

# **Etelä-Suomen metsien kehitys – vuosille 2001-2005 tehtyjen alueellisten metsäohjelmien vaikutusanalyysi**

Tuula Nuutinen, Hannu Hirvelä ja Olli Salminen

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](mailto:julkaisutoimitus@metla.fi)

#### **Julkaisija**

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

|   |                                     |                              |                          |
|---|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| <b>Tekijät</b><br>Nuutinen, Tuula, Hirvelä, Hannu & Salminen, Olli  |                                     |                              |                          |
| <b>Nimeke</b><br>Etelä-Suomen metsien kehitys – vuosille 2001-2005 tehtyjen alueellisten metsäohjelmien vaikutusanalyysi  |                                     |                              |                          |
| <b>Vuosi</b><br>2005  | <b>Sivumäärä</b><br>19 + 3 liitettä | <b>ISBN</b><br>951-40-1967-9 | <b>ISSN</b><br>1795-150X |
| <b>Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet</b><br>Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus / Metsätalouden suunnittelun tutkimusohjelma / 3002 Metsätalouden mallintaminen ja analyysit   |                                     |                              |                          |
| <b>Hyväksynyt</b><br>Jari Parviainen, tutkimuskeskuksen johtaja, 22.6.2005  |                                     |                              |                          |
| <b>Tiivistelmä</b><br><p>Tämän työn tavoitteena oli selvittää Etelä-Suomen metsien kehitys seuraavan 50 vuoden aikana, jos metsiä hakataan metsäkeskuksittain vuosille 2001-2005 laadittujen metsätalouden alueellisten tavoiteohjelmien (alueellisten metsäohjelmien) mukaisesti. Tulokset perustuvat olemassa oleviin suojelualueisiin ja -ohjelmiin sekä nykyisiin metsänkäsittelysuosituksiin. Tarkastelujaksolle määriteltiin kaksi skenaariota: ensimmäisessä (AMO) hakkuut noudattivat koko 50 vuoden jakson ajan alueellisia metsäohjelmia ja toisessa (AMO-SK) ensimmäisen kymmenvuotisjakson jälkeen hakattiin suurimman kestävän hakkuukertymän mukaisesti. Skenaariolaskelmat tehtiin MELA-ohjelmistolla ja niissä käytettiin vuosina 1996-2000 mitatuista valtakunnan metsien 9. inventoinnin (VM19) koeala- ja puutiedoista muodostettua laskelma-aineistoa.</p> <p>Alueellisten metsäohjelmien mukaan vuosien 2001-2005 hakkuumäärä Etelä-Suomessa on lähes 51 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, josta kuusta on 44, mäntyä 40 ja lehtipuuta 16 prosenttia. Hakkuista vastaava kokonaispoistuma oli ensimmäisellä vuosikymmennellä kummassakin skenaariossa lähes 61 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. AMO-SK-skenaariossa hakkuukertymäärä nousi myöhemmin kymmenvuotiskausina 61 miljoonaa kuutiometriin vuodessa. AMO-skenaariossa luonnonpoistuman osuus kokonaispoistumasta oli 10-12 prosenttia. AMO-SK-skenaariossa luonnonpoistuman määrä oli laskelmakauden loppupuolella pienempi kuin AMO-skenaariossa, koska hakkuiden lisääntyessä korjataan puuta, joka muuten jäisi metsiin lahoamaan.</p> <p>Laskelmakauden alussa puuston kokonaistilavuus oli 1,4 miljardia kuutiometriä, josta rajoitetussa puuntuotannossa oli 2,4 ja puuntuotannon ulkopuolella 2,7 prosenttia. Laskelmakauden lopussa puuston kokonaistilavuus oli AMO-skenaariossa 2,0 miljardia kuutiometriä ja AMO-SK-skenaariossa lähes 1,7 miljardia kuutiometriä. Molemmissa skenaarioissa puuntuotannon ulkopuolella olevan puuston tilavuus oli laskelmakauden lopussa 2,6-kertainen lähtötilanteeseen verrattuna. Lisäksi molemmissa skenaarioissa yli 140-vuotiaiden metsien osuus kasvoi. Lehtipuiden osuus puuston tilavuudesta oli 15-19 prosenttia ja järeiden säästöpuiden määrä laskelmakauden lopussa yli 50 miljoonaa kuutiometriä. Järeitä säästöpuuhaapoja oli laskelmakauden lopussa AMO-skenaariossa 0,5 miljoonaa kuutiometriä ja AMO-SK-skenaariossa 0,6 miljoonaa kuutiometriä.</p> <p>Skenaariotarkasteluihin liittyy monia epävarmuustekijöitä. Esimerkiksi uudistushakkuiden osuus on todennäköisesti pienempi kuin skenaarioissa, minkä vuoksi iäkkäitä metsiä on jatkossa enemmän. Myös lehtipuiden määrä on lähivuosikymmeninä todennäköisesti suurempi kuin skenaarioissa.</p> |                                     |                              |                          |
| <b>Asiasanat</b><br>Etelä-Suomi, metsien kehitys, metsien suojelu, monimuotoisuus, alueelliset metsäohjelmat  |                                     |                              |                          |
| <b>Julkaisun verkko-osoite</b><br><a href="http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp012.htm">http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp012.htm</a>   |                                     |                              |                          |
| <b>Tämä julkaisu korvaa julkaisun</b>   |                                     |                              |                          |
| <b>Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla</b>  |                                     |                              |                          |
| <b>Yhteydenotot</b><br>Tuula Nuutinen, Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimuskeskus, PL 68, 80101 Joensuu, sähköposti Tuula.Nuutinen@metla.fi  |                                     |                              |                          |
| <b>Muita tietoja</b>  |                                     |                              |                          |

## Sisällys

|  |    |
|--|----|
| 1 Johdanto.....                                    | 5  |
| 2 Aineisto ja menetelmät .....                     | 6  |
| 2.1 Laskelmakehikko.....                           | 6  |
| 2.2 Laskelma-aineiston muodostus.....              | 6  |
| 2.3 Käsittely- ja kehityssarjojen simulointi ..... | 8  |
| 2.4 Aluetason skenaarioiden tuottaminen.....       | 10 |
| 3 Tulokset.....                                    | 11 |
| 4 Tulosten tarkastelu .....                        | 16 |
| Kirjallisuutta.....                                | 17 |
| Liite 1 .....                                      | 20 |
| Liite 2 .....                                      | 21 |
| Liite 3 .....                                      | 22 |

## 1 Johdanto

Metsälaki (4 §) velvoittaa metsäkeskuksia laatimaan toiminta-alueilleen metsätalouden alueelliset tavoiteohjelmat. Tavoiteohjelma kokoaa yhteen tiedot alueen metsistä ja metsätalouden kehittämistarpeista. Ensimmäiset metsätalouden alueelliset tavoiteohjelmat valmistuivat vuonna 1998.

Metsätalouden alueellisten tavoiteohjelmien pohjalta koottiin ensimmäinen kansallinen metsäohjelma vuonna 1999. Kansallisen metsäohjelman ... (1999) tavoitteena oli nostaa ainespuun hakkuukertymä vuoteen 2010 mennessä 63-68 miljoonaa kuutiometriin vuodessa. Ennen metsäohjelman aloittamista tehtiin laaja ympäristövaikutusten arviointi asiantuntijatyönä (Hildén ym. 1999), mutta metsiensuojelun ja monimuotoisuuden turvaamisen tavoitteiden määrittely jätettiin erilliselle Etelä-Suomen metsien suojelun työryhmälle (Metsien suojelun ... 2000). Vuonna 2002 tehtiin päätös kansallista metsäohjelmaa täydentävästä Etelä-Suomen, Oulun läänin länsiosan ja Lounais-Lapin metsien monimuotoisuuden turvaamiseen tarkoitetusta METSO-toimintaohjelmasta vuosille 2005-2007.

Kansallisen metsäohjelman ... (1999) valmistumisen jälkeen metsätalouden alueelliset tavoiteohjelmat tarkistettiin valtakunnallisia puuntuotantotavoitteita vastaaviksi alueellisiksi metsäohjelmiksi (AMO) vuonna 2000 (Alueelliset metsäohjelmat 2002). Alueellisten metsäohjelmien yhteenlaskettu hakkuukertymätavoite vuosille 2001-2005 on noin 62 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, josta Etelä-Suomen osuus on lähes 51 miljoonaa kuutiometriä (liite 1). Myös alueellisille metsäohjelmille tehtiin vaikutusarviointeja. Niissä tarkasteltiin mm. metsäohjelman tavoitteiden ja toimenpiteiden vaikutuksia kestävänsä metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin. Osa vaikutuksista jouduttiin kuvaamaan sanallisesti, koska numeerisia tietoja ei ollut käytettävissä (Alueelliset metsäohjelmat 2002).

Alueellisten metsäohjelmien kolmas kierros käynnistettiin vuonna 2004. Vuonna 2005 valmistuvia alueellisia metsäohjelmia on tarkoitus hyödyntää kansallisen metsäohjelman tarkistuksessa. Myös Etelä-Suomen metsien suojeluhanke METSO ja päätös sen mahdollisesta jatkamisesta on tarkoitus kytkeä kansalliseen metsäohjelmaan (Maa- ja metsätalousministeriö 2005).

