

Metsätieteen aikakauskirja 2B/1999

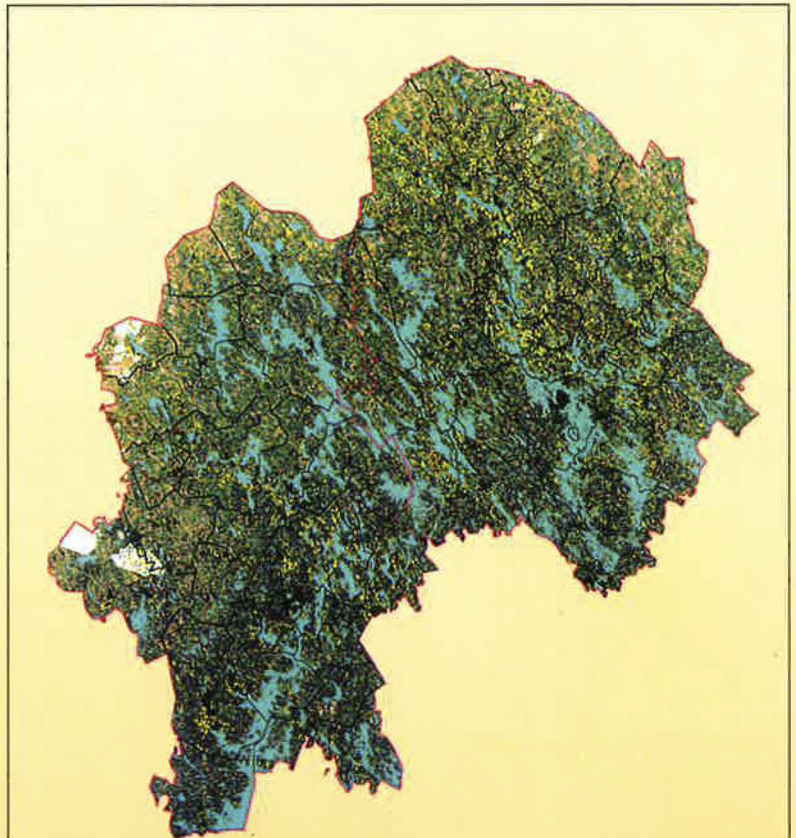
Metsävarat

Keski-Suomi Pohjois-Savo



metsävarat 1967–96

hakuumahdollisuudet 1996–2025



Hannu Hirvelä, Tuula Nuutinen ja Olli Salminen

Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1996–2025 Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla

Hirvelä, H., 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.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueiden hakkuumahdollisuudet vuosille 1996–2025. Hakkuulaskelmat tehtiin MELA-ohjelmistolla. Laskelmissa käytettiin valtakunnan metsien 9. inventoinnin koeala- ja puutiedoista muodostettuja metsäkeskuskohtaisia laskelma-aineistoja.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänkäsittelysuositusten mukaan hakkuukypsää ja hakkuukypsäksi tulevaa puuta riittäisi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella hakattavaksi Keski-Suomessa 8,8 ja Pohjois-Savossa 8,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Tämä kertymätaaso on kummankin metsäkeskuksen alueella lähes kaksinkertainen vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneisiin hakkuihin verrattuna: Keski-Suomessa 4,6 ja Pohjois-Savossa 4,5 miljoonaa kuutiometriä käyttöpuuta vuodessa. Jos hakkuuta halutaan nykyisestäään lisätä hakkuumahdollisuuksien kuitenkin vähentymättä tulevaisuudessa, osa nyt hakattavissa olevasta puustosta on säästettävä tuleville vuosikymmenille. Suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan vuosittaisen käyttöpuumäärän arvio on Keski-Suomessa 6,2 ja Pohjois-Savossa 5,9 miljoonaa kuutiometriä vuosina 1996–2005 ja sen ennakoitaan saavuttavan Keski-Suomessa 6,9 ja Pohjois-Savossa 6,4 miljoonan kuutiometrin tason kahden seuraavan vuosikymmenen kuluessa.

Esitetyt hakkuumahdollisuusarviot eivät ole puun tarjonnan eivätkä todennäköisesti toteutuvan tulevaisuuden ennusteita. Laskelmissa ei otettu huomioon mm. metsiköiden sijaintia suhteessa toisiinsa tai käyttöasteisiin, eikä näiden vaikutusta puustamaksukykyyn tai puun kysyntään. Nämä tekijät yhdessä metsänomistajien omien tai yhteiskunnan asettamien tavoitteiden kanssa saattavat kuitenkin ratkaista sen, väheneekö puuntuotannossa olevien metsien määrä, jäävätkö nuoret metsät hoitamatta, korjataan puuta turvemailta ja ensiharvennuskohteilta sekä kohdentuvatko hakkuut hakkuukypsimpiin puustoihin.

Asiasanat: hakkuumahdollisuusarvio, suurin kestävä hakkuumäärä, hakkuumahto, MELA-ohjelmisto, valtakunnan metsien 9. inventointi, Keski-Suomi, Pohjois-Savo

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

Häväsytty 7.5.1999

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., 6. ja 7. inventoinnin tulosten yhteydessä esitetyt metsälautakunnittaiset hakkuumahdollisuusarviot (taulukko 1, taulukko 2) perustuivat tavoitehakkuulaskelmaan (Kuusela 1959, Kuusela ja Nyysönen 1962, Kuusela 1964). Hakkuusuunnitteen laskennassa puusto ryhmiteltiin kehitys- tai ikäluokkiin, joiden puustoille asetettiin ennustejakson loppuun välitavoite. Välitavoite oli tarpeen tuotannon ylläpitämiseksi ja askel kohti lopullista tavoitepuustoa. Alkupuusto, välitavoite ja puuston arvioitu kasvukyky määrsivät hakkuusuunnitteen kehitys- tai ikäluokittain.

Valtakunnan metsien 5. inventoinnin (VMI5) yhteydessä julkaistu hakkuusuunnite Keski-Suomen piirimetsälautakunnan alueelle oli kuutiometreiksi muutettuna 4,4 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (taulukko 1), josta 0,3 miljoonaa kuutiometriä oli polttopuiksi rinnastettavaa havuohutpuuta ja lehtipuuhalkoa. Vastaava hakkuusuunnite Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan alueelle oli 4,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (taulukko 2), josta 0,4 miljoonaa kuutiometriä oli havuohutpuuta ja lehtipuuhalkoa. (Kuusela ja Salovaara 1968)

Valtakunnan metsien 6. inventoinnin (VMI6) tulosten yhteydessä esitetty suurin kestävä hakkuusuunnite Keski-Suomen piirimetsälautakunnan alueelle oli 5,0 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, josta tukki- ja kuitupuuta oli 4,6 ja hukkapuuta 0,4 miljoonaa kuutiometriä. Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan alueelle suurin kestävä hakkuusuunnite oli 5,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, josta tukki- ja kuitupuuta oli 4,8 miljoonaa kuutiometriä. Hakkuusuunnitteen laadinnan yhteydessä arviointiin lisäksi suojeluvähennys, joka oli Keski-Suomen piirimetsälautakunnan alueelle 0,03 ja Pohjois-Savon 0,02 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. (Kuusela ja Salovaara 1974)

Valtakunnan metsien 7. inventoinnin (VMI7) tulosten yhteydessä esitettiin suurin kestävä poistumasuunnite, joka oli Keski-Suomen piirimetsälautakunnan alueelle 5,7 ja Pohjois-Savon 5,8 miljoonaa

Taulukko 1. Keski-Suomen piirimetsälautakunnan (VMI5–VMI7) ja metsälautakunnan (VMI8) alueen metsä- ja kitumaan pinta-alat, puuston määrät ja hakkuumäärän arviot eri inventoinneissa. Hakkuusuunnite (VMI5–VMI7) perustuu kehitys- tai ikäluokittain määritellyn tavoitepuustoon. Suurimman kestävä hakkuukertymän arvio (VMI8) on laskettu MELA-ohjelmistolla.

	VMI5 ¹⁾ (1967)	Inventointi (Mittausvuodet)		VMI8 ⁴⁾ (1991)
		VMI6 ²⁾ (1973)	VMI7 ³⁾ (1981)	
Pinta-ala, 1000 ha				
metsämaa	1222	1226	1271	1230
metsä- ja kitumaa	1295	1298	1310	1268
Tilavuus, milj. m ³				
metsämaa	98,9	109,0	125,8	136,4
metsä- ja kitumaa	99,6	109,6	126,3	137,0
Hakkuusuunnitteen käyttöpuu- osa, milj. m ³ /v				
metsä- ja kitumaa	4,4	4,6	5,1	–
Suurimman kestävä hakkuu- kertymän arvio, milj. m ³ /v				
metsä- ja kitumaa	–	–	–	5,0

1) Kuusela ja Salovaara (1968)

2) Kuusela ja Salovaara (1974)

3) Kuusela ja Salminen (1983)

4) Salminen ja Salminen (1998)

naa kuutiometriä vuodessa (Kuusela ja Salminen 1983). Poistumasuunnite jaettiin hakkuusuunnitteen, luonnonpoistumaan ja suojeluvähennykseen. Hakkuusuunnite tarkoitti tukki- ja kuitupuun kertymäsuunnitetta (Keski-Suomessa 5,1 ja Pohjois-Savossa 5,1 miljoonaa kuutiometriä) ja metsätähdettä (0,5 ja 0,6 miljoonaa kuutiometriä).

Valtakunnan metsien 8. inventoinnin (VMI8) tulosten yhteydessä Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsälautakuntien alueiden hakkuumahdollisuuksia havainnollistettiin kahdella MELA-ohjelmistolla (Siitonen ym. 1996) tehdyllä hakkuulaskelmalla (Salminen ja Salminen 1998). MELA-ohjelmisto perustuu käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen simulointiin ja lineaariseen optimointiin, jolloin tarkastelualueen hakkuumäärät, puuston kehitys ja esimerkiksi keskimääräiset korjuukustannukset määräytyvät simuloitujen käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen sekä koko alueelle asetetun tavoitteen ja rajoitteiden perusteella valitun tuotanto-ohjelman mukaisesti. Las-

Taulukko 2. Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan (VMI5–VMI7) ja metsälautakunnan (VMI8) alueen metsä- ja kitumaan pinta-alat, puuston määrät ja hakkuumäärän arviot eri inventoinneissa. Hakkuusuunnitte (VMI5–VMI7) perustuu kehitys- tai ikäluokittain määriteltyyn tavoitepuustoon. Suurimman kestävän hakkuukertymän arvio (VMI8) on laskettu MELA-ohjelmistolla.

