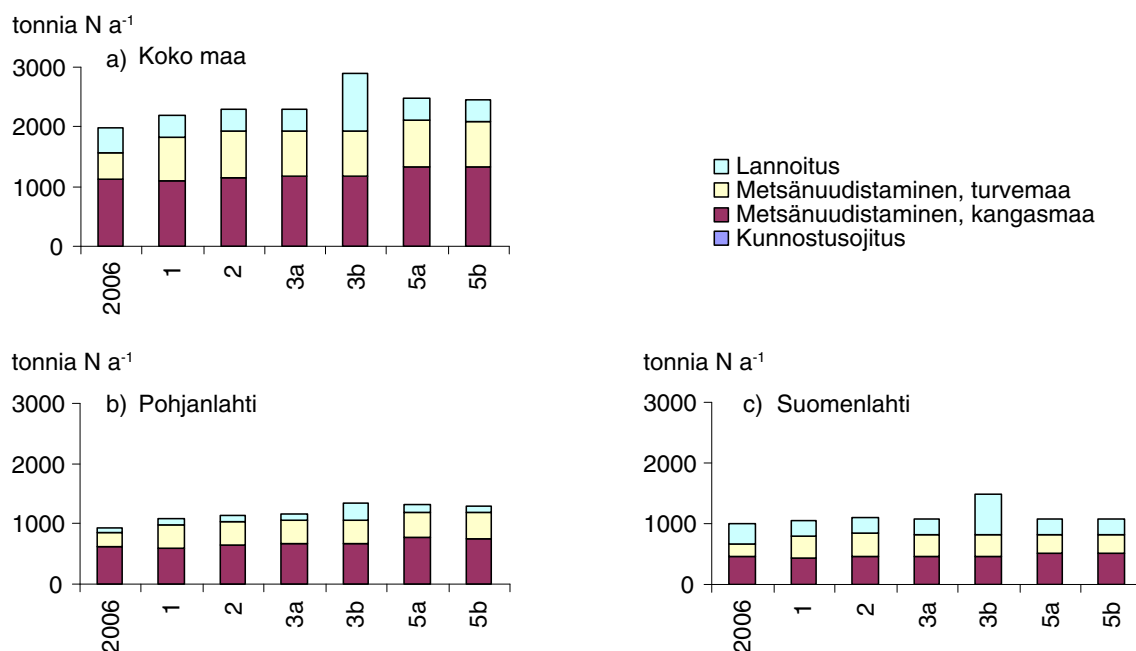
Typpilannoitusta ei suositella tehtäväksi soilla ja siksi sen ominaiskuormitusta ei määritetty.

3 Vesistökuormitus vuonna 2006 ja skenaariot jaksolle 2007–2015

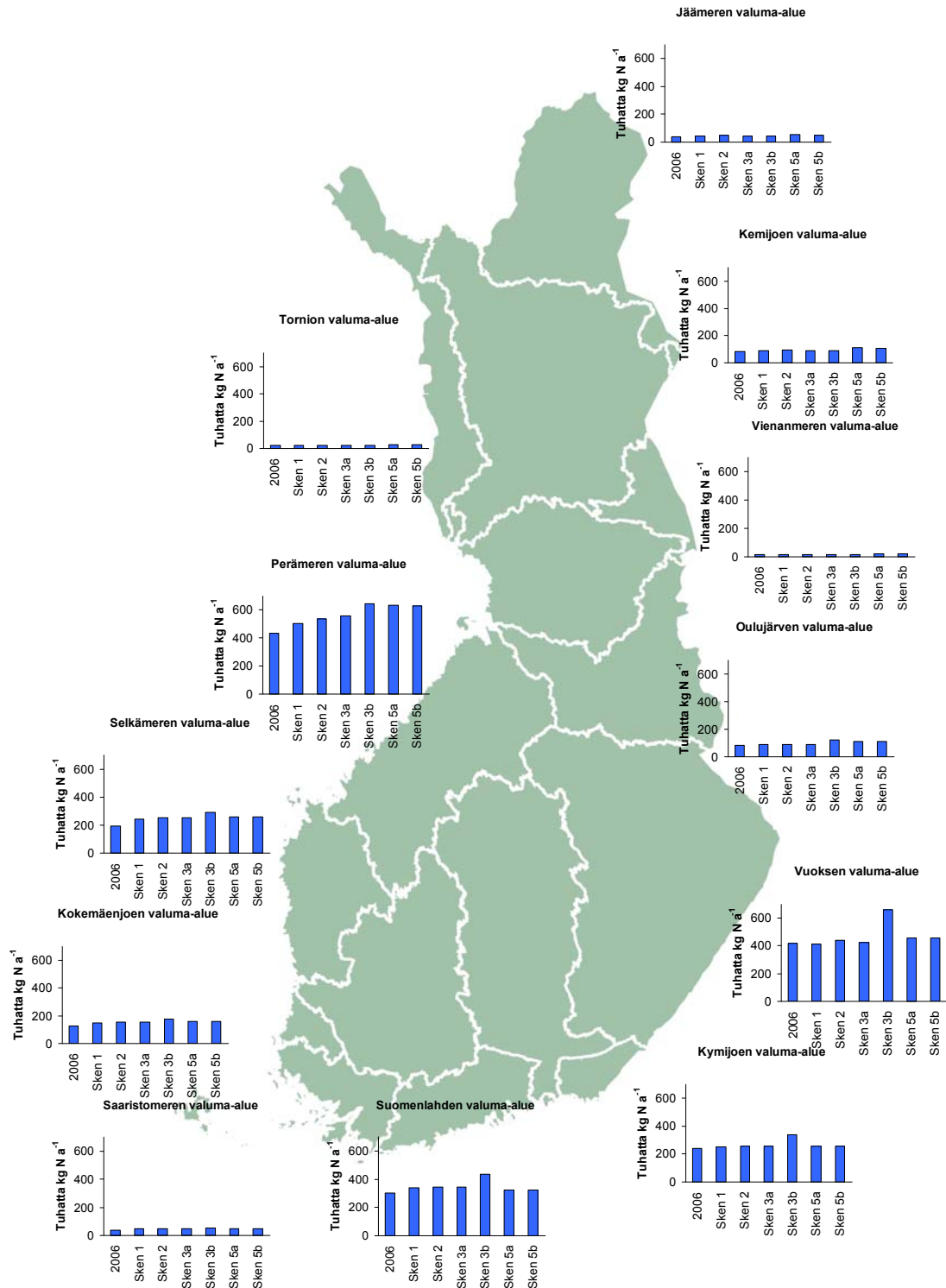
3.1 Typpikuormitus

Tulosten mukaan vuonna 2006 metsätalouden aiheuttama typpikuormitus oli 2000 tonnia (kuva 4a). Siitä lähes yhtä paljon tuli Pohjanlahteen (kuva 4b) kuin Suomenlahteen (kuva 4c) laskeville vesistöalueille. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että kangasmaiden lannoitus on ollut laajempaa Suomenlahden vesistöalueilla sijaitsevien metsäkeskusten alueella. Skenaarion 1 (nykytila jatkuu) mukaan metsätalouden aiheuttama vuotuinen typpikuormitus kasvaisi koko maassa keskimäärin 11 % eli 2200 tonniin vuodessa. Skenaariossa 5 (suurimmat kestävät hakkuut) kuormitus lisääntyisi 12 % verrattuna skenaarioon 1. Skenaariossa 3b, jossa lisättäisiin merkittävästi lannoituspinta-aloja, kuormitus kasvaisi 30 % suuremmaksi kuin skenaariossa 1. Skenaario 2 (puun tuonti alas) kasvattaisi hakkuupinta-aloja ja sitä kautta kuormitusta skenaarioon 1 verrattuna 5 % ja suojelelun lisääminen vastaavasti vähentäisi kuormitusta alle 1 %. Pohjanlahteen laskevilla vesistöalueilla eri skenaariolle lasketut kuormitukset poikkeavat toisistaan selvästi (kuva 4b). Suomenlahteen laskevilla vesistöalueilla kuormitukset ovat lähempänä toisiaan skenaariota 3b lukuun ottamatta (kuva 4c). Vesistöalueittaisissa kuormituksissa on myös eroja eri skenaarioiden välillä (kuva 5).

Metsänuudistaminen aiheuttaa suurimman osan vesistöjen typpikuormituksesta koko maassa, kuten myös Pohjanlahden ja Suomenlahden vesistöalueilla (kuva 4). Uudistushakkuiden lisääminen turvemaiilla kasvattaa niiden suhteellista osuutta hakkuiden aiheuttamasta kuormituksesta. Lannoituksen aiheuttama typpikuormitus säilyy eri skenaarioissa nykytasolla lukuun ottamatta skenaariota 3b, jossa kangasmaiden lannoituspinta-ala on viisinkertainen nykyiseen verrattuna.



Kuva 4. Metsätalouden eri toimenpiteiden aiheuttama typpikuormitus koko maassa (a) sekä Pohjanlahteen (b) ja Suomenlahteen (c) laskevilla vesistöalueilla vuonna 2006 ja eri KMO-skenaarioiden mukaan jaksolla 2007-2015 eri skenaarioissa.

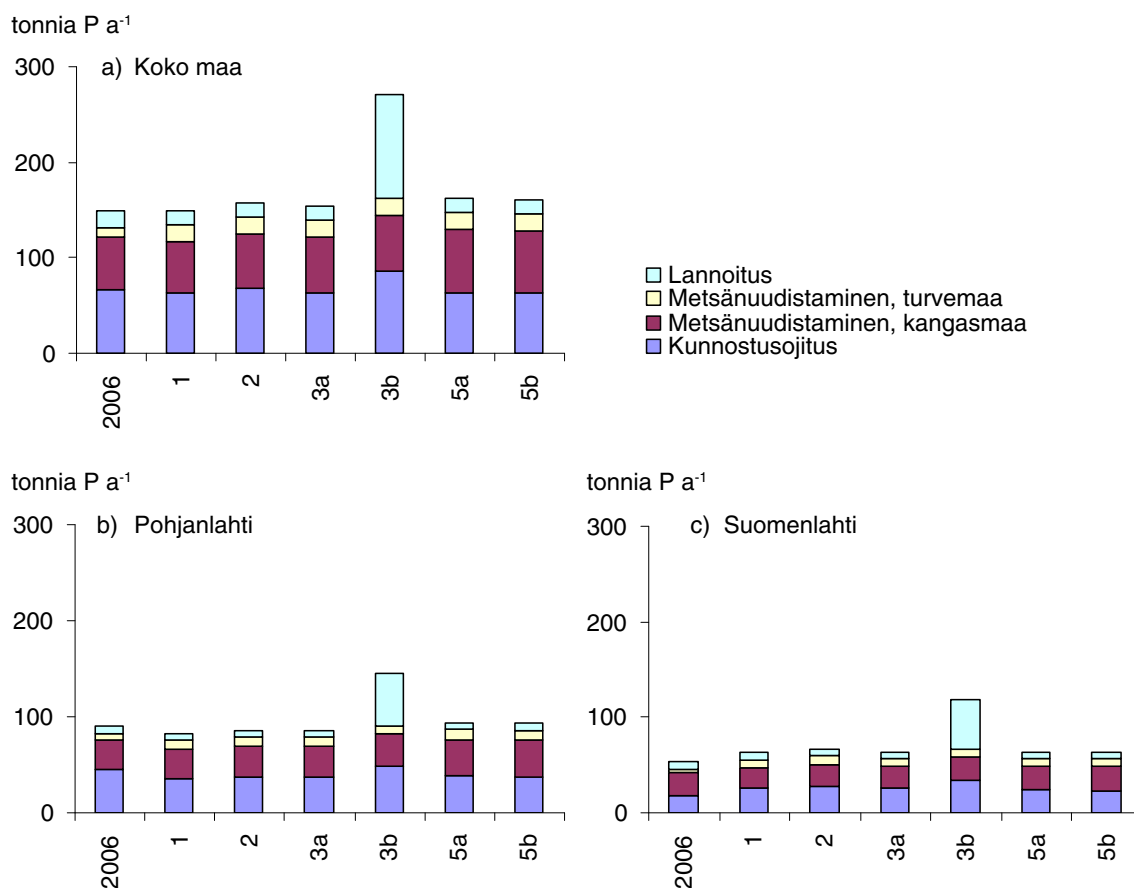


Kuva 5. Metsätalouden aiheuttama typpikuormitus eri vesistöalueilla vuonna 2006 ja eri skenaarioiden mukainen keskimääräinen vuotuinen kuormitus vuosina 2007-2015 eri skenaarioissa.

