

# Metsätieteen aikakauskirja 2B/1998

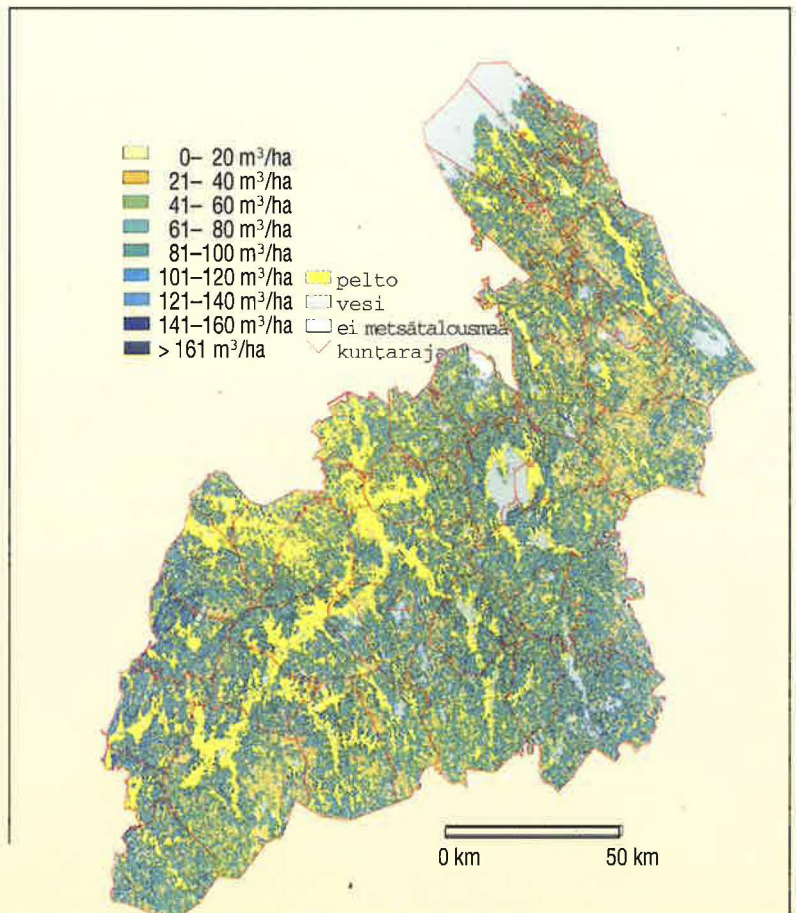
Folia Forestalia

Metsävarat

## *Etelä-Pohjanmaa*

*metsävarat 1968–97*

*hakkuumahdollisuudet 1997–2026*



Hannu Hirvelä, Tuula Nuutinen ja Olli Salminen

## Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1997–2026 Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella

**Hirvelä, H., Nuutinen, T. & Salminen, O.** 1998. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1997–2026 Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 2B/1998: 279–291.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nykyisen (metsäkeskusjako 1.1.1998) Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen hakkuumahdollisuudet vuosina 1997–2026. Hakkuulaskelmat tehtiin MELA-ohjelmistolla ja aineistona oli vuonna 1997 mitatusta valtakunnan metsien 9. inventoinnin koeala-aineistosta muodostettu MELA-aineisto.

Tällä hetkellä käytössä olevien Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänkäsittelysuositusten mukaan hakkuukypsää ja hakkuukypsäksi tulevaa puuta riittäisi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella hakattavaksi 5,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa eli noin kaksinkertaisesti vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneisiin hakkuuihin – runsas 2,8 miljoonaa kuutiometriä käyttöpuuta vuodessa – verrattuna. Jos hakkuita halutaan nykyisestäään lisätä hakkuumahdollisuuksien kuitenkin vähentymättä tulevaisuudessa, osa nyt hakattavissa olevasta puustosta on säästettävä tuleville vuosikymmenille. Suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan käyttöpuumäärän arvio on 4,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella ja sen arvioidaan ylittävän 4,6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa kahden seuraavan vuosikymmenen kuluessa. Suurimman kestäväen hakkuumäärän arvion mukaan toimittaessa vuoteen 2026 mennessä harvennuspun osuus hakkuukertymästä kohoaa 29 prosentista 36 prosenttiin ja turvemailta saatavan puun osuus 26 prosentista 44 prosenttiin.

Esitetyt hakkuumahdollisuusarviot eivät ole puun tarjonnan eivätkä todennäköisesti toteutuvan tulevaisuuden ennusteita. Todellisuudessa metsänomistajat yhdessä puun ostajien kanssa ratkaisevat markkinoille tulevan puumäärän ja metsien hoidon. Metsien hakkuumahdollisuudet pienenevät tässä esitetyistä, jos esim. puuntuotantoon käytettävissä olevien metsien määrä vähenee, nuoret metsät jäävät hoitamatta, puuta ei korjata turvemailta tai jos puun tarjonta tai kysyntä ei kohdistu hakkuukypsimpien metsien puustoihin.

Asiasanat: suurin kestävä hakkuumäärä, hakkuumahto, MELA-ohjelmisto

Yhteystiedot: Nuutinen, Metla, Joensuun tutkimusasema PL 68, 80101 Joensuu; Hirvelä ja Salminen, Metla, Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Sähköposti: hannu.hirvela@metla.fi

Hyväksytty 25.6.1998

## I Johdanto

Valtakunnan metsien inventoinnin tulosten yhteydessä esitettyjen metsien tulevien tuotantomahdollisuuksien arvioinnissa käytetyt menetelmät ovat muuttuneet vuosien varrella. Samoin metsien tuotantomahdollisuuksia kuvaavat tunnuksat ovat muuttuneet. Valtakunnan metsien 5. inventoinnin (VMI5) yhteydessä julkaistu nk. hakkuusuunnite inventointia seuraavalle kymmenvuotiskaudelle Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan alueelle oli Kuuselan ja Salovaaran (1969) esittämien kertomien avulla kuutiometreiksi muutettuna 2,6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (taulukko 1), josta 0,4 miljoonaa kuutiometriä oli polttopuiksi rinnastettava havuohutpuuta ja lehtipuuhalkoa. Hakkuusuunnitteen laskenta perustui puuston ryhmittelyyn kehitys- tai ikäluokkiin, joiden puustoille asetettiin enustejakson loppuun välitavoite (Kuusela 1964). Välitavoite oli tarpeen tuotannon ylläpitämiseksi ja askel kohti lopullista tavoitepuustoa. Alkupuusto, välitavoite ja puuston kasvukyky määräsivät jokaisen kehitys- tai ikäluokan puuston hakkuusuunnitteen.

Valtakunnan metsien 6. inventoinnin (VMI6) tulosten yhteydessä esitetty nk. suurin kestävä hakkuusuunnite Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan alueelle oli 3,0 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, josta tukki- ja kuitupuuta oli 2,7 ja hukka-puuta 0,3 miljoonaa kuutiometriä (Kuusela ja Salminen 1976). Suurimman kestävä hakkuusuunnitteen laadinnan yhteydessä arvioitiin lisäksi suojeluvähennys, joka oli 0,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

Valtakunnan metsien 7. inventoinnin (VMI7) tulosten yhteydessä esitettiin nk. suurin kestävä poistumasuunnite, joka oli Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan alueelle 3,34 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Kuusela ja Salminen 1983). Poistumasuunnite oli jaettu hakkuusuunnitteeseen (3,31 miljoonaa kuutiometriä), luonnonpoistumaan (0,02 miljoonaa kuutiometriä) ja suojeluvähennykseen (0,02 miljoonaa kuutiometriä). Hakkuusuunnite oli edelleen jaettu tukki- ja kuitupuusta koostuvaan kertymäsuunnitteeseen (2,95 miljoonaa kuutiometriä) ja metsätähteeseen (0,36 miljoonaa kuutiometriä).