	Inventointi			
	VMI5 ¹⁾ (1967)	VMI6 ²⁾ (1973)	VMI7 ³⁾ (1980)	VMI8 ⁴⁾ (1989–90)
Pinta-ala, 1000 ha				
metsämaa	1287	1312	1338	1317
metsä- ja kitumaa	1350	1374	1372	1358
Tilavuus, milj. m ³				
metsämaa	108,6	112,4	128,2	146,1
metsä- ja kitumaa	109,2	113,1	128,6	147,0
Hakkuusuunnitteen käyttöpuu- osa, milj. m ³ /v				
metsä- ja kitumaa	4,9	4,8	5,1	–
Suurimman kestävän hakkuu- kertymän arvio, milj. m ³ /v				
metsä- ja kitumaa	–	–	–	5,3

¹⁾ Kuusela ja Salovaara (1968)

²⁾ Kuusela ja Salovaara (1974)

³⁾ Kuusela ja Salminen (1983)

⁴⁾ Salminen ja Salminen (1998)

kelmissä metsävarat, puuston kasvu ja hakkuut ovat aina ehdollisia edeltävien kausien metsävarojen, puuston kasvun ja toimenpiteiden suhteen.

Valtakunnan metsien 8. inventointia seuraavalla kymmenvuotiskaudella hakkuumahto eli metsänhoitosuosituksen mukaan välittömästi ilman kestävyysrajoitteita hakattavissa olevan käyttöpuun määrän arvio oli Keski-Suomen metsälautakunnan alueella 7,5 ja Pohjois-Savon 8,0 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Salminen ja Salminen 1998). Suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan käyttöpuun määrän arvio vastaaville alueille oli 5,0 ja 5,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Suojelualueet oli rajattu laskelmien ulkopuolelle. Hakkuulaskelmat olivat arvioita metsien tuotantomahdollisuuksista ja niiden kehityksestä erilaisilla hakkuutasoilla – eivät hakkuusuunnitteita eivätkä toteutuvan tulevaisuuden ennusteita. Laskelma-aineiston VMI8-maastokoealat oli ryhmitelty metsälautakunnittain puusto- ja kasvupaikatunnusten perusteella homogeenisiksi

laskentayksiköiksi. Laskentayksiköitä oli Etelä-Suomen alueella yhteensä 6583 kappaletta.

Hakkuumahdollisuuksien käyttöaste eli toteutuneiden hakkuiden suhde VMI8-aineistosta lasketuun suurimman kestävän hakkuumäärän arvioon (Salminen ja Salminen 1998) on kohonnut Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella vuosien 1987–1996 keskimääräisestä 85 prosentista vuosien 1993–1997 noin 100 prosenttiin. Vastaavia lukuja Keski-Suomen metsäkeskuksen alueelta ei voi esittää, koska VMI8-aineistoon perustuvat hakkuumahdollisuusarviot on laskettu Keski-Suomen metsälautakunnan alueelle. Keski-Suomen metsäkeskukseen liitettyjen Kuhmoisten ja Joutsan kuntien takia alueen metsä- ja kitumaan pinta-ala oli 8 prosenttia suurempi kuin aikaisemman Keski-Suomen metsälautakunnan vastaava pinta-ala (Metsätilastollinen vuosikirja 1995, 1997).

Valtakunnan metsien 9. inventoinnin (VMI9) maastomittaukset tehtiin Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla vuonna 1996. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää MELA-ohjelmiston avulla Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueille kahden eri hakkuustrategian – ns. hakkuumahdon ja suurimman kestävän hakkuumäärän – mukaiset hakkuumahdollisuusarviot vuosille 1996–2005 sekä niitä vastaavien hakkuumahdollisuuksien ja metsävarojen ehdollinen kehitys kahdelle seuraavalle kymmenvuotiskaudelle. Nämä strategiat eivät ole toteuttamisohjelmaksi tarkoitettuja, vaan niiden avulla havainnollistetaan hakkuumahdon ja kestävien hakkuumahdollisuuksien väliin jäävää toiminta-alueita. Tuloksia verrataan vuosien 1987–1996 keskimääräisiin toteutuneisiin hakkuisiin ja niitä vastaavaan metsien kehitykseen. Lisäksi tarkastellaan VMI9-aineistossa kuvattujen puuntuotannon rajoitusten ja erilliselvitykseen perustuvan tarkennetun korjuuolosuhteiden kuvauksen vaikutusta hakkuumahdollisuusarvioihin. Tulokset esitetään puuntuotantoon käytettävissä olevalle metsä- ja kitumaalle ellei toisin mainita.

VMI9-aineistoon perustuvia, MELA-ohjelmiston avulla tehtyjä hakkuumahdollisuusarvioita on aikaisemmin esitetty Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueelle (Hirvelä ym. 1998).

2 Aineisto

Laskelmissa käytettiin vuonna 1996 mitatuista VMI9:n koeala- ja puutiedoista (Valtakunnan metsien ... 1996) muodostettuja metsäkeskuskohtaisia laskelma-aineistoja. VMI9-koeala oli ympyrä, jonka säde määräytyi metsä- tai kitumaalta relaskooppilla (kertoimella 2) luetun suurimman puun läpimitan perusteella, kuitenkin korkeintaan 12,52 m (Valtakunnan metsien ... 1996). Jos koealaympyrä ei mahtunut kokonaan samalle kuviolle, koeala jaettiin osiin. Kuviota, jolle koealan keskipiste osui, nimitettiin keskipistekuvioksi ja muita kuvioita sivukuvioksi. Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueiden (kuva 1) laskelma-aineistot sisälsivät metsä- ja kitumaan koealat puuttomia sivukuviota lukuunottamatta. VMI9:n koealatiedot täydennettiin MELA-koealatiedoiksi sekä luku- ja koeputiedot MELA-kuvauspuutiedoiksi (ks. Siitonen ym. 1996, s. 263).

Koska koealan pieni koko saattaa vaikuttaa puuston määrän arvioinnin ja metsikön käsittelytarpeen päättelyn luotettavuuteen, laskelma-aineistoja tehtäessä jokaisesta koealasta muodostettiin metsikkökuviota vastaava laskentakuvio, johon yhdistettiin koealan lisäksi kahdesta viiteen puusto- ja kasvupaikkatunnusiltaan toisiaan vastaavaa koealaa saman metsäkeskuksen alueelta. Koealojen yhdistelyssä käytetyt kuviokohtaiset tunnuksot olivat maaluokka, kasvupaikkatyyppi, puuston pohjapinta-ala, kehitysluokka, puuston keskiläpimitta, vallitseva puulaji, puuston biologinen ikä, kasvupaikan päätyyppi (alaryhmä) ja vallitsevan puulajin osuus. Yhdisteltävät koealat valittiin koealatunnusten sijasta koko kuviota koskevien tunnusten perusteella, jotta koealojen välinen vaihtelu kuvaisi kuvion sisäistä vaihtelua. Sekä alkuperäisten VMI9-koealojen että muodostettujen laskentakuvioiden lukumäärä oli Keski-Suomen laskelma-aineistossa 5145 ja Pohjois-Savon 5060 kappaletta.

Laskentakuviot jaettiin alkuperäisten VMI9-koealojen perusteella kolmeen käsittelyluokkaan: ensisijaisesti puuntuotannossa, rajoitetussa puuntuotannossa ja puuntuotannon ulkopuolella oleviin. Ensisijaisesti puuntuotantoon käytettävissä olevilla alueilla sallittuja hakkuutapoja olivat puuston runkolukuun ja pohjapinta-alaan perustuvat harvennushakkuut, avo-, siemenpuu- ja suojuspuuhakkuut



Kuva 1. Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueet (metsäkeskusjako 1.3.1996).

sekä ylispuiden poisto. Rajoitetussa puuntuotannossa olevilla alueilla metsätalouden harjoittamista oli rajoitettu esimerkiksi suojelun, maiseman tai virkistyskäytön takia. Näillä 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 3). Kitumaat luokiteltiin maaluokan perusteella rajoitettuun puuntuotantoon kuuluviin alueisiin. Käsittelyluokan määrittelyn kannalta tärkein tunnus oli puuntuotannon rajoituksen tarkennus, joka ilmaisi suoraan sallitut tai suositeltavat toimenpiteet ilman varsinaista rajoituksen syytä (Valtakunnan metsien ... 1996). Lisäksi käsittelyluokitusta tarkennettiin soidensuojelualueiden, ojitusrauhousalueiden, 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.

Taulukko 3. Valtakunnan metsien 9. inventoinnin muuttujien avulla muodostetut laskelma-aineiston käsittelyluokat (1 = ensisijaisesti puuntuotannossa olevat, 2 = rajoitetussa puuntuotannossa olevat ja 3 = puuntuotannon ulkopuolella olevat).

VMI9-muuttujat	Laskelma-aineiston käsittelyluokka		
	1	2	3
Maaluokka ¹⁾			
1 metsämaa	x		
2 kitumaa		x	
Maaluokan tarkennus ¹⁾			
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 ¹⁾			
– 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 ¹⁾			
103 soidensuojelualue		x	x ³⁾
303 ojitusrauhitusalue		x	x ²⁾
307 kaupunkien ja kuntien lähivirkistysalueet		x	
308 puolustusvoimien harjoitusalueet		x	
402 soidensuojeluohjelma		x	x ³⁾

¹⁾ Muuttujien ja luokitusten täydelliset selitykset, ks. Valtakunnan metsien ... 1996.

²⁾ Turvemaat (Metsähallituksen ohjekirje 1981, Jarmo Leskinen (Metsähallitus) suull. 19.11.1997).

³⁾ Valtion hallinnassa olevat maat sekä muiden kuin valtion hallinnassa olevat turvemaat.

Korjuuolosuhteiden tarkennettu kuvaus perustui valtakunnan metsien inventoinnin tekemään erilliselvitykseen VMI9:n koelakokohtaisista arvioista metsäkuljetusmatkan pituudesta, korjuuajankohdasta (vain talvikorjuu mahdollinen) ja erityisen vaikeista korjuukohteista. Näitä tietoja käytettiin korjuukustannusten laskennassa.

VMI9-metsävaratulosten mukaan Keski-Suomen metsäkeskuksen alueen metsä- ja kitumaan pinta-ala oli yhteensä 1 367 500 hehtaaria, puuston tilavuus 158,9 miljoonaa kuutiometriä ja puuston kasvu inventointia edeltäneellä viiden vuoden jaksolla keskimäärin 6,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Tomppo ym. 1999b). Alueen metsä- ja kitumaan

pinta-alasta oli puuntuotannon ulkopuolella 32 800 hehtaaria, jota vastaava puuston tilavuus oli yhteensä 3,7 miljoonaa kuutiometriä (taulukko 4).

Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen metsä- ja kitumaan ala oli yhteensä 1 332 800 hehtaaria, puuston tilavuus 151,8 miljoonaa kuutiometriä ja puuston kasvu 6,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Tomppo ym. 1999a). Alueen metsä- ja kitumaan pinta-alasta oli puuntuotannon ulkopuolella 16 700 hehtaaria, jolla puuston tilavuus oli yhteensä 2,2 miljoonaa kuutiometriä (taulukko 5).

Taulukko 4. VMI9-maastoaineistosta muodostetun laskelma-aineiston mukaiset käsittelyluokkien pinta-alat ja puuston tilavuudet Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.

Käsittelyluokka ¹⁾	Metsämaa	Kitumaa	Yhteensä	Osuus, %
		Pinta-ala, 1000 ha		
1	1247,6	– ²⁾	1247,6	91,2
2	58,6	28,5	87,1	6,4
3	26,1	6,7	32,8	2,4
Yhteensä	1332,3	35,2	1367,5	100,0
		Tilavuus, milj. m ³		
1	145,8	– ²⁾	145,8	91,8
2	8,8	0,6	9,4	5,9
3	3,6	0,1	3,7	2,3
Yhteensä	158,2	0,7	158,9	100,0

¹⁾ Käsittelyluokka, ks. taulukko 3.

²⁾ Kitumaat ovat joko rajoitetussa puuntuotannossa tai puuntuotannon ulkopuolella.

Taulukko 5. VMI9-maastoaineistosta muodostetun laskelma-aineiston mukaiset käsittelyluokkien pinta-alat ja puuston tilavuudet Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.

Käsittelyluokka ¹⁾	Metsämaa	Kitumaa	Yhteensä	Osuus, %
		Pinta-ala, 1000 ha		
1	1222,2	– ²⁾	1222,2	91,7
2	73,5	20,4	93,9	7,0
3	13,5	3,2	16,7	1,3
Yhteensä	1309,2	23,6	1332,8	100,0
		Tilavuus, milj. m ³		
1	137,3	– ²⁾	137,3	90,4
2	11,9	0,4	12,3	8,1
3	2,2	0,0	2,2	1,5
Yhteensä	151,4	0,4	151,8	100,0

¹⁾ Käsittelyluokka, ks. taulukko 3.

²⁾ Kitumaat ovat joko rajoitetussa puuntuotannossa tai puuntuotannon ulkopuolella.

3 Menetelmät

3.1 Hakkuulaskelmavaihtoehdot

Hakkuulaskelmat tehtiin MELA-ohjelmistolla (Siitonen ym. 1996, Nuutinen ym. 1998) erikseen kumankin metsäkeskuksen alueelle 50 vuoden laskelma-ajalle, joka jaettiin viiteen kymmenvuotiskautteen. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin pääasiassa vain ensimmäisen 30 vuoden jaksoa (vuosia 1996–2025). Hakkuulaskelmien laadinnassa oli kaksi vaihtoa: vaihtoehtoisten käsittely- ja kehityssarjojen simulointi laskentakuvioille ja simuloiduista vaihtoehtoisista käsittely- ja kehityssarjoista aluetason tehokkaiden tuotanto-ohjelmien hakeminen lineaariseen optimointiin perustuvalla JLP-ohjelmistolla (Lappi 1992). Lineaarisen optimoinnin tavoitefunktiona oli nettotulojen nykyarvon maksimointi. Optimointitehtävän tavoitefunktio määritteli näin puuntuotannon taloudelliseksi toiminnaksi. Toiminnan kannattavuusvaatimus määräytyi nettotulojen nykyarvon laskennassa käytetyn laskentakoron ja optimoinnissa sovellettujen rajoitteiden yhteisvaikutuksena.

Hakkuulaskelmavaihtoehdot olivat

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

Hakkuumahto (vaihtoehto I) laskettiin maksimoidulla nettotulojen nykyarvoa viiden prosentin korkokannalla ilman toiminnan kestävyys- ja lopputilan puustovaatimuksia (Siitonen ym. 1996, s. 103). Laskelmassa hakattiin kaikki sovellettujen metsänkäsittelysuositusten mukaan hakattavissa olevat kohteet, jotka eivät täyttäneet kasvattamisen ehdoksi asetettua kannattavuusvaatimusta. Teknisesti vuotuinen hakkuumahto oli kymmenvuotiskauden puolivälissä hakattavissa oleva puumäärä jaettuna kymmenellä.

Hakkuumahdosta poiketen suurimman kestävän eli suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan hakkuukertymän toteuttavassa laskelmassa (vaihtoehto II) otettiin huomioon myös puuntuotannon kestävyysvaatimukset. Laskelmassa maksimoitiin nettotulojen nykyarvoa neljän prosentin korkokannalla (vrt. Siitonen ym. 1996, s. 104). Laskentakorko-

kannaksi valittiin neljä prosenttia, koska kolmen prosentin korko johti puuvarannon lisääntymiseen ja viiden prosentin korko puuvarannon selvään supistumiseen laskelma-ajan aikana. Puuntuotannon kestävyys laskelma-ajan kuluessa varmistettiin siten, että hakkuukertymät ja nettotulot olivat aina vähintään edellisen kymmenvuotiskauden tasolla, tukkipuukertymä pysyi koko laskelma-ajan vähintään ensimmäisen kymmenvuotiskauden tasolla ja puuston tuottoarvo neljän prosentin korkokannalla laskettuna oli laskelma-ajan lopussa vähintään laskelman alkuhetken tasolla.

Myös vaihtoehdossa III (vuosien 1987–1996 keskimääräinen kertymätaaso) maksimoitiin nettotulojen nykyarvoa neljän prosentin korkokannalla. Kertymätaaso haettiin käyttämällä optimoinnissa rajoitteena vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneita puutavaralajeittaisia hakkuukertymiä. Koska kertymätilasto (Metinfo 1999) sisälsi vain metsälautakunnittain toteutuneet hakkuukertymät, Keski-Suomen metsäkeskukseen liitettyjen kuntien (Kuhmoinen ja Joutsa) hakkuukertymät arvioitiin ko. kuntien ja vastaavien metsälautakuntien metsämaan pinta-alojen perusteella. Kertymätilasto sisälsi myös polttopuun, josta oletettiin teollisuuden ainespuuksi kelpaavaksi puulajista riippuen 20–30 prosenttia (ks. Ryyänen ja Tuomi 1982).

3.2 Käsittely- ja kehitysvaihtoehtojen perusteet

Laskentakuvioiden käsittely- ja kehityssarjat tuotettiin puukohtaisesti malleihin perustuvalla MELA-ohjelmiston metsikkösimulaattorilla (Siitonen ym. 1996, Nuutinen ym. 1998, Hynynen 1998). MELA-ohjelmistossa luonnonprosessimalleina käytettiin Ojansuun ym. (1991) metsien uudistumiseen ja puuston kehitykseen, Ojansuun (1996) kasvupaikan kuvaukseen, Hynynen (1996) puuston kasvuun ja luonnonpoistumaan sekä Hökän (1996) suometsien kasvuun liittyviä malleja. Uudet puutason kasvumallit (Hynynen 1996, Hökän 1996 ja Ojansuun 1996) kuvasivat aiempaa täsmällisemmin puuston kehitystä ja puiden reaktioita esimerkiksi puuston tihentymiseen ja käsittelyihin. Laskelmissa käytettyjen mallien ennustama kasvu oli korjattu vastaamaan puuston keskimääräistä kasvuntasoa viimeisen 30

vuoden aikana (Hynynen ym. 1999). Tasokorjaus tehtiin kasvuindeksien avulla.

Käsittelyt perustuivat Metsätalouden kehittämissäkeskus Tapion metsänkäsittelysuosituksiin vuodelta 1994 (Luonnonläheinen metsänhoito 1994). Hakkuuvaihtoehtoina olivat runkolukuun ja pohjapinta-alaan perustuvat harvennukset, avo-, siemenpuuja suojuuspuuhakkuut sekä ylispuiden poisto. Uudistushakkuissa hehtaarikohtaisesta hakkuukertymästä vähennettiin viisi kuutiometriä, joka vastasi keskimäärin avohakkuualoille ns. säästöpuina jätettävää puustoa (Metsäluonnon hoito ... 1997).

Laskelmissa sallittuja metsänkäsittelyjä olivat hakkuiden lisäksi metsänuudistamiseen liittyvä raiwaus, maanpinnan käsittely ja viljely sekä taimikohoitto. Lannoitus, ojitus ja pystypuiden karsinta eivät olleet mukana käsittelyvaihtoehtojen simuloinnissa.

MELA-ohjelmiston käsittelyvaihtoehtojen simuloinnissa toteutuskelpoiset toimenpiteet päätettiin koko laskentakuvion keskimääräisten tietojen perusteella, jotka määritettiin laskentakuvioon kuuluvien koealojen avulla. Toimenpiteet toteutettiin erikseen laskentakuvion jokaisella koealalla, mutta optimoinnissa käytettävät päätösmuuttujat ja raportoitavat tulokset kerättiin vain alkuperäisiltä koealoilta, joita oli yksi jokaisella laskentakuviolla. Siten MELA-ohjelmistolla saatujen tulosten laskennassa käytettiin samoja koealoja kuin varsinaisten VMI9-metsävaratulosten (Tomppo ym. 1999a, Tomppo ym. 1999b) laskennassa.

Nettotulojen nykyarvon laskenta perustui tienvarsihintoihin. Nettotulot saatiin vähentämällä tienvarsihintoista hakkuutuloista korjuun ja metsänhoidon kustannukset. Näin otettiin huomioon mm. poistettavien runkojen koon ja hehtaarikohtaisen hakkuukertymän aiheuttamat erot nettotuloissa. Tienvarsihintoina käytettiin vuosina 1986–1995 Etelä-Suomessa toteutuneiden hankintahintojen (Metsätilastollinen vuosikirja 1996) vuoden 1995 hintatasolla laskettuja keskiarvoja puutavaralajeittain (taulukko 6).

MELA-ohjelmiston metsikkösimulaattorissa käytettiin uudistettuja puunkorjuun talousmalleja. Korjuukustannukset laskettiin korjuun ajanmenekin ja korjuun yksikköhintojen (taulukko 7) tulona. Ajanmenekit perustuivat työtutkimuksiin (Kuitto ym. 1994, Rummukainen ym. 1993). Jokaisessa hakkuu-

Taulukko 6. Vuosina 1986–1995 Etelä-Suomessa toteutuneiden hankintahintojen vuoden 1995 hintatasolla lasketut keskiarvot (mk/m³) puutavaralajeittain. Etelä-Suomi käsittää metsäkeskukset 0–I I. (Metsätalastollinen vuosikirja 1996)

	Tukkipuu	Kuitupuu
Mänty	270	172
Kuusi	223	196
Koivu	271	166

Taulukko 7. Laskelmissa sovelletut korjuun yksikköhinnat.

