

## **Metsävaratiedon ylläpito metsäsuunnittelua varten**

Pekka Hyvönen ja Kari T. Korhonen

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

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

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

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

#### **Toimitus**

Unioninkatu 40 A  
00170 Helsinki  
puh. 010 2111  
faksi 010 211 2101  
sähköposti [julkaisutoimitus@metla.fi](mailto:julkaisutoimitus@metla.fi)

#### **Julkaisija**

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

<b>Tekijät</b> Hyvönen, Pekka & Korhonen, Kari T.			
<b>Nimeke</b> Metsävaratiedon ylläpito metsäsuunnittelua varten			
<b>Vuosi</b> 2008	<b>Sivumäärä</b> 38	<b>ISBN</b> 978-951-40-2116-9 (PDF)	<b>ISSN</b> 1795-150X
<b>Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet</b> Joensuun toimintayksikkö / Metsätalouden suunnittelun tutkimusohjelma MTS / Metsävaratiedon hankinta ja estimointi suunnittelua varten 3343			
<b>Hyväksynyt</b> Jari Parviainen, Joensuun toimintayksikön johtaja, 16.6.2008			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Tutkimuksen päätavoitteina oli selvittää metsävaratiedon jatkuvan ajantasaistuksen järjestämistä, kustannustehokkuutta ja neuvonnallisia vaikutuksia yksityismetsien metsäsuunnittelua varten. Testialueina oli kaksi suunnittelualueita Etelä-Pohjanmaalla sekä kaksi aluetta Pohjois-Karjalassa. Kolmella alueella oli tehty metsäsuunnittelu juuri ennen tutkimuksen alkua ja yhdellä alueella 5 vuotta ennen tutkimuksen aloittamista.</p> <p>Kaikilla tutkimusalueilla kerättiin metsäkeskuksen ja metsänhoitoyhdistyksen rekistereistä tiedot metsissä tehtävistä toimenpiteistä. Lisäksi toimenpidetietoa kerättiin alueen suurilta puunostajilta ja metsänomistajilta suoraan. Näin kerätyn tiedon mukaan käsitellyiksi tiedettyjen kuvioiden puustotiedot inventoitiin toimenpiteen jälkeen. Kolmella alueella metsäkeskus teki inventoinnin kertaluonteisesti 1 tai 2 vuoden välein, ja yhdellä alueella metsänhoitoyhdistys teki inventointeja jatkuvasti muiden tilakäyntien yhteydessä. Yhdellä alueella testattiin muutostunnistusta eri aikaisilta ilmakuvilta. Käytettävissä olivat vuosina 2001 ja 2004 otetut ilmakuvat, jotka oli otettu samoista kuvauspisteistä ja likimäärin samaan vuoden ja vuorokauden aikaan.</p> <p>Käsiteltyjen kuvioiden inventointi, sisältäen matkat, Etelä-Pohjanmaan alueilla vastasi keskimääräiseltä ajanmenekiltään tavanomaista suunnitteluinventointia. Käsiteltyjen kuvioiden inventointi Pohjois-Karjalan alueilla oli tavanomaista suunnitteluinventointia hieman hitaampaa. Metsänhoitoyhdistyksen tekemä jatkuva inventointi sovitettuna tilakäyntien ja muiden töiden ohkeen oli tuottavampaa kuin kertaluonteisesti tehty ajantasaistusinventointi.</p> <p>Ajantasaistusten pohjalta metsänomistajille lähetetyt metsänhoitotiedotteet aktivoivat metsänomistajia purkamaan kiireellisiä metsänhoitotöitä.</p> <p>Harvennettujen kuvioiden puustotunnusten ajantasaistus laskennallisesti on luotettavuudeltaan riittävä tilan puustotunnusten ajantasaistukseen esimerkiksi metsävaraotetta varten. Sen sijaan laskennallisesti ajantasaistetun tiedon luotettavuus ei kaikissa tapauksissa ole riittävä seuraavan toimenpiteen ajankohdan arvioimiseen luotettavasti.</p> <p>Metsikkötietojen jatkuva ajantasaistus ja ylläpito edellyttävät kattavaa toimenpidetietoa. Tämä edellyttää järjestelmiä, joilla eri metsätalouden toimijat voivat välittää toimenpidetietoa osana tavanomaista toimintarutiiniansa. Sähköisten palvelujen kehittämiseen on panostettava toimenpidetietojen saamiseksi.</p>			
<b>Asiasanat</b> ajantasaistus, ylläpito, metsäsuunnittelu, muutostunnistus, neuvonta			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp088.htm">http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp088.htm</a>			
<b>Yhteydenotot</b> Kari T. Korhonen, Metsäntutkimuslaitos Joensuun toimintayksikkö, PL 68, 80101 Joensuu. Sähköposti <a href="mailto:kari.t.korhonen@metla.fi">kari.t.korhonen@metla.fi</a>			
<b>Muita tietoja</b> Rahoittajat: Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos			

## Sisällys

<b>Esipuhe</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Johdanto</b> .....	<b>7</b>
1.1 Tausta.....	7
1.2 Tutkimuksen tavoitteet .....	8
<b>2 Aineisto</b> .....	<b>8</b>
2.1 Etelä-Pohjanmaan aineisto .....	8
2.2 Pohjois-Karjalan aineisto.....	9
2.3 Tilattujen metsäsuunnitelmien osuus.....	11
2.4 Hyytiälän aineisto.....	11
<b>3 Menetelmät</b> .....	<b>12</b>
3.1 Toimenpidekuviot.....	12
3.1.1 Toimenpidetietojen kerääminen ja tallennus.....	12
3.1.2 Alueiden loppuinventointi .....	13
3.2 Ajantasaistusmittaukset .....	14
3.2.1 Ajantasaistusmittaukset Etelä-Pohjanmaan alueella .....	14
3.2.2 Ajantasaistusmittaukset Pohjois-Karjalan alueella .....	14
3.2.3 Ajantasaistusmittausten ajanmenekki.....	15
3.3 Harvennettujen puustojen laskennallinen ajantasaistus.....	15
3.4 Muutostunnistus eriaikaisilta ilmakuvilta.....	16
3.5 Puiden tunnistus ilmakuvilta .....	17
3.6 Neuvonnan vaikutus .....	17
<b>4 Tulokset</b> .....	<b>18</b>
4.1 Ennakkotieto toimenpidekuvioista .....	18
4.2 Tulokset ajantasaistusmittauksista.....	22
4.2.1 Ajantasaistetut kuviomäärät .....	22
4.2.2 Maastotyön tuottavuus .....	23
4.3 Muutostunnistuksen tulokset .....	24
4.4 Laskennallisen ajantasaistuksen tulokset.....	25
4.5 Harvennettujen puustojen mittaus ilmakuvilta .....	27
4.6 Tulokset neuvonnan vaikutuksista.....	27
4.6.1 Alueiden metsänhoidollinen tila .....	27
4.6.2 Metsänhoitoyhdistysten toimintakulttuuri.....	33
<b>5 Tulosten tarkastelu ja päätelmät</b> .....	<b>34</b>
<b>Viitteet</b> .....	<b>36</b>
LIITE I 1(2).....	37
LIITE I 2(2).....	38

## Esipuhe

Metsäkeskus Etelä-Savon alueella toteutettiin vuonna 2002 Metsäsuunnitelman jatkuva ajantasaistus yksityismetsissä -esitutkimus (Hyvönen ja Korhonen 2003). Tutkimuksen aloittamiseen kannustivat MH Fred Kallandin saamat hyvät kokemukset metsäteollisuuden omien metsien metsävaratietojen jatkuvasta ylläpidosta. Esitutkimuksesta saatujen lupaavien tulosten perusteella metsävaratiedon jatkuvaa ajantasaistusta päätettiin tutkia enemmän ja laajemmalla aineistolla. Metsävaratiedon jatkuva ajantasaistus metsäsuunnittelua varten -hanke (MEJA) käynnistyi vuonna 2003 Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaan alueella. Hanke laajeni vuonna 2004 Metsäkeskus Pohjois-Karjalan alueelle.