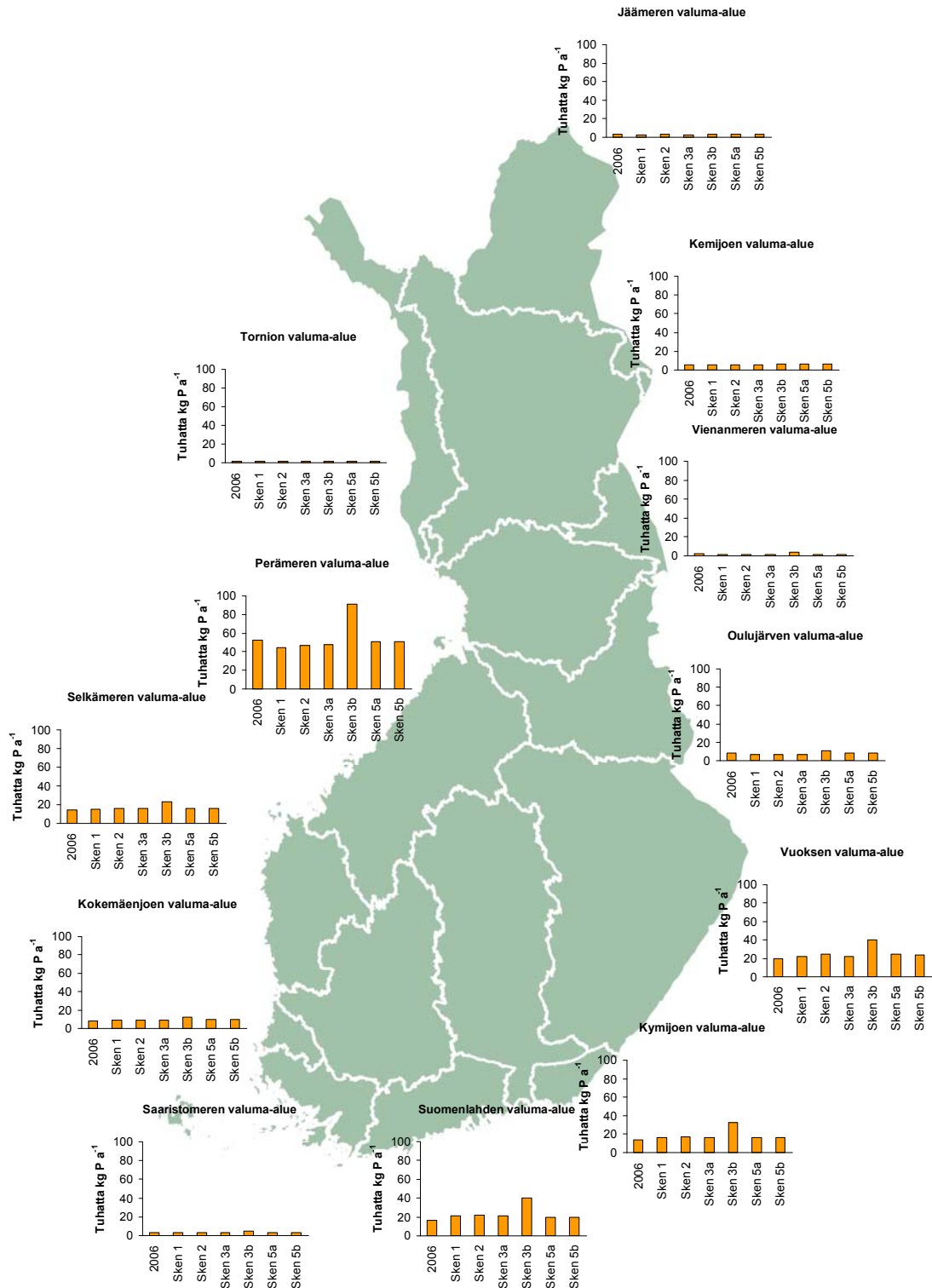
3.2 Fosforikuormitus

Metsätalouden aiheuttama fosforikuormitus vuonna 2006 oli koko maassa 150 tonnia (kuva 6a). Enemmän kuormitusta kertyy Pohjanlahteen (kuva 6b) kuin Suomenlahteen (kuva 6c) laskevilla vesistöalueilla. Skenaariota 1 mukaan fosforikuormituksen tasossa ei tapahdu muutosta koko maan tasolla verrattuna vuoteen 2006. Muissa skenaarioissa fosforikuormitus lisääntyisi koko maassa 3-9 % lukuun ottamatta skenaariota 3b, jossa kuormitus lisääntyisi 82 % kunnostusojitusten ja erityisesti turvemaiden lannoitusten suuresta pinta-alasta johtuen. Kaikilla vesistöalueilla eri skenaarioille laskettujen kuormitusten erot ovat pieniä lukuun ottamatta skenaariota 3b (kuvat 6b-c ja kuva 7).

Kangasmaiden metsänuudistaminen ja turvemaiden kunnostusojitukset aiheuttavat suurimman osan fosforikuormituksesta. Turvemaiden lannoitusten lisääminen nykyisestä kymmenkertaiseksi, kuten skenaariossa 3b esitetään, kasvattaisi fosforikuormitusta merkittävästi.



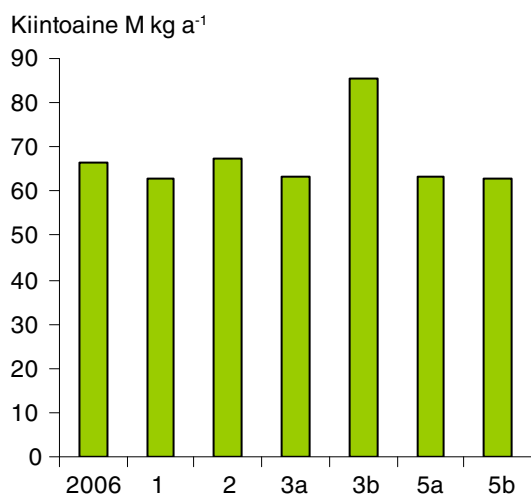
Kuva 6. Metsätalouden eri toimenpiteiden aiheuttama fosforikuormitus koko maassa (a) sekä Pohjanlahteen (b) ja Suomenlahteen (c) laskevilla vesistöalueilla vuonna 2006 ja eri KMO-skenaarioiden mukaan jaksolla 2007–2015 eri skenaarioissa.



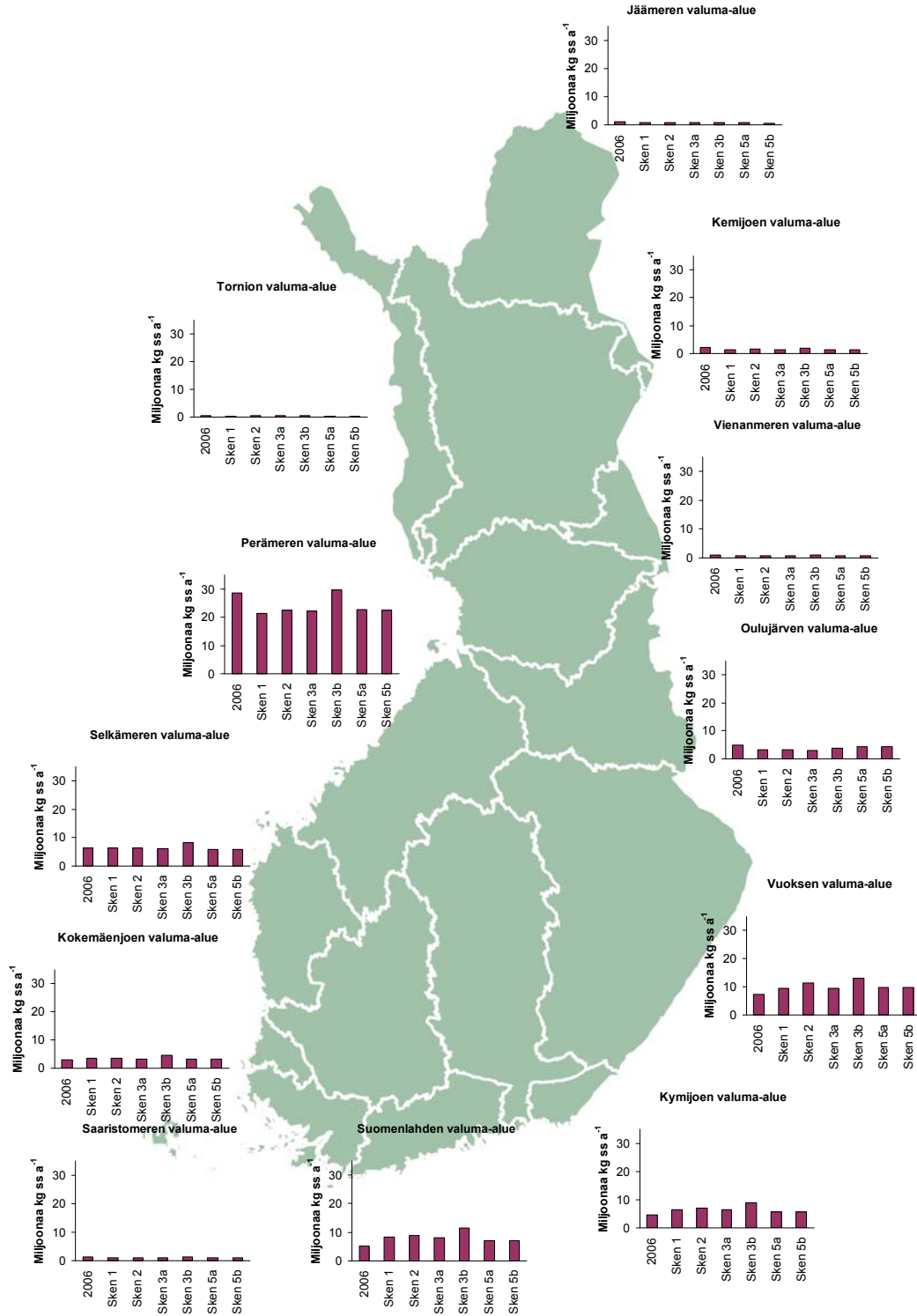
Kuva 7. Metsätalouden aiheuttama fosforikuormitus eri vesistöalueilla vuonna 2006 ja eri skenaarioiden mukainen keskimääräinen vuotuinen kuormitus vuosina 2007–2015 eri skenaarioissa.

3.3 Kunnostusojituksen aiheuttama kiintoainekuormitus

Tässä raportissa esitetään ensimmäistä kertaa arvio kunnostusojituksen aiheuttamasta kiintoainekuormituksesta (kuvat 8, 9). Sen arvioitiin olevan koko maassa 60 miljoonaa kg vuonna 2006. Eri skenaarioiden mukaan kunnostusojituspinta-alat ja siten myös kiintoainekuormitus eivät muutu merkittävästi nykyisestä, lukuun ottamatta skenaariota 3b, jossa kunnostusojituspinta-alan arvioitiin olevan huomattavasti nykytasoa suurempi.



Kuva 8. Kunnostusojituksen aiheuttama vesistöjen kiintoainekuormitus Suomessa vuonna 2006 ja eri skenaarioiden mukainen keskimääräinen vuotuinen kuormitus vuosina 2007–2015 eri skenaarioissa.



Kuva 9. Kunnostusojituksen aiheuttama kiintoainekuormitus eri vesistöalueilla vuonna 2006 ja eri skenaariorien mukainen keskimääräinen vuotuinen kuormitus vuosina 2007–2015 eri skenaarioissa.

4 Tulosten tulkinta

Tässä työssä esitetty metsätalouden vesistökuormituksen taso on merkittävästi pienempi kuin aiemmin on vastaavissa laskemissa esitetty. Esimerkiksi vuonna 2005 metsätalouden on arvioitu aiheuttaneen vesistöihin koko Suomen tasolla 4100 tonnin vuotuisen typpikuormituksen ja 320 tonnin vuotuisen fosforikuormituksen. Arvot ovat sekä typen että fosforin osalta kaksi kertaa suuremmat kuin tämän raportin vastaavat arviot vuodelle 2006. Merkittävin syy eroihin johtuu laskelmissa käytetyistä erilaisista ominaiskuormitusluvuista. Uusiin ominaiskuormituslukuun päädyttiin, koska saatavilla oli uusia tällä hetkellä käytössä olevia metsäankäsittelytapoja vastaavia tutkimustuloksia. Vähäisemmässä määrin erot johtuvat myös erilaisista toimenpidepinta-aloista.

Laskelmissa lähdettiin siitä, että metsänuudistamisen yhteydessä huolehditaan vesiensuojelusta. Kangasmailla tämä toteutetaan jättämällä vesistöjen varsille suojavyöhyke. Metsänuudistamisesta aiheutuva kuormitus laskettiin ensimmäisen kerran erikseen kangas- ja turvemaille. Turvemaiden uudistamishakkuiden aiheuttamasta typpikuormituksesta oli tutkimustuloksia vain neljältä toimenpiteiden jälkeiseltä vuodelta ja viidennestä vuodesta lähtien typpikuormituksen arvioitiin olevan samansuuruinen kuin kangasmaiden hakkuissa. Todennäköistä kuitenkin on, että turvemaiden uudistamisesta aiheutuva typpikuormitus jatkuu kangasmaita suurempana myös neljännen vuoden jälkeen ja tältä osin esitetyt tulokset ovat aliarvioita. Turvemaille metsänuudistamisen yhteydessä tehdään kunnostusojitus, jonka ominaiskuormitus arvioitiin erikseen. Turvemaiden ja kangasmaiden uudistamishakkuut tulisi tilastoida erikseen niiden erilaisen kuormitusvaikutuksen vuoksi. Tässä työssä ominaiskuormituslukuja ei tuotettu erikseen erilaisille maanmuokkausmenetelmille, koska käytössä olevien menetelmien kuormitusvaikutusta ei tutkimustulosten perusteella pystytty erottamaan toisistaan. Työssä ei otettu huomioon lisääntyvän hakkuutähteiden ja kantojennoston vaikutusta vesistökuormitukseen, koska tutkimustuloksia ei ollut käytettävissä.