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

vaihtoehdossa MELA-ohjelmisto valitsi aina edullisimman (kustannuksiltaan halvimmalla) korjuuvaihtoehdon (metsurihakkuun tai hakkuun monitoimikoneella). Metsänhoitotöiden kustannukset laskettiin työmäärien ja vuosina 1986–1995 toteutuneiden keskimääräisten, vuoden 1995 hintatasoon muutettujen yksikköhintojen (taulukko 8) tulona.

Puutavaralajit laskettiin Laasasenahon (1982) puun rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvien runkokäyräyhtälöiden avulla. Mäntytukin kuorellisena minimiläpimittana käytettiin 14,5 cm, kuusitukin 17,0 cm ja lehtipuutukin 16,5 cm. Kuitupuun kuorellinen minimiläpimitta oli männyllä 6,3 cm ja kuusella sekä lehtipuilla 6,5 cm. Kuituosan minimipituutena käytettiin 2,0 m. Minimimitat eivät täysin vastanneet niitä mittoja, joiden perusteella VMI9:ssä pysty puusto on jaettu puutavaralajeihin (Valtakunnan metsien ... 1996). Koska rungon mittoihin perustuva apteraus ei ota huomioon laatuun liittyviä tekijöitä, tukkipuun määrää korjattiin erillisellä tukkivähennysmallilla VMI7:n pystyyn apteerattujen koepuiden tasolle (Ojansuu ym. 1991). Erotus siirtyi kuitupuuksi.

Tukkipuun määrittämisestä ja tukkipuun minimiläpimitoista johtuen tukkipuun määrä oli

Taulukko 8. Metsänhoitotöiden vuosina 1986–1995 toteutuneet keskimääräiset yksikköhinnat vuoden 1995 hintatasoon muutettuna. (Metsätalastollinen 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

Taulukko 9. Tukkipuun osuus (%) puuston tilavuudesta Keski-Suomen (Tomppo ym. 1999b) ja Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen (Tomppo ym. 1999a) VMI9-metsävaratuloksissa sekä MELA-laskelmien alkutilanteessa vuonna 1996.

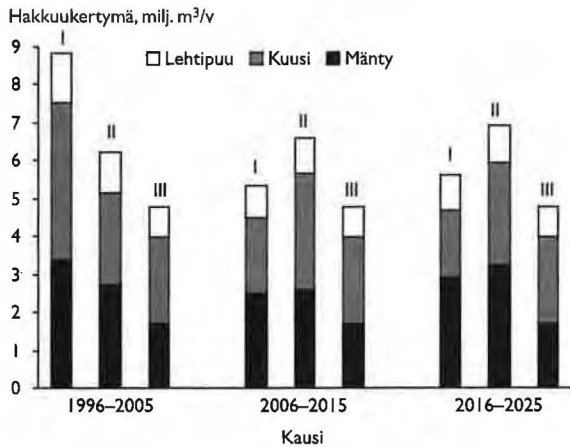
Puulaji	VMI9	MELA
Keski-Suomen metsäkeskus		
mänty	33,8	37,7
kuusi	47,4	54,3
koivu	14,6	15,7
muu lehtipuu	5,3	4,3
keskimäärin	35,8	40,2
Pohjois-Savon metsäkeskus		
mänty	35,4	40,1
kuusi	50,0	54,2
koivu	12,4	14,2
muu lehtipuu	3,2	4,1
keskimäärin	36,5	40,2

keskimäärin yliarvio. MELA-laskelmien alkutilanteessa puuston runkotilavuuden tukkiosuudet arvioitiin sekä Keski-Suomen että Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueilla keskimäärin neljä prosenttiyksikköä suuremmiksi kuin VMI9-metsävaratuloksissa (taulukko 9).

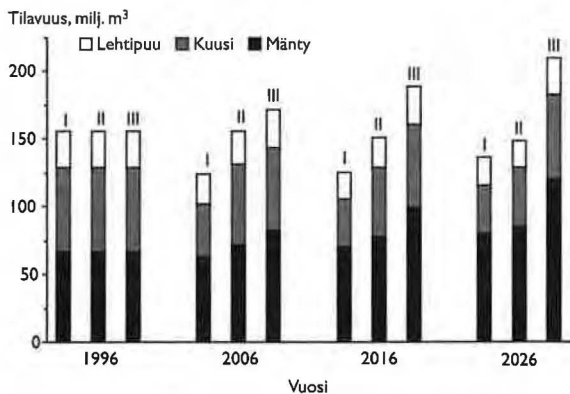
4 Tulokset

4.1 Keski-Suomen metsäkeskus

Keski-Suomen metsäkeskuksen alueen metsistä hakattiin vuosina 1987–1996 keskimäärin 4,6 miljoonaa kuutiometriä käyttöpuuta vuodessa. Käyttöpuu sisälsi markkinahakkuiden ja piensahojen käyttämän puun lisäksi teollisuuden ainespuun mitat täyttävän osan polttopuusta. Vuosien 1987–1996 kertymästä oli mäntyä keskimäärin 35, kuusta 51 ja lehtipuuta 14 prosenttia.



Kuva 2. Hakkuukertymä puulajeittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.

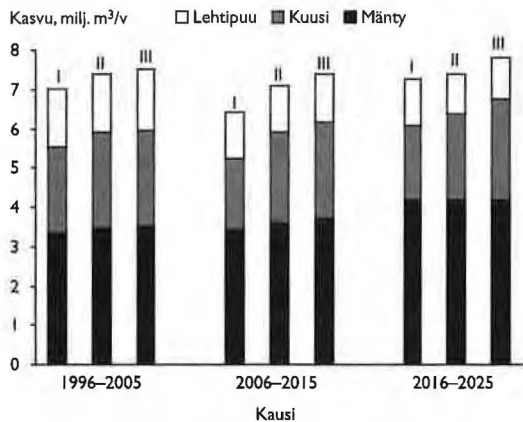


Kuva 3. Puuston tilavuus puulajeittain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2026 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.

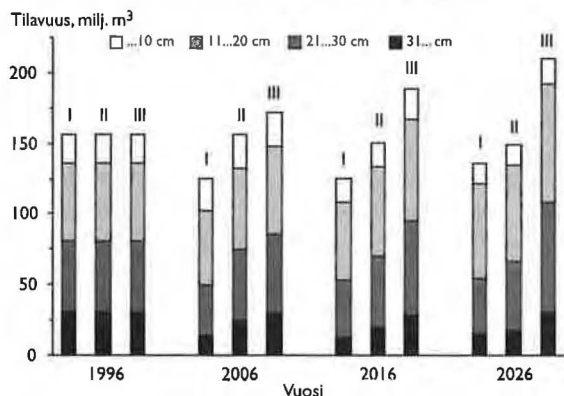
Mikäli hakkuut säilyisivät vuosien 1987–1996 keskimääräisellä tasolla (kuva 2, vaihtoehto III), puuvarannon arvioidaan karttuvan puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla lähes 1,8 miljoonan kuutiometrin vuosivauhdilla (kuva 3). Vastaavalla alueella puuston kasvun (kuva 4) arvioidaan olevan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (5,6 m³/ha/v) ja sen ennakoidaan nousevan 7,8 miljoonan kuutiometrin tasolle (5,8 m³/ha/v) kolmannella kymmenvuotiskaudella. Koko metsä- ja kitumaan alueella puuston kasvun arvioidaan olevan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänkäsitteilysuositusten (Luonnonläheinen metsänhoito 1994) perusteella hakkuukypsää ja hakkuukypsäksi tulevaa puuta (hakkuumahto) riittäisi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella hakattavaksi noin 8,8 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kuva 2, vaihtoehto I) eli noin 1,9-kertaisesti vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneisiin hakkuuksiin verrattuna. Kertymästä olisi mäntyä 38, kuusta 48, koivua 12 ja muuta lehtipuuta runsas 2 prosenttia.

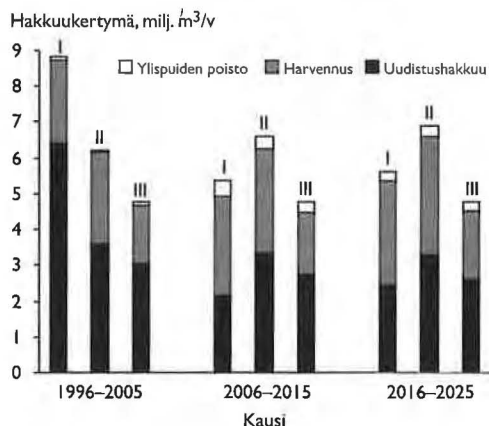
Hakkuumahdon kokonaan hakkaaminen kuitenkin pienentäisi puuvarantoa vuosikymmenessä viidenneksellä nykyisestä (kuva 3). Toisella kymmenvuotisjaksolla (vuosina 2006–2015) vuotuinen hakkuumahto olisi vain 5,3 miljoonaa kuutiometriä ja



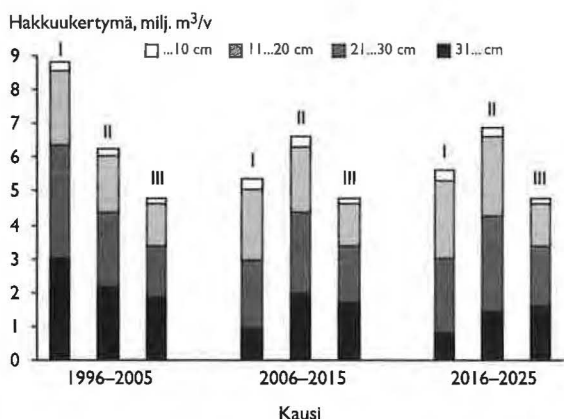
Kuva 4. Puuston kasvu puulajeittain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.



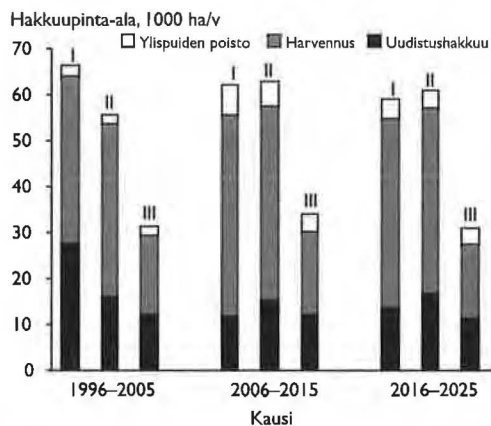
Kuva 5. Puuston tilavuus läpimittaluokittain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2026 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.