### *Hankkeen ohjausryhmään kutsuttiin seuraavat henkilöt:*

Jukka Koivumäki	Metsänomistajien liitto Länsi-Suomi ry 30.6.2007 asti Silvesta Oy 1.7.2007 alkaen
Tapani Mäkinen	Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio
Raito Paananen	Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio
Anna Rakemaa	Maa- ja metsätalousministeriö 31.7.2007 asti Metsäkeskus Kaakkois-Suomi 1.8.2007 alkaen
Jorma Vierula	Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa
Kari T. Korhonen	Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö

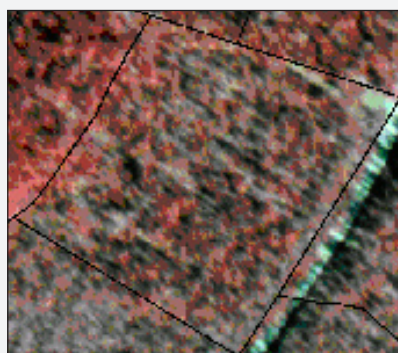
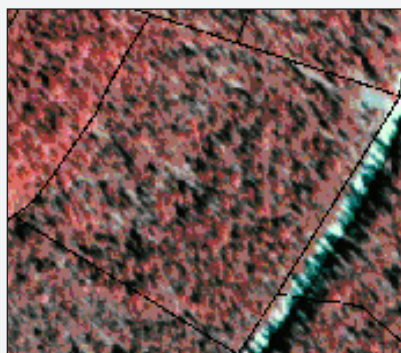
### *Hankkeen käytännön toteutuksesta vastasivat seuraavat tahot:*

Petri Hallikainen	Metsäkeskus Pohjois-Karjala
Kyösti Hassinen	Metsäkeskus Pohjois-Karjala
Fred Kalland	
Päivi Keski-Heikkilä	Metsänhoitoyhdistys Alajärvi
Esa Kuoppala	Metsänhoitoyhdistys Lakeus
Anneli Könönen	Metsänhoitoyhdistys Länsi-Karjala
Juha Lambacka	Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa
Kimmo Leppänen	Metsänhoitoyhdistys Länsi-Karjala
Ari Niemelä	Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa
Jarmo Sinko	Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa
Kari T. Korhonen	Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö
Pekka Hyvönen	Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö

Puiden paikantamiseen ilmakuvilta sekä muutostunnistukseen eriaikaisilta ilmakuvilta ovat merkittävällä työpanoksella osallistuneet Perttu Anttila Joensuun yliopistosta sekä Jaakko Heinonen ja Arto Haara Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun toimintayksiköstä.

Kirjoittajat esittävät lämpimät kiitokset edellä mainituille sekä muille hankkeessa mukana olleille yhteistyöstä. Kiitokset myös n. 600 metsänomistajalle, jotka suhtautuivat myönteisesti metsäsuunnittelun kehittämiseen ja suostuivat tutkimuksen tekemiseen omistamillaan tiloilla.

Joensuussa 12.6.2008  
Kari T. Korhonen ja Pekka Hyvönen



Ilmakuvat: Vasemman puoleinen ilmakuva 23.6.2001.  
Oikean puoleinen ilmakuva 27.6.2004.  
Copyright Blom Kartta Oy, lupanumerot FMK007/2003 ja FMK010/2004.

Valokuva: Vuonna 2003 tehty nuoren metsän hoito. Pekka Hyvönen, 28.9.2006



# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Yksityismetsien tilakohtainen metsäsuunnitelma pohjautuu nykyisellään 10–15 vuoden välein maastossa toistettaviin kuvioittaisiin arviointeihin. Metsäkeskuksen suunnittelija koostaa näistä arvioinneista yhdessä metsänomistajan kanssa metsätaloussuunnitelman. Metsäsuunnitelman laatimisen kallein vaihe on maastossa tapahtuva puusto- ja toimenpidetietojen mittaaminen ja kerääminen. Metsäsuunnittelun tehokkuutta ja kerättävän tiedon laatua on viime vuosina parannettu mm. numeerisilla ilmakuville sekä uusilla GPS-ominaisuuksilla varustetuilla tiedonkeruulaitteilla.

Metsähallitus ja metsäyhtiöt ovat jo 1990-luvulla luopuneet määrävälein toistettavista inventoinneista ja siirtyneet metsävaratiedon jatkuvaan ylläpitoon (Korhonen 2002). Metsässä tehdyn toimenpiteen jälkeen kuvio- ja puustotiedot mitataan ja uudet tiedot tallennetaan metsävaratietojärjestelmään. Puuston kehitysmallien avulla voidaan sekä käsiteltyjen ajantasaistettujen kuvioiden että toimenpiteettömien kuvioiden puustotiedot arvioida haluttuun ajankohtaan ja tulostaa esimerkiksi metsävaraote.

Metsäsuunnitelman on todettu aktivoivan metsänhoitotöihin (Niskanen 2003, 2004). On kuitenkin epäilty, että aktivoiva vaikutus painottuu vain suunnitelman valmistumista seuraaville muutamalle vuodelle. Sillanpää ja Myllylä (2007) havaitsivat omassa selvityksessään, että metsänhoitotöitä oli tehty heti suunnitelman valmistumisen jälkeisenä vuonna selvästi enemmän kuin seuraavina vuosina.

Metsäsuunnitelmassa toimenpide-esitykset ovat suunnitelman tekohetkeen sidottuina. Erityisesti jos suunnittelukausi venyy pitkäksi, osa metsänhoitotarpeista tulee kirjatuksi suunnitelmaan vasta, kun toimenpide on jo myöhässä. Esimerkiksi, jos heti suunnitelman laadinnan jälkeen on toteutettu suunnitelman mukainen uudistushakkuu ja sen mukaiset metsänviljelytoimenpiteet, kuvioille todennäköisesti tulee taimikon varhaishoidon tarve selvästi ennen suunnitelmakauden päättymistä. Taimikoiden varhaishoitoehtotuksia ei nykyisellään ole ainakaan kattavasti liitetty suunnitelman uudistamisehdotukseen, vaan ehdotus tehdään vain sellaisille kuvioille, joille taimikko on jo inventointihetkellä perustettu. Jos suunnitteluinventointien väli on 10 vuotta tai enemmän, useimmilla kasvupaikoilla taimikon varhaishoitotarve kehittyy tätä selvästi lyhyemmällä ajanjaksoilla. Staattisessa metsäsuunnitelmassa ei ole myöskään mahdollisuutta varautua suunnitelmasta poikkeaviin töihin. Näin esim. suunnitelmasta poikkeavasti uudistushakatululta kuvioilta puuttuvat metsänuudistamiseen liittyvät toimenpide-esitykset. Tämän seurauksena metsänhoitotöiden markkinointi ja siihen liittyvä neuvonta voivat jäädä tekemättä.

Metsäkeskukset ovat siirtymässä uuteen metsävaratietojärjestelmään. Tavoitteena on tehostaa metsävaratiedon keruuta ja käyttöä. Olennainen osa järjestelmän kehittämisessä on niin metsänomistajille kuin myös metsäalan muille toimijoille tarjottavat monipuoliset tietopalvelut. Tavoitteena on palvella eri toimijoita tasapuolisesti sekä helpottaa toimijoiden välistä tiedonvaihtoa. Mm. metsänomistaja voisi jättää vaivattomasti työtilauksia metsäalan eri toimijoille. Hyvällä tiedonkululla halutaan edistää metsien hyvää hoitoa ja metsävarojen korkeaa hyödyntämistä. Samalla tuetaan maa- ja metsätalousministeriön metsäsuunnittelun visiota siitä, että kaikki metsänomistajat tekevät päätöksiä tietoisina metsien erilaisista käyttömahdollisuuksista ja hoitotarpeista (Maa- ja metsätalousministeriön... 2001).

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen yleisenä tavoitteena oli selvittää metsävaratietojen jatkuvan ajantasaistuksen järjestämistä yksityismetsissä. Tutkimuksen yksityiskohtaiset tavoitteet olivat:

- a) selvittää eri tietolähteiden käyttökelpoisuus toimenpidetiedon keräämisessä
- b) tutkia, missä tapauksissa metsissä tapahtuneet muutokset (esim. harvennus) edellyttävät maastoinventointia metsävaratiedon ajantasaistamiseksi ja missä määrin harvennusten jälkeen voidaan luottaa harvennuksen simulointiin tai ilmakuvamittaukseen
- c) selvittää jatkuvan ajantasaistuksen kustannustehokkuutta yksityismetsissä
- d) kehittää puoliautomaattinen menetelmä muutosten tunnistamiseksi eriaikaisten ilmakuvien avulla
- e) selvittää jatkuvaan ajantasaistukseen perustuvan suunnittelun neuvonnallisia vaikutuksia.

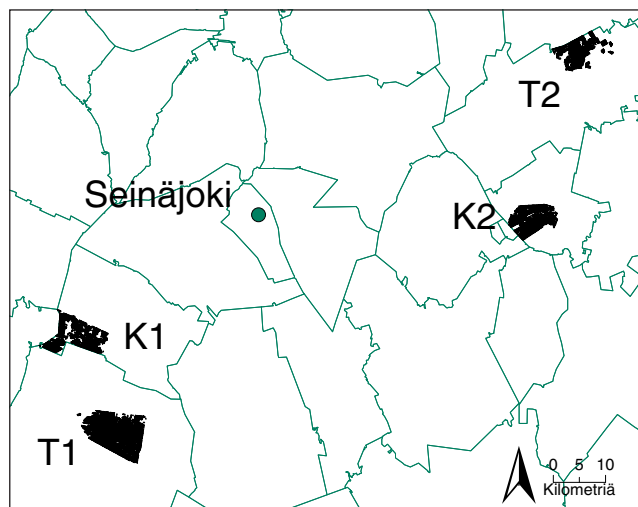
Tässä raportissa tutkimuksen eri vaiheet kuvataan varsin yksityiskohtaisesti. Tästä uskomme olevan hyötyä metsävaratietojen ylläpidon järjestelmien rakentamisessa. Osa päätelmistä on myös perusteltavissa vain kuvaamalla tulosten taustalla vaikuttavat ratkaisut riittävän tarkasti. Päätulokset, niihin liittyvät varaukset ja päätelmät on koottu viimeiseen lukuun.