Aiemmissä laskelmissa kunnostusojitukselle on käytetty uudisojitukselta aiheutuvia ominaiskuormituslukuja. Tässä raportissa hyödynnettiin laajan kunnostusojituksen vaikutuksia käsittelevän tutkimuksen tuloksia ja aineistoja. Aikaisemmin käytetyistä ominaiskuormitusluvuista poiketen uudet ominaiskuormitusluvut on saatu vertaamalla kuormaa ennen ja jälkeen toimenpiteen eikä vertaamalla ojittamattoman alueen luonnontilaiseen kuormaan. Uusimpien tulosten perusteella kunnostusojituksen ei arvioitu lisäävän typpikuormitusta lainkaan. Ojituksen yhteydessä huuhtoutuvan typpikuormituksen koostumus kuitenkin muuttuu siten, että epäorgaanisen typen osuus kokonaiskuormituksesta kasvaa. Kuormitusarvio perustuu suodatettujen vesinäytteiden analyysituloksiin, jolloin typpikuormitus on aliarvioitu, jos tyypeä huuhtoutuu kiintoaineen mukana. Kunnostusojituksen ominaiskuormitus fosforille on pienempi kuin aikaisemmissa laskelmissa käytetty uudisojituksen ominaiskuormitus. Koska kunnostusojitus aiheuttaa merkittävän kiintoainekuormituksen, ominaiskuormitusluku tuotettiin ensimmäisen kerran myös kiintoaineelle. Kiintoainekuormitusta syntyy myös uudistushakkuista ja maanmuokkauksesta, mutta sen suuruutta ei arvioitu.

Turvemaiden lannoituksen ominaiskuormitusluvut perustuvat lannoitustutkimuksiin, joissa käytetyn lannoitteen valmistus ja levitys on lopetettu suurelta osin juuri käyttöön liittyvän huuhtoutumisriskin takia. Vuodesta 2005 alkaen lannoitteena on käytetty joko tuhkaa tai Rauta-PK:ta, joiden huuhtoutumisriski on tähän mennessä tehtyjen tutkimusten perusteella hyvin pieni. Ilmeistä on, että turvemaiden fosforilannoituksen aiheuttama kuormitus on merkittävästi pienempi, kuin tässä työssä on esitetty. Mikäli ojiin joutuvien lannoitteiden määrää pystytään

oleellisesti pienentämään esim. maalevitystä lisäämällä, on mahdollista, että soiden fosforilannoituksen ominaiskuormituksissa päästään lähelle nollakuormitusta. Kangasmaiden typpilannoituksen osalta arvio perustuu vain yhteen tutkimukseen. Tulosten tulkintaa vaikeuttaa se, että tyypeä voidaan lisätä kangasmaille erilaisina lannoitteina, jotka kuormittavat vesistöjä eri tavoin. Mikäli lannoituspinta-alat lisääntyvät merkittävästi nykyisestä on tarpeen tehdä lisätutkimuksia ominaiskuormituslukujen tarkentamiseksi ja tilastoida turvemaiden ja kangasmaiden lannoitukset sekä eri lannoitelajit erikseen. Lannoitusta koskevia skenaarioita laadittaessa oletettiin, että lannoitustoiminta jakaantuu alueellisesti sekä kangas- että turvemaiden kesken kuten ne ovat jakaantuneet vuosien 2002–2006 aikana. Vaikka lannoitusmäärät koko maan tasolla toteutuvatkin skenaarioiden mukaisesti, on mahdollista, että alueellisesti ne eivät jakaudu tässä raportissa esitetyllä tavalla.

5 Johtopäätökset

Suurin osa metsätalouden aiheuttamasta typpi- ja fosforikuormituksesta aiheutuu metsänuudistamisesta ja kunnostusojituksesta. Kunnostusojitus aiheuttaa myös huomattavan kiintoainekuormituksen. Lannoituksen ja kunnostusojituksen lisääminen (skenaario 3b) kasvattaa merkittävästi typpi-, fosfori- ja kiintoainekuormitusta. Turvemaiden lannoituksen aiheuttama fosforikuormituksen lisäys todennäköisesti kuitenkin yliarvioidaan, koska laskelmia ei voida vielä luotettavasti perustaa yleisesti käyttöön otettuihin lannoitteisiin, joista fosforin huuhtoutumista ei ole havaittu. Hakkuiden typpikuormitusta lisäävä vaikutus näkyy selvästi vasta kun hakkuupinta-alat vastaavat suurimmat kestävät hakkuut skenaarioita 5a ja 5b. Hakkuiden fosforikuormitusta lisäävä vaikutus ei tule yhtä selvästi näkyviin. Skenaarioihin sisältyvä suojelun lisääminen ei vähennä kuormitusta merkittävästi.

Kuormituslaskelmat perustuvat oletukseen, että metsätaloudessa vesiensuojelusta huolehditaan käyttämällä vähintään suojavyöhykkeitä vesistöjen varsilla ja rakentamalla kiintoainetta pysäyttäviä laskeutusaltaita. Vesiensuojelun laatua ja tehoa voidaan parantaa kohdentamalla ja mitoittamalla vesiensuojeluratkaisut parhaiden käytäntöjen mukaisesti. Vesiensuojelun toteuttaminen turvemaiden metsänuudistamisen yhteydessä on yksi haasteellisimmista tehtävistä ja siihen tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Jatkossa laskelmissa tulisi pystyä ottamaan huomioon bioenergian tehostetun talteenoton vaikutukset vesistökuormitukseen.

Viitteet:

- Ahti, E. 1990. Metsätalouden vesistövaikutukset. Metsä 2000 -ohjelman tarkistukseen liittyvä asiantuntijaselvitys. 55 s.
- Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutukset purovesien laatuun ja kuormaan. Suomen Ympäristö 2:33-50.
- Alatalo, M. 2000. Metsätaloustoimenpiteistä aiheutunut ravinne- ja kiintoainekuormitus. Suomen ympäristö 381. 64 s.
- Ehkolm, P. 1998. Algae-available phosphorus originating from agriculture and municipalities, Monographs of the Boreal Environment Research 11. 60 s.
- Ehkolm, P., Kenttämies, K. ja Haapanen, M. 2006. Fosforin käyttökelpoisuus valumavesissä. Suomen ympäristö 816, s. 93-100.
- Issakainen, J. 2002. Tuhka metsälannoitteena ja suonpohjien metsityskokeissa. Teoksessa: Kemppainen, S. (toim.) Metsätalouden vesistökuormituksen hallinta suopohjilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 856:25-29.
- Joensuu, S. 2002. Effects of ditch network maintenance and sedimentation ponds on export loads of suspended solids and nutrients from peatland forests. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 868. 83 s. + 4 alkuperäisjulkaisua.
- Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. 1999. The effects of peatland forest ditch maintenance on suspended solids in runoff. Boreal Environment Research 4:343-355.
- Joensuu, S. & Vuollekoski, M. 2007. Huuhtoutuuko fosforia turvemaiden terveyslannoituksesta? Leipä leveämmäksi 1/2007:40-41.
- Kenttämies, K. 2006. Metsätalouden fosfori- ja typpikuormituksen määrittäminen. Julkaisussa: Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.) Metsätalouden vesistökuormitus MESUVE- projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816:9-25.
- Kenttämies, K. & Alatalo, M. 1999. Metsätaloustoimenpiteiden aiheuttama kasviravinteiden huuhtoutuminen ja kansallisen metsäohjelman suositustason vaikutus siihen. Teoksessa: Hildén, M., Kuuluvainen, J., Ollikainen, M., Pelkonen, P. & Primmer, E. 1999. Kansallisen metsäohjelman ympäristövaikutusten arviointi. Loppuraportti. 17.9.1999. Liite 6.4. 12 s. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Kenttämies, K. & Haapanen, M. 2006. Metsätalouden toimenpiteiden aiheuttama kasviravinteiden huuhtoutuminen ja kansallisen metsäohjelman suositustason vaikutus siihen. Julkaisussa: Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.) Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE -projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 816:29-40.
- Leivonen, J. 2005. (toim.). Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005. Toteutumisen arviointi vuoteen 2003 asti. Suomen ympäristö 811. 82 s.
- Lundin, L. 1999. Effects on hydrology and surface water chemistry of regeneration cuttings in peatland forests. International Peat Journal 9:118-126.
- Nieminen, M. 2003. Ravinteiden ja raskasmetallien vapautuminen tuhkalannoitteista. Metsätehon raportti 155. 20 s.
- Nieminen, M. 2004. Export of dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorous following clear-cutting of three Norway spruce forests growing on drained peatlands in southern Finland. *Silva Fennica* 38(2):123-132.
- Nieminen, M. 2005. Suometsien lannoituksen vaikutus fosforin huuhtoutumiseen. Teoksessa: Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I. Suosta metsäksi - Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947:259-265.
- Nieminen, M. & Ahti, E. 2005. Hakkuun ja maanmuokkauksen vaikutus huuhtoumiin. Teoksessa: Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M., Murtovaara, I. (toim.) Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947: 254-258.
- Nieminen, M., Ahti, E., Nousiainen, H., Joensuu, S. & Vuollekoski, M. 2005. Capacity of riparian buffer zones to reduce sediment concentrations in discharge from peatlands drained for forestry. *Silva Fennica*: 39: 311-339.

- Piirainen, S. 2000. Huuhtoumat tuhkalannoitetuilta turvemailta. Metsätehon raportti 90. 20 s. + 2 liitettä.
- Piirainen, S. 2002a. Nutrient fluxes through a boreal coniferous forest and the effect of clear-cutting. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 859. 50 s. + 5 osajulkaisua.
- Piirainen, S. 2002b. Tuhkalannoituksen vaikutus valumaveden laatuun. Teoksessa: Hiltunen, A. & Kaunisto, S. (toim.) Suometsien kasvatuksen ja käytön teemapäivät 26.-27.9.2001 Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 832:48-58.
- Saura, M. 2002. Apatiittilannoituksen vaikutus valumaveden laatuun Parkanon Liesinevalla. Teoksessa: Hiltunen, A. & Kaunisto, S. (toim.) Suometsien kasvatuksen ja käytön teemapäivät 26.-27.9.2001 Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 832:43-47.
- Saura, M. Sallantaus, T., Bilaletdin, Ä. & Frisk, T. 1995. Metsälannoitteiden huuhtoutuminen Kalliojärven valuma-alueelta. Teoksessa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristökeskus 1995/2:87-104.
- Tulonen, T., Ollila, S. & Arvola L. 2000. Tuhkalannoituksen vesistövaikutukset. Metsätehon raportti 87. 43 s.
- Tulonen, T., Arvola L., Pihlström, M., Mäkinen, A., Rummukainen, P. & Rask, M. 2003. Tuhkalannoituksen vaikutus metsäjärvissä. Metsätehon raportti 146. 31 s + 4 liitettä.

Virkistyskäyttö ja luontomatkailu eri vaihtoehtoskenaarioissa sekä virkistyskäytön ja luontomatkailun skenaario

Liisa Tyrväinen ja Tuija Sievänen

1 Arvio vaihtoehtoskenaarioiden vaikutuksesta metsien virkistyskäyttöön ja luontomatkailuun

1.1 Luontomatkailun ja virkistyskäytön yleiset kehitysnäkymät

Luonnossa virkistäytymistä harrastavat lähes kaikki suomalaiset (Sievänen 2001). Taajamissa ja varsinkin suuremmissa kaupungeissa väestön enemmistön kosketus metsäluontoon tulee vapaa-ajan harrastusten puitteissa, luonnossa virkistäytyessä. Virkistys- ja luontomatkailukäytön motiivit liittyvät jatkossa perinteisen hyötykäytön sijaan yhä enemmän terveyden ja hyvinvoinnin ylläpitoon ja edistämiseen. Lähellä sijaitsevia ja helposti saavutettavia lähimetsiä käytetään aktiivisesti, mikä edistää ihmisten psyykkistä ja fyysistä hyvinvointia (Pretty 2005, Neuvonen ym. 2007, Tyrväinen ym. 2007). Väestön kaupungistuessa virkistysmetsät tarjoavat vastapainoa kiireiselle työelämälle, rakennetulle ympäristölle ja virtuaalimaailmoille.

Metsien virkistyskäytön ja luontomatkailun kysyntään vaikuttavat kaupungistuminen, tulotason nousu, vapaa-ajan kasvu ja väestön ikääntyminen. Suomalaisilla on nykyään jo 475 000 vapaa-ajan asuntoa (Kesämökkit 2006), joissa metsä on tärkeä ympäristötekijä. Eläkkeellä olevista tai eläke-ikää lähestyvistä jo lähes joka kolmas kuuluu kotitalouteen, jolla on oma vapaa-ajan asunto. Vapaa-ajan asujien eli 'osa-aikapaikallisten matkailijoiden' määrä kasvaa ja kiinnostus osallistua virkistys- ja matkailupalveluiden kehittämiseen ja metsien käyttöä koskevaan päätöksentekoon lisääntyy. Koulutustason nousun ohella esimerkiksi työn ja vapaa-ajan lomittuminen, etätö ja vapaa-ajan asuntojen yhä suurempi käyttöaste (kakkosasuminen) ennustavat luontomatkailun kasvua.

On odotettavissa, että metsätalouden sosiaalisen kestävyuden painoarvo tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Luontomatkailun on ennustettu jatkavan kasvuaan, vaikka matkailu on herkkä toimiala, jonka kehittämiseen eniten vaikuttavia tekijöitä ovat turvallisuus ja maailmantalouden kehitys (MEK 2004). Luontomatkailun asiakaskunnan tulevia muutoksia ovat naisten osuuden lisääntyminen ja asiakaskunnan ikääntyminen. Tämä asettaa haasteen matkailutarjonnalle, sillä naisilla on selvästi erilaisia odotuksia luontokohteesta kuin miehillä. Seniorimatkailijat ovat aktiivisia ja vaativat aiempaa laadukkaampia palveluita. Lisäksi lapsiperheille suunniteltu tarjonta on tärkeää, sillä potentiaalisista luontomatkailijoista lähes puolet lomailee yleensä perheen kanssa (Silvennoinen & Tyrväinen 2001). Motorisoitu liikkuminen kasvaa suhteessa nopeammin verrattuna lihasvoimaan perustuviin luontoaktiviteetteihin (Cordell et al. 2004).