Kuva 7. Hakkuukertymä hakkuutavoittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.



Kuva 6. Hakkuukertymä läpimittaluokittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.



Kuva 8. Hakkuupinta-alat hakkuutavoittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.

puuston kasvu 6,4 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kuva 4). Järeän puun (rinnankorkeusläpimitta yli 20 cm) varanto (kuva 5) supistuisi 38 prosenttia ja hakkuumahdollisuudet (kuva 6) 54 prosenttia ensimmäiseen kymmenvuotiskauden verrattuna.

Hakkuumahdon mukaisesti toimittaessa harvennushakkuiden osuus kertymästä vuosina 1996–2005 olisi 26 prosenttia ja koko kolmenkymmenen vuoden tarkastelujakson aikana keskimäärin 40 prosenttia (kuva 7). Kokonaishakkuuala olisi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 66 000 hehtaaria (kuva 8)

ja keskimääräinen korjuukustannus 50 mk/m³ (taulukko 10).

Jos hakkuumäärien ei haluta vähenevän tulevaisuudessa, osa nyt hakattavissa olevasta puustosta on säästettävä tuleville vuosikymmenille. Suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan käyttöpuumäärän arvio on 6,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella ja sen ennakoitua saavuttavan 6,9 miljoonan kuutiometrin tason kahden seuraavan vuosikymmenen kuluessa (kuva 2, vaihtoehto II). Ensimmäisellä kymmenvuotiskau-

Taulukko 10. Ensimmäisen kymmenvuotiskauden hakkuumahdollisuusarvioita kuvaavia tunnuksia Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla.

Tunnus	Vaihtoehto I	Vaihtoehto II	Vaihtoehto III
Keskikasvu, m ³ /ha/v	5,2	5,5	5,6
Korjuukustannus, mk/m ³	50	52	49
Hakkuukertymä, m ³ /ha	133	112	152

della suurimman kestävän hakkuumäärän arvio on 30 prosenttia pienempi kuin metsänkäsittelysuositusten mukainen hakkuumahto ja kolmanneksen suurempi kuin vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneet hakkuut. Suurimman kestävän hakkuumäärän ennakoidaan nousevan kolmen vuosikymmenen kuluessa noin 1,5-kertaiseksi vuosien 1987–1996 keskimääräisiin hakkuisiin verrattuna.

Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella suurimman kestävän hakkuumäärän arviosta on mäntyä 43, kuusta 39, koivua 14 ja muuta lehtipuuta vajaa 4 prosenttia. Hakkuumahdollisuuksien jakautumisessa puulajeihin ei tapahdu suuria muutoksia 30 vuoden aikana. Mäntyä on kolmen seuraavan vuosikymmenen suurimman kestävän hakkuumäärän arviosta keskimäärin 43, kuusta 42, koivua 13 ja muuta lehtipuuta runsas 2 prosenttia. Kolmen vuosikymmenen jälkeen männyn osuuden ennakoidaan kuitenkin selvästi kasvavan muiden puulajien, erityisesti kuusen, osuuksien pienentyessä.

Suurimman kestävän hakkuumäärän arviota vastaava kokonaispoistuman arvio puuntuotantoon käytettävissä olevalle metsä- ja kitumaalle on ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella lähes 7,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (taulukko 11). Kokonaispoistuma sisältää metsiin jäävän luonnonpoistuman ja hakkuupoistuman. Hakkuupoistuma tarkoittaa tukki- ja kuitupuuta, hakkuuiden yhteydessä hakkuutahteenä metsään jäävää kuitupuun minimimittoja pienempää runkokuuta ja taimikonhoidossa metsään jäävää runkokuuta. Puuston kasvun arvio on ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,4 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kuva 4) eli 5,5 m³/ha/v. Toisella kymmenvuotiskaudella hakkuuta vastaava kokonaispoistuman ehdollinen ennuste on 7,5 ja kasvun 7,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kas-

Taulukko 11. Poistuman rakenne (milj. m³/vuosi) puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2005 Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella. *Kuusosen lehty K. Suonen 1.1.2001*

Tunnus	Vaihtoehto I	Vaihtoehto II	Vaihtoehto III
Kokonaispoistuma	9,94	7,29	5,78
mänty	3,64	2,98	1,94
kuusi	4,42	2,62	2,49
koivu	1,48	1,31	1,04
muu lehtipuu	0,40	0,37	0,31
Hakkuupoistuma	9,28	6,61	5,05
Hakkuukertymä	8,80	6,20	4,75
Tukkikertymä	4,96	3,36	2,62
mäntytukki	1,87	1,53	0,94
kuusitukki	2,81	1,59	1,50
koivutukki	0,26	0,22	0,17
muu lehtipuutukki	0,02	0,01	0,01
Kuitupuukertymä	3,84	2,84	2,13
mäntykuitu	1,47	1,16	0,71
kuusikuitu	1,37	0,83	0,80
koivukuitu	0,79	0,67	0,48
muu lehtipuukuitu	0,21	0,18	0,14
Hakkuutähde	0,49	0,41	0,30
Luonnonpoistuma	0,65	0,67	0,73

vu 5,3 m³/ha/v) ja kolmannella kaudella vastaavasti 7,5 ja 7,4 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kasvu 5,5 m³/ha/v). Koko metsä- ja kitumaan alalla puuston kasvun arvioidaan olevan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

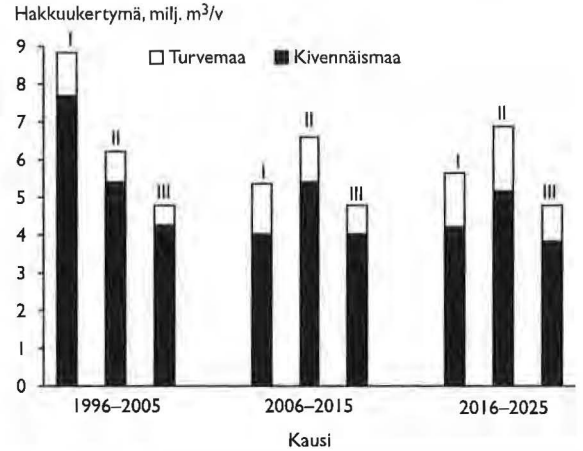
Jos hakkuut noudattaisivat suurimman kestävän hakkuumäärän arviota, puuvaranto hieman pieneni nykyisestä tasosta kolmen vuosikymmenen tarkastelujakson aikana. Männyn kokonaistilavuus lisääntyisi selvästi ja kuusen sekä lehtipuiden tilavuus pieneni (kuva 3). Järeän (rinnankorkeusläpimitta yli 20 cm) puun varanto pieneni 18 prosenttia kolmen vuosikymmenen aikana (kuva 5). Kolmen vuosikymmenen vuoden kuluttua kuusitukkipuun tilavuuden ennakoidaan olevan lähes 40 prosenttia ja koivutukkipuun lähes neljänneksen pienempi kuin laskelmakauden alussa. Mäntytukkipuun tilavuus olisi 12 prosenttia suurempi kuin laskelmakauden alussa. Kolmen vuosikymmenen tarkastelujakson jälkeen puuvarannon ennakoidaan kuitenkin lisääntyvän ja saavuttavan nykyisen tason kahdenkymmenen vuoden kuluessa.

Tukkipuun kestävien hakkuumahdollisuuksien ylärajan arvioidaan olevan 3,4 miljoonan kuutiometrin vuositasolla. Järeimmän (rinnankorkeusläpimitta yli 30 cm) puun osuus hakkuumahdollisuuksista vähenee kuitenkin selvästi kolmannella vuosikymmenellä (kuva 6). Suurimman kestävän hakkuumäärän mukaisesta tukkipuukertymästä suurin osa on kuusitukkia, keskimäärin 53 prosenttia kolmen vuosikymmenen aikana. Kuusikuitupuun osuus kuitupuukertymästä on keskimäärin 29 prosenttia. Mäntytukkipuun ja -kuitupuun vastaavat osuudet ovat 41 ja 46 prosenttia. Mäntykuitupuukertymä on kolmannella kymmenvuotiskaudella runsas 50 prosenttia (0,6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa) ja kuusikuitupuukertymä 19 prosenttia (0,2 miljoonaa kuutiometriä) suurempi sekä lehtipuiden kuitupuukertymä vajaa 10 prosenttia (0,1 miljoonaa kuutiometriä) pienempi kuin ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella.

Pääosa kestävien hakkuumahdollisuuksien mukaisesta käyttöpuusta saadaan lähivuosisikymmeninä uudistushakkuista, vaikka harvennushakkuista saatavan puun osuus kertymästä suurenee 41 prosentista 48 prosenttiin (kuva 7). Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella kokonaishakkuuala on 55 000 hehtaaria vuodessa, josta harvennushakkuuta on vajaa 38 000 hehtaaria (kuva 8). Laskelmissa korjuukustannukset ovat keskimäärin 52 mk/m³ (taulukko 10). Keskimääräiset korjuukustannukset ovat uudistushakkuissa 41 mk/m³ sekä harvennushakkuissa ja ylispuiden poistossa 65 mk/m³.

Turvemaiden osuus kestävästä hakkuumahdollisuuksista suurenee vuosina 1996–2025 13 prosentista 25 prosenttiin (kuva 9). Harvennushakkuiden osuus turvemaiden hakkuumahdollisuuksista pienee samalla ajanjaksolla 59 prosentista 42 prosenttiin. Suurimman kestävän hakkuumäärän arvion mukaan toimittaessa turvemaidella on vuosina 1996–2025 männyn hakkuukertymästä keskimäärin 22, kuusen 12, koivun 32 ja muiden lehtipuiden 17 prosenttia. Turvemaiden osuus kestävästä hakkuumahdollisuuksista on suurimmillaan 30 vuoden kuluttua, jonka jälkeen kaikkien puulajien hakkuumahdollisuuksien ennakoitaan turvemaidella vähentyvän.