## 2 Aineisto

### 2.1 Etelä-Pohjanmaan aineisto

Etelä-Pohjanmaan testialueet sijaitsivat Kauhajoella (Keeveli) ja Alajärvellä (Teerineva) (kuva 1). Molemmille alueille oli lisäksi omat kontrollialueet, jotka olivat pääpiirteissään samankaltaisia testialueen kanssa. Sekä Keevelin että Teerinevan testialueilla oli tehty metsäsuunnittelu juuri ennen tutkimuksen aloittamista. Molemmilla alueille oli mukana myös ns. välialueet eli tilat, joilla ei ole voimassa olevaa tilakohtaista metsätaloussuunnitelmaa. Keevelissä metsäsuunnittelun maastotyöt oli tehty vuonna 2002 ja Teerinevalla 2003. Kehitysluokkakajakaumat olivat testi- ja kontrollialueiden välillä hyvin samankaltaiset. Keevelin ja sen kontrollialueen Yläpään osalla selvin ero oli varttuneissa taimikoissa ja nuorissa kasvatusmetsissä (kuva 2). Alueiden keskeisimpiä kuvio- ja puustotunnuksia lähtötilanteessa on taulukossa 1.

Keevelin testialueelta oli käytettävissä myös ilmakehävainetta kahdelta ajankohdalta, Ilmakuvat oli otettu lähes samoista kuvauspisteistä mahdollisimman samaan aikaan Leica RC30 -kameralla. Ilmakuvien mittakaava oli 1:30 000, ja ne skannattiin 14 µm:n resoluutiolla. Kuvat olivat orto-oikaistu maastoresoluutioon 0,5 x 0,5 metriä. Aineistoa käytettiin muutostunnistukseen (kpl 3.4).

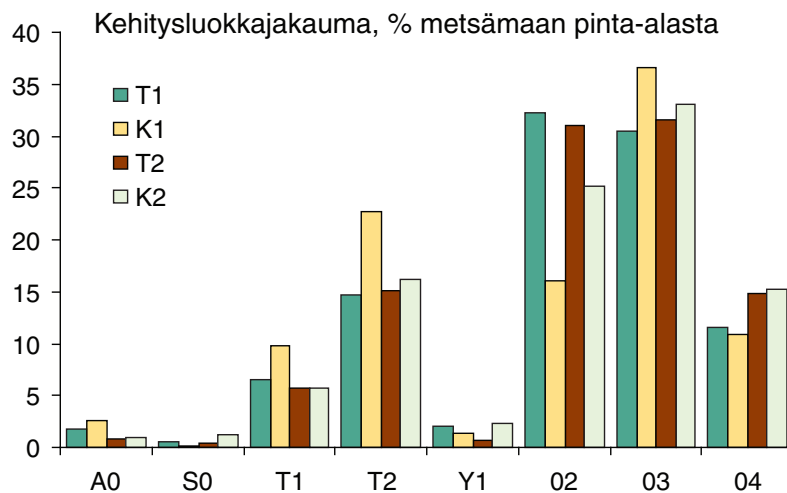


**Kuva 1.** Etelä-Pohjanmaan testi- ja kontrollialueiden sijainnit sekä kuntarajat vuoden 2003 mukaan. Alueiden lyhenteiden selitys on taulukossa 1.



**Taulukko 1.** Etelä-Pohjanmaan testi- ja kontrollialueiden metsämaalla (pääryhmä 1) sijaitsevien kuvioiden keskeisimpiä puustotunnuksia MEJA-hankkeen lähtötilanteessa.

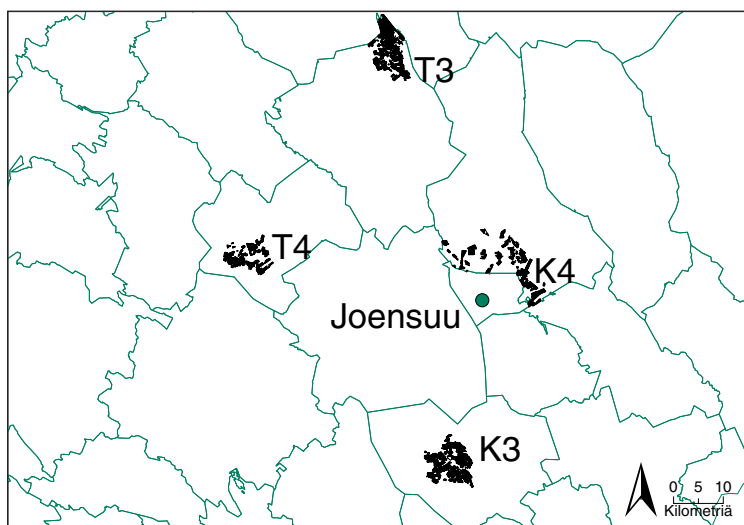
	Keeveli (Testialue T1)	Yläpää (Kontrollialue K1)	Teerineva (Testialue T2)	Hintsa (Kontrollialue K2)
Kuvioita, kpl	4 796	2 261	1 659	2 099
kivennäismaat, kpl	3 266	1 908	1 272	1 287
suot, kpl	1 530	353	387	812
Pinta-ala, ha	5 566	3 300	2 283	2 872
kivennäismaat	3 716	2 805	1 696	1 614
suot	1 850	496	587	1 258
Ikä, v	48,6	42,5	52,8	51,5
Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	13,2	13,5	14,6	13,4
Keskiläpimitta, cm	13,6	13,3	14,2	14,2
Keskipituus, m	10,6	10,6	11,2	10,9
Tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	85,5	91,6	96,6	91,2
Männyn tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	59,2	47,2	72,9	70,0
Kuusen tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	16,3	31,0	11,2	12,1
Lehtipuun tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	8,6	9,1	9,1	6,6

**Kuva 2.** Metsämaan kehitysluokkajakauma Etelä-Pohjanmaan testi- ja kontrollialueilla lähtötilanteessa. Alueiden lyhenteiden selitys on taulukossa 1.

## 2.2 Pohjois-Karjalan aineisto

Pohjois-Karjalan alueella testialueet sijaitsivat Outokummussa (Maljasalmi) ja Polvijärvellä (Martonvaara) (kuva 3). Molemmille alueille oli lisäksi omat kontrollialueet, jotka olivat pääpiirteissään samankaltaisia testialueen kanssa. Martonvaaran testialueella oli tehty metsäsuunnittelu juuri ennen tutkimuksen alkua vuonna 2003. Maljasalmen testialueella metsäsuunnittelu oli tehty vuosina 1998–1999. Tutkimuksen alussa noin 5 vuotta vanha kuvioaineisto ajantasaistettiin nopealla inventoinnilla (kts. kappale 3.2.2). Testi- ja kontrollialueiden keskeisimpiä kuvio- ja puustotunnuksia lähtötilanteessa on taulukossa 2 ja kuvassa 4. Martonvaaran ja sen kontrollialueen Vänskänsalmen osalla selvin ero on nuorten ja varttuneiden kasvatusmetsien osuuksissa.

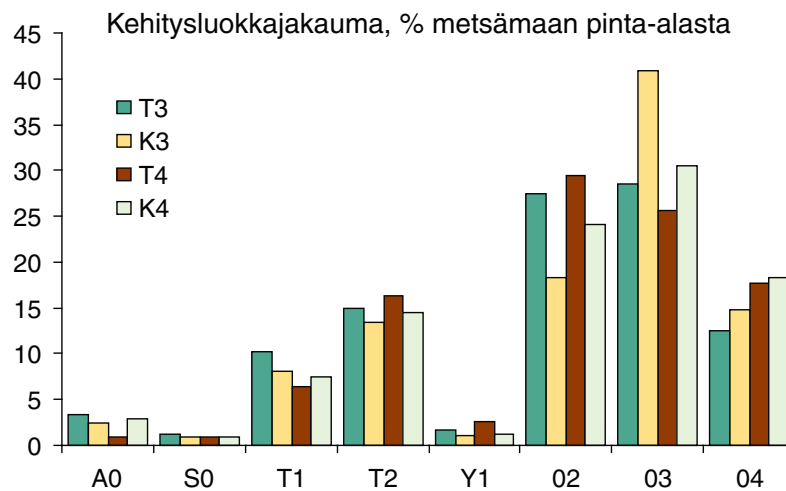
Maljasalmen kontrollialueen Lehmon metsäsuunnitteluaineisto oli kerätty vuosina 1998–1999. Tällä alueella ei tehty hankkeen alussa tietojen ajantasaistusta, vaan ainoastaan H-kiireellisten (rätissä oleva) metsänhoitotöiden määrittäminen. Tämän vuoksi eräissä tarkasteluissa (mm. neuvonnan vaikutus), on käytetty aputietona metsäsuunnitteluaineiston toimenpide-esityksiä sekä niiden kiireellisyyksiä. Esim. 2-kiireellisiä (5–10 vuotta metsäsuunnitelman valmistumisesta) taimikonhoitoja on käsitelty tutkimusjaksolla 1-kiireellisinä (1–5 vuotta metsäsuunnitelman valmistumisesta) taimikonhoitoesityksinä.