**Taulukko 1.** Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan (VMI5–VMI7) ja metsälautakunnan (VMI8) alueen metsä- ja kitumaan pinta-alat, tilavuudet ja hakkuumäärän arviot eri inventoinneissa (suluissa mittausvuodet). Hakkuusuunnite (VMI5–VMI7) perustuu kehitys- tai ikäluokittain määriteltyyn tavoitepuustoon. Suurimman kestävä hakkuumäärän arvio (VMI8) on laskettu MELA-ohjelmistolla.

|  | VMI5 <sup>1)</sup><br>(1968) | VMI6 <sup>2)</sup><br>(1974) | VMI7 <sup>3)</sup><br>(1981–82) | VMI8 <sup>4)</sup><br>(1991) |
|--|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Pinta-ala, 1000 ha   |                              |                              |                                 |                              |
| Metsämaa   | 853                          | 883                          | 934                             | 907                          |
| Metsä- ja kitumaa yhteensä   | 975                          | 1003                         | 1028                            | 984                          |
| Tilavuus, milj. m <sup>3</sup>                                     |                              |                              |                                 |                              |
| Metsämaa   | 63,2                         | 67,7                         | 75,9                            | 87,7                         |
| Metsä- ja kitumaa yhteensä   | 64,4                         | 68,8                         | 76,6                            | 88,4                         |
| Hakkuusuunnitteen käyttöpuu-<br>osa, milj. m <sup>3</sup> /v       |                              |                              |                                 |                              |
| Metsä- ja kitumaa yhteensä   | 2,6                          | 2,7                          | 3,0                             | –                            |
| Suurimman kestävä hakkuu-<br>määrän arvio, milj. m <sup>3</sup> /v |                              |                              |                                 |                              |
| Metsä- ja kitumaa yhteensä   | –                            | –                            | –                               | 3,5 <sup>5)</sup>            |

1) Kuusela ja Salovaara 1969.

2) Kuusela ja Salminen 1976.

3) Kuusela ja Salminen 1983.

4) Salminen ja Salminen 1998.

5) Siitonen 1992.

Valtakunnan metsien 8. inventoinnin (VMI8) tulosten julkistuksen yhteydessä esitettiin Etelä-Pohjanmaan metsälautakunnan alueelle kolme MELA-ohjelmistolla (Siitonen ym. 1996) tehtyä hakkuulaskelmaa. Inventointia seuraavalla kymmenvuotiskaudella hakkuumahto eli hakkuumäärän arvio ilman puuntuotannon kestävyuden huomioon ottamista oli keskimäärin 5,0 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan hakkuumäärän arvio 3,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ja Metsä 2000 -hakkuusuosituksen (Siitonen 1990) perusteilla laskettu hakkuumäärän arvio 3,0 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Siitonen 1992). Kaikissa kolmessa vaihtoehdossa suojelualueet oli rajattu laskelmien ulkopuolelle. Hakkuulaskelmat olivat arvioita metsien tuotantomahdollisuuksista ja niiden kehityksestä erilaisilla hakkuutasoilla – eivät varsinaisia hakkuusuunnitteita eivätkä tulevaisuuden ennusteita. Siitosen (1992) hakkuulaskelmien MELA-aineistona oli VMI8-maastokoealat (runsas 4000 koelaa), jotka

oli ryhmitelty metsikkötiedoiltaan ja tulevalta kehitykseltään mahdollisimman homogeenisiin laskentayksiköihin (runsaaseen 400 laskentayksikköön).

Valtakunnan metsien 9. inventoinnin (VMI9) maastomittaukset tehtiin Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella vuonna 1997. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää MELA-ohjelmiston avulla nykyisen (metsäkeskusjako 1.1.1998) Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen hakkuumahdollisuudet vuosina 1997–2026. 1990-luvulla on uudistettu metsänhoitosuositukset ja metsälaki, joissa edellytetään mm. erityisten luontokohteiden huomioon ottamista metsien käsittelyssä. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin VMI9:n yhteydessä kerättyä tietoa erityisistä luontokohteista MELA-aineiston käsittelyluokkien määrittämiseksi uusien metsänhoitosuositusten ja metsälain mukaisiksi. Lisäksi korjuukustannusten laskennassa otettiin huomioon valtakunnan metsien inventoinnin toimittamat koealakohtaiset arviot metsäkuljetusmatkan pituudesta ja mahdollisesta korjuuajankohdasta.

## 2 Aineisto

MELA-ohjelmistolla tehtyjen laskelmien aineistona käytettiin vuonna 1997 mitatusta VMI9-koealaineistosta muodostettua aineistoa. Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen (kuva 1) käsittävä MELA-aineisto sisälsi metsä- ja kitumaan maastokoealat puuttomia sivukuvioita lukuunottamatta. – Koeala oli ympyrä, jonka säde määräytyi relaskoopilla luetun suurimman puun läpimitan perusteella (Valtakunnan metsien ... 1997). Jos koealaympyrä ei mahtunut kokonaan samalle koealakuviolle, koeala jaettiin osiin. Keskipistekuvio oli se koealakuvio, jolle koealan keskipiste osui. Muut koealakuviot olivat sivukuvioita.

Yksi relaskoopikoeala ei yleensä edusta koealakuviota kovin tarkasti, koska puut ovat vain harvoin jakautuneet tasaisesti koko koealakuvion alueelle. Tämä tulee esille sekä puuston määrän että metsikön käsittelytarpeen arvioinnissa erityisesti nuorissa puustoissa, joissa relaskoopilla luetun suurimman puun pienestä läpimitasta johtuen koealan koko jää usein pieneksi. Siksi MELA-aineistoja



**Kuva 1.** Etelä-Pohjanmaan metsäkeskus (metsäkeskusjako 1.1.1998).

tehtiessä jokaisesta koealasta muodostettiin koealakuviota vastaava laskentakuvio, johon yhdistettiin lisäksi 2–5 kappaletta metsikkötiedoiltaan ja tulevalta kehitykseltään mahdollisimman homogeenista koealaa saman metsäkeskuksen alueelta. Metsiköiden sisäisen vaihtelun tuottamiseksi laskentakuvioille koealojen valinta tehtiin koko koealakuviota koskevien kuviotietojen perusteella.

Laskentakuvioiden muodostuksessa käytetyt koko koealakuvioiden VMI9-kuviotiedot olivat tärkeysjärjestyksessä maaluokka, kasvupaikkatyyppi, puuston pohjapinta-ala, kehitysluokka, puuston keskiläpimitta, vallitseva puulaji, puuston biologinen ikä, kasvupaikan päätyyppi ja vallitsevan puulajin osuus. Sekä alkuperäisten VMI9-koealojen että muodostettujen laskentakuvioiden lukumäärä oli 5 150 kpl.

MELA-ohjelmiston käsittelyvaihtoehtojen simuloinnissa toteutuskelpoiset toimenpiteet päätettiin koko laskentakuvion keskimääräisten tietojen perusteella, jotka olivat laskettu laskentakuvioon kuuluvien koealojen avulla. Toimenpiteet toteutettiin erikseen laskentakuvion jokaisella koealalla, mutta optimoinnissa käytettävät päätösmuuttujat ja raportoitavat tulokset kerättiin vain alkuperäisiltä koealoilta (yhdelta koealalta per laskentakuvio). Siten



**Taulukko 2.** Valtakunnan metsien 9. inventoinnin muuttujia Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella vastaavat MELA-aineiston käsittelyluokat (luokat 1 = ensisijaisesti puuntuotannossa olevat, 2 = rajoitetussa puuntuotannossa olevat ja 3 = puuntuotannon ulkopuolella olevat).