Kysynnän määrää tulevaisuudessa vähentää nuorempien ikäluokkien pieneneminen ja sosiaalistuminen rakennettuun ympäristöön. Luontomatkailu muuttuu yhä enemmän palvelusidonnaiseksi,

jolloin kohteen helppo saavutettavuus ja monipuolinen tuotetarjonta tulevat entistä tärkeämmiksi. Matkailun kasvu Pohjois- ja Itä-Suomessa keskittyy jatkossakin vetovoimaisille suojelualueille ja niiden läheisyyteen. Matkailun kasvaessa toiminta laajenee enenevässä määrin myös metsätalousalueille, jolloin paineet maisema- ja virkistysarvojen huomioon ottamisesta metsien käsittelyssä lisääntyvät. Motorisoitu liikkuminen tapahtuu pääsääntöisesti suojelualueiden ulkopuolelle metsätalousalueille.

Etelä-Suomessa yksityismaiden käyttö luontomatkailemalla lisääntyy. Uudet perustettavat ja nykyiset luonnonsuojelualueet virkistyspalveluineen ovat luontomatkailemalla vetovoimakohteita. Suojelualueiden läheisten metsäalueiden maisema- ja virkistysarvojen ylläpitämisellä ja hoidolla voidaan luoda vetovoimaisia ja riittävän laajoja luontomatkailemalla alueita. Alueiden tulisi lisäksi olla helposti saavutettavia. Ratkaistavia kysymyksiä ovat jokamiehenoikeuden tulkinta sekä yksityismaiden käytön ehdot ja korvaukset, kun niitä käytetään luontomatkailemalla yritystoiminnassa.

Uusia luontomatkailemalla kiinnostavat perinteisen vaelluksen ja eräretkeilyn sijaan kestoltaan lyhytaikaisemmat ja tarjonnaltaan monipuolisemmat luontoaktiviteetit. Matkailukohteen etsitään entistä lähempää kaupunkeja ja taajamia. Kotimaan luontomatkailemalla lisääntyy suhteellisesti eniten tiheään asutussa Etelä-Suomessa. Etelä-Suomessa matkailukeskuksina voivat toimia luonnonolosuhteiltaan vetovoimaisilla alueilla sijaitsevat kaupungit. Vaikka kotimaisten luontomatkojen määrän kasvu hidastuu, kysynnän aikaansaama työllisyys ja arvonlisäys kasvavat, kun matkailemalla käyttävät jatkossa enemmän luontomatkailemalla palveluja. Luontomatkailemalla alan merkittävä kasvu Suomessa perustuu pääasiassa ulkomaisten asiakkaiden määrän lisäämiseen. Ulkomaisen kysynnän kasvunäkymät ovat myönteiset, etenkin jos tarjolla on riittävästi eri asiakasryhmille sopivia tuotteita.

Luontomatkailemalla asiakkaan taustat vaikuttavat merkittävästi palvelujen kysyntään, ulkoiluharrastuksiin ja ympäristöön liittyviin odotuksiin, joten palvelujen monipuolisuus on tärkeää. Matkailemalla arvojen arvioidaan polarisoituvan jatkossa entisestään. Yhtäältä haetaan aitoja kokemuksia ja luonnontilaisia ympäristöjä. Toisaalta korostetaan liikunta- ja toimintamahdollisuuksia, jolloin luonnonympäristön laatu on vähemmän tärkeä ja mielikuva luonnontilaisuudesta riittää. Näille asiakkaille talousmetsät riittävät keskimäärin virkistäytymiseen, etenkin jos päätehakkuut suunnitellaan pienipiirteisesti maisemallisesti herkillä alueilla ja ulkoilureittien varsilla. Luonnon hiljaisuus ja rauha sekä kauniit maisemat ja mahdollisuus luonnon kokemiseen ovat tärkeimpiä matkailemalla matkakohdevalintoihin vaikuttavia vetovoimatekijöitä (vrt. Silvennoinen ym. 1999, Järviluoma 2006). On mahdollista, että kaupungistumisen ja koulutustason nousun myötä aitojen luonnonympäristöjen arvostus lisääntyy (Tyrväinen ym. 2003). Alkuperäinen luonto on myös luontomatkailemalla markkinoinnissa käytetty keskeinen sisältö ja kansainvälinen trendi (Eagles 2004).

1.2 Vaihtoehtoskenaarioiden arvioinnin lähtökohdat

Tässä arvioidaan skenaariovaihtoehtojen vaikutuksia matkailuun ja virkistyskäyttöön kvalitatiivisen analyysin avulla. Tarkastelussa arvioidaan virkistysmahdollisuuksien eli virkistysympäristön tarjonnan muutoksia eri skenaariovaihtoehtoisissa. Taustalla on myös oletus, että luontomatkailemalla ja virkistyskäytön kysyntä kasvaa jossain määrin. Kysynnän kasvu ei jakaudu kuitenkaan maakunnittain tasaisesti, vaan keskittyy taajamien, matkailukeskusten ja vapaa-ajanasuntojen lähialueille.

Matkailijat ja virkistyskäyttäjät arvostavat vesistöjä, luonnonmukaisia metsäalueita ja erityisesti varttuneita ja uudistuskypsiä metsiä. Metsätalous ei pääsääntöisesti estä virkistyskäyttöä, mutta erityisesti päätehakkuiden ajoituksella ja maisemaan sopeuttamisella on merkitystä sille, ovatko hakkuun vaikutukset virkistyskäytölle negatiivisia vai positiivisia. Korjuujäljet, hakkuutähteet ja laajat uudistusalat koetaan yleensä häiritsevinä. Maisemallisesti hyvin suunnitelluilla metsänkäsittelyillä on kuitenkin mahdollista myös lisätä ympäristön laatua esimerkiksi avaamalla kaukonäkymiä tai näköyhteyksiä vesistöihin (esim. Silvennoinen ym. 2002). Päätehakkuiden merkittävä lisääntyminen kuitenkin vähentää virkistyskäytön mahdollisuuksia talousmetsissä ja vähentää maiseman laatua maaseudulla. Virkistysmahdollisuuksia heikentävä vaikutus riippuu siitä, minne lisääntyvät päätehakkuut sijoittuvat suhteessa taajamiin, vapaa-ajan-asumisen keskittyymiin, virkistysalueisiin ja ulkoilureitteihin.

Hoitamattomilla nuorilla metsillä on alhainen maisemallinen arvo, kun taas nuorten metsien ja taimikoiden hoito ja harventaminen parantaa niiden kulkukelpoisuutta ja maiseman esteettisyyttä. Bioenergian lisääntyvä käyttö voi osittain olla hyödyksi maisema-arvoille, sillä hakkuutähteet ovat esteettisesti häiritseviä ja haittaavat kulkemista. Näin hakkuutähteiden keruu on pääsääntöisesti positiivinen toimenpide virkistyskäytön kannalta. Toisaalta kantojen nosto bioenergiaksi voimaperäisenä käsittelymenetelmänä vaikuttaa maisemaan kielteisesti ja heikentää maaston kulkukelpoisuutta.

Suojelualueiden lisäys ei aina paranna virkistysmahdollisuuksia. Vaikutukset riippuvat suojelualueiden sijainnista ja siitä, missä määrin niitä rakennetaan virkistys- ja matkailukäyttöä varten. Hajallaan sijaitsevat pienialaiset suojelualueet eivät todennäköisesti tule intensiiviseen virkistys- tai matkailukäyttöön, mutta ovat jokamiehenoikeudella liikkuvalla talousmetsistä poikkeava luontokohde ja tarjoavat mahdollisuuden luontoharrastuksiin. Jos suojelualueet toteutetaan suurempina aluekokonaisuuksina, tarjoavat ne uusia mahdollisuuksia virkistys- ja luontomatkailukohteina edellyttäen että alueet varustetaan virkistyspalveluin.

Luontomatkailun ja virkistyskäytön erilaiset aktiviteetit tarvitsevat erilaisia ympäristöjä, ja aktiviteetista riippuen niitä voidaan sovittaa yhteen suojelun ja/tai metsätalouden kanssa. Motorisoitu liikkuminen, erityisesti talvisin, sopii ensisijaisesti vain metsätalousalueille. Maisemien katselu, luonnon kokeminen, eläin- ja kasvilajien tunnistus/katselu ja monet ei-motorisoidut liikkumistavat sopivat myös luonnonsuojelualueille. Luontomatkailun kehittämistä Etelä-Suomessa vaikeuttavat maanomistuksen pirstoutuminen, joka vaikeuttaa ulkoilureittien perustamista yksityismaille sekä niiden lähialueiden hoitoperiaatteiden yhtenäistä toteutumista.

Viidennes metsänomistajakunnasta painottaa ensisijaisesti metsien aineettomia arvoja metsien käytön ja hoidon tavoitteinaan (Karppinen ym. 2002). Metsien taloudellinen merkitys metsänomistajakunnalle pienenee, kun valtaosa saa toimentulonsa joko palkkatyöstä tai eläkkeistä. Toisen polven kaupunkilaismetsänomistajille "metsätila" saattaa merkitä enemmän vapaa-ajan viettopaikkaa kuin hakkuutuloja, jolloin puunmyyntihalukkuus todennäköisesti vähenee. Maanomistajat suhtautuvat kuitenkin luontomatkailun kehittämiseen ja virkistyskäyttöön melko myönteisesti, erityisesti jos siitä aiheutuvat haitat korvataan (Tyrväinen ym. 2002). Yhteistyön kehittyminen yksityismaanomistajien ja matkailuyrittäjien välillä parantaa luontomatkailun harjoittamisen edellytyksiä. Periaatteena on vapaaehtoisuuteen perustuva virkistys- ja matkailuympäristöjen tuottaminen, jonka arvo määräytyy kysynnän ja tarjonnan mukaan markkinoilla.

1.3. Vaihtoehtoskenaarioiden arviointi virkistyskäytön ja luontomatkailun kannalta

Skenaario 1: Nykytila jatkuu

Kuvaus: Metsien suojeleu ennallaan, puun tuonti hieman alenee ja puun kotimainen kysyntä hieman kasvaa.

Etelä-Suomi: Virkistysympäristön tarjonnassa ei olennaista muutosta, mutta kun virkistyskäytön kysyntä kasvaa, metsätalouden ja virkistyskäytön yhteensovittamisen tarve kasvaa.

Pohjois-Suomi: Luontomatkailun kasvu lisää virkistyskäyttöä sekä suojelualueilla että talousmetsissä. Eri käyttömuotojen yhteensovittamisen tarve kasvaa.

Skenaario 2: Puun tuonti alas

Kuvaus: Metsien suojeleu ennallaan, puun tuonti pienenee, erityisesti harvennushakkuut lisääntyvät.

Etelä-Suomi: Harvennushakkuiden lisääntyminen parantaa virkistysympäristöjen laatua talousmetsissä jossain määrin, varsinkin jos hakkuutähteet kerätään bioenergiaksi.

Pohjois-Suomi: Luontomatkailun kasvu lisää virkistyskäyttöä sekä suojelualueilla että talousmetsissä. Eri käyttömuotojen yhteensovittamisen tarve kasvaa. Harvennushakkuiden lisääntyminen parantaa virkistysympäristöjen laatua talousmetsissä jossain määrin.

Skenaario 3: Puun tuonti alas ja lisäsuojelua

Kuvaus: Puun tuonti supistuu. Suojeluaste nousee 5 %:iin Etelä-Suomessa ja suojeleu lisätään myös Pohjois-Suomessa. Kantohinnat nousevat. Harvennushakkuut lisääntyvät ja päätehakkuut vähenevät.

Etelä-Suomi: Päätehakkuiden väheneminen lisää talousmetsien maisema- ja virkistysarvoja. Puunhinnan nouseminen nostaa matkailu- ja virkistysympäristöjen tuotantokustannuksia. Suojelun lisääntyminen parantaa luontomatkailu- ja virkistysympäristöjen tarjontaa Etelä-Suomessa, mikäli niistä muodostetaan suurempia aluekokonaisuuksia ja rakennetaan virkistyspalveluja.

Pohjois-Suomi: Suojelupinta-ala kasvaa Pohjois-Suomessa vain vähän, joten muutoksella ei suurta vaikutusta virkistyskäytölle tai luontomatkailun edellytyksille. Luontomatkailu kuitenkin hyötyy, jos uudet suojelualueet ovat matkailukeskusten läheisyydessä ja hyödynnettävissä virkistyskäyttöön. Toisaalta lisäsuojelu voi haitata motorisoidun virkistyskäytön laajenemista, jos uudet alueet rajoittavat esimerkiksi moottorikelkkareittien käyttöä ja uusien rakentamista.

Skenaario 4: Bioenergia ja uudet tuotteet

Kuvaus. Bioenergian tuotanto lisääntyy nelinkertaiseksi nykyisestä. Bioenergiaa saadaan enimmäkseen nuorista kasvatusmetsistä.

Etelä-Suomi: Hakkuutähteiden keräys parantaa kulkukelpoisuutta ja siten välittömästi hakkuun jälkeisen virkistyskäytön edellytyksiä. Kantojen nosto uudistusaloilta vaikuttaa kielteisesti maiseman laatuun, ja voimakkaasti käsitelty maasto haittaa liikkumista hakkuualueella vähintään 5 vuotta hakkuun jälkeen.

Pohjois-Suomi: Koska bioenergian korjuu on Pohjois-Suomessa vähäistä, ei toiminta aiheuta muutoksia virkistysmahdollisuuksiin.

Skenaario 5: Suurimmat kestävät hakkuut

Kuvaus: Maksimaalinen puuntuotos Suomessa, joka edellyttää tukkipuun hintojen laskua.