Puuntuotannon rajoitusten – kuten erityisten luontokohteiden huomioon ottamisen – vaikutuksia tarkasteltiin tekemällä laskelmat, joissa oletet-



Kuva 9. Hakkuukertymä kivennäis- ja turvemaidella vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella.

tiin rajoitetussa puuntuotannossa ja puuntuotannon ulkopuolella olevien alueiden kuuluvan ensisijaisesti puuntuotannon piiriin lukuunottamatta maaluokan perusteella tehtyä käyttörajoitusta (kaikki metsämaat ensisijaisesti puuntuotannossa ja kitumaat rajoitetussa puuntuotannossa). Puuntuotannon rajoitusten poistaminen lisäsi suurimman kestävän hakkuumäärän arviota ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 4 prosenttia ja hakkuumahtoa 7 prosenttia. Koko kolmenkymmenen vuoden tarkastelujaksolla vastaavan lisäyksen ennakoitaan olevan sekä suurimman kestävän hakkuumäärän että hakkuumahdon arviossa keskimäärin 4 prosenttia.

Korjuuolosuhteiden tarkennetun kuvauksen vaikutuksia tarkasteltiin olettamalla korjuukohteiden metsäkuljetusmatkan pituuden, korjuuajankohdan ja maastoluokan määräytyvän VMI9-erilliselvityksen sijasta vastaavien tunnusten toteutuneiden jakaumien perusteella. Laskennassa sovelletut VMI9:n koelakoahtaiset arviot metsäkuljetusmatkan pituudesta, korjuuajankohdasta ja erityisen vaikeista korjuukohteista vaikuttivat ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella sekä suurimman kestävän hakkuumäärän että hakkuumahdon arvioon alle 0,02 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

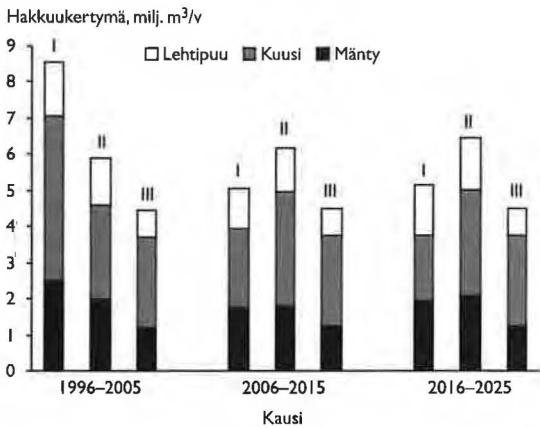
4.2 Pohjois-Savon metsäkeskus

Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen metsistä hakattiin vuosina 1987–1996 keskimäärin 4,5 miljoonaa kuutiometriä käyttöpuuta vuodessa. Kertymästä oli mäntyä 26, kuusta 58 ja lehtipuuta 16 prosenttia. Jos hakkuut säilyisivät vuosien 1987–1996 keskimääräisellä tasolla (kuva 10, vaihtoehto III), puuvarannon arvioidaan karttuvan puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla 1,6 miljoonan kuutiometrin vuosivauhdilla (kuva 11). Puuston kasvun (kuva 12) arvioidaan olevan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,2 miljoonaa kuu-

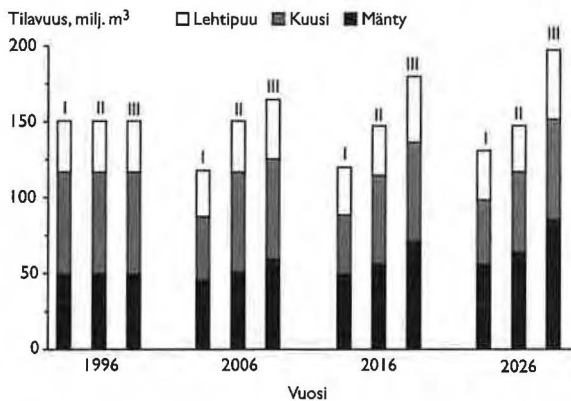
tiometriä vuodessa (5,4 m³/ha/v), jolla tasolla sen ennakoidaan olevan keskimäärin koko kolmenkymmenen vuoden ajan. Koko metsä- ja kitumaalla puuston vuotuisen kasvun arvioidaan olevan vajaa 0,1 miljoonaa kuutiometriä suurempi kuin puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion metsänkäsittelysuositusten perusteella hakkuukypsää ja hakkuukypsäksi tulevaa puuta (hakkuumahto) riittäisi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella hakattavaksi noin 8,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kuva 10, vaihtoehto I) eli noin 1,9-kertaisesti vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneisiin hakkuihin verrattuna. Kertymästä olisi mäntyä 29, kuusta 53, koivua 14 ja muuta lehtipuuta 4 prosenttia. Hakkuumahdon kokonaan hakkaaminen pienentäisi puuvarantoa vuosikymmenessä viidenneksellä nykyisestä (kuva 11). Toisella kymmenvuotisjaksolla (vuosina 2006–2015) vuotuinen hakkuumahto olisi vain 5,0 miljoonaa kuutiometriä ja puuston kasvu 6,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kuva 12). Järeän puun (rinnankorkeusläpimitta yli 20 cm) varanto (kuva 13) supistuisi 41 prosenttia ja hakkuumahdollisuudet (kuva 14) 54 prosenttia ensimmäiseen kymmenvuotisjaksoon verrattuna.

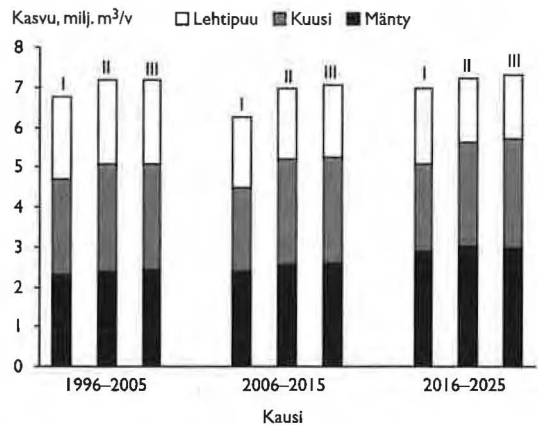
Hakkuumahdon mukaisesti toimittaessa harvennushakkuiden osuus kertymästä vuosina 1996–2005 olisi 26 prosenttia ja koko kolmenkymmenen vuo-



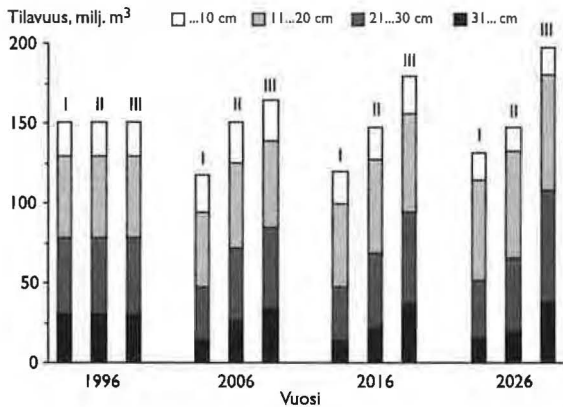
Kuva 10. Hakkuukertymä puulajeittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.



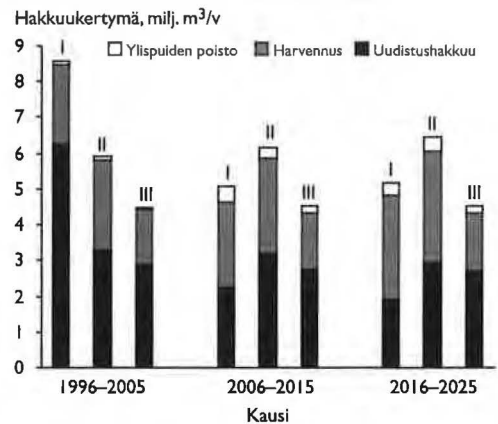
Kuva 11. Puuston tilavuus puulajeittain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2026 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.



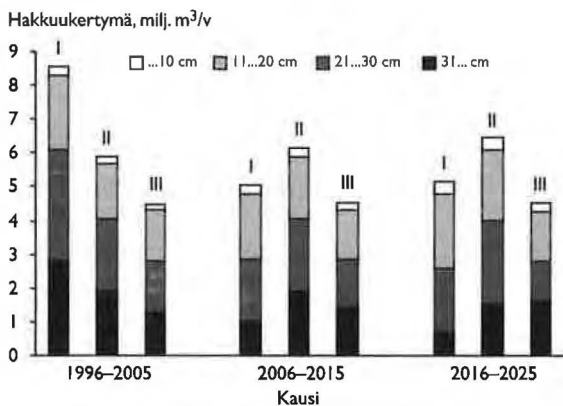
Kuva 12. Puuston kasvu puulajeittain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.



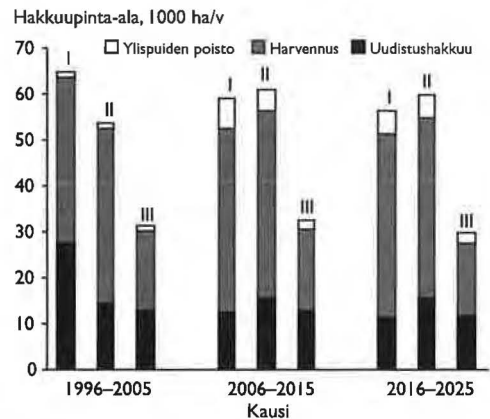
Kuva 13. Puuston tilavuus läpimittaluokittain puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2026 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.



Kuva 15. Hakkuukertymä hakkuutavoittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.



Kuva 14. Hakkuukertymä läpimittaluokittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.



Kuva 16. Hakkuupinta-ala hakkuutavoittain vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.

den tarkastelujakson aikana keskimäärin 40 prosenttia (kuva 15). Kokonaishakkuuala olisi ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella vajaa 65 000 hehtaaria (kuva 16) ja keskimääräinen korjuukustannus 51 m^3/ha (taulukko 12).

Suurimman jatkuvasti hakattavissa olevan käyttöpuumäärän arvio on 5,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella ja sen ennakoitaan saavuttavan 6,4 miljoonan kuutiometrin tason kahden seuraavan vuosikymmenen kuluessa (kuva 10, vaihtoehto II). Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella suurimman kestävän hak-

kuumäärän arvio on kolmanneksen pienempi kuin metsänkäsittelysuositusten mukainen hakkuumahto ja kolmanneksen suurempi kuin vuosina 1987–1996 keskimäärin toteutuneet hakkuut. Suurimman kestävän hakkuumäärän ennakoitaan nousevan kolmen vuosikymmenen kuluessa noin 1,4-kertaiseksi vuosien 1987–1996 keskimääräisiin hakkuuksiin verrattuna.

Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella suurimman kestävän hakkuumäärän arviosta on mäntyä 34, kuusta 44, koivua 17 ja muuta lehtipuuta 5 prosenttia. Hakkuumahdollisuuksien jakautumisessa puu-

Taulukko 12. Ensimmäisen kymmenvuotiskauden hakkuumahdollisuusarvioita kuvaavia tunnuksia Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla.