| VMI9-muuttujat (Etelä-Pohjanmaan metsäkeskus)  | MELA-aineiston käsittelyluokka |   |                 |
|--|--------------------------------|---|-----------------|
|  | 1                              | 2 | 3               |
| Maaluokka <sup>1)</sup>  |                                |   |                 |
| 1 metsämaa   | x                              |   |                 |
| 2 kitumaa  |                                | x |                 |
| Maaluokan tarkennus <sup>1)</sup>  |                                |   |                 |
| 0 ei tarkennusta   | x                              |   |                 |
| 1 pieni metsätalousmaan kuvio muun kuin metsätalousmaan keskellä                       |                                | x |                 |
| 3 saari, jossa metsätalousmaata korkeintaan 1 ha                                       |                                |   | x               |
| 4 saari, jossa metsätalousmaata 1–100 ha   |                                | x |                 |
| Puuntuotannon rajoituksen tarkennus <sup>1)</sup>                                      |                                |   |                 |
| – ei moninaiskäytöstä johtuvia puuntuotannon rajoituksia                               | x                              |   |                 |
| 1 kaikki toimenpiteet kielletty  |                                |   | x               |
| 2 hakkuut sallittu alueen luonteen säilyttämiseksi, esim. hakkuut lehtojensuojelueella |                                |   | x               |
| 3 vain varovaiset hakkuut sallitaan  |                                | x |                 |
| 4 määräaikainen toimenpidekielto   |                                |   | x               |
| 5 hakkuut luvanvaraisia, esim. osa kaava-alueista                                      |                                |   | x               |
| 6 vain varovaiset hakkuut suositeltavia  |                                | x |                 |
| 7 hakkuut sallittu, mutta alueen vesitalous on säilytettävä ennallaan                  | x                              |   |                 |
| 8 alueella rajoitus, joka ei vaikuta metsätalouden harjoittamiseen                     | x                              |   |                 |
| Puuntuotannon rajoitukset <sup>1)</sup>  |                                |   |                 |
| 103 soidensuojelualue  |                                | x | x <sup>3)</sup> |
| 303 ojitusrauhoidusalue  |                                | x | x <sup>2)</sup> |
| 307 kaupunkien ja kuntien lähivirkistysalueet  |                                | x |                 |
| 308 puolustusvoimien harjoitusalueet   |                                | x |                 |
| 402 soidensuojeluohjelma   |                                | x | x <sup>3)</sup> |

<sup>1)</sup> Muuttujien ja luokitusten täydelliset selitykset, ks. Valtakunnan metsien ... 1997.

<sup>2)</sup> Turvemaat (Metsähallituksen ohjekirje 1981, Jarmo Leskinen (Metsähallitus) suull. 19.11.1997).

<sup>3)</sup> Valtion hallinnassa olevat maat sekä muiden kuin valtion hallinnassa olevat turvemaat.

MELA-ohjelmistolla saatujen tulosten laskennassa käytettiin samoja koealoja kuin varsinaisessa VMI9-metsävaratietojen laskennassa.

Laskentakuviot jaettiin alkuperäisten VMI9-koealojen perusteella kolmeen käsittelyluokkaan: ensisijaisesti puuntuotannossa, rajoitetussa puuntuotannossa ja puuntuotannon ulkopuolella oleviin. Ensisijaisesti puuntuotantoon käytettävissä olevilla alueilla sallittiin kaikki Metsätalouden kehittämisskeskus Tapion vuoden 1994 suositusten mukaiset hakkuut. Rajoitetussa puuntuotannossa olevilla alueilla metsätalouden harjoittamista oli rajoitettu esimerkiksi suojelun, maiseman tai virkistyskäytön takia. Rajoitetussa puuntuotannossa olevilla alueilla sallittuja hakkuutapoja olivat harvennushakkuut ja luontainen uudistaminen. Puuntuotannon

ulkopuolella olivat mm. kansallis- ja luonnonpuistot, soidensuojelualueet (myös valtion mailla olevat kangasmaasaarekkeet) sekä luonnonsuojelulain nojalla rauhoitetut alueet. Näillä alueilla ei sallittu mitään toimenpiteitä.

Laskentakuvion käsittelyluokka määriteltiin maaluokan, maaluokan tarkennuksen, puuntuotannon rajoituksen tarkennuksen ja osin myös puuntuotannon rajoituksen avulla (taulukko 2). Kitumaat luokiteltiin maaluokan perusteella rajoitettuun puuntuotantoon kuuluviin alueisiin. Käsittelyluokan määrittämisen kannalta tärkein tunnus oli puuntuotannon rajoituksen tarkennus, joka ilmaisi suoraan sallitut tai suositeltavat toimenpiteet ilman varsinaista rajoituksen syytä (Valtakunnan metsien ... 1997). Lisäksi käsittelyluokitusta tarkennettiin soiden-

suojelualueiden, ojitusrauhoidusalueiden, soidensuojeluohjelmien, kaupunkien ja kuntien lähivirkistysalueiden sekä puolustusvoimien harjoitusalueiden osalta puuntuotannon rajoituksen perusteella, joka ilmaisi rajoituksen syyn. Jos alkuperäisellä VMI9-koealalla oli useita samanaikaisia käyttörajoituksia, laskentakuvion lopullinen käsittelyluokka määräytyi vahvimman käyttörajoituksen perusteella.

Noin puolet Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueesta liitettiin 1.1.1998 Etelä-Pohjanmaan metsäkeskukseen. VMI9-tulosten mukaisesti nykyisen Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen metsämaan ala oli 1 274 000 ja kitumaan 100 700 hehtaaria, yhteensä 1 374 700 hehtaaria (Tomppo ym. 1998), joka oli 40 prosenttia suurempi kuin VMI8-tulosten mukainen metsä- ja kitumaan pinta-ala (taulukko 1). VMI9-tulosten mukaan puuston tilavuus metsämaalla oli vastaavasti 121,7 ja kitumaalla 1,5 miljoonaa kuutiometriä, yhteensä 123,2 miljoonaa kuutiometriä eli 39 prosenttia suurempi kuin VMI8-tulosten mukainen puuston tilavuus. MELA-aineistossa oli suojeltu metsä- ja kitumaan pinta-alasta 32 300 hehtaaria ja metsä- ja kitumaan puuston tilavuudesta 2,3 miljoonaa kuutiometriä (taulukko 3).

**Taulukko 3.** VMI9-maastoaineistosta tehdyn MELA-aineiston mukaiset käsittelyluokkien pinta-alat ja puuston tilavuudet Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella.

| Käsittelyluokka <sup>1)</sup>  | Metsämaa | Kitumaa         | Yhteensä | Osuus, % |
|--------------------------------|----------|-----------------|----------|----------|
| Pinta-ala, 1000 ha             |          |                 |          |          |
| 1                              | 1 213,4  | – <sup>2)</sup> | 1 213,4  | 88,3     |
| 2                              | 45,9     | 83,1            | 129,0    | 9,4      |
| 3                              | 14,7     | 17,6            | 32,3     | 2,3      |
| Yhteensä                       | 1 274,0  | 100,7           | 1 374,7  | 100,0    |
| Tilavuus, milj. m <sup>3</sup> |          |                 |          |          |
| 1                              | 113,0    | – <sup>2)</sup> | 113,0    | 91,8     |
| 2                              | 6,6      | 1,2             | 7,8      | 6,3      |
| 3                              | 2,0      | 0,4             | 2,3      | 1,9      |
| Yhteensä                       | 121,6    | 1,6             | 123,2    | 100,0    |

<sup>1)</sup> Käsittelyluokka, ks. teksti ja taulukko 2.

<sup>2)</sup> Kitumaat ovat joko rajoitetussa puuntuotannossa tai puuntuotannon ulkopuolella.

## 3 Menetelmät

### 3.1 Hakkuulaskelmavaihtoehdot

Laskentakuvioden puustojen käsittely- ja kehitysvaihtoehdot tuotettiin puukohtaisiin malleihin perustuvalla MELA-ohjelmiston metsikkösimulaattorilla. MELA-ohjelmistossa luonnonprosessimallina käytettiin Ojansuun ym. 1991 metsien uudistumiseen ja puuston varhaiskehitykseen, Ojansuun 1996 kasvupaikan kuvaukseen, Hynysen 1996 puuston kasvuun ja luonnonpoistumaan sekä Hökän 1996 esittämiä suometsien kasvuun liittyviä malleja. Metsikkösimulaattorilla muodostetuista metsikköiden vaihtoehdoista käsittely- ja kehityssarjoista haettiin aluetason tehokkaat tuotanto-ohjelmat lineaariseen optimointiin perustuvalla JLP-ohjelmistolla (Lappi 1992).