**Kuva 3.** Pohjois-Karjalan testi- ja kontrollialueiden sijainnit sekä kuntarajat vuoden 2003 mukaan. Alueiden lyhenteiden selitys on taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Pohjois-Karjalan testi- ja kontrollialueiden metsämaalla (pääryhmä 1) sijaitsevien kuvioiden keskeisimpiä puustotunnuksia MEJA-hankkeen lähtötilanteessa. Maljasalmen tiedot ovat vuoden 2004 ajantasaistetusta metsäsuunnitteluaineistosta, Lehmon tiedot ovat ajantasaistamattomasta vuosien 1998–99 suunnitteluaineistosta.

	Martonvaara (Testialue T3)	Väskänsalmi (Kontrollialue K3)	Maljasalmi (Testialue T4)	Lehmo (Kontrollialue K4)
Kuvioita, kpl	2 423	2 090	1 262	1 319
kivennäismaat, kpl	1 904	1 789	1 018	1 066
suot, kpl	519	301	244	253
Pinta-ala, ha	3 187	2 972	1 787	2 542
kivennäismaat	2 501	2 428	1 462	1 978
suot	686	544	325	564
Ikä, v	39,9	37,9	41,7	48,3
Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	14,3	14,4	14,6	15,6
Keskiläpimitta, cm	14,5	16,0	15,5	15,5
Keskipituus, m	11,7	12,1	12,3	13,4
Tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	103,1	105,7	109,7	119,2
Männyn tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	42,3	47,1	44,3	84,2
Kuusen tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	40,5	34,4	41,2	15,6
Lehtipuun tilavuus, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	15,5	17,0	17,1	10,0



**Kuva 4.** Metsämaan kehitysluokkajakauma Pohjois-Karjalan testi- ja kontrollialueilla lähtötilanteessa. Alueiden lyhenteet on selitetty taulukossa 2.

### 2.3 Tilattujen metsäsuunnitelmien osuus

Testi- ja kontrollialueilla 1–3 oli sekä metsäsuunnitelman tilanneita metsätiloja että niin sanottuja välialueita (taulukko 3). Testi- ja kontrollialueilla 4 välialueita ei ollut mukana. Testialueilla T1–T3 metsäsuunnitelman tilanneita metsätiloja oli selvästi enemmän kuin välialueita. Tieto suunnitelman laadusta perustuu aineistojen lopputilanteeseen.

**Taulukko 3.** Metsäsuunnitelman tilanneiden alueiden sekä välialueiden tietoja metsämaalla.

	Metsäsuunnitelman tilanneet			Välialueet	
	Metsäsuunnitelmia, kpl	Hehtaaria	Osuus, %	Metsäsuunnitelmia, kpl	Hehtaaria
T1	132	4 015	71,5	180	1 598
K1	96	2 043	61,9	141	1 258
T2	51	1 624	71,1	40	660
K2	39	1 287	44,8	86	1 585
T3	64	2 415	75,5	5	785
K3	57	2 083	70,1	5	890
T4	35	1 760	99,9	1	2
K4	34	2 542	100,0	0	0

### 2.4 Hyytiälän aineisto

Harvennettujen kuvioiden puustotietojen estimointia ilmakuvilta tutkittiin Juupajoen Hyytiälässä, josta löytyi tarkoitukseen sopivaa ilmakuva- ja maastoaineistoa. Aineisto koostui seitsemästä 1–7 vuotta ennen ilmakuvausta harvennetusta koealasta, joilta puusto oli tarkasti mitattu ja paikannettu. Kaksitoista tutkimuksessa käytettyä ilmakuvaa oli kuvattu mittakaavassa 1:12 000.

## 3 Menetelmät

### 3.1 Toimenpidekuviot

#### 3.1.1 Toimenpidetietojen kerääminen ja tallennus

Metsävaratiedon ajantasaistamisen helpottamiseksi eri tietolähteistä kerättiin toimenpidetietoa ja ”toimenpideaikomustietoa” testialueilta. Tietolähteinä olivat mm. metsänkayttöilmoitukset, puunostajat sekä metsänhoitoyhdistykset. Toimenpidetieto tallennettiin sekä Etelä-Pohjanmaan että Pohjois-Karjalan testialueilla metsäkeskusten käyttämään LuotsiGIS-paikkatietojärjestelmään. Tallennus aloitettiin Etelä-Pohjanmaan alueella vuonna 2003 ja Pohjois-Karjalan alueella vuonna 2005. Tallennusta jatkettiin molemmilla alueilla hankkeen loppuun.

Metsänkayttöilmoitukset (mk-ilmoitus) kasvatusta- ja uudistamishakkuista (= tieto aiotusta toimenpiteestä) sekä perustamisilmoitukset tallennettiin Mastoon. Masto on metsäkeskusten metsätietojärjestelmän osa, johon tallennetaan metsäkeskukseen saapuvat metsänkayttö- ja perustamisilmoitukset. Nämä ilmoitukset digitoitiin järjestelmään omiksi kuvioiksi, jolloin ne kohdistuivat maantieteellisesti oikein. Pelkkien kuviotunnisteiden käyttö ilman paikkaan sidottua tietoa ei riitä luotettavaan tarkasteluun. Metsänkayttöilmoitusten kuviotunnisteissa käytetään monesti vanhan metsäsuunnitelman kuviotunnisteita tai identifiointi voi muutoin olla puutteellinen (vrt. Hyvönen ja Korhonen 2003).

Etelä-Pohjanmaalla mk-ilmoitukset tallennettiin testialueella T1 1.1.2002 alkaen ja testialueella T2 1.8.2002 alkaen. Tallennetut mk-ilmoitukset käytiin puunostajien kanssa läpi toimistolla. Puunostajan varmistamasta toteutuneesta mk-ilmoituksesta tallennettiin toimenpide ja toteutusvuosi metsäkeskuksen LuotsiGIS-paikkatietojärjestelmään. Tallennuksessa käytettiin MEJA-hanketta varten luotuja koodeja. Koodissa oli tieto toimenpiteen laadusta, ajankohdasta (vuosi), ilmoittajasta sekä tieto mahdollisesta kuvion rajauksen muuttumisesta. Taimikoiden perustamistiedoista (perustamisilmoitukset) tallennettiin ilmoituksen mukainen puulaji, ohjeellinen runkoluku, pituus ja ikä LuotsiGIS:iin. Osalla kohteista metsänhoitoyhdistyksen toimihenkilö oli käynyt tarkistamassa työn jäljen. Näistä kohteista oli siten tiedossa tarkat puustotiedot, jotka tallennettiin LuotsiGIS:iin. Perustetuissa taimikoissa ei käyty erikseen maastossa, joten pelkästään perustamisilmoituksista ajantasaistettuihin tietoihin lisättiin tieto ”sisäpäivityksestä”. Mk-ilmoitukset uudistushakkuista varmistettiin ilmakuvilta ja tarvittaessa korjattiin kuvioraja. Toteutuneissa uudistushakkuissa tallennettiin uusi kehitysluokka (A0) ja poistettiin kuvion puustotiedot.

Pohjois-Karjalan alueilla mk-ilmoitukset tallennettiin LuotsiGIS:iin seuraavasti: Testialueella T4 1.5.2002 lähtien siltä osin, kun niitä ei ollut kesän 2004 ajantasaistusmittausten perusteella toteutettu ja testialueella T3 1.6.2001 lähtien. Mk-ilmoitukset tallennettiin alkaen ajanjaksolta kaksi vuotta ennen viimeistä metsäsuunnittelun maastotöitä, koska mk-ilmoitukset ovat voimassa kaksi vuotta ja osa aiotuista töistä voidaan tehdä kyseisen ajanjakson lopussa.

Puunostajilta saatiin Etelä-Pohjanmaan alueella toimenpidetietoa henkilökohtaisella haastattelulla. Haastattelu tapahtui metsäkeskuksen toimistolla. Toimenpidekuviot yksilöitiin näyttöpäätteen edessä, jossa näkyi kuviokartta ja metsänkayttöilmoitukset sekä ilmakuva taustalla. Tavoitteena oli saada puunostajilta korjuukarttoja kohteista, mutta tämä ei hankkeen aikana lähtenyt käyntiin. Vain yhdeltä puunostajalta saatiin muutamia korjuukarttoja testialueelta T1. Lisäksi yksi puunostaja toimitti nimilistauksia, joissa oli omistajan nimi sekä tieto hakkuulajista. Listauksessa oli mukana kuvioita, joilla hakkuuta ei ollut välttämättä toteutettu.