Jotta mahdolliset monimuotoisuuden turvaamisen lisätoimet pystytään kohdentamaan tehokkaasti, tarvitaan tietoa siitä, miten metsät ja niiden monimuotoisuus kehittyvät. Metsien monimuotoisuuden tilaan vaikuttavat suojelualueiden kehityksen lisäksi myös ihmisen toimet talousmetsissä (Hildén ym. 2005). Monimuotoisuutta edistäviä käsittelysuosituksia on annettu 1990-luvun alkupuolelta alkaen (Luonnonläheinen metsänhoito ... 1994, Hyvän metsänhoidon ... 2001). Kestää kuitenkin kauan ennen kuin uusien ohjeiden ja suositusten mukainen metsänhoito näkyy talousmetsien rakenteessa ja lajistossa (Metsien suojelun ... 2000).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten Etelä-Suomen metsät kehittyvät 50 vuoden aikana, jos noudatetaan metsäkeskuksittain vuosille 2001-2005 laadittujen alueellisten

metsäohjelmien hakkuukertymätavoitteita. Koska alueellisissa metsäohjelmissa tarkastellaan vain jaksoa 2001-2005 (Alueelliset metsäohjelmat 2002), tässä työssä määriteltiin ao. jaksoa seuraavalle tulevaisuudelle kaksi eri skenaariota. Ensimmäisessä skenaariossa hakkuut noudattivat koko 50 vuoden jakson ajan tavoiteohjelmien hakkuutavoitteita. Toisessa skenaariossa ensimmäisen kymmenvuotiskauden ajan noudatettiin alueellisia tavoiteohjelmia ja sen jälkeen hakattiin suurin kestävä hakkuumäärä. Näiden kahden skenaarion avulla tarkasteltiin metsien kehityksen herkkyyttä erilaisille hakkuumäärille ja hakkuiden rakenteelle ottaen huomioon tehdyt suojelupäätökset ja nykymuotoinen metsien käsittely. Skenaariolaskelmat tehtiin MELA-ohjelmistolla (Nuutinen 2001, Siitonen ym. 2001b) metsäkeskuksittain. Aineistona käytettiin vuosina 1996-2000 mitatusta valtakunnan metsien 9. inventoinnin (VMI9) koeala- ja puuaineistosta muodostettua laskelma-aineistoa.

Tutkimuksessa tarkastellaan metsävarojen yleisen kehityksen lisäksi erityisesti metsien monimuotoisuuden kehitystä talousmetsissä. Metsien monimuotoisuutta kuvaavia tunnuksia ovat mm. vanhojen metsien, lehtipuun ja lahoppuun määrät (esim. Kangas & Mononen 1997). MELA-ohjelmistossa (Nuutinen 2001, Siitonen ym. 2001b) ei ole malleja lahoppuun määrälle, joten raportissa tarkastellaan sen sijaan hakkuutähteen ja luonnonpoistuman määrää. Monimuotoisuuden kehitystä talousmetsissä kuvataan lisäksi säästöpuiden määrän arvioidulla kehityksellä. Erityisen arvokkaita säästöpuita ovat jalot lehtipuut sekä järeät haavat ja raidat (Siitonen ym. 2001a), joista haapa valittiin tarkasteluun runsaimmin esiintyvänä.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Laskelmakehikko

Laskelmissa oli kolme vaihetta:

1. laskelma-aineiston muodostus,
2. vaihtoehtoisten käsittely- ja kehityssarjojen simulointi laskentakuvioille metsikkösimulaattorilla ja
3. simuloituista vaihtoehtoisista käsittely- ja kehityssarjoista aluetason skenaarioiden tuottaminen JLP-ohjelmistolla (Lappi 1992).

Laskelmat tehtiin metsäkeskuksittain 50 vuoden jaksolle, joka jaettiin viiteen kymmenvuotiskauteen. Jokaisella alueella puuston kehitys määräytyi simuloitujen käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen sekä alueen hakkuutavoitteiden (liite 1) perusteella määriteltyjen skenaarioiden mukaisesti.

### 2.2 Laskelma-aineiston muodostus

Laskelmissa käytettiin vuosina 1996-2000 mitattuja valtakunnan metsien 9. inventoinnin (VMI9) koeala- ja puutietoja (Tomppo ym. 1998, Tomppo ym. 1999a, Tomppo ym. 1999b,

Tomppo ym. 1999c, Tomppo ym. 2000, Korhonen ym. 2000a, Korhonen ym. 2000b, Korhonen ym. 2000c, Tomppo ym. 2001, Korhonen ym. 2001), joista oli muodostettu Etelä-Suomen alueelle (Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan eteläpuolelle jäävälle alueelle) laskelma-aineisto (Hirvelä ym. 1998, Hirvelä ym. 1999, Hirvelä 1999, Hirvelä 2000, Nuutinen ja Hirvelä 2000a, Nuutinen ja Hirvelä 2000b, Nuutinen ja Hirvelä 2000c, Nuutinen ja Hirvelä 2001a, Nuutinen ja Hirvelä 2001b). Ahvenanmaan maakunnan alue ei kuulunut tarkastelualueeseen.

Taulukko 1. Laskenta-aineiston käsittelyluokat (1=ensisijaisesti puuntuotannossa olevat, 2=rajoitetussa puuntuotannossa olevat ja 3=puuntuotannon ulkopuolella olevat).

| Suojelupinta-alaluokitus <sup>1</sup>  | Laskenta-aineiston käsittelyluokka |   |   |
|--|------------------------------------|---|---|
|  | 1                                  | 2 | 3 |
| Luonnonpuistot   |                                    |   | x |
| Kansallispuistot   |                                    |   | x |
| Suojeluohjelmiin kuuluvat alueet lukuunottamatta rantojen-, harjujen- ja lintuvesien suojeluohjelmia |                                    |   |   |
| - suojeluohjelmiin kuuluvat valtion maat   |                                    |   | x |
| - suojeluohjelmiin kuuluvat yksityismaat   |                                    |   | x |
| Yksityismaiden lakisääteiset luonnonsuojelualueet, joilla hakkuut on kielletty                       |                                    |   | x |
| Metsähallituksen soidensuojelualueet   |                                    |   | x |
| Valtiolle luonnonsuojelutarkoituksiin hankitut alueet  |                                    |   | x |
| Erämaa-alueet  |                                    |   |   |
| - erämaa-alueiden suojellut osat   |                                    |   | x |
| - erämaa-alueiden luonnonmukaisesti hoidettavat alueet   |                                    |   | x |
| Metsähallituksen suojelumetsät (entiset aarnialueet)   |                                    |   | x |
| Metsäntutkimuslaitoksen omilla päätöksillään perustamat suojelualueet                                |                                    |   | x |
| Rantojensojeluohjelmaan kuuluvat alueet  |                                    | x |   |
| Muun omistajan kuin valtion metsätalouskäytön ulkopuolella olevat alueet                             |                                    | x |   |
| Seutukaavan suojeluun varatut alueet valtion mailla  |                                    | x |   |
| Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt   |                                    | x | x |
| Luonnonsuojelulain perusteella suojellut luontotyypit  |                                    | x | x |
| Valtion retkeilyalueet   |                                    | x |   |
| Metsähallituksen ja kuntien virkistysmetsät  |                                    | x |   |
| Metsähallituksen   |                                    |   |   |
| - ojitusrauhotusalueet   |                                    | x |   |
| - tutkimussopimusmetsät  |                                    | x |   |
| - luonnonhoitometsät   |                                    | x |   |
| - maisema-alueet   |                                    | x |   |
| - korkeat alueet   |                                    | x |   |
| Muut alueet  |                                    |   |   |
| - metsämaa   | x                                  |   |   |
| - kitumaa  |                                    | x |   |

<sup>1</sup> Muuttujien ja luokitusten selitykset, ks. Metsien suojelupinta-alat (1999).

Laskentakuvioille määritettiin luonnonsuojelu- ja metsälakien sekä metsänkäsittelysuositusten mukaiset käsittelyrajoitukset. Rajoitusten kuvaamiseksi laskentakuviot jaettiin kolmeen käsittelyluokkaan: ensisijaisesti puuntuotannossa, rajoitetussa puuntuotannossa ja puuntuotannon ulkopuolella oleviin (taulukko 1). Jako perustui Suojelupinta-alaprojektin tekemään suojelupinta-alaluokittukseen (Metsien suojelupinta-alat 1999) ja se tehtiin VMI9-

koealatiетоjen 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. Luokitusta täydennettiin rajaamalla puuntuotannon ulkopuolelle ne avainbiotooppikohteet, jotka VMI9:n maastotöiden yhteydessä oli arvioitu täyttävän metsälain tarkoittaman monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeän elinympäristön vaatimukset ja joilla oli maastossa arvioitu kaikkien toimenpiteiden olevan kiellettyjä (ks. Valtakunnan metsien ... 2000). Avainbiotooppikohteiden alueellista yleisyyttä ei arvioitu maastossa. Jos laskentakuvioilla ei ollut käsittelyrajoituksia, metsämaan laskentakuvio luokiteltiin maaluokan perusteella ensisijaisesti puuntuotantoon ja kitumaan laskentakuvio rajoitettuun puuntuotantoon. Koska osa rajoitetussa puuntuotannossa olevista metsistä on kitumaita, joilla ei ole hallinnollisia käsittelyrajoituksia, tässä esitetyjä pinta-alatietoja ei voi suoraan rinnastaa em. suojelupinta-alaprojektin lukuihin.