Hakkuulaskelmavaihtoehdot olivat

- I) ns. hakkuumahto-laskelma,
- II) suurimman kestävän hakkuukertymän toteuttava laskelma ja
- III) vuosien 1987–1996 keskimääräiset hakkuut jatkossakin toteuttava laskelma.

Hakkuulaskelmat tehtiin 50 vuoden ajalle, joka oli jaettu viiteen kymmenvuotiskauteen. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan pääasiassa vain ensimmäisen 30 vuoden jaksoa (vuosia 1997–2026). Kaikissa kolmessa hakkuulaskelmassa oli lineaarisen optimoinnin tavoitefunktiona nettotulojen nykyarvon maksimointi. Optimointitehtävän tavoitefunktio määritteli näin puuntuotannon taloudelliseksi toiminnaksi. Toiminnan kannattavuusvaatimus määräytyi nettotulojen nykyarvon laskennassa käytetyn laskentakoron ja optimoinnissa sovellettujen rajoitteiden yhteisvaikutuksena.

Lihtonen 1959 määritteli hakkuumahdon puumääräksi, joka enintään voidaan hakata metsäalueelta tietynä aikana, kun kaikki asiaan vaikuttavat tekijät (kuljetusmahdollisuudet, työvoiman saanti, markkinoimisedellytykset, lainsäädännön rajoitukset jne.) otetaan huomioon. Työvoiman saantiin, markkinoimisedellytyksiin ym. liittyviä tekijöitä on kuitenkin vaikea ottaa huomioon MELA-ohjelmistolla tehtävissä laskelmissa ja lisäksi niiden sisäl-

lyttäminen laskelmiin lisäisi laskettuihin tuloksiin liittyvää epävarmuutta. Siksi hakkuumahto (vaihtoehto I) laskettiin maksimoimalla nettotulojen nykyarvoa viiden prosentin korkokannalla ilman toiminnan kestävyys- ja lopputilan puustovaatimuksia (ks. Siitonen ym. 1996). Laskelmassa hakattiin kaikki sovellettujen metsänkäsitelysuositusten mukaan hakattavissa olevat kohteet, jotka eivät täytäneet kasvattamisen ehdoksi asetettua tuottovaatimusta.

Hakkuumahdosta poiketen suurimman kestävän eli suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan hakkuukertymän toteuttava laskelma (vaihtoehto II) otti huomioon myös asetetut puuntuotannon kestävyysvaatimukset. Laskelmassa maksimoitiin nettotulojen nykyarvoa neljän prosentin korkokannalla. Puuntuotannon kestävyys tarkasteluajan kuluessa varmistettiin siten, että hakkuukertymät ja nettotulot olivat aina vähintään edellisen kymmenvuotiskauden tasolla, tukkipuukertymä pysyi koko laskenta-ajan vähintään ensimmäisen kymmenvuotiskauden tasolla ja puuston tuottoarvo neljän prosentin korkokannalla laskettuna oli laskenta-ajan lopussa vähintään laskelman alkuhetken mukaisella tasolla (vrt. Siitonen ym. 1996).

Myös vaihtoehdossa III (vuosien 1987–1996 keskimääräinen kertymätaaso) maksimoitiin nettotulojen nykyarvoa neljän prosentin korkokannalla. Vaihtoehdon III avulla selvitettiin vaikutukset metsävarojen kehitykseen ja hakkuumahdollisuusarvioihin tulevaisuudessa, kun hakkuuiden kokonaismäärä jää huomattavasti alemmalle tasolle kuin mitä metsävarojen kannalta olisi mahdollista. Kertymätaaso haettiin käyttämällä optimoinnissa rajoitteena vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneita puutavaralajeittaisia hakkuukertymiä. Etelä-Pohjanmaan metsäkeskukseen liitettyjen Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen kuntien osuus hakkuukertymästä laskettiin ko. kuntien metsämaan pinta-alan perusteella. Kertymätilasto (Metinfo 1997) käsittää myös polttopuun, joten laskelmissa oletettiin, että teollisuuden ainespuuksi kelpasi tilastoidusta polttopuusta puulajista riippuen vain 20–30 prosenttia (ks. Ryyänen ja Tuomi 1982).

### 3.2 Käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen perusteet

Käsittelyvaihtoehdot perustuivat Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänkäsitelysuositukseen vuodelta 1994 (Luonnonläheinen metsänhoito 1994). Hakkuuvaihtoehtoina käytettiin runkolukuun ja pohjapinta-alaan perustuvia harvennuksia, avo-, suojuspuu- ja siemenpuuhakkuita sekä ylispuiden poistoa. Uudistusaloille jätettiin hakkuukertymästä 5 kuutiometriä hehtaarille. Tämä vastaa keskimäärin avohakkuualoille ns. säästöpuina jätettävää puustoa (Metsäluonnon hoito ... 1997).

Hakkuuiden lisäksi laskelmissa sallittuja metsänkäsitelyjä olivat metsänuudistamiseen liittyvät raiwaus, maanpinnan käsittely ja viljely sekä taimikonhoito. Lannoitus, ojitus ja pystypuiden karsinta eivät olleet mukana käsittelyvaihtoehtojen simuloinnissa.

Nettotulojen nykyarvon laskenta perustui tienvarsihintoihin: nettotulot saatiin vähentämällä tienvarsihintaisista hakkuutuloista korjuun ja metsänhoidon kustannukset. Näin otettiin huomioon erot mm. poistettavien runkojen koossa ja hehtaarikoh- taisessa hakkuumäärässä. Tienvarsihintoina käytettiin vuosina 1986–1995 toteutuneiden hankintahintojen (Metsätalastollinen vuosikirja 1996) vuoden 1995 hintatasolla koko Etelä-Suomen alueelle laskettuja keskiarvoja puutavaralajeittain (taulukko 4).

Suurten puiden tilavuudet ja puutavaralajit ennustettiin runkokäyrien avulla ja pienten puiden tilavuudet VMI:ssä käytetyllä tilavuusmallilla. Tukkipuun tilavuus laskettiin puun rinnankorkeusläpimitan ja pituuden avulla. Koska rungon huono tekeminen laatu usein vähentää tukkiosuutta, tukkipuun määrää korjattiin erillisellä tukkivähennysmallilla.

**Taulukko 4.** Vuosien 1986–1995 Etelä-Suomen alueelle lasketut keskimääräiset hankintahinnat (mk/m<sup>3</sup>) puutavaralajeittain vuoden 1995 hintatasolla. Etelä-Suomen alue käsittää metsäkeskukset 0–11. (Metsätalastollinen vuosikirja 1996)

|       | Tukkipuu | Kuitupuu |
|-------|----------|----------|
| Mänty | 270      | 172      |
| Kuusi | 223      | 196      |
| Koivu | 271      | 166      |

Kuitupuun minimiläpimitta oli 6 cm ja kuituosan minimipituus 2 m. (Ojansuu ym. 1991)

Korjuukustannukset laskettiin korjuun ajannekin ja korjuun yksikköhintojen tulona. Ajannekit perustuivat työtutkimuksiin (Kuitto ym. 1994, Rummukainen ym. 1993) ja sovelletut yksikköhinnat selviävät taulukosta 5. Jokaisessa hakkuuvaihtoehdossa MELA-ohjelmisto valitsi aina edullisimman (kustannuksiltaan halvimman) korjuuvaihtoehdon (metsurihakkuun tai hakkuun monitoimikoneella).

Metsänhoitotöiden kustannukset laskettiin työmäärien ja vuosina 1986–1995 toteutuneiden keskimääräisten yksikköhintojen (vuoden 1995 rahanarvolla) tulona (taulukko 6).