Pohjois-Karjalan alueen suuret puunostajat (Stora Enso, UPM Metsä ja Metsäliitto) toimittivat tutkimusalueella tekemistään hakkuista korjuukartan, josta selvisi hakkuun rajaus ja hakkuun laji. Tieto tuli metsäkeskukseen hakkuun jälkeen.

### 3.1.2 Alueiden loppuinventointi

Toimenpidetietojen kattavan saamisen tarkastelemiseksi sekä metsänhoidollisen tilanteen selvittämiseksi kaikilla testi- ja kontrollialueilla tehtiin loppuinventoinnit tutkimusjakson lopussa. Kaikilla kuvioilla määritettiin tutkimusjakson aikana tehdyt toimenpiteet, niiden toteutusvuosi, sekä tulevat kiireelliset metsänhoitotyöt. Maastossa ei pääsääntöisesti tehty mittauksia, vaan tarkastelu perustui kuvio- ja puustotietoihin (edellinen metsäsuunnitelma kierros tai ajantasaistettu tieto), ennakkoon kerättyyn toimenpidetietoon sekä silmävaraiseen arviointiin. Maastossa käytettiin tätä varten suunniteltua tiedonkeruuohjelmaa, jossa näkyi arvioijan sijainti metsikkökuvioilla sekä kuviolle liittyvät keskeisimmät tiedot. Tiedot tallennettiin samaisen ohjelman tallennuslomakkeelle. Loppuinventoinnin sekä edellisen metsäsuunnittelun maastotöiden ajankohdat eri alueilla ovat taulukossa 4.

Metsikön toimenpide-ehdotuksen kiireellisyyden luokitus on subjektiivista. Eri henkilöillä voi olla esimerkiksi taimikonhoidon kiireellisyydestä erilainen näkemys. Subjektiivisuuden vaikutusten vähentämiseksi loppuinventoinnin maastotöiden alussa inventoijille pidettiin kullakin alueella 1–2 päivän mittainen aloitusjakso, missä käytiin läpi arviointiperusteet tehtyjen sekä tulevien toimenpiteiden määrittämiseksi. Tulevien metsänhoitotöiden määrittäminen perustui ainoastaan metsän metsänhoidolliseen tilaan eikä esim. taloudellisesti kannattavaan hakkuukertymään. Loppuinventoinnit järjestettiin niin, että kunkin testialueen ja sen kontrollialueen loppuinventoinnin teki sama henkilö. Näin testi- ja sitä vastaavan kontrollialueen vertailu pyrittiin saamaan mahdollisimman luotettavaksi.

Vuonna 2005 selvitettiin testialueella T4 ja kontrollialueella K4 kahden inventoijan välisiä luokituseroja. Molemmat inventoijat määrittivät samoilla yhteensä 90:llä satunnaisesti poimitulla kuviolla tulevan metsänhoitotyön kiireellisyyden. Inventoijien määrittämiä hoitotyöehdotusten kiireellisyyksiä työlajeittain vertailtiin ristiintaulukoinnilla.

Metsänkäyttöilmoitusten (mki) kattavuutta tarkasteltiin kaikilla testialueilla. Tätä varten metsäkeskusten kannasta haettiin paikkatietojärjestelmään hankkeen aikana digitoidut mki-kuviot. Haku kohdistui vain niihin mki-kuvioihin, joilla geometria ja siten myös sijaintitieto olivat kunnossa. Toisin sanoen kuviot, joilla digitointi oli jostain syystä epäonnistunut tai jäänyt vajavaiseksi (=geometriaton kuvio), eivät tulostuneet hakuun. Kuten edellä on kerrottu, ilman sijaintitietoa

**Taulukko 4.** Loppuinventointien sekä metsäsuunnittelun maastotyön ajankohdat testi- ja kontrollialueilla.

Alue	Metsäsuunnittelun maastotyö	Ajantasaistus	Loppuinventointi
T1	2002	2004, 2005, 2006	8.12.2006–4.1.2007, 3.4.–20.4.2007
K1	2002		16.10.–30.10.2006
T2	2003	2003 →	9.5.–6.6.2007
K2	2003		24.4.–4.5.2007
T3	2003	2005, 2006	1.6.–8.10.2007
K3	2003		2.5.–27.10.2007
T4	1998-99/2004	2005, 2006	18.6.–14.8.2007
K4	1998-99/2004		7.5.–6.6.2007

tarkastelu olisi ollut epävarmaa. Pohjois-Karjalan aineistossa ei havaittu geometriattomia mki-kuvioita kummallakaan testialueella. Metsänkayttöilmoitusten tarkastelussa metsikkökuvioilla pääteltiin olevan metsänkayttöilmoitus, jos mki-kuviosta vähintään 50 neliometriä (0,005 hehtaaria) oli metsikkökuvion sisällä. Tätä pienemmät päällekkäisyydet katsottiin johtuvan mki-kuvioiden digitointivirheistä ja kuviorajojen sijaintivirheistä.

## **3.2 Ajantasaistusmittaukset**

### **3.2.1 Ajantasaistusmittaukset Etelä-Pohjanmaan alueella**

Testialueella T1 toimenpidekuvioiden tiedot ajantasaistettiin lyhyillä aikajaksoilla: vuonna 2004 30.8.–15.9.; vuonna 2005 7.10.–1.11. ja vuonna 2006 31.10.–8.11. Perustamisilmoituksista sekä metsänhoitoyhdistyksen kautta saaduista taimikonhoitokohteista tiedot siirrettiin sisätyönä LuotsiGISsiin. Jos taimimääriä ei ollut erikseen ilmoitettu, määränä käytettiin kuviolle kasvupaikan mukaan sopivaa ohjeellista taimimäärää. Osalla kuvioista oli tiedossa metsänhoitoyhdistyksen tarkastama tieto taimimääristä. Sisätyönä rajattiin myös syntyneet uudistushakkuukohteet ja samalla poistettiin puustotiedot sekä muutettiin kehitysluokaksi aukko, A0. Varsinaisia ajantasaistusmittauksia tehtiin vain niillä kuvioilla, joista oli saatu jotain kautta tieto toteutetusta toimenpiteestä. Lisäksi maastossa havaittiin muutama toimenpidekuvio, joista ei ollut ennakkoon saatu toteutustietoa. Myös näiden kuvioiden tiedot ajantasaistettiin. Ajantasaistukset maastossa teki metsäkeskuksen metsäsuunnittelija.

Testialueella T2 kuvioiden ajantasaistusmittaukset maastossa teki metsänhoitoyhdistyksen aluevastaava. Tavoitteena oli sisällyttää ajantasaistukseen liittyvät työt mahdollisimman paljon metsänhoitoyhdistyksen normaalin toiminnan yhteyteen. Erillisiä käyntejä maastossa pyrittiin välttämään. Perustamisilmoitusten ja uudistamishakkuuiden osalta toimintamalli oli sama kuin testialueella T1. Metsäkeskus siirsi nämä tiedot LuotsiGISsiin. Ajantasaistusmittaukset alkoivat pääosin metsäsuunnittelun maastotöiden valmistuttua, vuoden 2003 syksyllä. Osa ajantasaistusmittauksista tehtiin rinnakkain metsäsuunnittelun kanssa.

### **3.2.2 Ajantasaistusmittaukset Pohjois-Karjalan alueella**

Testialueella T4 oli edellinen metsäsuunnittelun maastotyö tehty vuosina 1998–1999. Metsäkeskuksen metsäsuunnittelija ajantasaisti testialueen T4 kaikki kuvat kesän 2004 aikana. Maastossa oli mukana kuviotieto ja MELA:lla ajantasaistettu puustotieto. Jos metsäsuunnittelija ei havainnut kuvio- ja puustotiedoissa selviä virheitä, hän hyväksyi ajantasaistetut tiedot inventoiduiksi tiedoiksi. Virheen rajana oli metsäkeskuksen yleisesti käytössä oleva 20 %:n virhemarginaali. Kuvioilla, joilla ajantasaistettu puustotieto ei suunnittelijan mielestä pysynyt virhemarginaalien sisällä, hän mittasi puustotiedot relaskoopikoaloilta kuvioittaisen silmävaraisen arvioinnin periaatteiden mukaisesti (SOLMU 2006). Vaikka ajantasaistettu puustotieto hyväksyttiin inventoiduksi tiedoksi, ehdotetun toimenpiteen kiireellisyys (edellisessä suunnitelmassa) tarkistettiin ja korjattiin tarvittaessa. Esim. vuonna 1998 esitetty 2-kiireellinen (= 5–10 vuotta suunnitelman valmistumisesta) taimikonhoito muutettiin 1-kiireelliseksi (= 1–5 vuotta suunnitelman valmistumisesta), jos sitä ei ollut toteutettu ja taimikonhoito katsottiin ajankohtaiseksi lähimmän viiden vuoden aikana.