### 2.3 Käsittely- ja kehityssarjojen simulointi

Laskelmat tehtiin MELA-ohjelmiston vuoden 2000 julkistusversiolla (Nuutinen 2001, Siitonen ym. 2001b), jota varten luonnonprosessimalleihin oli tehty tekninen korjaus säästöpuiden simulointia varten (Härkönen 2001).

MELA-ohjelmistossa luonnonprosessimalleina (Hynynen ym. 2002) käytettiin Ojansuun ym. (1991) metsien uudistumiseen ja puuston kehitykseen, Ojansuun (1996) kasvupaikan kuvaukseen, Hynysen (1996) puuston kasvuun ja luonnonpoistumaan sekä Hökän (1996, 1997) suometsien kasvuun liittyvien mallien uusimpia versioita (Hökkä ym. 1997, Hökkä ym. 2000, Nuutinen ym. 2000). Mallien ennustama kasvu on korjattu kasvuindeksien avulla vastaamaan puuston keskimääräistä kasvuntasoa vuosina 1965-1994 (Hynynen ym. 2002).

Kivennäismaiden luonnonprosessimalleissa (Hynynen ym. 2002) taimikoiden vastemuuttujien laskennassa otetaan huomioon valtapuut, joita voivat olla mm. uudistusaloille jätetyt säästöpuut. Hynysen (1998) mukaan on todennäköistä, että säästöpuiden vaikutus taimikon kehitykseen kuvautuu loogisesti ja oikean suuntaisena. Vaikutuksen suuruudesta ei kuitenkaan ole tutkimuksia, koska säästöpuut ovat puuttuneet mallien laadinta-aineistosta. MELA2000-versiossa vastemuuttujat lasketaan erikseen taimikolle, jos uudistusalalla on taimikkoa isompi säästöpuujakso (Härkönen 2001).

Metsien käsittely perustui Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänkäsittelysuositukseen (Hyvän metsänhoidon ... 2001). Hakkuuvaihtoehtoina olivat runkolukuun ja pohjapinta-alaan perustuvat harvennukset, avo-, siemenpuu- ja suojuspuuhakkuut sekä ylispuiden poisto.

Pohjapinta-alaan perustuva harvennus simuloitiin ns. kahden käyrän mallilla (Nuutinen & Hirvelä 2000b) noudattaen MELA-ohjelmiston vuoden 1999 julkistusversiossa käyttöön otettuja



puulajeittaisia ja kasvupaikkaluokittaisia oletusarvoja. Simuloinnissa hakkuut toteutettiin kymmenvuotiskausien puolivälissä. Harvennuksissa pohjapinta-alan vaatimusta alennettiin 10 prosentilla, jotta harvennettavaksi tulisi myös pohjapinta-alavaatimuksen vasta kymmenvuotiskauden jälkimmäisellä puoliskolla täytettäviä kohteita.

Laskelmissa sallittuja metsänkäsittelyjä olivat hakkuiden lisäksi säästöpuiden jättäminen uudistusaloille, metsänuudistamiseen liittyvä raivaus, maanpinnan käsittely ja viljely sekä taimikonhoito. Tavoiteltava säästöpuiden määrä oli viisi kuutiometriä hehtaarilla (ks. Kotiharju & Niemelä 2000). Säästöpuut oletettiin jätetyksi tasaisesti koko uudistusalueelle. Ojitetuilla turvemaidella harvennushakkuiden yhteydessä tehtiin kunnostusojitus. Lannoitus, uudisojitus ja pystypuiden karsinta eivät olleet mukana käsittelyvaihtoehtojen simuloinnissa.

Ensisijaisesti puuntuotantoon käytettävissä olevilla alueilla kaikki hakkuutavat olivat sallittuja. Rajoitetussa puuntuotannossa olevilla alueilla sallittuja hakkuutapoja olivat harvennushakkuut ja luontainen uudistaminen. Puuntuotannon ulkopuolella olevilla alueilla ei sallittu mitään toimenpiteitä. Molemmissa skenaarioissa käsittelyt simuloitiin samalla tavalla.

Puunkasvatuksen tulot muodostuivat hakkuutuloista, jotka laskettiin hankintahintojen perusteella. Hintoina käytettiin vuosina 1996-2000 Etelä-Suomessa toteutuneiden hankintahintojen vuoden 2000 hintatasolla laskettuja keskiarvoja puutavaralajeittain (taulukko 2). Tukkipuun hintoihin tehtiin MELA-ohjelmiston oletusjäreyskorjaus (Siitonen ym. 2001b, Laasasenaho ja Sevola 1971), jota on käytetty myös aikaisemmissa VMI9-aineistoon perustuvissa hakkuulaskelmissa (mm. Nuutinen ja Hirvelä 2001b). Nettotulot saatiin vähentämällä hankintahintaisista hakkuutuloista korjuun ja metsänhoidon kustannukset.

Taulukko 2. Vuosina 1996-2000 Etelä-Suomessa toteutuneiden hankintahintojen vuoden 2000 hintatasolla lasketut keskiarvot puutavaralajeittain (Metinfo 2002).

| Puutavaralaji | Etelä-Suomi, €/m <sup>3</sup> |
|---------------|-------------------------------|
| Mäntytukki    | 48,80                         |
| Kuusitukki    | 42,60                         |
| Koivutukki    | 47,90                         |
| Mäntykuitu    | 26,40                         |
| Kuusikuitu    | 32,30                         |
| Koivukuitu    | 27,80                         |

Korjuukustannukset laskettiin korjuun ajanmenekin ja korjuun yksikköhintojen (taulukko 3) tulona. Ajanmenekit perustuivat työtutkimuksiin (Kuitto ym. 1994, Rummukainen ym. 1995). Jokaisessa hakkuuvaihtoehdossa MELA-ohjelmisto valitsi aina edullisimman (kustannuksiltaan halvimman) korjuuvaihtoehdon (metsurihakkuun tai hakkuun monitoimikoneella). Metsänhoitotöiden kustannukset laskettiin työmäärien ja vuosina 1996-2000 toteutuneiden keskimääräisten, vuoden 2000 hintatasoon muutettujen yksikköhintojen (taulukko 4) tulona.

Puutavaralajit saatiin parametrina annettavasta taulukosta, johon rungon ja siitä saatavien puutavaralajien tilavuus oli laskettu Laasasenahon (1982) puun rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvien runkokäyräyhtälöiden avulla. Runkojen apteerauksessa oli käytetty

mäntytukin kuorellisena minimiläpimittana 14,5 cm, kuusitukin 17,0 cm ja lehtipuutukin 16,5 cm sekä kuitupuun kuorellisena minimiläpimittana männyllä 6,3 cm ja kuusella sekä lehtipuilla 6,5 cm. Kuituosan minimipituus oli 2,0 m. Minimimitat eivät täysin vastanneet niitä mittoja, joiden perusteella VMI9:ssä pystyvuusto on jaettu puutavaralajeihin (Valtakunnan metsien ... 2000). Koska rungon mittoihin perustuva apteeraus ei ota huomioon puutavaran laatuun liittyviä tekijöitä, tukkipuun määrää korjattiin metsikkösimulaattorissa erillisellä tukkivähennysmallilla VMI7:n pystyyn apteerattujen koepuiden tasolle (Ojansuu ym. 1991). Erotus siirtyi kuitupuuksi. Koska tukkipuun määritysmenetelmästä ja erilaisista apteerausohjeista johtuen tukkipuun määrä MELA-laskelmissa olisi ollut VMI7:ään perustuvan korjauksen jälkeen keskimäärin yliarvio, VMI7:n tukkivähennysmallin avulla saatua tukkipuun kokonaismäärää kalibroitiin puulajikohtaisilla tasokertoimilla vastaamaan laskelmien alkuhetkellä VMI9:ssä arvioituja tukkiosuuksia metsäkeskuksittain ja puulajeittain.

Taulukko 3. Laskelmissa sovelletut korjuun yksikköhinnat.

| Työlaji                  | Yksikköhinta, €/h |
|--------------------------|-------------------|
| Metsäkuljetus            | 47,10             |
| Hakkuu monitoimikoneella | 70,60             |
| Metsurihakkuu            | 21,90             |

Taulukko 4. Metsänhoitotöiden vuosina 1996-2000 toteutuneet keskimääräiset yksikköhinnat vuoden 2000 hintatasoon muutettuna (Metinfo 2002).

| Työlaji               | yksikkö | Etelä-Suomi |
|-----------------------|---------|-------------|
| Raivaustyö            | €/h     | 21,90       |
| Äestys                | "       | 134,20      |
| Auraus/mätästys       | "       | 190,50      |
| Männyn kylvö          | "       | 164,80      |
| Männyn taimi          | €/taimi | 0,09        |
| Kuusen taimi          | "       | 0,14        |
| Koivun taimi          | "       | 0,16        |
| Männyn täydennystaimi | "       | 0,14        |
| Kuusen täydennystaimi | "       | 0,16        |
| Koivun täydennystaimi | "       | 0,25        |
| Ruohous               | €/ha    | 90,80       |
| Taimikon perkaustyö   | €/h     | 21,90       |
| Kunnostusojitus       | €/ha    | 103,60      |
| Metsänhoitotyö        | €/h     | 16,30       |

## 2.4 Aluetason skenaarioiden tuottaminen

Laskelmissa lineaarisen optimoinnin tavoitefunktioiksi valittiin nettotulojen nykyarvon maksimointi, jolloin toiminnan kannattavuusvaatimus määräytyi nettotulojen nykyarvon laskennassa käytetyn laskentakoron ja optimoinnissa sovellettujen rajoitteiden (taulukko 5) yhteisvaikutuksena. Laskentakorkokannaksi valittiin neljä prosenttia (Nuutinen ja Hirvelä 2000a).