**Taulukko 5.** Laskelmissa sovelletut korjuun yksikköhinnat.

| Työlaji                  | Yksikköhinta, mk/h |
|--------------------------|--------------------|
| Metsäkuljetus            | 280                |
| Hakkuu monitoimikoneella | 420                |
| Metsurihakkuu            | 120                |

**Taulukko 6.** Metsänhoitotöiden vuosina 1986–1995 toteutuneet keskimääräiset yksikköhinnat vuoden 1995 rahanarvolla. (Metsätilastollinen vuosikirja 1996)

| Työlaji                 | Yksikkö       | Yksikköhinta |
|-------------------------|---------------|--------------|
| Raivaus                 | mk/ha         | 373          |
| Maanmuokkaus            | “             | 850          |
| Männyn kylvä            | “             | 1015         |
| Männyn istutus          | mk/100 tainta | 180          |
| Kuusen istutus          | “             | 200          |
| Koivun istutus          | “             | 230          |
| Männyn täydennysistutus | “             | 200          |
| Kuusen täydennysistutus | “             | 220          |
| Koivun täydennysistutus | “             | 260          |
| Ruohous                 | mk/ha         | 530          |
| Taimikon perkaus        | “             | 850          |

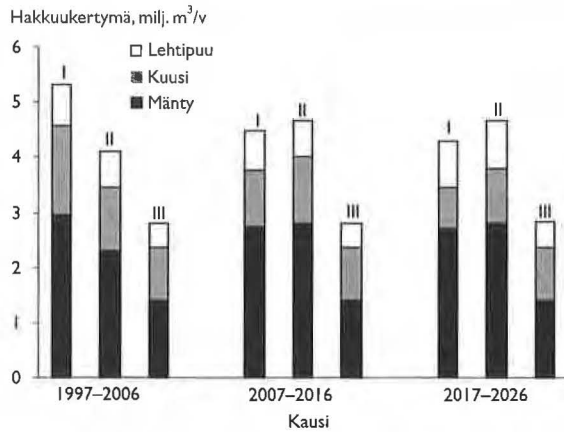
## 4 Tulokset

Esitettävien hakkuumahdollisuusarvioiden vertailua aikaisempiin hakkuusuunnitteisiin ja hakkuumahdollisuusarvioihin vaikeuttaa se, että nykyinen Etelä-Pohjanmaan metsäkeskus ei enää vastaa alueeltaan aikaisempaa Etelä-Pohjanmaan metsälautakuntaa. Nykyisen (1.1.1998 voimaantulleen jaon mukaisen) Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen metsistä hakattiin vuosina 1987–1996 keskimäärin runsas 2,8 miljoonaa kuutiometriä käyttöpuita vuodessa, joka on noin 80 prosenttia vuonna 1992 alkuperäiselle Etelä-Pohjanmaan metsälautakunnan alueelle esitetystä suurimman kestävän hakkuumäärän arviosta (Siitonen 1992). Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen hakkuut sisälsivät siis myös Etelä-Pohjanmaan metsäkeskukseen liitettyjen Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen kuntien osuuden hakkuista. Käyttöpuita sisälsi markkinahakkuiden ja piensahojen käyttämän puun lisäksi teollisuuden ainespuuksi kelpaavan osan polttopuusta. Mäntyä vuosien 1987–1996 kertymästä oli 48, kuusta 35 ja lehtipuuta 17 prosenttia. Vertailukohtana nykyisen Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen puuston kasvu metsä- ja kitumaalla vuosina 1992–1996 oli 4,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Tomppo ym. 1998).

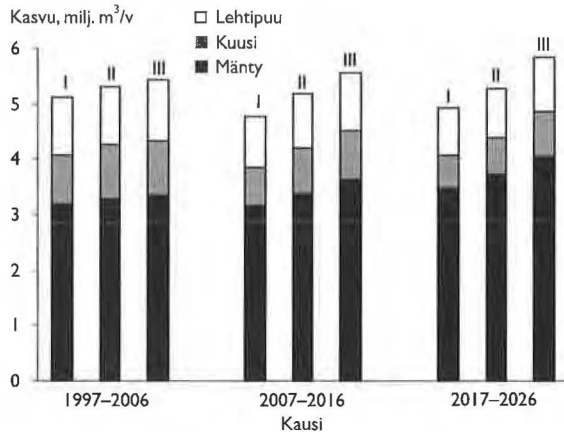
Mikäli hakkuut säilyvät vuosien 1987–1996 keskimääräisellä tasolla (kuva 2, vaihtoehto III), puuvarannon arvioidaan karttuvan puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla noin 2 miljoonan kuutiometrin vuosivauhdilla (kuva 3). Puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla puuston kasvu (kuva 4) lisääntyisi puuvarannon karttumisen myötä ja sen ennakoidaan olevan kymmenvuotiskaudella 2017–2026 keskimäärin 5,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (koko metsä- ja kitumaan alueella vajaa 0,1 miljoonaa kuutiometriä suurempi).

Tällä hetkellä käytössä olevien Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänkäsittelysuositusten (Luonnonläheinen metsänhoito 1994) mukaan hakkuukypsää ja hakkuukypsäksi tulevaa puuta (hakkuumahto) riittäisi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella hakattavaksi noin 5,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kuva 2, vaihtoehto I) eli noin kaksinkertaisesti vuosina 1987–1996 keskimäärin





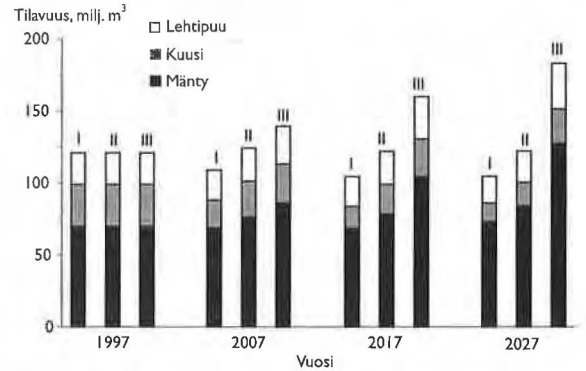
**Kuva 2.** Hakkuukertymä puulajeittain vuosina 1997–2026 vaihtoehtoissa I, II ja III.



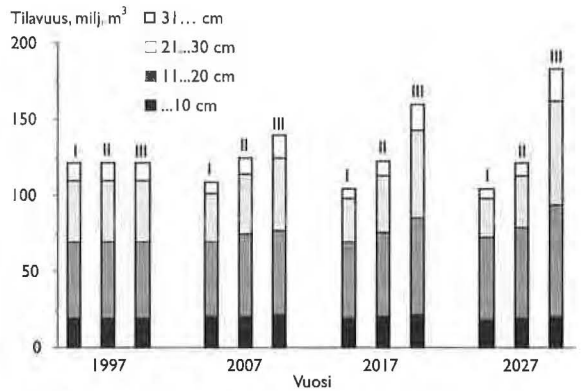
**Kuva 4.** Puuston kasvu puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1997–2026 vaihtoehtoissa I, II ja III.

toteutuneisiin hakkuisiin verrattuna. Hakkuumahdon kokonaan hakkaaminen kuitenkin pienentäisi puuntuotantoon käytettävissä olevan metsä- ja kitumaan puuvarantoa vuosikymmenessä 10 prosentilla nykyisestä (kuva 3). Vuotuinen hakkuumahto toisella kymmenvuotisjaksolla (vuosina 2007–2016) olisi 84 prosenttia ensimmäisen kymmenvuotisjakson hakkuumahtoon verrattuna. Järeän puun (rinnan korkeusläpimitta yli 20 cm) varanto (kuva 5) supistuisi 22 prosenttia ja hakkuumahdollisuudet (kuva 6) 28 prosenttia ensimmäiseen kymmenvuotisjaksoon verrattuna.