Edellä kuvatun koko testialueen T4 ajantasaistuksen jälkeen alueen pelkkien toimenpidekuvioiden tiedot ajantasaistettiin lyhyillä aikajaksoilla: vuonna 2005 15.9.–5.10. ja vuonna 2006 3.–7.11. Tes-



tialueella T3 toimenpidekuviot ajantasaistettiin samoin vuonna 2005 12.–27.10. ja vuonna 2006 8.–27.11. Myös näillä testialueilla metsäkeskuksen toimihenkilö ajantasaisti vain niiden toimenpidekuvioiden tiedot, joista oli saatu tieto tehdystä toimenpiteestä, tai joka löydettiin maastossa ajantasaistuksen yhteydessä.

### 3.2.3 Ajantasaistusmittausten ajanmenekki

Maastotöiden osalta sekä metsäkeskus että metsänhoitoyhdistys pitivät kirjaa matkoihin ja maastotöihin kuluneesta ajasta. Lisäksi metsänhoitoyhdistys kirjasi, oliko kuvion tiedot käyty ajantasaistamassa normaaliin työrutiiniin liittyen vai oliko kuviolla jouduttu käymään erikseen. Sisätyön osuudesta ja esim. maastotöiden valmisteluun kuluvasta ajasta ei pidetty erikseen seuranta. Jo hankkeen alussa havaittiin, että esim. paperisten metsänkäyttöilmoitusten ja Kemera-hakemusten selaaminen on hidasta sekä virhealtista. Metsävaratietojärjestelmiin on tulossa maastotyön valmistelua nopeuttavia toimintoja, joten tässä hankkeessa ei katsottu tarkoituksenmukaiseksi sisätyön ajanseuranta.

Ajantasaistuksen ajanmenekkiin vaikuttaa ainakin metsäkeskuksen toimintomallissa ajantasaistettavien kuvioiden sijainti toisiinsa nähden. Mahdollista kuvioiden keskittymistä lähekkäin tarkasteltiin laskemalla ryhmittäisyyttä kuvaava suhdeluku maastossa ajantasaistettujen kuvioiden välisistä keskimääräisistä etäisyyksistä sekä näiden kuvioiden satunnaisesti jakautuneista teoreettisista etäisyyksistä (average nearest neighbor distance, ANND) sekä sen merkitsevyys. Suhdeluku laskettiin testialueelle T1–T4 vuosien 2005 sekä testialueiden T1 ja T2 2004 maastossa ajantasaistettujen kuvioiden välisistä keskimääräisistä etäisyyksistä sekä näiden kuvioiden satunnaisesti jakautuneista teoreettisista etäisyyksistä.

## 3.3 Harvennettujen puustojen laskennallinen ajantasaistus

Etelä-Pohjanmaan testialueiden T1 ja T2 vuosien 2003–2004 maastossa inventoiduille harvennetuille kuvioille tehtiin vertailu puustotietojen laskennallisen ajantasaistuksen onnistumisesta. Vertailussa ajantasaistettavaan vanhaan aineistoon simuloitiin tehty harvennus ja kasvatettiin puusto nykyhetkeen. Ajantasaistussimuloinnit tehtiin NettiMELA-laskentapalvelulla, jossa käytettiin MELA2004-ohjelmistoa (Redsven ym. 2004, Nuutinen ym. 2005). Koska sovelluksen käyttämät tapahtumamäärittelyt vaikuttavat olennaisesti simulointien lopputuloksiin, tapahtumamäärittelyt muokattiin vastaamaan metsäkeskusten käyttämiä tapahtumamäärittelyjä. Simuloimalla ajantasaistettua aineistoa verrattiin kuvion keskitunnusten osalta uuteen inventoituun aineistoon, jonka puustotunnukset oli muodostettu maastossa mitatuista tiedoista NettiMELA:lla. Kuvion keskitunnukset laskettiin molemmissa aineistoissa MELA:n muodostamista ositteista pohjapinta-alalla painottamalla. Painotuksessa käytettiin ajantasaistetussa aineistossa ajantasaistettua pohjapinta-alaa ja uudessa inventointiaineistossa maastossa mitattua pohjapinta-alaa.

### 3.4 Muutostunnistus eriaikaisilta ilmakuvilta

Muutostunnistuksen ensimmäisessä vaiheessa käytössä oli yksi ilmakuvapari ja sen alueelle osuva kuvioaineisto, 2 361 kuviota muutostietoineen. Ilmakuvat oli otettu vuosina 2001 ja 2004. Vuoden 2004 ilmakuva on kuvattu vuoden 2001 kuvausmääritteillä eli samoista kuvauskeskipisteistä ja likimäärin samaan kellon ja kasvukauden aikaan. Näin ollen sama kuvio (muuttumaton) näyttää samankaltaiselta molemmilla kuvilla, koska mm. säteissiirtymä on molemmilla kuvilla lähes samanlainen. Eri ajankohdan ilmakuvien samankaltaisuudesta huolimatta ilmakuvien radiometristä korjausta testattiin kahdella eri menetelmällä. Ensimmäinen menetelmä oli kanavasuhteet, jossa lasketaan eri kanavien väliset suhteet. Kanavasuhteina käytettiin infrapunaa ja punaisen valon suhdetta (IR/R), infrapunaa ja vihreän valon suhdetta (IR/G) sekä punaisen ja vihreän valon suhdetta (R/G). Toisessa menetelmässä kuvausgeometrian vaikutusta korjattiin Pellikan (1998) kehittämällä menetelmäkettjulla. Menetelmässä kuvausgeometrian aiheuttamia muutoksia ilmakuvan eri osissa korjataan kuvaukseen ja kuvausajankohtaan liittyvillä tiedoilla, mm. aurinkokulmilla, lentokorkeudella ja lentosuunnalla. Muutostunnistuksessa testattiin erilaisten piirreyhdistelmien käyttökelpoisuutta toimenpidekuvioiden luokittelussa. Kuvioitaisten sävyarvopiirteiden lisäksi käytettiin eräitä tekstuuritunnuksia, joiden havaittiin olennaisesti parantavan luokittelun lopputulosta. Luokittelu tehtiin lineaarisella erotteluanalyysillä (Hyvönen ja Anttila 2006).

Muutostunnistuksen toisessa vaiheessa pyrittiin vähentämään eri ajankohdan ilmakuvien mahdollisten oikaisuvirheiden vaikutusta luokittelun tarkkuuteen. Menetelmässä tehdään kuvioitasolla kohdistus eri ajankohdan ilmakuvilta irrotettujen sävyarvojen avulla. Osa toimenpiteistä tehdään vain osalle metsikkökuvioita, joten muutostunnistuksen toisessa vaiheessa testattiin myös pienkuvioiden eli segmenttien käyttöä. Ilmakuvan segmentointi perustui uudemman ilmakuvan sävyarvoihin (mm. Narendra & Goldberg 1980, Pekkarinen 2002) ja lisäksi segmentit muodostettiin siten, että segmenttien rajat eivät ylittäneet/ristenneet alkuperäisen metsikkökuvioinnin rajoja. Luokittelu tehtiin segmenteille ja luokittelumenetelmänä käytettiin erotteluanalyysin lisäksi ei-parametrinen  $k$ :n lähimmän naapurin menetelmää (esim. Kilkki ja Päivinen 1987, Tomppo 1997). Segmentteiltä tieto muutoksesta johdettiin kuvioitasolle (Hyvönen ym. 2007). Muutostunnistuksen toisessa vaiheessa käytettiin samaa ilmakuvaparia ja kuvioaineistoa mallinnus- ja testiaineistona kuin muutostunnistuksen ensimmäisessä vaiheessa. Laaditulla mallilla laskettiin lisäksi luokituksen tulokset koko kuviojoukolle (5 265 kuviota) käyttäen loppuja kuutta ilmakuvaparia. Koko aineiston luokittelussa yhdelle kuviolle tuli luokitteluestimaatteja 1–5 kpl, riippuen siitä kuinka monella ilmakuvalla kuvio näkyi. Näistä estimaateista kuviolle valittiin se, jota oli eniten. Jos kuviolle tuli sama määrä luokituksia ”ei muutosta” ja ”muutos” luokkiin, kuvio luokiteltiin muuttuneeksi.

Kuvioiden muutostieto kerättiin metsäkeskuksen rekistereistä sekä visuaalisesti vertaamalla eriaikaisia ilmakuvia tietokoneen näytöllä. Epävarmat kuviot, joiden muutoksesta ei saatu varmuutta, käytiin tarkistamassa maastossa. Muutostunnistuksen ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa kuvioaineisto jaettiin kolmeen luokkaan tehdyn toimenpiteen mukaan: toimenpiteettömät kuviot (=lepokuvio, vain kasvu), selvän muutoksen kuviot (=uudistushakkuut ja selvä myrskytuho) ja lievän muutoksen kuviot (=muu toimenpide). Lievät muutokset käsittävät mm. harvennushakkuut, taimikonhoidot, maanmuokkaukset ja lievät myrskytuhot. Tarkastettu aineisto jaettiin edelleen mallinnus- ja testiaineistoksi. Mallinnusaineistossa tuotettuja malleja testattiin testiaineistossa. Muutostunnistuksen ensimmäisessä vaiheessa havaittiin yksittäisiä virheitä kuvioiden toimenpidetiedoissa ja nämä korjattiin muutostunnistuksen toisessa vaiheessa. Myös loppuinventoinnin (luku 3.1.2) tieto oli käytettävissä tässä vaiheessa.