Tavoitekertymätaso haettiin käyttämällä optimoinnissa rajoitteena metsätalouden alueellisten tavoiteohjelmien vuosille 2001-2005 (Alueelliset metsäohjelmat 2002) määrittämää

hakkuukertymää ja sen puutavaralajeittaista rakennetta. Optimoinnissa hakkuukertymät saivat kokonaihakkuukertymää lukuunottamatta vaihdella rajoitteesta +/- 0,5 prosenttia. Ensimmäisessä skenaariossa (AMO) hakkuut noudattivat koko 50 vuoden ajan alueellisia tavoiteohjelmia. Toisessa skenaariossa (AMO-SK) hakkuut noudattivat alueellisia tavoiteohjelmia ensimmäisen kymmenvuotiskauden, jonka jälkeen optimointi vapautettiin hakemaan suurimman kestävän hakkuumäärän mukainen hakkuuohjelma. Tulokset esitetään koko metsä- ja kitumaalle ellei muuta erikseen mainita.

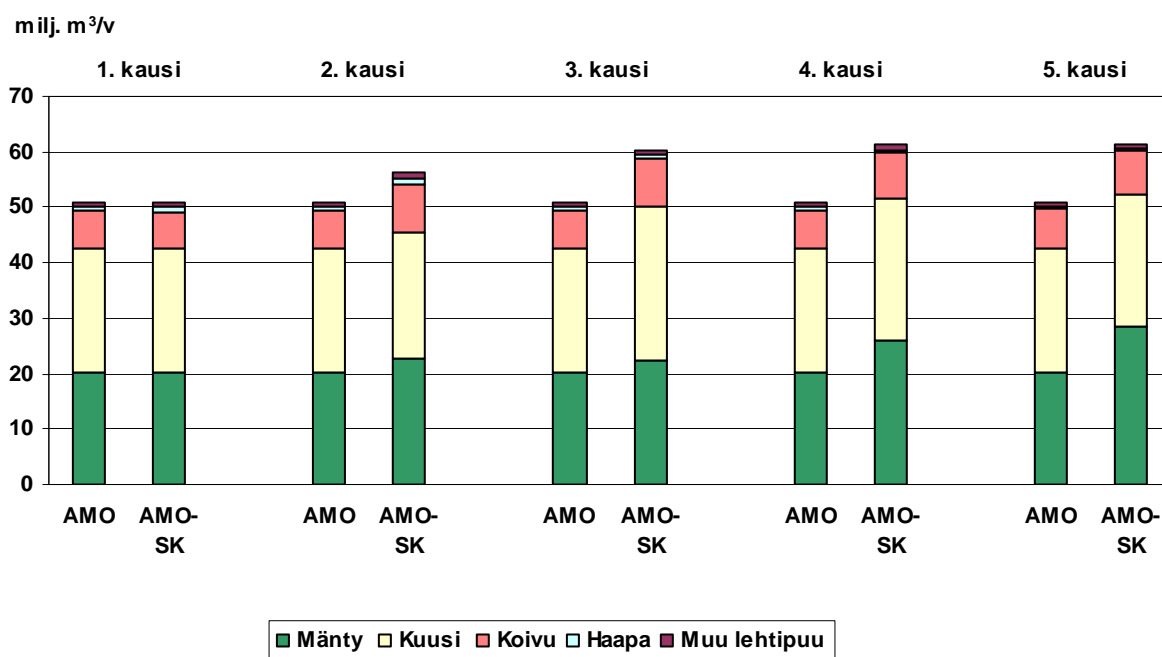
Taulukko 5. Skenaarioiden laskentatekninen määrittely.

|                      | AMO   | AMO-SK  |
|----------------------|---|---|
| Tavoitefunktio       | maksimoi nettotulojen nykyarvo 4 % korkokannalla  | maksimoi nettotulojen nykyarvo 4 % korkokannalla  |
| Hakkuukertymärajoite | koko 50 vuoden jakson ajan kuten alueellisten metsäohjelmien tavoite vuosille 2001-2005                             | ensimmäisen kymmenvuotiskauden ajan kuten alueellisten metsäohjelmien tavoite vuosille 2001-2005, jatkossa nousevat nettotulot, hakkuukertymät ja tasainen tukkikertymä (suurimman kestävän hakkuumäärän arvio) |
| Muut rajoitteet      | yli 80-vuotiaita metsiä enemmän kuin 15 % pinta-alasta, puuntuotannossa olevan puuston kasvu suurempi kuin poistuma | yli 80-vuotiaita metsiä enemmän kuin 15 % pinta-alasta, puuntuotannossa olevan puuston kasvu suurempi kuin poistuma   |

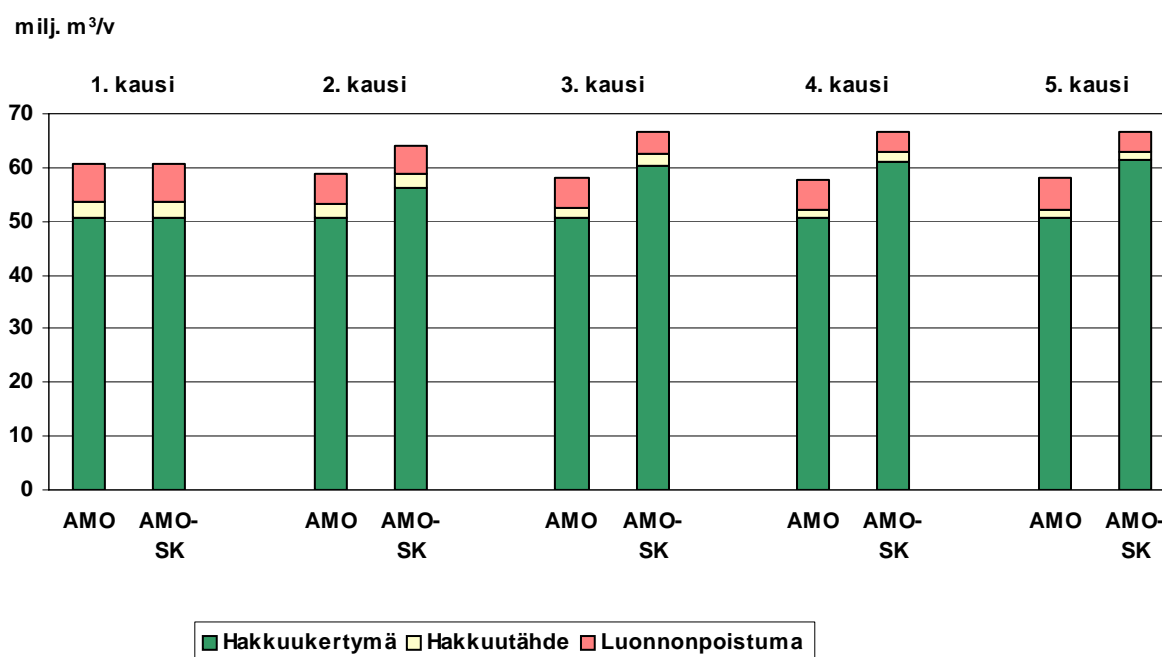
### 3 Tulokset

Metsätalouden alueellisten tavoiteohjelmien mukainen hakkuukertymätavoite (AMO-skenaario) vuosille 2001-2005 on Etelä-Suomessa lähes 51 miljoonaa kuutiometriä ainespuuta vuodessa. Kuusta tavoitteesta on 44, mäntyä 40 ja lehtipuuta 16 prosenttia. AMO-SK-skenaariossa vuotuinen hakkuukertymäarvio nousi myöhempinä kymmenvuotiskausina 61 miljoonaa kuutiometrin tasolle (kuva 1). AMO-SK-skenaariossa männyn osuus hakkuukertymästä oli laskelmakauden lopulla selvästi suurempi kuin alueellisten metsäohjelmien mukaisessa arviossa.

Hakkuista vastaava kokonaispoistuma koko metsä- ja kitumaalla oli ensimmäisellä vuosikymmenellä kummassakin skenaariossa lähes 61 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kuva 2). AMO-skenaariossa kokonaispoistuma pieneni laskelmakauden viimeisinä vuosikymmeninä, koska hakkuutähteen määrä aleni ensiharvennusten vähetessä laskelmakauden loppupuolella. AMO-SK-skenaariossa kokonaispoistuma sen sijaan kasvoi laskelmakauden aikana, koska hakkuupoistuma kasvoi. AMO-skenaariossa luonnonpoistuman eli metsissä luontaisesti kuolevan puun osuus kokonaispoistumasta oli 10-12 % eri kymmenvuotiskausilla. AMO-SK-skenaariossa luonnonpoistuman määrä oli ensimmäisen kymmenvuotiskauden jälkeen pienempi kuin AMO-skenaariossa, koska hakkuiden lisääntyessä korjataan puuta, joka muuten jäisi metsiin lahoamaan.