Tunnus	Vaihtoehto I	Vaihtoehto II	Vaihtoehto III
Keskikasvu, m ³ /ha/v	5,1	5,4	5,4
Korjuukustannus, mk/m ³	51	53	53
Hakkuukertymä, m ³ /ha	132	109	144

lajeihin ei tapahdu suuria muutoksia 30 vuoden aikana. Mäntyä on kolmen seuraavan vuosikymmenen suurimman kestävän hakkuumäärän arviosta keskimäärin 32, kuusta 47, koivua 17 ja muuta lehtipuuta 4 prosenttia. Kolmen vuosikymmenen jälkeen männyn osuuden ennakoidaan kuitenkin selvästi kasvavan ja kuusen osuuden pienentyvän.

Suurimman kestävän hakkuumäärän arviota vastaava kokonaispoistuman arvio puuntuotantoon käytettävissä olevalle metsä- ja kitumaalle on ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,0 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (taulukko 13). Puuston kasvun arvio on ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa eli 5,4 m³/ha/v (kuva 12). Toisella kymmenvuotiskaudella hakkuita vastaava kokonaispoistuman ehdollinen ennuste on 7,1 ja kasvun 6,9 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kasvu 5,3 m³/ha/v) ja kolmannella kaudella vastaavasti 7,1 ja 7,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (kasvu 5,5 m³/ha/v). Koko metsä- ja kitumaan alalla puuston kasvun arvioidaan olevan ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 7,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

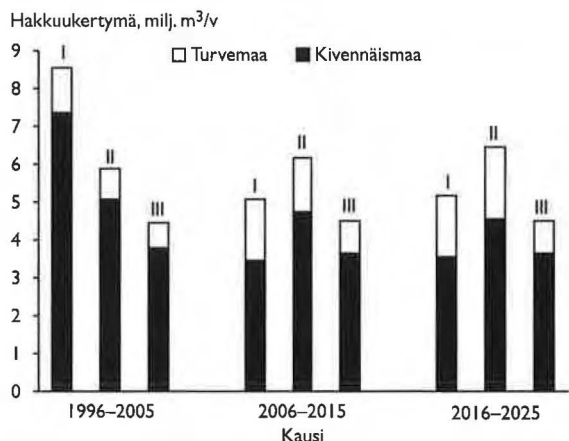
Suurimman kestävän hakkuumäärän arvion mukaisesti toimittaessa puuvaranto pieneni vajaa 2 prosenttia nykyisestä tasosta seuraavan kolmen vuosikymmenen aikana. Männyn tilavuus lisääntyisi selvästi, kuusen tilavuus pieneni ja lehtipuuden tilavuus säilyisi lähes nykyisellä tasolla (kuva 11). Järeän (rinnankorkeuslähimittaa yli 20 cm) puun varanto pieneni 18 prosenttia kolmen vuosikymmenen aikana (kuva 13). Kolmen vuosikymmenen vuoden kuluttua kuusitukkipuun tilavuuden ennakoidaan olevan kolmanneksen pienempi kuin laskelmakauden alussa. Mäntytukkipuun tilavuus olisi 7 ja koivutukkipuun tilavuus 16 prosenttia suurempi kuin

Taulukko 13. Poistuman rakenne (milj. m³/vuosi) puuntuotantoon käytettävissä olevalla metsä- ja kitumaalla vuosina 1996–2005 Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.

Tunnus	Vaihtoehto I	Vaihtoehto II	Vaihtoehto III
Kokonaispoistuma	9,78	7,04	5,61
mänty	2,70	2,20	1,39
kuusi	4,81	2,83	2,74
koivu	1,66	1,45	1,02
muu lehtipuu	0,61	0,56	0,46
Hakkuupoistuma	9,03	6,27	4,77
Hakkuukertymä	8,54	5,86	4,45
Tukkikertymä	4,76	3,11	2,20
mäntytukki	1,42	1,16	0,57
kuusitukki	3,05	1,71	1,51
koivutukki	0,27	0,22	0,12
muu lehtipuutukki	0,02	0,02	0,01
Kuitupuukertymä	3,78	2,75	2,25
mäntykuitu	1,05	0,82	0,60
kuusikuitu	1,51	0,90	1,02
koivukuitu	0,93	0,78	0,47
muu lehtipuukuitu	0,29	0,25	0,16
Hakkuutähde	0,49	0,41	0,31
Luonnonpoistuma	0,75	0,77	0,84

laskelmakauden alussa. Kolmen vuosikymmenen tarkastelujakson jälkeen puuvarannon ennakoidaan lisääntyvän ja ylittävän nykyisen tason jo seuraavan kymmenen vuoden aikana.

Tukkipuun kestävien hakkuumahdollisuuksien ylärajan arvioidaan olevan 3,1 miljoonan kuutiometrin vuositasona. Järeimmän (rinnankorkeuslähimittaa yli 30 cm) puun osuus hakkuumahdollisuuksista vähenee kuitenkin jonkin verran kolmannella vuosikymmenellä (kuva 14). Suurimman kestävän hakkuumäärän mukaisesta tukkipuukertymästä suurin osa on kuusitukkia, keskimäärin 62 prosenttia kolmen vuosikymmenen aikana. Vastaavasti kuusikuitupuun osuus on 32 prosenttia kuitupuukertymästä. Mäntytukkipuun ja -kuitupuun vastaavat osuudet ovat 31 ja 32 prosenttia. Mäntykuitupuukertymä on kolmannella kymmenvuotiskaudella vajaa 40 prosenttia (0,3 miljoonaa kuutiometriä vuodessa), kuusikuitupuukertymä runsas 10 prosenttia (0,1 miljoonaa kuutiometriä) ja lehtipuuden kuitupuukertymä 13 prosenttia (0,1 miljoonaa kuutiometriä) suurempi kuin ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella.



Kuva 17. Hakkuukertymä kivennäis- ja turvemaidella vuosina 1996–2025 vaihtoehdoissa I, II ja III Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueella.

Ensimmäisen kymmenvuotiskauden kestävien hakkuumahdollisuuksien mukaisesta käyttöpuusta saadaan harvennushakkuista 43 prosenttia, josta harvennushakkuiden osuus suurenee lähivuosisikymmeninä 48 prosenttiin (kuva 15). Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella kokonaishakkuuala on 54 000 hehtaaria vuodessa, josta harvennushakkuuta on 38 000 hehtaaria (kuva 16). Laskelmissa korjuukustannukset ovat keskimäärin 53 mk/m³ (taulukko 12). Keskimääräiset korjuukustannukset ovat uudistushakkuissa 42 mk/m³ sekä harvennushakkuissa ja ylispuiden poistossa 67 mk/m³.

Turvemaiden osuus kestävästä hakkuumahdollisuuksista lisääntyy lähivuosisikymmeninä 14 prosentista 29 prosenttiin (kuva 17). Harvennushakkuiden osuus turvemaiden hakkuumahdollisuuksista pienenee samalla ajanjaksolla 69 prosentista 42 prosenttiin. Suurimman kestävästä hakkuumäärän arvion mukaan toimittaessa turvemaidella on vuosina 1996–2025 männyn hakkuukertymästä keskimäärin 27, kuusen 16, koivun 35 ja muiden lehtipuiden 12 prosenttia. Turvemaiden osuus kestävästä hakkuumahdollisuuksista on suurimmillaan 30 vuoden kuluttua, jonka jälkeen hakkuumahdollisuuksien ennakoitaan turvemaidella vähentyvän.

Puuntuotannon rajoitusten poistaminen lukuunottamatta maaluokan perusteella tehtyä käyttörajotusta (kaikki metsämaat ensisijaisesti puuntuotannossa ja kitumaat rajoitetussa puuntuotannossa)

suurensi suurimman kestävästä hakkuumäärän arviota ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella 4 prosenttia ja hakkuumahtoa 7 prosenttia. Koko kolmenkymmenen vuoden tarkastelujaksolla vastaavan lisäyksen ennakoitaan olevan sekä suurimman kestävästä hakkuumäärän että hakkuumahdon arvioissa keskimäärin 4 prosenttia.

Korjuuolosuhteiden tarkennetun kuvauksen vaikutuksia tarkasteltiin olettamalla korjuukohteiden metsäkuljetusmatkan pituuden, korjuuajankohdan ja maastoluokan määräytyvän VMI9-erillisselvityksen sijasta vastaavien tunnusten toteutuneiden jakaumien perusteella. Laskennassa sovelletut VMI9:n koelakkohtaiset arviot metsäkuljetusmatkan pituudesta, korjuuajankohdasta ja erityisen vaikeista korjuukohteista pienensivät ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella suurimman kestävästä hakkuumäärän arviota 0,03 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ja hakkuumahdon arviota 0,02 miljoonaa kuutiometriä vuodessa.

5 Tulosten tarkastelu

5.1 Menetelmään liittyvät varaukset

Esitetyt hakkuumahdollisuusarviot perustuvat oletuksiin, että puuntuotantoon 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 hakkuumahdollisuusarvioihin.

Tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon tulosten luotettavuuden olevan sitä huonompi mitä kauemmaksi tulevaisuuteen laskelmia tehdään. Jokaisesta kymmenvuotiskaudelta koskevat arviot ovat aina mahdollisia tehdyille oletuksille (esimerkiksi hinta- ja kustannusrakenteelle, hinta- ja kustannustasolle sekä käytettävissä olevalle korjuuteknologialle) ja aikaisempien kymmenvuotiskausien arvioille. Tuloksiin liittyvän epävarmuuden vuoksi tuloksia ei voi pitää toteutuvan kehityksen ennusteina, vaan olemassaolevan tiedon ja tehtyjen oletusten varassa laskettuina arvioina.

Laskelmissa ei voitu ottaa huomioon metsiköiden

sijaintia suhteessa toisiinsa, metsiköiden sijaintia suhteessa puun käyttöpiesteisiin eikä näiden vaikutusta puustamaksukykyyn tai puun kysyntään. Nämä tekijät yhdessä saattavat ratkaista sen, jääkö esimerkiksi osa turvemaista tai ensiharvennuspuustoista todellisuudessa puuntuotannon ulkopuolelle.

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.

Metsien hakkuumahdollisuudet pienenevät tässä esitetyistä, jos esim. puuntuotantoon käytettävissä olevien metsien määrä vähenee, nuoret metsät jäävät hoitamatta, puuta ei korjata turvemailta tai jos hakkuut eivät kohdistu hakkuukypsimpien metsien puustoihin.