### 3.5 Puiden tunnistus ilmakuvilta

Vain valta- ja lisävaltapuut näkyvät suurella todennäköisyydellä ilmakuvilla. Alaharvennettu kuvio soveltuu siten periaatteessa optimaalisesti puiden havaitsemiseen ja mittaamiseen ilmakuvilta. Ensimmäinen tehtävä puukohtaisessa tulkinnessa on havaita puut. Paikallisten maksimien menetelmässä paikallisten sävyarvomaksimien oletetaan vastaavan puiden latvoja. Hankkeessa testattiin menetelmän luotettavuutta latvusten havaitsemiseen harvennetuissa metsiköissä.

### 3.6 Neuvonnan vaikutus

Jatkuvasti ajantasaistettava metsävaratieto mahdollistaa oikea-aikaisen ja tehokkaan metsänhoito-toimenpiteiden markkinoinnin ja toteutuksen neuvonnan metsänomistajille. Voidaan olettaa, että oikeaan tietoon pohjautuva neuvonta lisää metsänhoitotöiden toteutusta. Yhtenä mittarina neuvonnan vaikutuksista voidaan pitää ns. rästitöiden (H-kiireellinen eli heti tehtävä) määrän vähentymistä hankkeen aikana. Pelkästään absoluuttisten määrien tarkastelu voi antaa harhaan johtavia tuloksia. Hankkeen aikana on syntynyt uusia kiireellisiä hoitokohteita, joita ei ole vielä ennätetty hoitaa. Tämän vuoksi purettuja hoitotöitä tarkastellaan suhteellisina osuuksina ehdotettujen hoitotöiden pinta-aloista ja kehitysluokkien pinta-aloista. Rästikuvioiden purkamisen tilastollista eroa testi- ja kontrollialueen välillä tarkasteltiin  $\chi^2$ -testillä.

Hankkeen aikana lähetettiin havaituista metsänhoidon rästikohteista testialueiden metsänomistajille metsänhoitotiedote ja sen mukana metsänhoitoyhdistyksen markkinointikirje töiden tekemisestä ja mahdollisista tukimuodoista. Metsänhoitotiedote sisälsi H- ja 1-kiireellisen uudistamistyön, taimikon varhishoidon, taimikonhoidon, nuoren metsän kunnostuksen, ensiharvennuksen sekä vajaatuottoiset uudistamiskohteet.

Oletusarvoisesti metsänhoitoyhdistyksen aktiivisuus töiden ja palveluiden markkinoinnissa aktivoi metsänomistajia metsänhoitotöihin ja vähentää rästikohteiden määriä. Sekä testi- että kontrollialueilla tehtiin metsänhoitoyhdistysten toimintatapaselvitys. Selvitys tehtiin haastattelemalla alueesta vastuussa olevaa toimihenkilöä. Tavoitteena oli saada selville selvät erot testi- ja vastaavan kontrollialueen metsänhoitoyhdistysten toimintatavoissa. Haastattelu tehtiin kullakin alueella juuri ennen loppuinventoinnin alkua tai sen aikana.

## 4 Tulokset

### 4.1 Ennakkotieto toimenpidekuvioista

Tavoitteena oli tallentaa kaikki saatavilla oleva toimenpidetieto metsäkeskuksen LuotsiGIS-paikatietojärjestelmään. Toisin sanoen samalle kuviolle pystyi tallentamaan useamman tietolähteen. Pääsääntöisesti metsäkeskuksessa on kuitenkin tallennettu vain tärkein tietolähde eli se mistä ennakkotieto tehdystä toimenpiteestä on ensimmäiseksi tullut. Periaatteessa esimerkiksi Kemera-tuella metsänhoitoyhdistyksen toteuttama nuorenmetsänhoitokuvio pitäisi löytyä sekä metsäkeskuksen että metsänhoitoyhdistyksen kautta. Näin ei kuitenkaan taulukon 5 mukaan näytä olevan johtuen siitä, että tietolähteeksi on joissain tapauksissa tallennettu vain toinen.

Toimenpidekuvioista sekä eri toimenpiteistä löytyi tietoa vaihtelevasti eri alueilla (taulukko 5). Metsänhoitotöistä uudistamiseen sekä nuorenmetsänhoitoon liittyvät työt löytyivät varmimmin. Uudistamistöiden pinta-alasta löytyi 53–83 % ja nuoren metsän hoidoista 58–100 % alueesta riippuen. Tehdyistä taimikonhoidoista löytyi 43–78 % ja perkauksista 0–100 % pinta-alasta.

Toteutetuista hakkuista löytyi toimenpidetietoa 60–72 % pinta-alasta (taulukko 5). Parhaiten tietoa on löytynyt metsänhoitoyhdistykseltä sekä puun ostajilta. Metsänomistajilta on tullut toteutustietoa vain muutamilta kuvioilta.

Hakkuulajeittain tarkasteltuna toimenpidetiedon löytymisessä oli suurta vaihtelua (taulukko 6). Varmimmin tieto on löytynyt avohakkuista (52–95 % pinta-alasta) ja ensiharvennuksista (65–85 %). Keskimäärin avohakkuu kuvioista löytyi 75 % ja ensiharvennuskuvioista 71 %. Epävarmimmin tieto löytyi ylispuiden poistoista (49 %) ja erikoishakkuista (48 %).

Etelä-Pohjanmaan testialueella T1 havaittiin runsaasti puutteita sähköisissä metsänkäyttöilmoituksissa. Tehdyistä hakkuista löytyi vain 53 %:lle pinta-alasta mk-ilmoitus. Avohakkuistakin löytyi ilmoitus vain n. 63 %:lle pinta-alasta. Tämän vuoksi Etelä-Pohjanmaan molempien testialueiden T1 ja T2 hakatuiksi tulkituille kuvioille, joille ei löytynyt sähköistä mk-ilmoitusta, tarkistettiin paperimuotoiset mk-ilmoitukset.

Metsänkäyttöilmoituksia löytyi Etelä-Pohjanmaan aineistossa hakkuulajista riippuen 22–93 % pinta-alasta (kuvat 5 ja 6). Tehdyistä hakkuista oli testialueella T1 enemmän metsänkäyttöilmoituksia kuin toimenpidetietoa lukuun ottamatta avohakkuita. Testialueella T2 oli avohakkuista ja siemenpuuhakkuista enemmän metsänkäyttöilmoituksia kuin toimenpidetietoa ja muilla hakkuilla tilanne oli päinvastainen.

Pohjois-Karjalan testialueilla metsänkäyttöilmoituksia löytyi hakkuulajista riippuen 45–100 % pinta-alasta (kuvat 7–8). Tehdyistä hakkuista oli enemmän metsänkäyttöilmoituksia kuin toimenpidetietoa.

Ajantasaistetuilta kuvioilta puuttui metsänkäyttö- ja perustamisilmoitus 0–48 %:lla pinta-alasta (kuvat 5–8). Molemmilla Etelä-Pohjanmaan testialueilla puuttui metsänkäyttöilmoituksia ylispuiden poistosta, ensiharvennuksista sekä harvennuksista. Pohjois-Karjalan testialueilla metsänkäyttö- ja perustamisilmoituksia puuttui selvästi vähemmän kuin Etelä-Pohjanmaan testialueilla. Testialueilla T2 ja T4 oli kaikista ajantasaistetuista avo- ja siemenpuuhakkuista olemassa metsänkäyttö- tai perustamisilmoitus.

Metsänkättilmoitusten visuaalinen tarkastelu paljasti, että huomattava osa toimenpidekuvi-  
oista, joille ei löytynyt metsänkättilmoitusta, sijaitsi metsänkättilmoituskuvioiden vieressä.  
Tämä viittaisi siihen, että toteutettu hakkuu on tehty suunniteltua laajempaan laajentuen naapuri-  
kuvion puolelle. Kyseiset kuviot käytiin vielä kerran läpi vertaamalla metsänkättilmoituskuvi-  
on hakkuutapaa ja -ajankohtaa vieressä olevaan metsänkättilmoituksettomaan hakkuukuvi-  
oon. Jos hakkuuajankohta oli vierekkäisillä kuvioilla sama, tulkittiin metsänkättilmoituksen puuttu-  
misen johtuvan huolimattomuudesta. Etelä-Pohjanmaan testialueella T1 näitä kuvioita löytyi 31  
kpl (21,8 % metsänkättilmoituksettomista kuvioista) ja testialueella T2 10 kpl (18,5 %). Poh-  
jois-Karjalan testialueella T3 kuvioita löytyi 20 kpl (33,3 %) ja testialueella T4 7 kpl (36,8 %).  
Koko aineistossa näitä metsänkättilmoituksettomia hakattuja naapurikuvioita oli 24,7 % kuvi-  
oista ja 20,8 % pinta-alasta.