Jos hakkuita halutaan nykyisestäään lisätä hak-

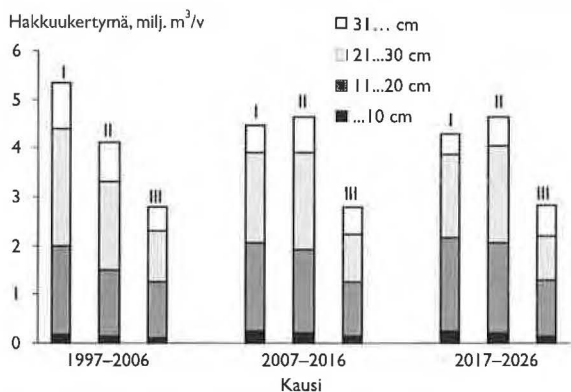


**Kuva 3.** Puuston tilavuus puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1997–2027 vaihtoehtoissa I, II ja III.



**Kuva 5.** Puuston tilavuus läpimittaluokittain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1997–2026 vaihtoehtoissa I, II ja III.

kuumahdollisuuksien kuitenkin vähentymättä tulevaisuudessa, osa nyt hakattavissa olevasta puustosta on säästettävä tuleville vuosikymmenille. Suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan käyttöpuumäärän arvio on 4,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella ja sen arvioidaan ylittävän 4,6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa kahden seuraavan vuosikymmenen kuluessa (kuva 2, vaihtoehto II). Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella suurimman kestävän hakkuumäärän arvio on noin 23 prosenttia pienempi kuin metsänkäsittelysuositusten mukainen hakkuumahto ja 44 prosenttia suurempi kuin vuosina 1987–



**Kuva 6.** Hakkuukertymä läpimittaluokittain vuosina 1997–2026 vaihtoehdoissa I, II ja III.

1996 keskimäärin toteutuneet hakkuut. Laskelmi-  
en perusteella suurimman kestävän hakkuumäärän  
ennakoidaan nousevan kolmen vuosikymmenen  
kuluessa 1,6-kertaiseksi vuosien 1987–1996 keski-  
määriin verrattuna.

Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella suurim-  
man kestävän hakkuumäärän arviosta on mäntyä  
56, kuusta 28, koivua 13 ja muuta lehtipuuta 3  
prosenttia. Männyn hakkuuta voitaisiin tämän pe-  
rusteella lisätä noin 70 prosenttia (vajaa miljoona  
kuutiometriä vuodessa) ja kuusen hakkuuta runsas  
15 prosenttia (vajaa 0,2 miljoonaa kuutiometriä vuo-  
dessa) vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutunei-  
siin hakkuisiin verrattuna.

Suurimman kestävän hakkuumäärän arviota vas-  
taava kokonaispoistuman arvio puuntuotantoon käy-  
tettävissä olevalle metsä- ja kitumaalle on ensim-  
mäisellä kymmenvuotiskaudella 4,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (taulukko 7). Tästä hakkuupois-  
tuma on noin 4,4 ja luonnonpoistuma 0,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Hakkuupoistuma sisäl-  
tää tukki- ja kuitupuun sekä hakkuiden ja taimi-  
konhoidon yhteydessä metsiin jäävän kuitupuun  
minimimittoja pienemmän runkopuun. Puuston kas-  
vun arvio puuntuotantoon käytettävissä olevalla  
metsä- ja kitumaalla on ensimmäisellä kymmen-  
vuotiskaudella 5,3 miljoonaa kuutiometriä vuodes-  
sa (kuva 4). Toisella kymmenvuotiskaudella hak-  
kuuta vastaava kokonaispoistuman ehdollinen en-  
nuste on 5,3 ja kasvun 5,2 miljoonaa kuutiometriä  
vuodessa ja kolmannella kaudella vastaavasti 5,3  
ja 5,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Koko met-

**Taulukko 7.** Poistuman rakenne (milj. m<sup>3</sup>/vuosi) puun-  
tuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla  
vaihtoehdoissa I–III vuosina 1997–2006.

| Tunnus            | Vaihtoehto I | Vaihtoehto II | Vaihtoehto III |
|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Hakkuukertymä     | 5,33         | 4,10          | 2,78           |
| Tukkikertymä      | 2,64         | 2,03          | 1,23           |
| Mäntytukki        | 1,54         | 1,24          | 0,64           |
| Kuusitukki        | 0,99         | 0,71          | 0,55           |
| Koivutukki        | 0,09         | 0,08          | 0,03           |
| Muu lehtipuutukki | 0,02         | 0,01          | 0,00           |
| Kuitupuukertymä   | 2,69         | 2,07          | 1,56           |
| Mäntykuitu        | 1,40         | 1,06          | 0,75           |
| Kuusikuitu        | 0,65         | 0,46          | 0,43           |
| Koivukuitu        | 0,55         | 0,46          | 0,33           |
| Muu lehtipuukuitu | 0,10         | 0,09          | 0,05           |
| Hakkuutähde       | 0,38         | 0,33          | 0,27           |
| Hakkuupoistuma    | 5,71         | 4,43          | 3,06           |
| Luonnonpoistuma   | 0,46         | 0,47          | 0,50           |
| Kokonaispoistuma  | 6,17         | 4,90          | 3,56           |
| Mänty             | 3,29         | 2,64          | 1,74           |
| Kuusi             | 1,76         | 1,27          | 1,08           |
| Koivu             | 0,96         | 0,84          | 0,65           |
| Muu lehtipuu      | 0,16         | 0,15          | 0,09           |

sä- ja kitumaan alueella puuston kasvun arviot vas-  
taaville kymmenvuotiskausille ovat 5,4, 5,3 ja 5,4  
miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

Jos hakkuut noudattaisivat suurimman kestävän  
hakkuumäärän mukaista tasoa, puuntuotantoon käy-  
tettävissä olevalla metsä- ja kitumaan alueella puu-  
varanto pysyisi lähes ennallaan seuraavan kolmen  
vuosikymmenen aikana. Kuusen kokonaistilavuus  
pienenisi, lehtipuiden pysyisi suunnilleen samana  
ja männyn lisääntyisi (kuva 3). Järeän (rinnankor-  
keusläpimitta yli 20 cm) puun varanto alenisi 17  
prosenttia kolmen vuosikymmenen aikana (kuva 5).  
Kolmenkymmenen vuoden kuluttua tukki-  
kokoisen kuusen tilavuus olisi 40 prosenttia ja tukki-  
kokoisen männyn tilavuus 8 prosenttia pienempi  
kuin laskelmakauden alussa. Tukkikokoisen koi-  
vun tilavuus olisi 64 prosenttia suurempi kuin las-  
kelmakauden alussa.

Noudattamalla suurinta kestävää hakkuumäärää  
toteuttavia hakkuuta eri puulajien hakkuumahdollis-  
uuksissa ei tapahdu suuria muutoksia 30 vuoden  
aikana (kuva 2). Mäntyä on kolmen seuraavan vuo-  
sikymmenen suurimman kestävän hakkuumäärän  
arviosta keskimäärin 59, kuusta 25, koivua 14 ja

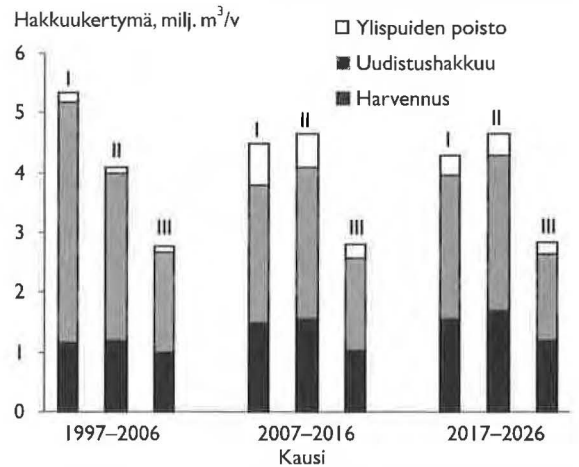
muuta lehtipuuta 2 prosenttia. Kolmen vuosikymmenen jälkeen männyn osuuden ennakoidaan kuitenkin kasvavan ja kuusen osuuden pienentyvän.