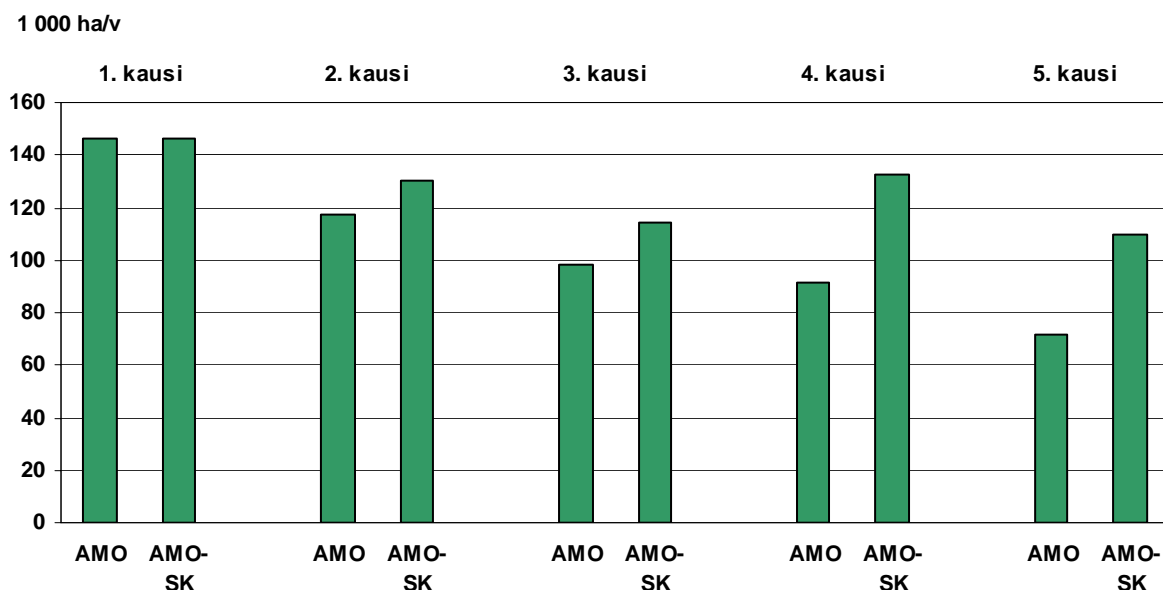


Kuva 1. Hakkuukertymä puulajeittain eri vuosikymmeninä AMO- ja AMO-SK-skenaarioissa.



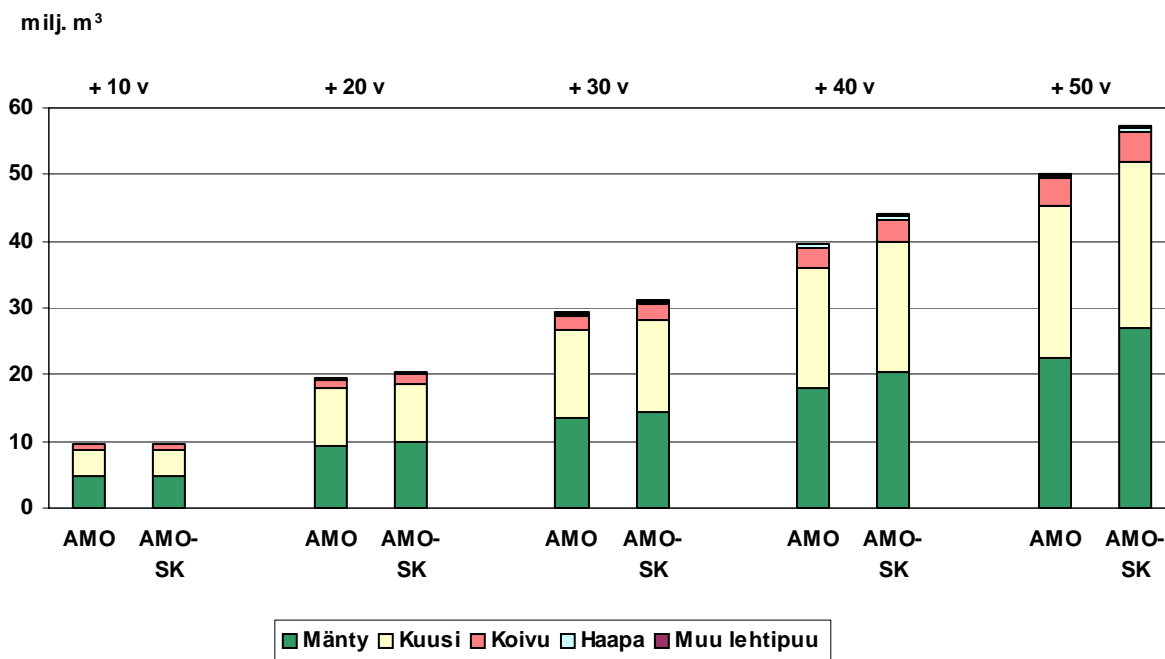
Kuva 2. Hakkuukertymä, hakkuutähde ja luonnonpoistuma eri vuosikymmeninä AMO- ja AMO-SK-skenaarioissa.

Ensimmäisen kymmenvuotiskauden uudistusala oli molemmissa skenaariossa 146 000 ha vuodessa (kuva 3), joka on samalla tasolla kuin tavoiteohjelmissä esitetty 143 000 ha. Vuosina 1996-2000 toteutunut uudistusala oli 120 000 ha vuodessa. Molemmissa skenaariossa – erityisesti AMO-skenaariossa – uudistusala pieneni laskelmakauden aikana.



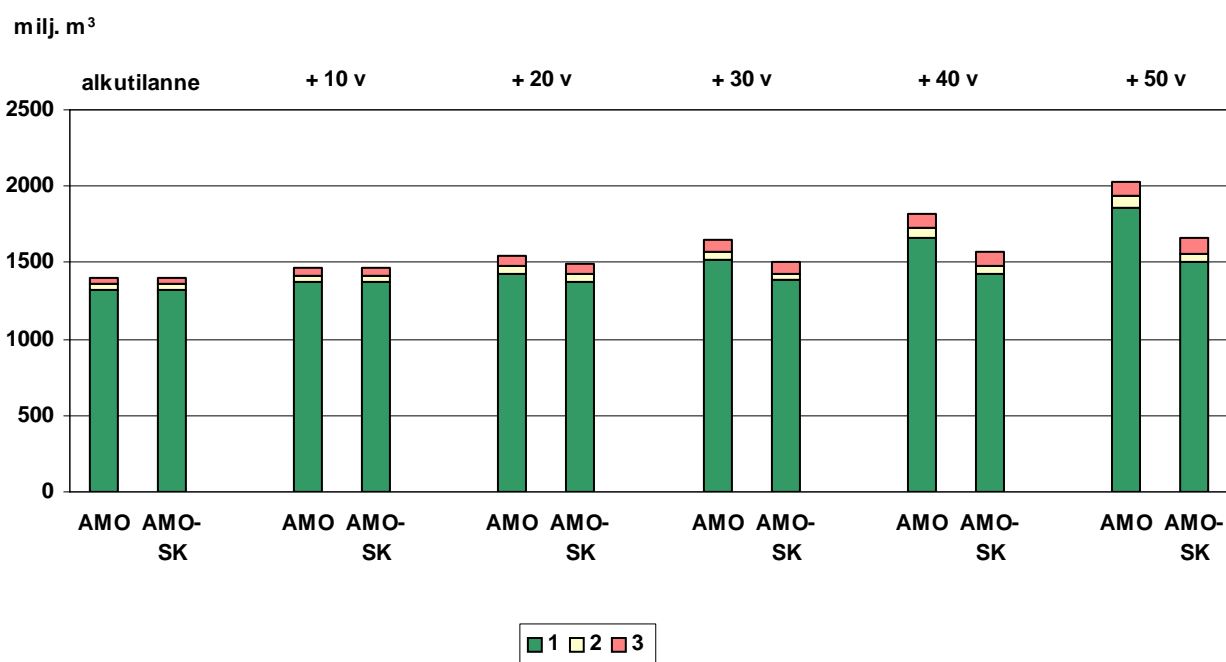
Kuva 3. Uudistusala eri vuosikymmeninä AMO- ja AMO-SK-skenaarioissa.

Järeiden (rinnankorkeusläpimitaltaan yli 20 cm) säästöpuiden määrä (kuva 4) laskelmakauden lopussa oli molemmissa skenaarioissa vähintään 50 miljoonaa kuutiometriä eli säästöpuita jäi skenaarioissa metsiin vähintään miljoona kuutiometriä vuodessa. Lehtipuiden osuus säästöpuista oli vajaa 10 prosenttia. Laskelmakauden lopussa järeitä säästöpuuhaapoja oli AMO-skenaariossa 0,5 miljoonaa kuutiometriä ja AMO-SK-skenaariossa 0,6 miljoonaa kuutiometriä.