5.2 Päätelmät

Hakkuumahto (vaihtoehto I) kuvaa metsänhoitosuosituksen mukaan hakattavissa olevan puuston määrää. Määritelmän mukaisesti hakkuumahdon laskennassa ei tavoiteltu puuntuotannon kestävyyttä. Ensimmäisen kymmenvuotiskauden hakkuumahto on lyhyen aikavälin puuntarjonnan ehdoton yläraja eli se puumäärä, joka markkinoille voisi lakeja ja suosituksia rikkomatta tulla edellyttäen, 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 (vaihtoehto II) on hakkuusuunnitteen yläraja, jos puuntuotannon kestävyyttä metsäkeskuksen alueella pidetään tavoiteltavana. Vuosien 1987–1996 keskimääräisten hakkuuiden mukainen laskelma (vaihtoehto III) havainnollistaa, miten metsävarat kehittyisivät hakkuuiden jäädessä huomattavasti alemmalle tasolle kuin metsävarojen käytön kannalta olisi mahdollista.

Molempien metsäkeskusten alueiden hakkuumahdon arviot ovat 1,9-kertaiset vuosina 1987–1996

keskimäärin toteutuneisiin hakkuuihin verrattuna, mutta vuosina 1993–97 toteutuneisiin hakkuuihin verrattuna hakkuumahto on Keski-Suomessa vain 1,7-kertainen ja Pohjois-Savossa 1,6-kertainen. Hakkuumahdon (vaihtoehto I) määrä ja sen hyödyntämisen seuraukset johtuvat metsien nykyisestä ikärakenteesta, jolle on ominaista nuorten ja keskiikäisten mäntymetsien ja varttuneiden kuusikoiden runsaus. Hakkuumahdon hyödyntäminen supistaisi kuusen hakkuumahdollisuuksia ja kuusivarantoa, mutta männyn hakkuumahdollisuudet lisääntyisivät kolmen vuosikymmenen kuluttua.

Keski-Suomen metsäkeskuksen alueella suurimman kestävän hakkuumäärän arvio ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella on 1,6 ja Pohjois-Savossa 1,4 miljoonaa kuutiometriä vuodessa suurempi kuin vuosien 1987–1996 keskimääräiset hakkuut. Pohjois-Savon alueen kertymääräarvio on runsas 10 prosenttia suurempi kuin VMI8:n tulosten yhteydessä esitetty vastaava suurimman kestävän hakkuumäärän arvio VMI8:a seuraavalle kymmenvuotiskaudelle (Salminen ja Salminen 1998). Vuosien 1993–97 keskimääräiset hakkuut ovat olleet sekä Keski-Suomessa että Pohjois-Savossa 5,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa eli Keski-Suomessa 1,0 ja Pohjois-Savossa 0,6 miljoonaa kuutiometriä vähemmän kuin suurimman kestävän hakkuumäärän arvio.

Suurimman kestävän hakkuumäärän arvion (vaihtoehto II) mukaan toimittaessa harvennuspuun osuus hakkuukertymästä kohoaa Keski-Suomessa vuoteen 2025 mennessä 41 prosentista 48 prosenttiin ja Pohjois-Savossa 43 prosentista 48 prosenttiin. Turvemailta saatavan puun osuus kohoaa Keski-Suomessa 13 prosentista 25 prosenttiin ja Pohjois-Savossa 14 prosentista 29 prosenttiin. Hakkuumahdollisuuksien suureneminen seuraa turvemaiden puuston kasvun lisäystä viiveellä, joka riippuu suometsien hakkuukypsyyden saavuttamisesta. Turvemaiden kasvun ja hakkuumahdollisuuksien suurenemista saattaa hidastaa esimerkiksi metsäojien kunnon tai turvemaiden ravinnetilanteen heikkeneminen.

Puuntuotannon rajoitusten vaikutus hakkuumahdollisuuksiin oli kummankin metsäkeskuksen alueella varsin vähäinen (kolmenkymmenen vuoden tarkastelujaksolla molemmilla alueilla keskimäärin 4 prosenttia). Myös puuntuotannon ulkopuolella olevien alueiden pinta-alat olivat pienet: Keski-Suomessa runsas 2 ja Pohjois-Savossa runsas 1 prosent-

tia metsä- ja kitumaan alasta. Hakkuumahdossa puuntuotannon rajoitusten vaikutukset painottuivat ensimmäiseen kauteen, jolloin hakattiin kaikki alkuilanteen hakkuukypsät ja ensimmäisellä kaudella hakkuukypsiksi tulleet metsät. Puuntuotannon rajoitusten vaikutuksia kokonaishakkuukertymään ei voi tulkita valtakunnan metsien 6. ja 7. inventoinnin yhteydessä esitettyksi, lähinnä puuntuotannon ulkopuolelle jäävään puustoon ja sen kasvuun perustuvaksi suojeluvähennykseksi. Jos vertailtavissa MELA-laskelmissa puuntuotantoon käytettävissä olevien metsien rakenne on erilainen, optimoinnilla haetuissa tuotanto-ohjelmissa hakkuut saattavat kohdentua myös rakenteellisesti eri tavalla ja siten joko lisätä tai vähentää suojelun kokonaisvaikutusta.

Koelakohtaisen metsäkuljetusmatkan pituuden tuoma lisäinformaatio ei oleellisesti vaikuttanut tarkasteltujen alueiden hakkuukertymän tasoon. Koelakohtaisesti määritetyllä metsäkuljetusmatkan pituudella lienee kuitenkin vaikutusta yksittäisten hakkuukohteiden valintaan.

Suurimman kestävän hakkuumäärän arvioissa kuusen osuus ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella on pienempi ja männyn suurempi kuin hakkuumahdon perusteella voisi olettaa. Kuusen hakkuuden voimakas lisääntyminen ajoittuu vasta toiselle kymmenvuotiskaudelle. Tähän vaikuttaa tukkipuukertymän kestävyyttä koskeva rajoite metsäalueilla, joissa on runsaasti nuoria ja uudistuskypsiä metsiä, mutta vähän varttuneita kasvatusmetsiä. Uudistuskypsiä tai sitä lähellä olevia kuusikoita säästetään tukkipuun saannon turvaamiseksi pidemmälle aikavälille. Kuusitukin säästämistapoihin liittyy riskejä (esimerkiksi tyvilaho), joita näissä laskelmissa ei voitu ottaa huomioon. Tukkipuukertymän tasaisuutta koskeviin tavoitteisiin liittyy riskejä pidemmällä aikavälillä myös istutusmänniköiden laadun suhteen.

Kiitokset

Alkuperäisen maastoaineiston on kerännyt valtakunnan metsien inventointi. MMM Arto Ahola on tehnyt siihen liittyvän erillisselvityksen korjuuolosuhteiden kuvaamiseksi. Arvokkaita kommentteja käsikirjoitukseen ovat esittäneet MMT Risto Ojansuu ja päätoimittajan valitsema toinen, nimettömäksi

jäänyt ennakkotarkastaja sekä MMT Kari T. Korhonen, MH Markku Siitonen, MH Antti Ihalainen ja MMM Jari Jämsä. Parhaimmat kiitokset kaikille tutkimuksen valmistumiseen myötävaikuttaneille.

Kirjallisuus

- Hirvelä, H., Nuutinen, T. & Salminen, O. 1998. Valtakunnan metsien 9. inventointiin perustuvat hakkuumahdollisuusarvot vuosille 1997–2026 Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 2B/1998: 279–291.
- 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. & Mäkelä, P. (toim.). MELA98 ja tietojärjestelmäajennukset. MELA-käyttäjäpäivät 7.5.1998 Helsingissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 713: 18–29.
- , Ojansuu, R., Hökkä, H., Salminen, H., Haapala, P., Härkönen, K. & Repola, J. 1999. Models for predicting stand development – Version for description of biological processes in MELA System. Metsäntutkimuslaitos. Käsikirjoitus.
- 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 koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätehon tiedotus 410. 38 s. + liitteet.
- Kuusela, K. 1959. Suurin kestävä hakkuusuunnite ja menetelmä sen arvioimiseksi. Summary: Largest permanent allowable cut and a method for its calculation. *Acta Forestalia Fennica* 71(1). 39 s.
- 1964. Increment-drain forecast for a large forest area. Seloste: Kasvun ja poistuman ennuste suurelle metsäalueelle. *Acta Forestalia Fennica* 77(5). 79 s.
- & Nyyssönen, A. 1962. Tavoitehakkuulaskelma. Summary: The cutting budget for a desirable growing stock. *Acta Forestalia Fennica* 74(6). 34 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. 1968. Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966–67. Summary: Forest resources in the forestry board districts of Etelä-Savo, Etelä-Karjala, Itä-Savo, Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo and Keski-Suomi in 1966–67. *Folia Forestalia* 42. 54 s.
- & Salovaara, A. 1974. Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973. Summary: Forest resources in the forestry board districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. *Folia Forestalia* 207. 35 s.
- 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.
- Lappi, J. 1992. JLP: A linear programming package for management planning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 414. 134 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. Metsänhoitosuosittukset. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 2. painos. Helsinki. 72 s.
- Metinfo. 1999. 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.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1995. 1995. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. 354 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1996. 1996. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. 352 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1997. 1997. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. 348 s.
- Nuutinen, T., Hirvelä, H., Härkönen, K., Kilpeläinen, H., Malinen, J., Salminen, O., Siitonen, M. & Teuri, M. 1998. MELA vuonna 1998. Julkaisussa: Nuutinen, T. & Mäkkeli, P. (toim.). MELA98 ja tietojärjestelmälaajennukset. MELA-käyttäjäpäivät 7.5.1998 Helsingissä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 713: 7–17.
- 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.
- Ojansuu, R., 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 muutospainessa. Voimavaratarpeiden arviointimalli vuoteen 2010. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 2.
- Ryynänen, S. & Tuomi, S. 1982. Polttopuun korjuu ja käyttö maataloilla. Tilakohtainen inventointi v. 1979. Työtehoseuran julkaisuja 241.
- Salminen, S. & Salminen, O. 1998. Metsävarat Keski-Suomessa 1988–1992 sekä koko Etelä-Suomessa 1986–1992. Summary: Forest Resources in Middle Finland, 1988–92, and in South Finland, 1986–92. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 710. 137 s.
- Siitonen, M., 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. & Tuomainen, T. 1999a. Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1967–96. Metsätieteen aikakauskirja 2B/1999.
- , 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.
- Valtakunnan metsien 9. inventointi (VMI9). 1996. Maastotyön ohjeet 1996. Pohjois-Savo, Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa ja Rannikko (länsiosa). Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. Moniste. 152 s.

31 viitettä