Tukkikokoisen puun kestävien hakkuumahdollisuuksien yläraja on noin 2 miljoonan kuutiometrin vuositasolla. Järeimmän (rinnankorkeusläpimitta yli 30 cm) puun osuus vähenee jonkin verran kolmannella vuosikymmenellä (kuva 6). Suurimman kestävä hakuu määrän mukaisesta tukkipuukertymästä suurin osa on mäntytukkia, keskimäärin 61 prosenttia kolmen vuosikymmenen aikana. Vastaavasti mäntykuitupuun osuus on keskimäärin 56 prosenttia kuitupuukertymästä. Mäntykuitupuukertymä on kolmannella kymmenvuotiskaudella 46 prosenttia (vajaa 0,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa) ja koivukuitupuukertymä 36 prosenttia (vajaa 0,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa) suurempi kuin laskelmakauden alussa.

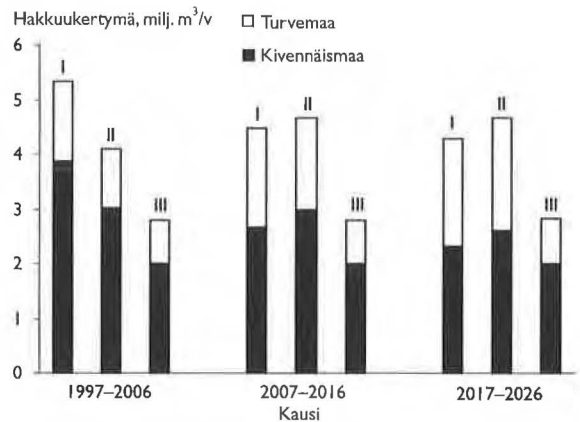
Pääosa käyttöpuusta saadaan lähivuosikymmeninäkin uudistushakkuista, vaikka harvennushakkuista saatavan puun osuus kertymästä suurenee 29 prosentista 36 prosenttiin (kuva 7).

Turvemaiden osuus hakkuumahdollisuuksista lisääntyy lähivuosikymmeninä 26 prosentista 44 prosenttiin (kuva 8). Suurimman kestävä hakuu määrän arvion mukaan toimittaessa turvemilla on vuosina 1997–2026 männyn hakkuukertymästä keskimäärin 37 prosenttia ja koivun hakkuukertymästä 57 prosenttia. Hakkuumahdollisuuksien suureneminen seuraa turvemaiden puuston kasvun lisäystä viiveellä, joka riippuu suometsien hakkuukypsyyden saavuttamisesta. Suurimmillaan turvemaiden hakkuumahdollisuudet ovat 30 vuoden kuluttua, jonka jälkeen männyn ja kuusen hakkuumahdollisuuksien ennakoidaan vähentyvän turvemilla. Vastaavasti kivennäismailla hakkuumahdollisuudet ensin vähenevät 30 vuoden ajan ja lisääntyvät sen jälkeen.

Puuntuotannon rajoitusten poistaminen lukuunottamatta maaluokan perusteella tehtyä käyttörajoitusta (kaikki metsämaat ensisijaisesti puuntuotannossa ja kitumaat rajoitetussa puuntuotannossa) suurensi suurimman kestävä hakuu määrän arviota ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 0,15 miljoonaa kuutiometriä ja hakkuumahtoa 0,34 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Puuntuotannon rajoitusten poistamisen vaikutus suurimman kestävä hakuu määrän arviointiin oli samanlainen myös kahden seuraavan kymmenvuotiskauden aikana. Sen



Kuva 7. Hakkuukertymä hakkuutavoittain vuosina 1997–2026 vaihtoehdoissa I, II ja III.



Kuva 8. Hakkuukertymä kivennäis- ja turvemilla vuosina 1997–2026 vaihtoehdoissa I, II ja III.

sijaan vaikutus hakkuumahtoon pieniä tasaisesti seuraavilla kymmenvuotiskausilla. Koko 30 vuoden tarkastelujaksolla ilman puuntuotannon rajoituksia laskettu hakkuumahto oli keskimäärin 0,17 miljoonaa kuutiometriä vuodessa suurempi kuin hakkuumahto, jossa puuntuotannon rajoitukset oli otettu huomioon.

Korjuukustannusten laskennassa sovelletut koelakohtaiset arviot metsäkuljetusmatkan pituudesta ja mahdollisesta korjuuajankohdasta pienensivät ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella sekä suurimman kestävä hakuu määrän että hakkuumahdon arviota alle 20 000 kuutiometriä vuodessa.

## 5 Tulosten tarkastelu

### 5.1 Menetelmään liittyvät varaukset

Hakkuulaskelmat tehtiin MELA-ohjelmistolla ja VMI9-aineistoon perustuvalla MELA-aineistolla. Laskelmissa oli aikaisempiin MELA-ohjelmistolla tehtyihin tutkimuksiin (mm. Siitonen 1992) verrattuna käytettävissä yksityiskohtaisempi MELA-aineisto, jossa jokaisesta maastokoealasta oli muodostettu oma laskentakuvio. Lisäksi laskentakuvioiden käsittelyluokkien määrittelyssä hyödynnettiin VMI9-tietoja erityisistä luontokohteista ja korjuukustannusten laskennassa otettiin huomioon koealakohtaiset arviot metsäkuljetusmatkan pituudesta ja korjuuajankohdasta.

Metsäkuljetusmatkan pituuden ja korjuuajankohdan (mahdollisen talvikorjuun tarve) vaikutus suurimman kestävän hakkuumäärän ja hakkuumahdon arvioon Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella oli vähäinen. Metsäkuljetusmatkan pituuden osalta tähän lienee syynä se, että korjuukustannusmallit hyödyntävät koko alueen keskimääräistä metsäkuljetusmatkan pituutta, jos tarkempaa tietoa ei ole käytettävissä. Koealakohtaisen metsäkuljetusmatkan pituuden tuoma lisäinformaatio ei oleellisesti vaikuta koko alueen hakkuukertymän tasoon edellyttäen kuitenkin, että koealakohtaisen metsäkuljetusmatkan pituuden jakauma vastaa sovellettua koko alueen keskimääräistä metsäkuljetusmatkan pituutta. Yksittäisten hakkuukohteiden valintaan koealakohtaisesti määritetyllä metsäkuljetusmatkan pituudella on kuitenkin vaikutusta.

Laskelmissa sovelletut uudet puutason kasvumallit (Hynynen 1996, Hökkä 1996 ja Ojansuu 1996) kuvasivat aiempaa täsmällisemmin puuston kehitystä ja puiden reaktioita esimerkiksi puuston tihentymiseen ja käsittelyihin. Mahdollisuuksiin nähden vähäiset hakkuut – vaihtoehdossa III – lisäsivät ainakin aluksi puuvarantoa.

Esitetyt arviot perustuvat oletuksiin, että puun- tuotantoon käytettävissä oleva metsäala sekä puuston kasvuun vaikuttavat tekijät ja puiden reagointi niihin eivät muutu. Muutokset kasvuun vaikuttavissa tekijöissä ja puiden reagoinnissa kasvutekijöihin saattavat vaikuttaa puuston tulevan kasvun ennusteisiin ja sitä kautta hakkuumahdollisuusar-

vioihin. Koska muutaman viime vuoden kasvatietojen perusteella ei voi päätellä metsien kasvun tulevaa kehitystä tai edes sen suuntaa, laskelmissa puiden oletettiin kasvavan laskentajaksolla samoin kuin ne ovat keskimäärin kasvaneet 30 viime vuoden aikana.

Tuloksia tulkittaessa on huomioitava se, että tulosten luotettavuus heikkenee sitä enemmän mitä kauemmaksi tulevaisuuteen laskelmia tehdään. Siten ensimmäiselle kymmenvuotiskaudelle tehtyjen arvioiden luotettavuus on huomattavasti parempi kuin näiden arvioiden ennakoitua kehitykset myöhemmille kymmenvuotiskausille. Tämä johtuu siitä, että tulevaisuudessa saattaa tapahtua muutoksia laskelmissa käytettyihin oletuksiin (esimerkkinä muutokset hinta- ja kustannustasossa sekä niiden rakenteessa ja käytettävissä olevassa korjuuteknologiassa). Lisäksi jokaista kymmenvuotiskautta koskevat arviot ovat aina ehdollisia tehdyille oletuksille ja aikaisempien kymmenvuotiskausien arvioille. Tuloksiin liittyvän epävarmuuden vuoksi tuloksia ei voi pitää toteutuvan kehityksen ennusteina, vaan olemassaolevan tiedon ja tehtyjen oletusten varassa laskettuina arvioina ja niiden ennakoituna kehityksenä tulevaisuudessa.