Kuva 4. Järeän (yli 20 cm) säästöpuun tilavuus eri ajankohtina AMO- ja AMO-SK-skenaarioissa.

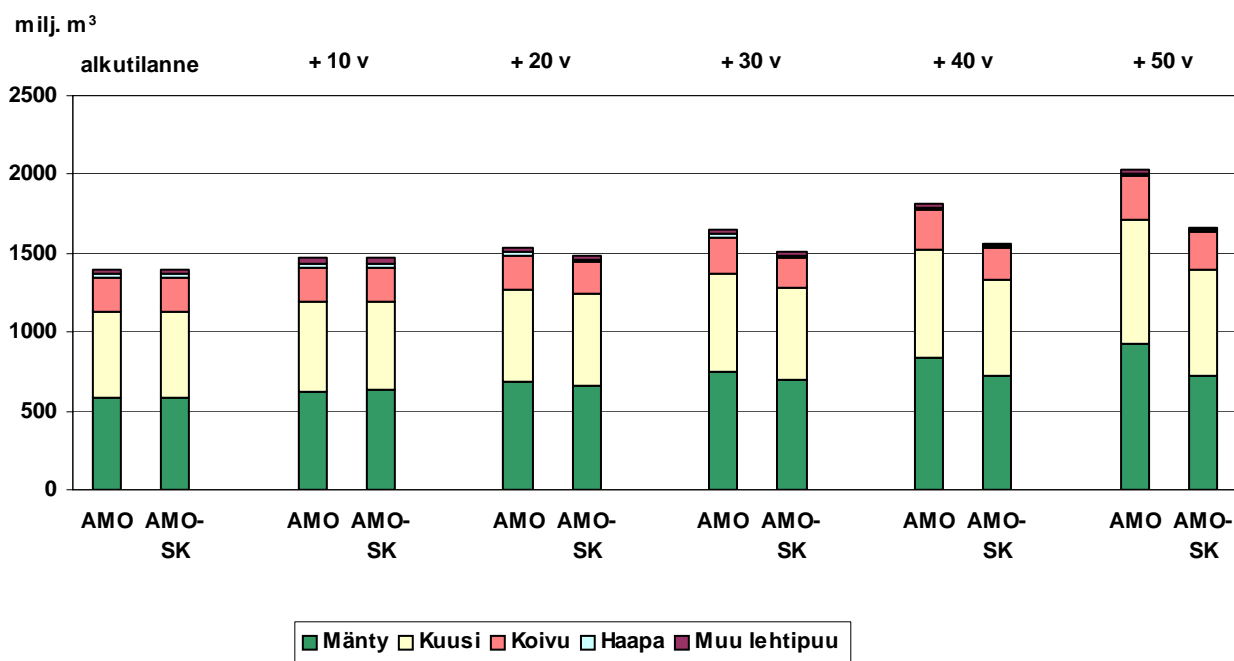
Laskelmakauden alussa koko metsä- ja kitumaalla puuston kokonaistilavuus oli 1,4 miljardia kuutiometriä, josta rajoitetussa käytössä oli 2,4 ja puuntuotannon ulkopuolella 2,7 prosenttia (kuva 5). Laskelmakauden lopussa puuston kokonaistilavuus oli AMO-skenaariossa 2,0 miljardia kuutiometriä ja AMO-SK-skenaariossa lähes 1,7 miljardia kuutiometriä. Laskelmakauden lopussa rajoitetussa puuntuotannossa olevan puuston tilavuus oli AMO-skenaariossa 2,1- ja AMO-SK-skenaariossa 1,9-kertainen lähtötilanteeseen verrattuna. Puuntuotannon ulkopuolella olevan puuston tilavuus oli kummassakin skenaariossa 2,6-kertainen lähtötilanteeseen verrattuna.



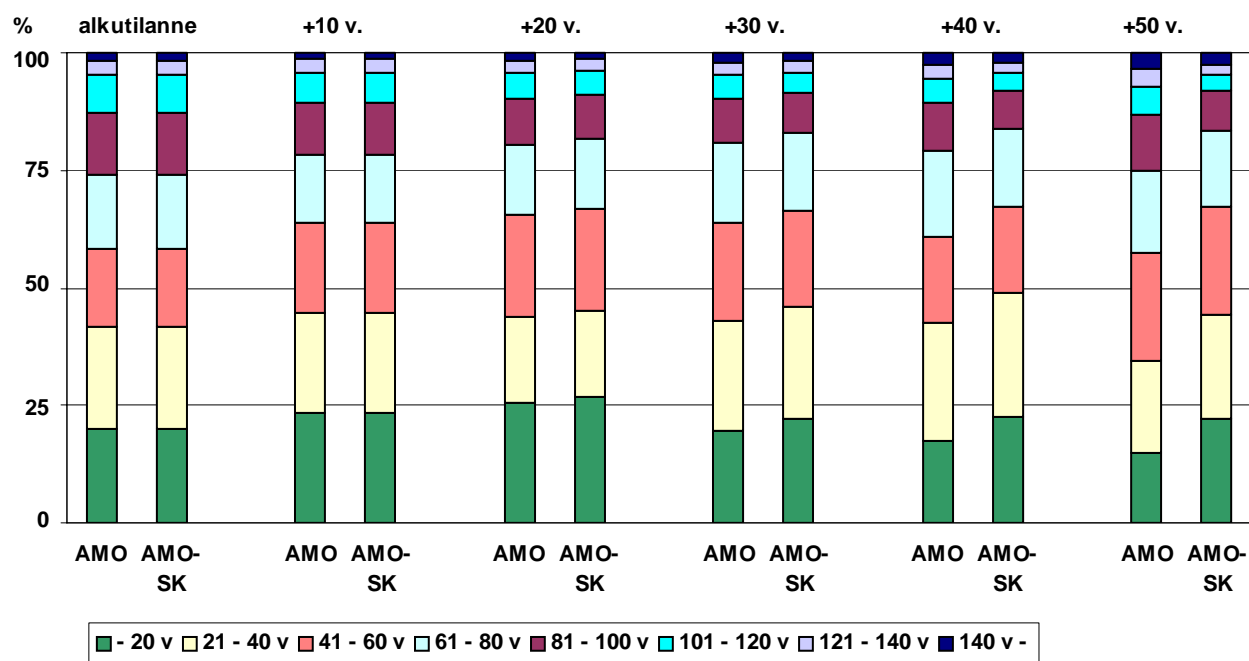
Kuva 5. Puuston tilavuus käsittelyluokittain eri ajankohtina AMO- ja AMO-SK-skenaarioissa. Käsittelyluokat, ks. taulukko 1.

Laskelmakauden alussa metsä- ja kitumaan puuston kokonaistilavuudesta oli mäntyä 42, kuusta 39 ja lehtipuuta 19 prosenttia (kuva 6). Laskelmakauden lopussa lehtipuiden osuus oli pari prosenttiyksikköä pienempi ja vastaavasti männyn osuus oli kasvanut. AMO-skenaariossa männyn osuus tilavuudesta laskelmakauden lopussa oli hieman suurempi kuin AMO-SK-skenaariossa. Mäntyvaltaistuminen näkyi selvimmin Etelä-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueilla (liite 2).

Laskelmakauden alussa yli puolet Etelä-Suomen metsien pinta-alasta oli korkeintaan 60-vuotiaita ja tilanne pysyi siltä osin ennallaan molemmissa skenaarioissa (kuva 7). AMO-SK-skenaariossa korkeintaan 60-vuotiaiden metsien osuus jopa kasvoi. Molemmissa skenaarioissa yli 140-vuotiaiden metsien osuus pinta-alasta kasvoi kaikkien metsäkeskusten alueilla (liite 3). AMO-SK-skenaariossa metsäkeskusten väliset erot ikärakenteessa pienenevät kestävyysrajoitteiden ohjaamina.



Kuva 6. Puuston tilavuus puulajeittain eri ajankohtina AMO- ja AMO-SK-skenaarioissa.



Kuva 7. Puuston ikäluokkajakauma puuntuotannon metsämaalla eri ajankohtina AMO- ja AMO-SK-skenaarioissa.

## 4 Tulosten tarkastelu

AMO-skenaario havainnollistaa metsien kehitystä, jos nykyiset suojelupäätökset ja metsienkäsittelysuositukset ovat voimassa seuraavat 50 vuotta ja metsiä hakataan alueellisten metsäohjelmien mukaisesti. AMO-SK-skenaarion avulla voidaan tarkastella, miten metsien AMO-skenaariota korkeampi hyödyntämisaste vaikuttaa kehitykseen.

Vaikka MELA-ohjelmistossa käytetyt kasvu- ja tuotosmallit on validoitu laajalla metsien inventointiaineistolla (Hynynen ym. 2002, Hynynen ym. 2005), skenaariotarkasteluihin liittyy kuitenkin monia epävarmuustekijöitä. Skenaarioissa tehdyt oletukset eivät välttämättä vastaa tulevaa kehitystä ja lisäksi laskelmissa käytetyissä malleissa ei voida ottaa huomioon kaikkia ilmiöitä tai vuorovaikutussuhteita. Metsien ikäluokkarakenteen kuvaus on vain viitteellinen, koska metsikön iän määrittäminen esimerkiksi sekametsissä ja eri-ikäisrakenteisissa metsissä on ongelmallista. Säästöpuiden vaikutus tulevan puusukupolven kasvuun on vain ohjelmiston kehittäjien oletus, koska yleistämiskelpoista tutkimustietoa säästöpuiden vaikutuksista ei ole saatavilla. Tuhoihin liittyvät mallit eivät pysty ottamaan huomioon säästöpuiden tuulituhoriskiä. Todellisuudessa iso osa säästöpuista siirtyy lahopuiksi.