Etelä-Suomi: Päätehakkuiden lisääntyminen vähentää talousmetsien maisema- ja virkistysarvoja. Toisaalta, puunhinnan lasku edesauttaa virkistysarvokaupan edellytyksiä eli matkailu- ja virkistysympäristöjen tuotannon suhteellinen kilpailukyky paranee. Kilpailu metsäympäristöstä metsätalouden ja maisema-arvojen tuotannon välillä kasvaa ja potentiaaliset konfliktit lisääntyvät.

Pohjois-Suomi: Vaikutukset samansuuntaiset kuin Etelä-Suomessa, joskin suuret suojelualueet varmistavat paremmin virkistykseen sopivien alueiden riittävyyden.

2. Virkistyskäytön ja luontomatkailun skenaario

2.1 Virkistyskäytön ja luontomatkailun kysynnän muutos

Virkistyskäytön ja luontomatkailun kysyntä kasvaa ja monipuolistuu. Ikääntyvän ja kaupungistuvan väestön virkistyskäyttö kohdistuu sekä taajamametsiin että taajamien ulkopuolella vapaa-ajan asumisen ja matkailukeskusten ympäristöihin. Myös virkistysrakentein varustettuihin kansallispuistoihin ja retkeilyalueisiin kohdistuu kasvava käyttöpaine. Ulkoiluharrastusten kirjo monipuolistuu entisestään ja erityisesti motorisoitu liikkuminen luonnossa lisääntyy. Perinteiset metsään liittyvät harrastukset kuten marjastus ja metsästys menettävät suosiotaan. Luontoharrastuksista suosiotaan lisää luonnontarkkailuun, -katseluun ja kuvaamiseen liittyvät harrastukset. Yksityismetsien käyttö kasvaa vapaa-ajan asuntojen määrän lisääntyessä. Luonnossa virkistäytyjät tarvitsevat rakennettuja virkistyspalveluita kuten reittejä, lepopaikkoja, majoitusta ja opastusta. Kansalaisten ja luontomatkailijoiden ympäristöarvot polarisoituvat: osa hakee erityisesti alkuperäistä luontoa, hiljaisuutta ja luontoarvoja, toinen osa kokee luontoympäristön harrastuksensa (esimerkiksi motorisoitu liikkuminen) taustaympäristönä, jonka luontoarvot ovat vähemmän tärkeitä.

2.2 Virkistysympäristön kysyntä ja tarjonta Pohjois-Suomessa

Luontomatkailusta on Pohjois-Suomessa tullut merkittävin metsäluonnonvaroja käyttävä elinkeino, joka työllistää paikallisia ja tukee metsien sosiaalisesti kestävästä käytöstä. Joillakin alueilla metsätalouden ja matkailun konfliktit ovat lisääntyneet, mutta toisilla alueilla on synergiaetuja löydetty. Synergiaedut toteutuvat muun muassa matkailurakentamisessa sekä erityisesti virkistysympäristöjen tarjonnassa motorisoidulle liikkumiselle. Tämän kehityksen seurauksena metsäalan hyväksyttävyyttä Pohjois-Suomessa paranee. Matkailukeskusten ympäristöissä virkistysarvokauppa mahdollistaa laadukkaan virkistysympäristön säilymisen myös yksityismailla. Virkistyspalveluja kehitetään erilaisille asiakassegmenteille. Toisiaan potentiaalisesti häiritsevät toiminnot sijoitetaan eri alueille tai ajallisesti erilleen. Matkailun voimakas kasvu voi aiheuttaa ekologisia ja sosiaalisia ongelmia paikallistasolla.

2.3 Virkistysympäristön kysyntä ja tarjonta Etelä-Suomessa

Virkistysmahdollisuuksien tarjontaa kehitetään erityisesti taajamien lähialueilla vastaamaan kaupunkilaisten muuttuvia ja kasvavia virkistystarpeita. Kansalaiset kokevat saavansa lähiluonnosta ja metsistä hyvinvointi- ja terveyshyötyjä, ja tämä lisää metsäalan hyväksyttävyyttä kansalaisten keskuudessa. Lähiluonnon korkea laatu ja hyvä saavutettavuus ovat tärkeitä laadukkaan asuinympäristön kriteereitä. Lähimetsien metsänhoidossa virkistysarvot otetaan joustavasti huomioon taajamien läheisillä metsäalueilla, vapaa-ajan asuntojen ympäristöissä, ulkoilureittien varsilla ja matkailukeskusten lähialueilla. Matkailuympäristöjä on varattu ja kehitetty niin, että matkailukeskittymien läheisillä metsäalueilla maisema- ja virkistysarvot ovat merkittäviä.

Matkailuyrittäjien ja metsäomistajien välinen virkistysarvokauppa- ja palvelu- ja yhteiskuntaa tukee, turvaa laadukkaan virkistysympäristön. Metsäomistajien omien metsien käytössä virkistyskäytön merkitys kasvaa ja edistää myös osaltaan virkistysarvokaupan lisääntymistä vapaa-ajan asumisen alueilla. Moniarvoinen metsäneuvonta ja -suunnittelu edistävät puunmyyntiä, koska metsien hoito ja hakkuut voidaan toteuttaa metsäomistajan omien preferenssien mukaan. Taajamien ulkopuolella virkistys- ja luontomatkailun pääosa kohdistuu virkistyskäyttöä varten hyvin varustelluille kansallispuisto- ja retkeilyalueille. Luontomatkailu työllistää ja edistää maaseudun elinvoimaisuutta myös Etelä-Suomessa. Metsien eri käyttömuotojen yhteensovittamisesta saadaan synergiaetuja, jotka tukevat metsien ekologisesti ja sosiaalisesti kestävästä käytöstä.

2.4 Virkistyskäytön ja luontomatkailun politiikkakeinot

Luontomatkailu- ja virkistysympäristöjen kehittäminen vaatii yhteistyötä metsätalouden ja matkailualan toimijoiden kanssa. 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 valtaosa maaseudusta on yksityisomistuksessa, joten virkistysympäristön kehittäminen luontomatkailun tarpeisiin edellyttää matkailuyrittäjien ja metsäomistajien yhteistyötä.

Alueelliset luontomatkailun ja virkistyskäytön kehittämisen tavoitteet sekä voimavarat (luonto ja paikalliskulttuuri) tulisi kytkeä nykyistä paremmin alueellisiin metsäohjelmiin. Alueellisissa metsäohjelmissä virkistys- ja matkailukäytön ja puuntuotannon yhteensovittamiseen tarvitaan uusia toimintamalleja. Valtion metsien luonnonvarasuunnittelussa jatketaan metsien eri käyttömuotoja yhteen sovittavien menetelmien kehittämistä.

Yksityismetsätalouden tukijärjestelmissä virkistys- ja maisema-arvojen tuottamista tuetaan, ja samalla kehitetään toimintamalleja ja instrumentteja matkailuyrittäjien ja maanomistajien sopimus- ja korvauskäytännöille. Periaatteena on vapaaehtoisuuteen perustuva virkistys- ja maisema-arvojen tuottaminen. Malleja sopimus- ja korvausmenettelyistä, kuten virkistys- ja maisema-arvokauppa*), tarvitaan virkistysarvoja tarvitsevien (asukkaat ja matkailuyrittäjät) sekä virkistysarvoja tuottavien yksityisten maanomistajien välille. Sopimusmenettely ja korvaukset voivat koskea esimerkiksi rajattua paikkaa taajaman lähellä tai ulkoilu- ja matkailureittien lähialueita. Yksityismetsien käyttöä luontomatkailun yritystoiminnassa jokamiehen-oikeuksien perusteella selkeytetään.

Pienipiirteisempien metsienkäsittelymenetelmien käyttöä edistetään metsäneuvonnalla niillä alueilla, missä virkistys- ja matkailu ovat merkittävä osa metsien käyttöä. Menetelmiä metsien käsittelyn maisemavaikutusten arviointiin tulisi kehittää alueellisessa ja tilakohtaisessa metsäsuunnittelussa. Metsäsuunnittelussa ja metsänhoidossa yksittäisen metsikön ja lähimaiseman lisäksi tulisi tarkastella toimenpiteiden vaikutuksia laajemmin maisema-alueatasolla. Esimerkiksi maiseman laatu otetaan huomioon osana alueellista metsäsuunnittelua ja tilakohtaisia suunnitelmia.

Metsäsuunnittelussa ja metsien hoidossa tulisikin yhdistää puuntuotanto ja maanomistajille tärkeät maisema- ja virkistysarvot nykyistä paremmin. Tämä voi edistää osaltaan myös niiden metsänomistajien puunmyyntihalukkuutta, jotka haluavat tuottaa sekä puuta että virkistysarvoja. Tämä on keskeistä Kansallisessa metsäohjelmassa 2015 tavoitellun metsien monikäyttöperiaatteen saavuttamiseksi. Myös bioenergian tuotannon synergiahyötyjä virkistyskäytölle voidaan edistää kohdentamalla hakkuutähteiden keräys erityisesti taajamien ja matkailukeskusten läheisille hakkuualueille. Edellytyksenä on, ettei energiapuun korjuu lisää maisemahaittoja näillä alueilla.

Maankäytön suunnittelussa panostetaan virkistys- ja matkailualueiden varaamiseen. Matkailukeskusten metsäympäristön ja taajamametsien hoidolle kehitetään metsänhoidon malleja, joissa eri virkistyskäyttäjryhmien arvostukset ja käyttötavat sovitetaan yhteen. Virkistyskäytön suunnittelun menetelmien ja mallien kehittäminen perustuu tutkittuun tietoon ja parhaisiin käytäntöihin, joista on koottu eurooppalainen tietokanta (COST E33).

Keskeinen haaste on matkailu- ja virkistyskäytön palvelutarjonnan kehittäminen alueellisesti ja sisällöllisesti vastaamaan kysyntää. Lapin matkailun strateginen kehittäminen ja menestyminen on perustunut investointien keskittämiseen muutamisiin pääkohteisiin (Lapin liitto 2003). Myös Etelä-Suomessa "luontomatkailukeskuksia" kehitetään suurten kaupunkien läheisyyteen. Erityisesti pääkaupunkiseudun lähialueiden luontomatkailun kehittäminen on tarpeellista suurten matkailijavirtojen vuoksi.

Perusratkaisut matkailu- ja virkistysalueiden tarjonnasta ja kehittämisestä tehdään maankunta- ja yleiskaavoituksen yhteydessä. Metsäalan aktiivisuutta maankäytön suunnittelussa ja luontomatkailun kehittämisessä lisätään. Maankäytön suunnittelussa luonnoltaan vetovoimaisten ja helposti saavutettavien luontokohteiden kartoitusta tehdään monitavoitteisesti pyrkimällä yhdistämään esimerkiksi hiljaiset alueet, monimuotoisuudeltaan arvokkaat suojelualueet ja maisemaltaan vetovoimaiset alueet riittävän laajoiksi kokonaisuuksiksi.

Kehitystä ohjaamaan ja tukemaan tarvitaan korkeatasoista tutkimus- ja koulutustoimintaa. Virkistys- ja luontomatkailun opetus sisältyy metsäammattilaisten koulutusohjelmiin, ja myös jo ammatissa toimivien ammattitaitoa parannetaan täydennyskoulutuksella.

*) Maisema-arvokauppa: Menettelytapa, jolla asukkaat, matkailuyrittäjät ja kunta, yhdessä tai kukin toimija erikseen, voivat korvata menetettyjä puuntuotantotuloja metsänomistajille, joka sitoutuu pidättäytymään (tai siirtämään ajankohtaa) päätehakuista ja muista toimista virkistys- ja maisema-arvojen ylläpitämiseksi

Viitteet:

- Cordell, H.K. (toim.) 2004. Outdoor Recreation for 21st Century America. A Report to the Nation: The National Survey on Recreation and Environment. Venture Publishing, Inc. State College. Pa. 293.
- Eagles, P. 2004. Trends Affecting Tourism in Protected Areas. Teoksessa: Sievänen, T., Erkkonen, J., Jokimäki, J., Saarinen, J., Tuulentie, S. & Virtanen, E. (toim.). Policies, methods and tools for visitor management – proceedings of the second International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas, June 16–20, 2004, Rovaniemi, Finland. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp002.htm>
- Järviluoma, J. 2006. Turistin luonto. Tutkimus luonnon merkityksestä matkailun vetovoimatekijänä neljässä Lapin matkailukeskuksessa. Acta Universitatis Lapponiensis 96. Lapin yliopisto, Rovaniemi. 214 s.
- Karppinen, H., Hänninen, H. & Ripatti, P. 2002. Suomalainen metsänomistaja 2000. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 852, 83 s.
- Kesämökki 2006. Asuminen. Tilastokeskus. <http://www.stat.fi/til/kmok/index.html>
- Lapin liitto 2003. Lapin matkailustrategia 2003-2006. <http://www.lapinliitto.fi/aluekehitys/matstra.pdf>
- MEK 2004. Rajahaastattelututkimus, osa 17: ulkomaiset matkailijat Suomessa vuonna 2004. MEK A:145. 177 s. ISBN: 952-5079-72-4.
- Neuvonen, M., Sievänen, T., Tönnies, S. & Koskela, T. (painossa). Access to nature areas and frequency of visits - a case study in Helsinki. Urban Forestry & Urban Greening.
- Pretty, J. 2005. Nature and Green Exercise: Recent Evidence on Benefits to Mental and Physical Health. In Gallis, C.Th. Forest, Trees, and Human Health and Well-being. Proceedings of 1st European COST E39 Conference, s. 21-47.
- Sievänen, T. (toim.) 2001. Luonnon virkistyskäyttö 2000. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 802.
- Silvennoinen, H., Pukkala, T. & Tahvanainen, L. 2002. The effect of cuttings on the scenic beauty of a tree stand. Scandinavian Journal of Forest Research 17: 263-273.
- Silvennoinen, H. & Tyrväinen, L. 2001. Luontomatkailun kysyntä Suomessa ja asiakkaiden ympäristötoiveet. Julkaisussa: Sievänen, T. (toim.). Luonnon virkistyskäyttö 2000. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 802, 112-127.
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. & Nousiainen, I. 2002. Luontomatkailusta yritystoimintaa. Tutkimushankkeen loppuraportti 31.5. 2002. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 74 s.
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. & Kolehmainen O. 2003. Ecological and aesthetic values in urban forest management. Urban Forestry and Urban Greening vol. 1, no. 3, pp. 135-149(15).
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., Korpela, K. & Ylen, M. 2007. Luonnon merkitys kaupunkilaisille ja vaikutus psyykkiseen hyvinvointiin. Julkaisussa: Tyrväinen, L. ja Tuulentie, S. (toim.) 2007. Luontomatkailu, metsät ja hyvinvointi. Metlan työraportteja 52: 57-77. ISBN 978-951-40-2045-2 (PDF).

Yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden arvio Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten

Tapio Rantala (Helsingin yliopisto)

1 Metsäpolitiikka ja julkinen keskustelu

Metsäpolitiikka on yleismaailmallisesti muuttunut perinteisestä hierarkkisesta suunnittelusta kohti verkostomaisempaa rakennetta. Uuden metsäpolitiikan piirteitä ovat prosessinomainen ohjelmajohtaminen, kansainvälisyys, erilaisten sidosryhmien laaja osallistuminen sekä itseorganisoituvat ja vapaaehtoiset institutionaaliset järjestelyt, kuten sertifiointi ja vapaaehtoisuuteen perustuva metsien suojelu. Useissa maissa on havaittu, että tämän kehityksen myötä on noussut esiin uudenlaisia kysymyksiä liittyen metsäalan poliittisen järjestelmän (forest regime eli ”metsäregiimi”) ja sen instituutioiden hyväksyttävyyteen eli legitimizeettiin (Glück ym. 2005).

Metsäregiimin institutionaalinen järjestys muodostuu sitovista normeista (kuten lainsäädäntö), joiden rikkomisesta on säädetty rangaistus, ja myös löyhemmistä hyväksyttävänä pidettävään käyttäytymiseen liittyvistä normeista (esimerkiksi poliittisiin ohjelmiin ja sopimukseen sitoutuminen ja yhteistyöhaluisuus), joiden rikkomisesta voi seurata sosiaalisia rangaistuksia, kuten maineen tai etujen menetys tai vaikkapa yhteistyön loppuminen (Scharpf 1997). Uudelle politiikalle ovat myös tyypillisiä ”pehmeät” instituutiot, jotka eivät sido toimijoita juridisesti – näitä ovat esimerkiksi kansainvälisten prosessien päätökset ja sertifikaatit (Cashore 2002).

Uudenlainen tilanne korostaa aiempaa enemmän julkisen keskustelun merkitystä politiikan muotoutumisessa, koska toimijoita ja erilaisia käsityksiä asioiden tilasta ja politiikan pelisääntöistä on aiempaa enemmän – eivätkä toimijat epäröi tuoda käsityksiään julkisesti esille. Toisaalta instituutioiden sisältö on osin avoimempi erilaisille tulkinnoille ja monet instituutiot ilmeisesti myös muuttuvat aiempaa nopeammin. Institutionaalista muutosta edeltää nykytilanteessa yleensä julkinen keskustelu, useimmiten joukko erilaisia toisiaan tulkitsevia ja kommentoivia julkisia kirjoituksia (Phillips ym. 2004). Muutosvaatimusten perusteleva eli legitimoiminen edellyttää aina vetoamista johonkin yleisesti hyväksytyyn normatiiviseen periaatteeseen, kuten hyvinvointiin, oikeuksiin tai tasa-arvoon.

2 Yhteiskunnallinen hyväksyttävyys eli legitimizeetti

Tässä yhteydessä legitimizeetillä tarkoitetaan julkisten toimien hyväksyttävyyttä kansalaisten ja muiden keskeisten toimijoiden näkökulmasta tarkasteltuna (Beetham 1991, Weatherford 1992). Tällä tavoin määriteltynä kaikki normatiiviset arviot, joita julkisessa keskustelussa tehdään, kuuluvat samalla tavalla kansalaisten mieltämän legitimizeetin piiriin riippumatta niiden tiedollisista perusteluista tai loogisesta johdonmukaisuudesta.

Hyväksyttävyyden arviointi voi kohdistua julkisiin instituutioihin (kuten lainsäädäntö, poliittiset ohjelmat ja sopimukset), julkisiin organisaatioihin (kuten eduskunta, hallitus, valtionhallinto ja kunnat), yksityisiin organisaatioihin (kuten etu- ja kansalaisjärjestöt ja yritykset) ja yksittäisiin poliittisiin toimijoihin (kuten poliitikot, organisaatioiden vastuuhenkilöt ja yksittäiset poliittisesti aktiiviset kansalaiset). Käytännössä kaikki metsäsektorin organisaatiot kohtaavat julkista hyväksyttävyyden arviointia ja suuri osa on myös osallistuu itseään koskevaan julkiseen keskusteluun, ainakin arvostelua kohdatessaan.

Legitimiteetin arvioiden ytimen muodostavat normatiiviset periaatteet, kuten hyvinvointi, tasa-arvo, oikeudet, yhteinen hyvä ja kestävä kehitys, joihin vetoamalla esitettyjä vaatimuksia perustellaan. On hyvä huomata, että kukaan yksittäinen kansalainen tai poliittinen toimija ei voi yksin määrittää periaatteita, vaan julkisessa keskustelussa ja perustelemissa joudutaan aina vetoamaan koko poliittisen yhteisön tai jonkun sen alaryhmän hyvänä ja oikeana pitämiin periaatteisiin. Julkisesta keskustelusta puuttuu lähes täysin kirjoittajan puhtaaseen omaan etuun vetoaminen, mutta sen sijaan on yleistä vedota, että tietyille kansalaisryhmälle kuuluu kohtuullinen osa metsien tuottamasta hyvinvoinnista tai että on olemassa tietty suomalaisen kulttuuriin kuuluva oikeus, joka sallii metsän tietyn käyttötavan. Perusteluina käytetyillä periaatteilla täytyy siis olla jonkinlaista mielekästä sisältöä ja kaikupohjaa kohdeyleisön joukossa – ne ovat luonteeltaan jaettuja ja yleisiä. Periaatteet ovat kuitenkin luonteeltaan abstrakteja ja ei ole varmaa, että kansalaiset mieltävät periaatteiden sisällön aina läheskään samalla tavalla⁴. Kaikkiaan metsäpolitiikkaan liittyvässä julkisessa keskustelussa esiintyy toistuvasti useita kymmeniä erilaisia normatiivisia periaatteita.

3 KMO 2015-skenaarioiden legitimitetti lähtöoletusten valossa

Seuraavassa tarkastellaan Kansallisen metsäohjelma 2015 vaihtoehtolaskelmien skenaarioissa oletettujen tapahtumien ja julkisten toimien hyväksyttävyyttä kansalaisten ja muiden keskeisten toimijoiden näkökulmasta tarkasteltuna. Esitetyt arviot perustuvat kirjoittajan tutkimustyöhön keskeisten suomalaisten lehtien yleisönosastoissa käydystä keskustelusta⁵. Metsä- ja luonnonsuojelupolitiikan legitimitetin koko kenttä on huomattavasti laajempi kuin skenaarioissa varioitujen lähtöoletukset – legitimitetin muotoutumiseen vaikuttavat mm. poliittisessa prosessissa noudatetut periaatteet, hallinnon toiminnan periaatteet ja kuinka tehokkaasti asetettuja tavoitteita pystytään toteuttamaan.

Legitimiteettiä tarkastellaan niiden toimenpiteiden ja vastaavien legitimitetin dimensioiden osalta, joita on varioitu skenaarioiden lähtöoletuksissa tai joiden muutoksia on arvioitu ohjelman taustalaskelmissa. Näitä ovat puun tuonnin muutokset ja sen vaikutukset (hyvinvointi,

⁴ Useimmat legitimitetin dimensiot ovat luonteeltaan jatkuvan kiistanalaisia (essentially contested), ts. niillä on useita vaihtoehtoisia tulkintoja eikä ole yksikäsitteistä keinoa ratkaista, mikä tulkinnoista on oikea. Myös se, mitkä periaatteet nähdään soveliaina tietyn kohteen arviointiin, voi vaihdella kontekstista riippuen. Arvioinnin kohde representoidaan aina jollain ei-yksikäsitteisellä tavalla, mikä on yhteydessä arvion suuntaan ja voimakkuuteen. Useimpien kohteiden arvioinnissa käytetään samanaikaisesti useita periaatteita; nämä voivat olla lähtökohtaisesti keskenään ristiriidassa. Vertailukohtana voi toimia joku ihanteellinen tila, joka ei ole välttämättä reaali maailmassa saavutettavissa. Vertailukohta voidaan muodostaa myös vertaamalla esimerkiksi muihin ihmisryhmiin, hallinnonaloihin tai maihin.

⁵ On huomattava, että tämä aineisto ei välttämättä kuvaa edustavasti koko väestön käsityksiä, koska muutamat metsäkysymyksissä erittäin aktiiviset kansalaiset tuottavat melko merkittävän osan kaikista tämän aihealueen yleisönosastokirjoituksista. Arvioinnissa pyritään kuitenkin välttämään liiallista painotusta yksittäisten kansalaisten ja pienten järjestöjen suuntaan.

jako-oikeudenmukaisuus), luonnonsuojelu (hyvinvointi, taakan kannon oikeudenmukaisuus, ekologinen kestävyys), työllisyys (hyvinvointi, jako-oikeudenmukaisuus), bioenergian lisääminen ja uudet tuotteet (hyvinvointi, ekologinen kestävyys). Lisäksi arvioidaan lyhyesti skenaarion 5 edellyttämiä julkisen vallan toimia ja niiden hyväksyttävyyttä.

Hyvinvointi voidaan ymmärtää suppeasti keskittyen taloudellisiin ja materiaalisiin hyötyihin tai laajasti, jolloin siihen sisältyy esimerkiksi elämän laatuun ja vaikutusmahdollisuuksiin liittyviä asioita. Ensin mainitut tekijät ovat täsmällisemmin kvantitatiivisesti määritettävissä – skenaarioissa käsitellyjä vaikutuksia ovat hakkuumäärät, kantorahatulot, raakapuun hinta, metsäteollisuuden tuotanto ja liikevaihto.

Tarkasteltaessa puun tuonnin alenemisen vaikutusta skenaarioiden 1 ja 2 vertailulla voidaan todeta tuonnin alenemisen johtavan suurempiin hakkuumääriin, korkeampiin puun hintoihin ja suurempiin bruttokantorahatuloihin (Kallio, tämä raportti). On luonnollista, että puuntuotantoon orientoituneet metsäomistajat preferoivat tällöin skenaariota 2. Skenaarioiden 3–5 osalta tilanne on epäselvempi ja edullisuus vaihtelee eri puutavaralajien kohdalla. Metsäteollisuuden näkökulmasta ovat skenaariot 2 ja 3 huonompia arvioituna tuotannon määrällä ja liikevaihdolla kuin nykytilanteen pohjalta laadittu skenaario 1.

Hyvinvointiin liittyy olennaisesti myös sen jakautuminen. Jako-oikeudenmukaisuus tarkoittaa hyötyjen ja taakkojen (haittojen) jakautumista toimijoiden kesken oikeudenmukaiseksi miellettyllä tavalla. Julkisen keskustelun perusteella osa metsänomistajista on ollut tyytymätön puusta saamaansa hintaan ja pitänyt teollisuuden osuutta hyödystä kohtuuttoman suurena. Tätä voidaan kutsua puumarkkinoiden jako-oikeudenmukaisuuskysymykseksi. Voimakkaasti kasvanutta puun tuontia on pidetty eräänä syynä liian alhaisena pidettyyn hintaan erityisesti kuitupuun kohdalla, lisäksi sitä on pidetty eräänä syynä nuorien metsien hoitamattomuuteen ja ensiharvennusten viivästymiseen. Tuonnin alenemisen tuoma lisääntyvä kotimaisen kuitupuun kysyntä parantane puukaupan hyväksyttävyyttä näin ajattelevien metsäomistajien kohdalla. On kuitenkin hyvä huomata, että vain osa metsäomistajista näyttää mieltävän puumarkkinoiden jako-oikeudenmukaisuuden suureksi ongelmaksi, kun taas osa metsäomistajista mieltää suhteensa metsäteollisuuteen pikemminkin keskinäisriippuvaiseksi kuin kilpailevaksi.

Tuontipuun kohdalla on esitetty myös epäilyksiä hakkuiden toteuttamisesta alempien ympäristöstandardien mukaan ja myös syytöksiä laittomista hakkuista – tuonnin aleneminen vähentänee tällaista suomalaisiin toimijoihin kohdistuvaa arvostelua. Toisaalta työllisyyden heikkeneminen herättäne keskustelua.