Laskelmissa ei voitu ottaa huomioon metsiköiden sijaintia suhteessa toisiinsa, metsiköiden sijaintia suhteessa puun käyttöpisteisiin eikä näiden vaikutusta puustamaksukykyyn tai puun kysyntään. Nämä tekijät yhdessä saattavat ratkaista sen, jääkö esimerkiksi osa turvemaista tai ensiharvennuspuustoista todellisuudessa puun- tuotannon ulkopuolelle.

Vuosien 1987–1996 keskimääräisten hakkuiden mukainen laskelma (vaihtoehto III) havainnollistaa, miten metsävarat kehittyisivät, mikäli hakkuiden taso säilyisi entisellään. Hakkuumahto (vaihtoehto I) kuvaa metsänhoitosuosituksen mukaan harkittavissa olevan puuston määrää. Hakkuumahdon laskennassa ei tavoiteltu puun- tuotannon kestävyyttä. Ensimmäisen kymmenvuotiskauden hakkuumahdo on tavallaan lyhyen aikavälin puuntarjonnan yläraja eli se puumäärä, joka markkinoille voisi lakeja ja suosituksia rikkomatta tulla – olettaen, että kaikelle markkinoille tulevalle puulle olisi kysyntää ja että metsänomistajat myisivät puuta ja hakkaisivat metsiään metsikkökohtaisten suositusten ja viiden prosentin tuottovaatimuksen mukaisesti.

Suurimman kestävän hakkuumäärän arvio (vaiht-



toehto II) on hakkuusuunnitteen yläraja, jos puuntuotannon kestävyyttä metsäkeskuksen alueella pidetään tavoiteltavana. Laskelmissa ei ole otettu huomioon metsänomistuksen rakennetta tai metsänomistajien käyttäytymistä. Suurimman kestävän hakkuumäärän arvio ei siis ole hakkuusuunnite, joka perustuu taloudenharjoittajan omiin tavoitteisiin. Esitetyt hakkuumahdollisuusarviot eivät myöskään ole puun tarjonnan eivätkä todennäköisesti toteutuvan tulevaisuuden ennusteita. Todellisuudessa metsänomistajat yhdessä puun ostajien kanssa ratkaisevat markkinoille tulevan puumäärän ja metsien hoidon.

## 5.2 Päätelmät

Suurimman kestävän hakkuumäärän arvio ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella on runsas miljoona kuutiometriä vuodessa suurempi ja hakkuumahdon arvio lähes kaksinkertainen vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneisiin hakkuisiin verrattuna. Hakkuumahdon (vaihtoehto I) määrä ja sen hyödyntämisen seuraukset johtuvat metsien nykyisestä ikärakenteesta, jolle on ominaista nuorten ja keskikäisten mäntymetsien ja varttuneiden kuusikoiden runsaus. Hakkuumahdon hyödyntäminen supistaisi kuusen hakkuumahdollisuuksia ja kuusivarantoa, mutta männyn hakkuumahdollisuuksien ennakoidaan nousevan kolmen vuosikymmenen kuluttua.

Hakattaessa suurimman kestävän hakkuumäärän (vaihtoehto II) mukaisesti puuston kasvun ennakoitaan pysyvän puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla 5,2–5,3 miljoonan kuutiometrin vuositasolla seuraavan 30 vuoden ajan. Sen sijaan hakkuumahdon hyödyntämisen seurauksena puuston kasvu arvioidaan olevan vajaan 5 miljoonan kuutiometrin tasolla vuodessa.

Suurimman kestävän hakkuumäärän arvion (vaihtoehto II) mukaan toimittaessa vuoteen 2026 mennessä harvennuspuun osuus hakkuukertymästä koostuu 29 prosentista 36 prosenttiin ja turvemailta saatavan puun osuus runsaasta 26 prosentista 44 prosenttiin. Turvemaiden kasvun ja hakkuumahdollisuuksien suurenemista saattaa hidastaa esimerkiksi metsäojien kunnon tai turvemaiden ravinnelanteen heikkeneminen.

Metsien hakkuumahdollisuudet pienenevät tässä

esitetyistä, jos esim. puuntuotantoon käytettävissä olevien metsien määrä vähenee, nuoret metsät jäävät hoitamatta, puuta ei korjata turvemailta tai jos puun tarjonta tai kysyntä ei kohdistu hakkuukypsimpien metsien puustoihin.

## Kirjallisuus

- 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.
- 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.
- Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koecellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätalon tiedotus 410. 38 s. + liitteet.
- Kuusela, K. 1964. Increment-drain forecast for a large forest area. Seloste: Kasvun ja poistuman ennuste suurlle metsäalueelle. Acta Forestalia Fennica 77.5. 79 s.
- & Salminen, S. 1976. Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973–74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975. Summary: Forest resources in the forestry board districts of Pohjois-Karjala in 1973–74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975. Folia Forestalia 274. 43 s.
- & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979–1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977–1982. Summary: Forest resources in the six northernmost forestry board districts of south Finland, 1979–1982, and in the whole of south Finland, 1977–1982. Folia Forestalia 568. 79 s.
- & Salovaara, A. 1969. Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan metsävarat vuonna 1968. Summary: Forest resources in the forestry board districts of Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1968. Folia Forestalia 62. 42 s.
- Lappi, J. 1992. JLP: A linear programming package for management planning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 414. 134 s.

- Lihtonen, V. 1959. Metsätalouden suunnittelu. Porvoo. 355 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. Metsänhoitosuosituksset. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 2. painos. Helsinki. 72 s.
- Metinfo. 1997. Metsäsektorin suorakäyttöinen tietojärjestelmä. Metsäntutkimuslaitos. WWW-sovellus (<http://www.metla.fi>).
- Metsähallituksen ohjekirje 1981. 1981. Metsähallitus.
- Metsäluonnon hoito hakkuissa ja metsän uudistamisessa. 1997. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki. 12 s. + liitteet.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1996. 1996. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. 352 s.
- 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. 1993. Puunhankinta muutospaineessa. Voimavaratarpeiden arviointimalli vuoteen 2010. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 2.
- Ryynänen, S. & Tuomi, S. 1982. Polttopuun korjuu ja käyttö maatiloilla. Tilakohtainen inventointi v. 1979. Työtehoseuran julkaisuja 241.
- Salminen, S. & Salminen, O. 1998. Metsävarat Keski-Suomessa 1988–1992 sekä koko Etelä-Suomessa 1986–1992. Summary: The Forest Resources in Middle Finland, 1988–1992, and in whole South Finland, 1986–1992. Metsäntutkimuslaitos. Käsikirjoitus.
- Siitonen, M. 1990. Suomen metsävarat 1990 ja metsien kehitysmahdollisuudet 1990–2030. Selvitys Metsä 2000 -ohjelman tarkistustoimikunnalle. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto. Moniste. 56 s.
- 1992. Etelä-Pohjanmaan metsälautakunnan alueen hakkuumahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos, valtakunnan metsien inventointi. Moniste. 2 s.
- , Härkönen, K., Hirvelä, H., Jämsä, J., Kilpeläinen, H., Salminen, O. & Teuri, M. 1996. MELA Handbook 1996 Edition. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 622. 452 s.
- 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 1968–1997. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 2B/1998: 293–374. (Tämän niteen seuraava artikkeli)
- Valtakunnan metsien 9. inventointi (VMI9). 1997. Maastotyön ohjeet 1997. Etelä-Pohjanmaa, Keski-Pohjanmaa (eteläosa) ja Rannikko (länsiosa). Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. Moniste. 154 s.

## 24 viitettä