Tässä esitetyissä skenaarioissa oletettiin, että hakkuut kohdentuvat puuntuotannossa oleviin metsiin rationaalisesti ja tuottovaatimus voidaan määritellä nettotulojen nykyarvon maksimointina neljän prosentin korkokannalla. Todellisuudessa osa metsistä jää metsänomistajien omilla päätöksillä puuntuotannon ulkopuolelle. Laskelmissa hakattavaksi oletettu puumäärä joudutaan siis todellisuudessa hankkimaan kohteista, jotka eivät välttämättä ole yhtä kannattavia kuin laskelmissa hakattavaksi valitut kohteet. Käytännössä esimerkiksi uudistushakkuiden osuus on todennäköisesti pienempi kuin skenaarioissa, minkä vuoksi todellisuudessa iäkkäitä metsiä on jatkossa enemmän ja säästöpuita vähemmän kuin skenaarioissa.

Lehtipuiden määrän kehittyminen on ehdollinen hakkuille. Tuottovaatimuksen ja lehtikuitupuun suhteellisen hinnan takia skenaarioiden harvennuksissa saatetaan poistaa lehtipuuta enemmän kuin käytännössä, minkä vuoksi lehtipuiden määrä metsissämme lähivuosisikymmeninä on todennäköisesti suurempi kuin skenaarioissa.

Hakkuutähteen määrä on todennäköisesti aliarvio, koska tilavuustaulukoiden avulla ei voida ottaa huomioon koneellisessa puunkorjuussa lahon tai muun vian takia metsiin jääviä rungon osia. Todellisuudessa metsiin jäävä lahopuiksi muuttuvan runkohukkapuun määrä on siis suurempi kuin skenaarioissa. Aliarviosta seuraa myös se, että eri kohteilla hakkuukertymä saattaa olla yliarvio ja todellisuudessa hakattavaksi oletettu puumäärä joudutaan korjaamaan laajemmalta alueelta kuin skenaarioissa.

Skenaarioissa käytettiin aineistona VMI-koealoista tehtyjä laskentakuvia. Koealojen koon ja mallien rajoitusten takia pienialaisten kohteiden kuten avainbiotooppien kehityksen



erillistarkastelua ei ole tehty. Aineisto ei myöskään sovellu alue-ekologisen suunnittelun vaikutusten tarkasteluun.

Jos metsiä hakataan alueellisten metsäohjelmien mukaisesti ja nykyiset suojelupäätökset sekä metsienkäsittelysuositukset ovat voimassa seuraavat 50 vuotta, metsien puuvarat, säästöpuiden määrä ja iäkkäiden metsien osuus tulevat kasvamaan nykyisestä.

## Kirjallisuutta

- Alueelliset metsäohjelmat. 2002. WWW -sovellus (<http://www.metsavastaa.net>).
- Hildén, M., Kuuluvainen, J., Ollikainen, P., Pelkonen, P. ja Primmer, E. 1999. Kansallisen metsäohjelman ympäristövaikutusten arviointi. Loppuraportti 17.9.1999. Maa- ja metsätalousministeriö. 76 s.
- , Auvinen, A-P ja Primmer, E. (toim.) 2005. Suomen biodiversiteettiohjelman arviointi. 31.5.2005. Ilmestyy Suomen Ympäristö -sarjassa heinäkuussa 2005. 243 s.
- Hirvelä, H. 1999. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1997-2026 Kymen metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 3B/1999: 587-601.
- 2000. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1997-2027 Rannikon metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 1B/2000: 233-253.
- , Nuutinen, T. & Salminen, O. 1998. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1997-2026 Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 2B/1998: 279-291.
- , Nuutinen, T. & Salminen, O. 1999. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1996-2025 Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla. Metsätieteen aikakauskirja 2B/1999: 289-307.
- Hynynen, J. 1996. Puuston kehityksen ennustaminen MELA-järjestelmässä. Julkaisussa: Hynynen, J. & Ojansuu, R. (toim.). Puuston kehityksen ennustaminen - MELA ja vaihtoehtoja. Tutkimusseminaari Vantaalla 1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612: 21-37.
- 1998. Mitä käyttäjän tulisi tietää MELAn kasvumalleista. Julkaisussa: Nuutinen, T. & Mäkkeli, P. (toim.). MELA98 ja tietojärjestelmäajennukset. MELA-käyttäjäpäivät 7.5.1998 Helsingissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 713: 18-29.
- Hynynen, J., Ahtikoski, A., Siitonen, J., Sievänen, R. & Liski, J. 2005. Applying the MOTTI simulator to analyse the effect of alternative management schedules on timber and non-timber production. *Forest Ecology and Management* 207: 5-18.
- , Ojansuu, R., Hökkä, H., Siipilehto, J., Salminen H. & Haapala, P. 2002. Models for predicting stand development in MELA System. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 835. 116 s.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki. 95 s.
- Härkönen, K. 2001. Säästöpuut ja MELA2000. Julkaisussa: Nuutinen, T. & Suokas, A. (toim.). MELA2000 ja muuttuva metsänkäsitely. MELA-käyttäjäpäivä 21.11.2000 Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 814. s. 19-29.
- Hökkä, H. 1996. Suometsien uudet kasvu- ja pituusmallit. Julkaisussa: Hynynen, J. & Ojansuu, R. (toim.). Puuston kehityksen ennustaminen - MELA ja vaihtoehtoja. Tutkimusseminaari Vantaalla 1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612: 57-68.
- 1997. Models for predicting growth and yield in drained peatland stands in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 651. 45 + 53 p.
- , Alenius, V. & Penttilä, T. 1997. Individual-tree basal area growth models for Scots pine, pubescent birch and Norway spruce on drained peatlands in Finland. *Silva Fennica* 31(2): 161-178.
- , Alenius, V. & Salminen, H. 2000. Predicting the need for ditch network maintenance in drained peatland sites in Finland. *Suo* 51(1):1-10.

- Kansallinen metsäohjelma 2010. 1999. Maa- ja metsätalousministeriö MMM julkaisuja 2/1999. 38 s.
- Kangas, J. & Mononen, A. 1997. Ekologiseen asiantuntemukseen perustuvan numeerisen mallin tuottaminen metsäalueen biodiversiteetin arviointiin. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 2/1997: 225-238.
- Korhonen, K.T., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A. & Tonteri, T. 2000a. Lounais-Suomen metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1964-98. Metsätieteen aikakauskirja 2B/2000:337-411.
- Korhonen, K.T., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A. & Tonteri, T. 2000b. Hämeen-Uudenmaan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1965-99. Metsätieteen aikakauskirja 3B/2000:489-566.
- Korhonen, K.T., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 2000c. Pirkanmaan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1965-99. Metsätieteen aikakauskirja 4B/2000:661-739.
- Korhonen, K.T., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 2001. Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1966-2000. Metsätieteen aikakauskirja 3B/2001:495-576.
- Kotiharju, S. & Niemelä, H. 2000. Talousmetsien luonnonhoidon laadun arviointi. Seurantarataportti. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki. 19 s. + liitteet.
- 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: Männyn, 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.
- Luonnonläheinen metsänhoito - Metsänhoitosuosituksat. 1994. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6. 71 s. Maa- ja metsätalousministeriö. 2005. Tiedote 7.6.2005.
- Metinfo. 2002. Metsäsektorin suorakäyttöinen tietojärjestelmä. Metsäntutkimuslaitos.WWW-sovellus (<http://www.metla.fi/metinfo>).
- Metsien suojelun tarve Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla. 2000. Etelä-Suomen ja Pohjanmaan suojelun tarve -työryhmän mietintö. Suomen ympäristö 437. 263 s.
- Metsien suojelupinta-alat. 1999. Suojelupinta-alaprojektin raportti. Suomen ympäristö 300. Ympäristöministeriö. Oy Edita Ab, Helsinki. 44 s. ISBN 951-37-2869-2.
- Nuutinen, T. 2001. MELA2000. Julkaisussa: Nuutinen, T. & Suokas, A. (toim.). MELA2000 ja muuttuva metsänkäsittely. MELA-käyttäjöpäivä 21.11.2000 Joensuu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 814. s. 7-18.
- & Hirvelä, H. 2000a. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1998-2027 Lounais-Suomen metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 2B/2000: 413-428.
- & Hirvelä, H. 2000b. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1999-2028 Hämeen-Uudenmaan metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 3B/2000: 567-583.
- & Hirvelä, H. 2000c. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1999-2028 Pirkanmaan metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 4B/2000: 741-757.
- & Hirvelä, H. 2001a. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1999-2028 Etelä-Savon metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 2B/2001: 389-406.
- & Hirvelä, H. 2001b. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 2000-2029 Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 3B/2001: 577-594.