Skenaarioissa 3–5 oletetaan metsien suojeluasteen lisääntyvän Etelä-Suomessa 5 %:iin metsäpinta-alasta. Luonnonsuojelun lisäämisestä käydään jatkuvaa keskustelua ja suojelua kannattavien kansalaisten kohdalla kasvava suojelun pinta-ala mielletäneen metsäpolitiikan legitimitettä parantavaksi. Lisäsuojelua oletettavien skenaarioiden vaikutuksia arvioitaessa ilmeni kuitenkin, että oletettun laajuisella suojelulla on merkittäviä vaikutuksia metsäteollisuuden kokonaistuotantoon ja varsinkin sahateollisuuteen. Tämä herättäne keskustelua etenkin, jos tuotannon aleneminen kohdistuu pieneen ja keskisuureen teollisuuteen, jota sympatisoidaan suurta teollisuutta enemmän, ja metsätaloudesta riippuvaisten pienten paikkakuntien yrityksiin alentaen työllisyyttä. Viime mainittu asia liittyy myös keskusteluun luonnonsuojelutaakan kannon oikeudenmukaisuudesta Suomen eri alueiden ja omistajaryhmien välillä – pääasiassa etelässä toteutettavaksi oletettu suojelu on paremmin perusteltavissa pohjoiseen ja itään nähden alhaisella suojeluosuudella. Suojeluskenaarioissa oletettu eräillä alueilla tapahtuva kaikkien vanhapuustoisten lehtojen ja korpien suojelu herättäne myös keskustelua.

Toisaalta eteläisessä Suomessa arvokkaimpien luontokohteiden suojelu kohdistuu vääjäämättä ensi sijassa yksityismetsiin. Osa metsäomistajista vastustaa lisäsuojelua – tosin vapaaehtoisuuteen ja kannusteisiin perustuvat järjestelyt näyttävät sekä omistajien että suuren yleisön mielestä parantavan legitimitettä. Oletetun laajuisen suojeluohjelman toteuttaminen yksityismetsissä omistajien legitimiiksi mieltämällä tavalla vaatii voimakkaat perustelut ja uusia politiikan keinoja.

Metsien virkistyskäytön näkökulmasta lisäsuojelussa on olennaista sen kohdistuminen: alueille on eniten käyttäjiä suurten asutuskeskusten läheisyydessä. Luonnonsuojelujärjestöt suhtautuvat lisäsuojeluun myönteisesti, mutta saattavat pitää 5 %:n suojelutasoa riittämättömänä – julkisessa keskustelussa on melko paljon ollut esillä eräiden järjestöjen esittämä 10 %:n suojelutaso. Joka tapauksessa julkinen keskustelu luonnonsuojelun laajuudesta ja suojelun perusteista sekä sen suuntaamisesta maan eri osiin on jatkunut pitkään eikä mikään viittaa sen vähenemiseen tulevaisuudessa.

Skenaariossa 5 edellytetään tarkemmin yksilöimättömiä institutionaalisia järjestelyitä, joilla koko kestävästi hakattavissa oleva puusto saataisiin markkinoille. Tällaisia järjestelyitä voisivat olla esimerkiksi lakisääteiset hakkuukypsien metsien hakkuut kohdistuen erityisesti hakkuissa passiivisiin metsäomistajiin – kannusteilla tavoitteeseen tuskin voidaan päästä. Lienee varmaa, että nykytilanteessa näin voimakkaasti metsäomistajien valinnanvapauten puuttuvat instituutiot olisivat metsänomistajien silmissä vaikeasti oikeutettavissa ilman esimerkiksi poikkeuksellisen merkittävää kansallista kriisiä, kuten sotatilaa. Tällaisten järjestelyjen toteuttaminen herättäisi myös varmasti julkista keskustelua suuren yleisön parissa.

Skenaarioissa 2, 3 ja 5 oletetaan bioenergian käytön kasvavan jonkin verran ja skenaariossa 4 lisääntyvän merkittävästi. Tähänastisessa julkisessa keskustelussa bioenergiaan on suhtauduttu lähes pelkästään myönteisesti, koska sen on ajateltu lisäävän tuloja ja työllisyyttä, olevan kotimainen ja ekologisesti kestävä energiavaihtoehto sekä auttavan ilmastonmuutoksen ehkäisyssä. Jonkin verran keskustelua on esiintynyt mahdollisista ongelmista maaperän ravinteisuudelle. Jos bioenergian hankinta laajenee skenaariossa 2–5 oletetulla tavalla, voi jatkossa herätä enemmän keskustelua sen vaikutuksista mm. maisemalle, virkistysmahdollisuuksille ja biodiversiteetille sekä nettomääräisestä hyödystä muihin bioenergian tuotantotapoihin ja kilpailuviin energian muotoihin nähden.

Skenaariossa 4 oletetaan tuotannon arvon puolitoistakertaistuvan uusien metsien käyttöön perustuvien tuotteiden kehittämisen myötä. Julkisessa keskustelussa jalostusasteen nostoon on suhtauduttu poikkeuksetta myönteisesti ja joissain puheenvuoroissa sitä on voimakkaasti edellytetty suomalaiselta metsäteollisuudelta.

4 Legitimitetti ja viestintä

Metsäregiimin julkiseen imagoon vaikuttaa luonnollisesti myös se, kuinka poliittisia toimia onnistutaan viestimään suurelle yleisölle – aiempaa paremmista poliittisista toimista ei mitenkään automaattisesti seuraa imagon parannusta, jos viestintä epäonnistuu tai puuttuu. On hyvä huomata, että julkisen keskustelun suuntautuminen ei ole riippuvaista vain asioiden tärkeydestä ja tosiasioista. Julkista keskustelua ohjaa myös tiedotusvälineiden toimintalogiikka, joka korostaa paitsi uutisarvoa myös uutisoitavien tapahtumien draamallisia puolia ja toimijoiden

vastakkainasetteluja. Ne toimijat, jotka tuntevat median toimintatavat parhaiten ja pystyvät tuottamaan niille sopivaa uutismateriaalia, saavat suurimman julkisuuden. Päämedioidenkin toimittajilla on usein hyvin rajalliset mahdollisuudet perehtyä asioiden taustoihin. Merkittävätkin asiat voivat jäädä vaille julkisuutta, jos niihin ei liity mediaa kiinnostavia elementtejä – esimerkiksi valmistuvasta Kansallisesta metsäohjelmasta 2015 uutisoidaan päämedioissa ilman erityisiä toimia todennäköisesti vain pieniä ja ehkä vähäpätöisiä osia. Julkisuuden arvioinnissa ei pidä kiinnittää liikaa huomiota yksittäisiin näkyviinkään tai kärjistäviin uutistapahtumiin – ne jäävät nopeasti taakse uutisvirrassa ja unohtuvat muutamassa päivässä niiltä, jotka eivät tarkemmin seuraa metsäpolitiikkaa. Olennaisia ovat toistuvat teemat. Julkisen keskustelun suuntautuminen tulevaisuudessa on vaikeasti ennakoitavissa ja alan toimijoiden olisi hyvä valmistautua yllättävienkin teemojen esiin nousuun.

Viitteet:

- Beetham, D. 1991. *The Legitimation of Power*. Palgrave, Basingstoke.
- Cashore, B. 2002. Legitimacy and the Privatization of Environmental Governance: How Non-State Market-Driven (NSMD) Governance Systems Gain Rule-Making Authority. *Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, Vol. 15, No. 4.
- Glück, P., Rayner, J. & Cashore, B. (ja 12 muuta kirjoittajaa). 2005. Changes in the governance of forest resources. Teoksessa: Mery, G., Alfaro, R., Kanninen, M. & Lobovikov, M. (toim.). *Forests in the global balance – Changing paradigms*. IUFRO World Series Vol. 17: 51-74.
- Phillips, N., Lawrence, T.B. & Hardy, C. 2004. Discourse and institutions. *Academy of Management Review*. Vol. 29, No. 4, 635–652.
- Scharpf, F.W. 1997. *Games real actors play: actor-centered institutionalism in policy research*. Westview Press.
- Weatherford, M. S. 1992. Measuring Political Legitimacy. *American Political Science Review*, Vol 86:1.

Laskelmat metsien kasvihuonekaasutaseista Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten

Risto Sievänen, Timo Kareinen, Timo Penttilä ja Tarja Tuomainen

1 Menetelmä

Metsien puuston ja maaperän kasvihuonekaasutaseet arvioitiin puustotietojen perusteella käyttäen MELA-laskelmia lähtötietoina. Laskennassa käytettiin samoja menetelmiä ja parametriarvoja kuin kasvihuonekaasuraportoinnissa (Greenhouse gas emissions in Finland ... 2007). Menetelmää, jossa MELA-järjestelmän puustotietoja käytetään kasvihuonekaasuarvioiden syöteenä, on selostettu julkaisussa Sievänen ym. (2006). MELA-laskelmat (Salminen ja Hirvelä, tämä julkaisu) ja siis kasvihuonekaasutaseet koskevat metsä- ja kitumaita. Kasvihuonekaasuraportoinnissa käytetään puuston latvuspeittävytyteen perustuvaa metsän määrittelyä. Tämän laskelman tulokset pätevät kuitenkin varsin tarkasti kasvihuonekaasuraportoinnin metsämaa (Forest land; Greenhouse gas emissions in Finland ... 2007) kategorialle. On myös huomattava, että kaikkia kasvihuonekaasuraportoinnin päästölähteitä ei ole tarkasteltu. Sellaisia ovat mm. metsäpalot ja metsälannoituksen päästöt. Niiden vaikutus kokonaisuuteen on kuitenkin vähäinen – pienempi kuin 1 % (Greenhouse gas emissions in Finland ... 2007).

Menetelmässä tiedot puuston määrän vaihteluista muunnetaan biomassafunktioiden ja hiilikertoimien avulla puuston hiilivaraston muutoksiksi. Puusto- sekä poistumatietojen perusteella tuotetaan arvio vuotuisesta kariketuotoksesta, joka malliin ja mittauksiin perustuvan orgaanisen aineen hajoamisarvioon yhdistettynä tuottaa arvion kuolleen orgaanisen aineen määrän muutoksesta. Kangasmailla orgaanisen aineen hajoaminen arvioidaan Yasso-mallin (Liski ym. 2005) avulla ja ojitetuilla turvemailla Yasso-mallin ja emissiokertoimien avulla (Greenhouse gas emissions in Finland ... 2007). Luonnontilaisista, metsäisistä turvemaista oletetaan, että niiden maaperä kokonaisuutena ei sido eikä päästä hiilidioksidia.

Metsien hiilivaraston muutos on puuston ja kuolleen orgaanisen aineen varastojen muutosten summa. Kun hiilivaraston muutokseen yhdistetään metaanin ja dityppioksidin päästöt, saadaan metsien vuotuinen kasvihuonekaasutase. Suot ovat sekä metaanin että dityppioksidin lähteitä ja myös korpien tiedetään päästävän dityppioksidia. Kangasmaiden metaanin ja dityppioksidin päästöjä ei tarkasteltu. Metaanin ja dityppioksidin vuotuiset päästöt (yhteensä 4,2 milj. tn CO₂ ekvivalenttia/vuosi) otettiin äskettäin valmistuneista tutkimuksista (Minkkinen 2007, Minkkinen ym. 2007) ja oletettiin niiden pysyvän vakioina koko tarkastelujakson.

2 Tulokset

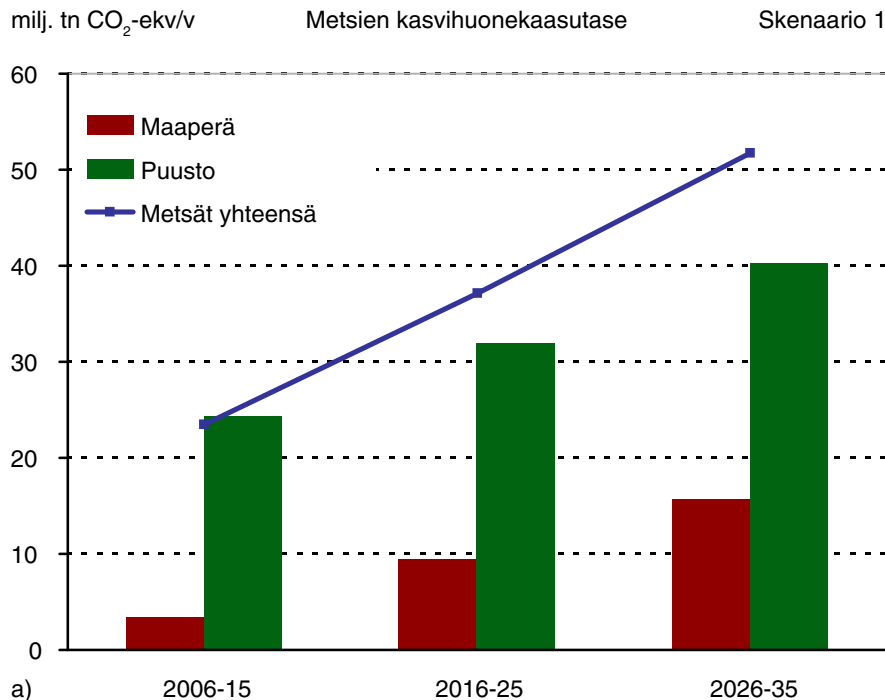
Puuston hiilivaraston muutos on metsien hiilitaseen määräävä tekijä. Hieman yksinkertaistaen voidaan sanoa, että jos puuston kasvu on poistumaa suurempi, metsät ovat hiilinielu, päinvas-taisessa tapauksessa ne ovat hiilen lähde. Kun puuston tilavuuden kehitys on MELA-malli-