- , Hirvelä, H., Hynynen, J., Härkönen, K., Hökkä, H., Korhonen, K. & Salminen, O. 2000. The role of peatlands in Finnish wood production – an analysis based on large-scale forest scenario modelling. *Silva Fennica* 34(2): 131-153.
- Ojansuu, R. 1996. Kangasmaiden kasvupaikan kuvaus MELA-järjestelmässä. Julkaisussa: Hynynen, J. & Ojansuu, R. (toim.). Puuston kehityksen ennustaminen - MELA ja vaihtoehtoja. Tutkimusseminaari Vantaalla 1996. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 612: 39-56.
- , Hynynen, J., Koivunen, J. & Luoma, P. 1991. Luonnonprosessit metsälaskelmassa (MELA) - Metsä 2000-versio. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 385. Puuntuotoksen tutkimussuunta. 59 s.
- 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.
- Siitonen, J., Kaila, L., Kuusinen, M., Martikainen, P., Penttilä, R., Puntila, P. & Rauh, J. 2001a. Vanhojen talousmetsien ja luonnonmetsien rakenteen ja lajiston erot Etelä-Suomessa. Julkaisussa: Siitonen, J. (toim.). Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman loppuraportti. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 812: 25-53.
- Siitonen, M., Anola-Pukkila, A., Haara, A., Härkönen, K., Redsvén, V., Salminen, O. & Suokas, A. (toim.). 2001b. MELA Handbook, 2000 Edition. *Metsäntutkimuslaitos*. 498 s.
- Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 2001. Etelä-Savon metsäkeskuksen alueen metsävarat 1966-2000. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/2001: 309-388.
- Tomppo, E., Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Heikkinen, J., Ihalainen, A., Mikkilä, H., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 1998. Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1968-97. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/1998: 293-374.
- Tomppo, E., Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Heikkinen, J. & Tuomainen, T. 1999a. Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1967-96. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/1999: 389-462.
- Tomppo, E., Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Ihalainen, A., Heikkinen, J. & Tuomainen, T. 1999b. Keski-Suomen metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1967-96. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/1999: 309-387.
- Tomppo, E., Korhonen, K.T., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Heikkinen, J. 1999c. Kymen metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1966-98. *Metsätieteen aikakauskirja* 3B/1999: 603-681.
- Tomppo, E., Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Tonteri, T., Heikkinen, J. & Henttonen, H. 2000. Skogstillgångarna inom Kustens skogscentral och deras utveckling 1965-98. *Metsätieteen aikakauskirja* 1B/2000: 83-232.
- Valtakunnan metsien 9. inventointi (VMI9). 2000. Maastotyön ohjeet 2000. Pohjois-Karjala. *Metsäntutkimuslaitos. Moniste*. 144 s.

52 viitettä.

## Liite 1

Metsätalouden alueellisten tavoiteohjelmien ainespuun hakkuukertymätavoitteet vuosille 2001-2005, 1 000 m<sup>3</sup>/v (Alueelliset metsäohjelmat 2002).

| Metsäkeskus        | Tukkipuu     |               |              |               | Kuitupuu      |              |              |               | Yhteensä      |               |              |                    |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------------|
|                    | Mänty        | Kuusi         | Lehtipuu     | Yhteensä      | Mänty         | Kuusi        | Lehtipuu     | Yhteensä      | Mänty         | Kuusi         | Lehtipuu     | Yhteensä           |
| Rannikko           |              |               |              |               |               |              |              |               |               |               |              |                    |
| Etelärannikon alue | 240          | 320           | 35           | 595           | 330           | 320          | 120          | 770           | 570           | 640           | 155          | 1 365              |
| Pohjanmaan alue    | 240          | 330           | 10           | 580           | 430           | 270          | 230          | 930           | 670           | 600           | 240          | 1 510              |
| Lounais-Suomi      | 1 050        | 1 300         | 100          | 2 450         | 1 200         | 950          | 600          | 2 750         | 2 250         | 2 250         | 700          | 5 200              |
| Häme-Uusimaa       | 705          | 2 355         | 185          | 3 245         | 705           | 1 315        | 735          | 2 755         | 1 410         | 3 670         | 920          | 6 000              |
| Kaakkois-Suomi     | 1 000        | 1 050         | 160          | 2 210         | 880           | 750          | 560          | 2 190         | 1 880         | 1 800         | 720          | 4 400              |
| Pirkanmaa          | 1 092        | 1 307         | 174          | 2 573         | 882           | 926          | 749          | 2 557         | 1 974         | 2 233         | 923          | 5 130              |
| Etelä-Savo         | 1 600        | 1 470         | 330          | 3 400         | 1 370         | 1 040        | 790          | 3 200         | 2 970         | 2 510         | 1 120        | 6 600              |
| Etelä-Pohjanmaa    | 980          | 660           | 30           | 1 670         | 1 150         | 500          | 500          | 2 150         | 2 130         | 1 160         | 530          | 3 820              |
| Keski-Suomi        | 1 100        | 1 800         | 165          | 3 065         | 1 300         | 1 000        | 725          | 3 025         | 2 400         | 2 800         | 890          | 6 090 <sup>1</sup> |
| Pohjois-Savo       | 800          | 1 800         | 150          | 2 750         | 950           | 1 300        | 1 000        | 3 250         | 1 750         | 3 100         | 1 150        | 6 000              |
| Pohjois-Karjala    | 960          | 1 008         | 156          | 2 124         | 1 161         | 817          | 528          | 2 506         | 2 121         | 1 825         | 684          | 4 630              |
| <b>Etelä-Suomi</b> | <b>9 767</b> | <b>13 400</b> | <b>1 495</b> | <b>24 662</b> | <b>10 358</b> | <b>9 188</b> | <b>6 537</b> | <b>26 083</b> | <b>20 125</b> | <b>22 588</b> | <b>8 032</b> | <b>50 745</b>      |

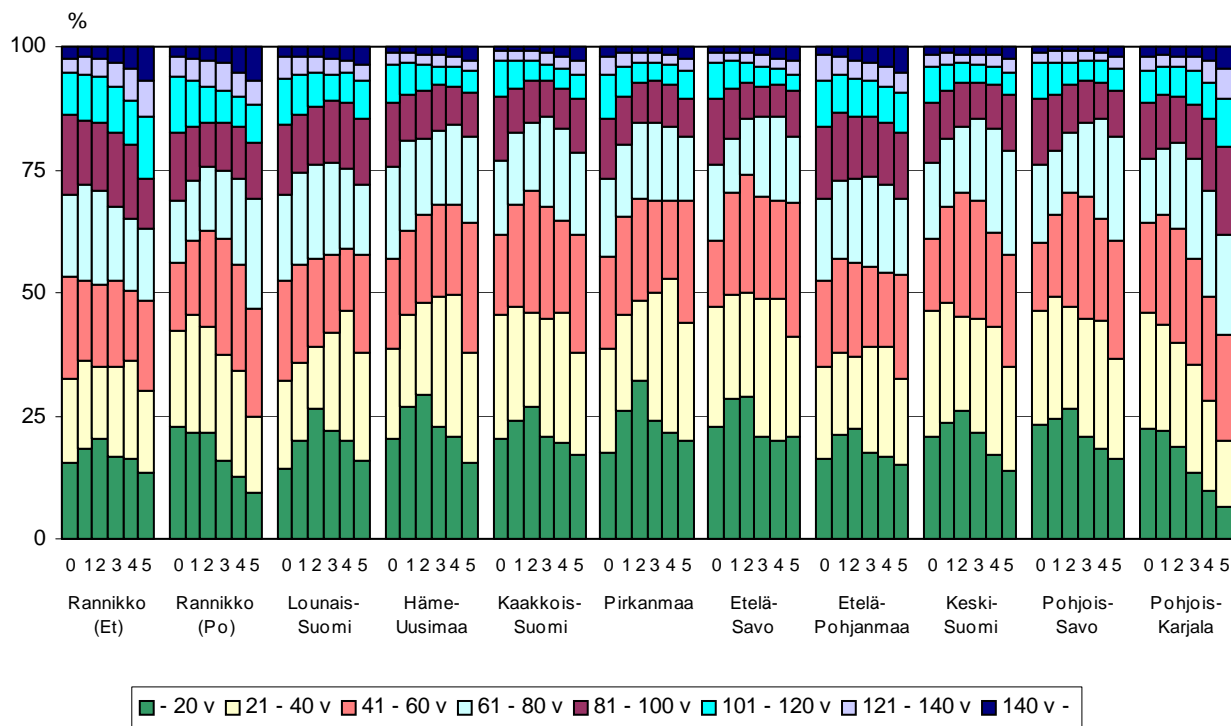
<sup>1</sup> AMO:ssa ei lehtipuukertymää ole jaettu tukki- ja kuitupuuhun, vaan jako on tehty MELA-laskelmassa.



### Liite 3

Puuston ikäluokkajakauma puuntuotannon metsämaalla eri ajankohtina metsäkeskuksittain AMO- ja AMO-SK-skenaariossa. 0=alkutilanne, 1=10 vuoden kuluttua, 2=20 vuoden kuluttua, ..., 5=50 vuoden kuluttua.

AMO-skenaario



AMO-SK-skenaario