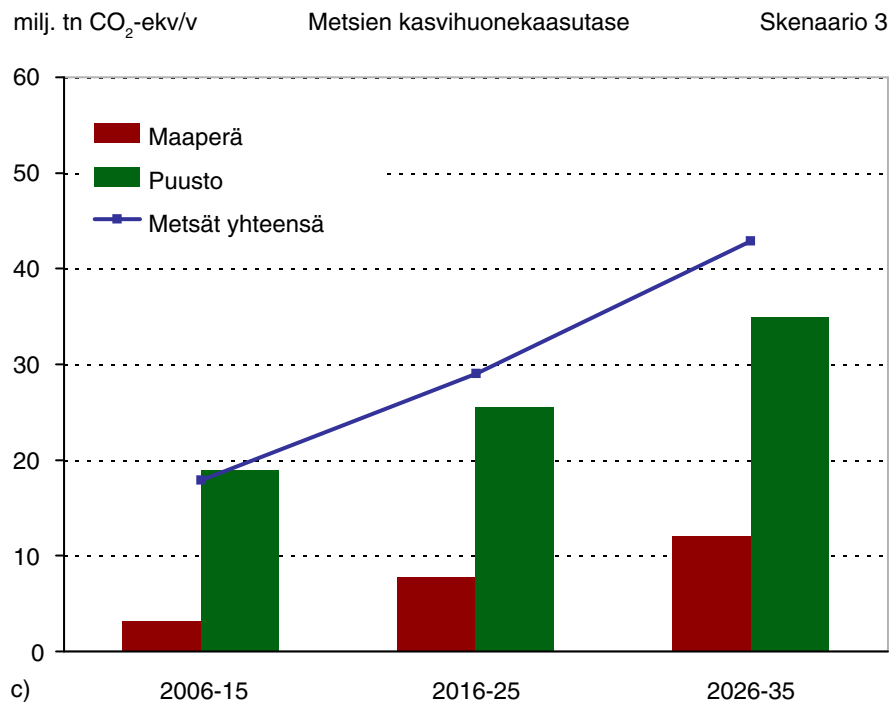
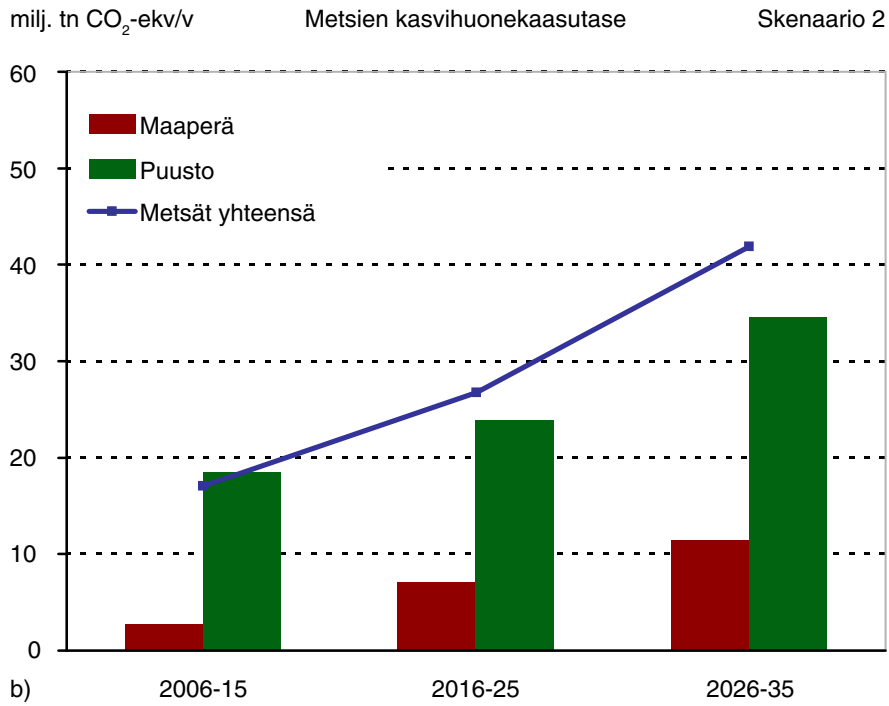
laskelmissa kaikissa skenaarioissa nouseva, ovat metsät myös kasvihuonekaasujen nielu (Taulukko 1, Kuvat). Nieluarviot vaihtelevat välillä 15.1–51.7 milj. tn CO₂-ekvivalenttia / vuosi (Taulukko 1). Niiden perusteella näyttää siltä, että Kioton pöytäkirjan artiklan 3.4 mukainen metsänhoidon nieluhyöty ja artiklan 3.3 lähteen kompensointi, yhteensä n. 3 milj. tn CO₂-ekvivalenttia (Sievänen ym. 2006) voidaan saavuttaa kaikissa tarkastelluissa tapauksissa.

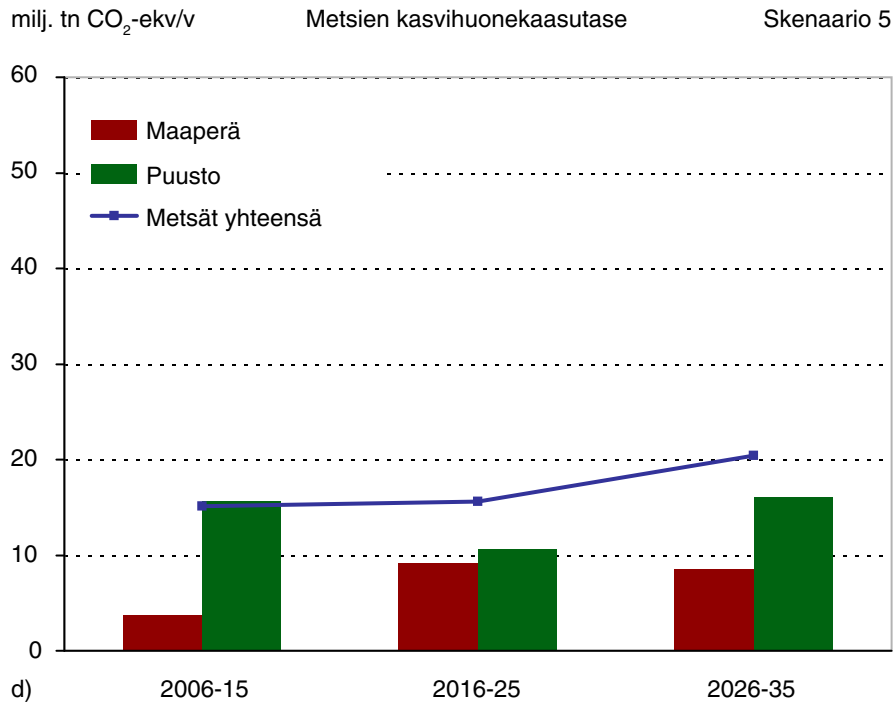
Skenaariosta 4 ei tehty kasvihuonekaasulaskelmaa. Siinä metsähakkeen käytön on oletettu nousevan muita skenaarioita korkeammalle tasolle, 12 miljoonaa kuutiometriin vuoteen 2015 mennessä. Bioenergian korjuu vähentää maaperään tulevaa karikkeen määrää ja pienentää sitä kautta maaperän hiilinielua. Sievänen ym. (2006) tutkivat bioenergian korjuun vaikutusta ja totesivat sen olevan vähäinen kokonaisnieluun verrattuna. Tällä perustalla voidaan arvioida kasvaneen metsähakkeen korjuun vaikutuksen olevan pieni nielunvähennys skenaariossa 4.

Taulukko 1. Metsien kasvihuoneenielut (milj. tn CO₂-ekvivalenttia / vuosi) 2006–2035 kymmenvuotiskausittain eri skenaariossa.

| Skenaario | Kausi | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2006–2015 | 2015–2025 | 2026–2035 |
| 1 | 23.4 | 37.2 | 51.7 |
| 2 | 17.0 | 26.8 | 41.9 |
| 3 | 17.9 | 29.1 | 42.9 |
| 5 | 15.1 | 15.6 | 20.4 |







Kuva 1. Metsien kasvihuonekaasunielut kymmenvuotiskausittain eri skenaarioissa:

a) skenaario 1, b) skenaario 2, c) skenaario 3 ja d) skenaario 5. Puuston ja maaperän hiilinielut on esitetty erikseen, metsien kokonaistaseessa on puuston ja maaperän hiilinielujen lisäksi otettu huomioon metaanin ja dityppioksidin päästöt, yhteensä 4,2 milj. tn CO₂-ekvivalenttia / vuosi.

Viitteet:

- Greenhouse gas emissions in Finland 1990-2005 National Inventory Report to the UNFCCC, April 15th 2007. [Verkkodokumentti] Tilastokeskus. Saatavissa: http://www.stat.fi/tup/khkinv/fi_nir_150407.pdf [Viitattu 28.8.2007]
- Liski, J., Palosuo, T., Peltoniemi, M. & Sievänen, R. 2005. Carbon and decomposition model Yasso for forest soils. *Ecological Modelling* 189(1-2): 168-182.
- Minkkinen, K. 2007. Käsikirjoitus dityppioksidipäästöistä.
- Minkkinen, K., Penttilä, T. & Laine, J. 2007. Tree stand volume as a scalar for methane fluxes in forestry-drained peatlands in Finland. *Boreal Environment Research* 12: 127-132.
- Sievänen, R., Kareinen, T., Hirvelä, H. & Ilvesniemi, H. 2006. Kioton pöytäkirjan artiklan 3.4 metsänhoitotoimenpiteen määrällinen vaikutus – päivitys vuoden 2004 raportista. Asiantuntijaselvitys maa- ja metsätalousministeriölle, Metsäntutkimuslaitos, 31.10.2006. [Verkkodokumentti] Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa: <http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/ymparisto/ilmastopolitiikka/ilmastopolitiikka.html> [Viitattu 28.8.2007]

Arvio ilmastonmuutoksen vaikutuksista metsiin Kansallisen metsäohjelman 2015 valmistelua varten

Seppo Kellomäki (Joensuun yliopisto)

Vuoteen 2015 mennessä vuotuisen keskilämpötilan ennakoitaan kohoavan Etelä-Suomessa 0,8–0,9 °C ja Pohjois-Suomessa 0,9–1,0 °C. Tämän seurauksena vuotuinen lämpösumma (yhdistää sekä lämpötilan kohoamisen että kasvukauden pitenemisen) kohoaa Etelä-Suomessa keskimäärin 100–150 d.d. (keskimäärin n. 9 %) ja Pohjois-Suomessa 80–100 d.d. (keskimäärin n. 11 %). Toisaalta vuotuinen sademäärä kasvaa Etelä-Suomessa 12–17 mm (keskimäärin n. 3 %) ja Pohjois-Suomessa 15–20 mm (keskimäärin n. 5 %) siten, että kesäkuukausien (kesä–elokuu) sademäärä säilyy likimain nykyisen suuruisena. Etelä-Suomessa tämä voi lisätä kuivuuden riskiä, erityisesti alkukesästä. Samaan aikaan tapahtuva ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kohoaminen lisää kuitenkin kasvua ja kompensoi kuivuuden vaikutuksia. Tuulen nopeus voi paikallisesti kasvaa lisääntyvien myrskyepisodien vuoksi, mutta tuulen keskinopeuden ei ennakoita kasvavan.

Vuoteen 2015 mennessä suurimman kestävän hakkuun skenaariolla (skenaario 5) runkokuun kasvu lisääntyy Etelä-Suomessa 5–7 % verrattuna kasvuun nykyilmaston vallitessa. Pohjois-Suomessa kasvun lisäys on 16–18 %. Kokonaishakkuukertymä puolestaan kasvaisi Etelä-Suomessa 1–3 % ja Pohjois-Suomessa 6–9 % verrattuna suurimpaan kestävään hakkuukertymään nykyilmaston vallitessa.

Metsäbioenergian määrään (skenaario 4) ilmastonmuutos vaikuttaisi samassa suhteessa kuin kokonaishakkuukertymään, jos metsäenergia edustaa vain hakkuutähteitä (rungan latvakappale, oksat, neulasat [lehdet], kannot, karkeat juuret). Toisaalta runkokuun hakkuupoistumasta voidaan osa käyttää energiaraaka-aineeksi, jos mekaanisen ja kemiallisen metsäteollisuuden raaka-ainetarve säilyy ennallaan. Vaihtoehtoisesti ilmastonmuutos mahdollistaa metsien lisäsuojelun (skenaario 3) sekä vähentää tuontipuun tarvetta (skenaario 2). Jos metsien käyttö ja hoito jatkuvat nykyisellään (skenaario 1), ilmastonmuutos nopeuttaa puuston määrään kasvua metsissä.

Vuoteen 2015 mennessä ilmastonmuutos voi lisätä metsäpalojen riskiä erityisesti Etelä-Suomessa. Pohjois-Suomessa metsäpalon riski ei lisäännä, mutta nuorissa männiköissä voi lumituhoja tapahtua nykyistä useammin. Myös Etelä-Suomessa lumituhojen riski kasvaa, mutta talvikauden lyheneminen rajoittaa lumituhoriskin kasvua. Toisaalta lyhentyvä talvikausi heikentää puiden ankkuroitumista (maa on jäässä vähemmän aikaa, ja maa on vettynyt). Suurimman kestävän hakkuun vallitessa (skenaario 5) myrskytuhojen riski ei kuitenkaan välttämättä lisäännä; tätä skenaariota sovellettaessa myrskytuhoille alttiiden uudistuskypsiin metsien osuus vähenee. Skenaariota 1 sovellettaessa tuhoille altista puustoa kertyy metsiin.

Vuoteen 2015 mennessä tapahtunut ilmaston lämpeneminen yhdessä lumi- ja myrskytuhojen kanssa voi lisätä kirjanpainajatuhojen riskiä Etelä-Suomessa skenaariosta riippumatta, sillä kirjanpainajasukupolvien lukumäärä kasvukautta kohti lisääntyy. Toisaalta myös havununna voi aiheuttaa tuhoja, mutta tämä laji ei todennäköisesti vielä yleisty massatuhojen edellyttämällä tavalla. Maannousematuhojen riski todennäköisesti kasvaa Etelä-Suomessa uusien olosuhteiden suosiessa juurikäävän leviämistä skenaariosta riippumatta.