**Taulukko 5.** Toimenpidetietojen löytyminen ennakkoon eri tietolähteistä. todellinen = loppuinventoinnissa mää-  
ritetty, tp = metsäkeskuksen tietokantaan tallennettu tieto toimenpiteestä (ei välttämättä tietoa toteuttajasta),  
maastossa = ajantasaistusten yhteydessä maastossa havaittu ja ajantasaistettu kuvio, josta ei ennakkotietoa.

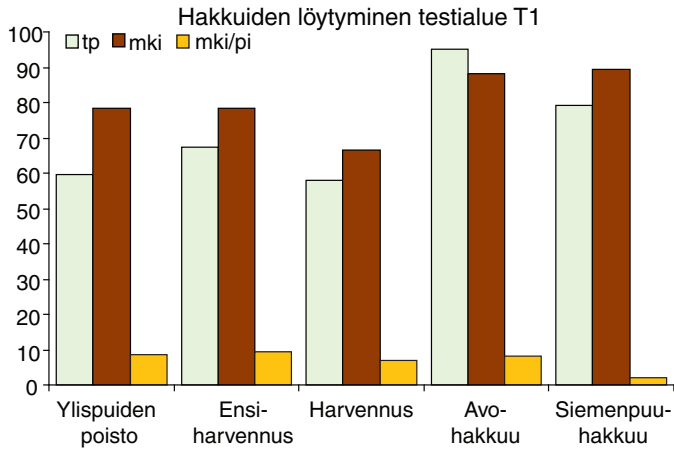
	Todellinen		Metsä- keskus		Metsänhoito- yhdistys		Puun ostaja		Metsän- omistaja		tp		Maastossa	
	kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha
<b>Testialue T1</b>														
Uudistamistyö	148	182,3	0	0	13	18,9	15	22,8	0	0	114	151,6	0	0
Perkaus	3	5,4	2	3,6	1	1,8	0	0	0	0	3	5,4	0	0
Taimikonhoito	129	179,1	5	6,3	25	28,2	2	1,2	0	0	52	76,7	3	1,7
Nuoren metsän hoito	187	255,3	8	8,2	36	56,9	2	1,2	0	0	113	155,4	14	16,7
Hakkuut	642	779,7	17	15,5	65	84,6	91	119,6	1	0,6	478	562,7	38	26,6
<b>Testialue T2</b>														
Uudistamistyö	19	31,5	2	1	12	23,1	1	2,3	1	3,4	13	22,9	0	0
Perkaus	11	15,8	0	0	1	1,6	0	0	1	0,9	3	7,5	0	0
Taimikonhoito	103	123,5	1	1	54	72,3	1	0,4	15	18,6	73	96,3	0	0
Nuoren metsän hoito	108	155,2	3	6,1	39	59,7	9	11,6	15	14,5	68	94,8	0	0
Hakkuut	241	326	2	1	109	135,9	39	61,6	10	12,4	158	208,4	0	0
<b>Testialue T3</b>														
Uudistamistyö	169	214,8	1	1	33	56,4	65	74,1	0	0	101	132,8	0	0
Perkaus	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taimikonhoito	57	83,1	24	40,4	7	12,9	0	0	0	0	30	48,5	0	0
Nuoren metsän hoito	41	66,8	13	21,9	9	20,7	9	9,4	0	0	25	39	0	0
Hakkuut	375	498,4	7	9	66	97,1	162	215,6	2	1,5	219	296,9	0	0
<b>Testialue T4</b>														
Uudistamistyö	24	35,7	0	0	5	12,4	4	6,5	0	0	9	18,9	0	0
Perkaus	2	2,5	0	0	1	0,4	0	0	0	0	1	0,4	0	0
Taimikonhoito	47	72,5	18	37,5	7	5,5	0	0	0	0	25	43	0	0
Nuoren metsän hoito	7	10,6	4	7,7	3	2,9	0	0	0	0	7	10,6	0	0
Hakkuut	151	240,5	3	3,8	18	33,1	54	107,9	5	4,7	79	147,4	0	0

**Taulukko 6.** Toteutettujen hakkuiden löytyminen ennakkoon eri tietolähteistä. Sarakkeiden otsikot kuten taulukossa 5.

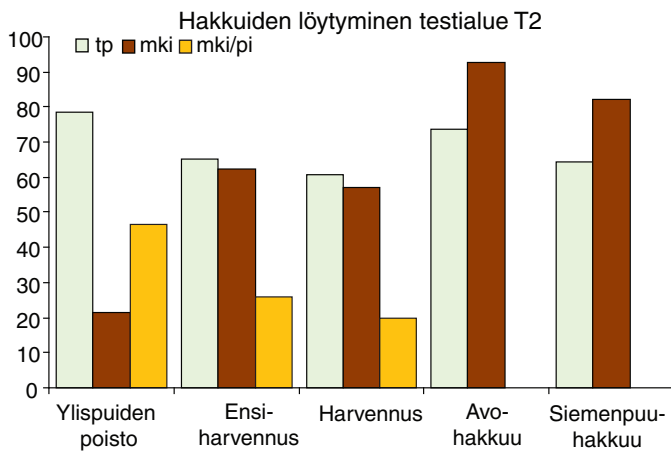
	Todellinen		Metsäkeskus		Metsän- hoitoyhdistys		Puun ostaja		Metsän- omistaja		tp		Maastossa	
	kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha	Kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha	kpl	ha
<b>Testialue T1</b>														
Ylispuiden poisto	51	41,8	0	0	8	5	7	5,4	0	0	30	24,9	0	0
Ensiharvennus	132	177,7	4	2,8	19	30,3	17	25,4	0	0	96	119,5	13	12
Harvennus	235	271,7	13	12,7	15	18,9	35	31,5	1	0,6	152	157,2	19	10,4
Avohakkuu	195	232,8	0	0	17	20,7	22	36,7	0	0	179	221,4	6	4,2
Suojuspuuhakkuu	1	4,6	0	0	0	0	1	4,6	0	0	1	4,6	0	0
Siemenpuuhakkuu	22	38,9	0	0	6	9,7	9	16	0	0	18	30,8	0	0
Erikoishakkuu	6	12,2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,3	0	0
<b>Testialue T2</b>														
Ylispuiden poisto	8	10,4	0	0	2	2,6	2	2,4	1	3,4	5	8,4	0	0
Ensiharvennus	67	80,3	0	0	25	31,2	14	18,7	3	2,3	42	52,2	0	0
Harvennus	111	178,2	0	0	50	66,8	16	34,7	5	6,1	72	108,4	0	0
Avohakkuu	45	47,2	2	1	29	32,1	4	4,3	1	0,6	33	34,7	0	0
Suojuspuuhakkuu	2	0,9	0	0	1	0,6	1	0,3	0	0	2	0,9	0	0
Siemenpuuhakkuu	5	5,6	0	0	2	2,6	1	1	0	0	3	3,6	0	0
Erikoishakkuu	3	3,1	0	0	0	0	1	0,2	0	0	1	0,2	0	0
<b>Testialue T3</b>														
Ylispuiden poisto	13	16,8	0	0	2	2,3	5	8,7	0	0	6	9,3	0	0
Ensiharvennus	60	94,4	6	8	13	15,4	35	59,4	0	0	49	75,4	0	0
Harvennus	138	172,7	0	0	22	34,2	47	51,1	2	1,5	71	86,8	0	0
Kaistalehakkuu	1	0,4			1	0,4					1	0,4		
Avohakkuu	149	187,5	1	1	28	44,8	70	82,4	0	0	87	111	0	0
Suojuspuuhakkuu	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siemenpuuhakkuu	9	9	0	0	0	0	4	2,7	0	0	4	2,7	0	4
Erikoishakkuu	4	17,4	0	0	0	0	1	11,3	0	0	1	11,3	0	1
<b>Testialue T4</b>														
Ylispuiden poisto	14	23,6	0	0	0	0	1	0,9	0	0	1	0,9	0	0
Ensiharvennus	48	67	2	2,6	6	15	20	38,8	4	2,8	31	57,1	0	0
Harvennus	60	99,6	1	1,2	7	5,5	22	50,1	1	1,9	31	58,7	0	0
Kaistalehakkuu	1	0,3					1	0,9			1	0,3		
Avohakkuu	21	38,7	0	0	5	12,6	5	7,6	0	0	10	20,2	0	0
Suojuspuuhakkuu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siemenpuuhakkuu	7	11,3	0	0	0	0	5	10,2	0	0	5	10,2	0	0
Erikoishakkuu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Loppuinventoinnissa määritettyjen toimenpiteiden pinta-alat jaoteltuna vuosittain ja työlajeittain testialueilla ovat liitteessä I. Taulukon 5 uudistamistyöt ja hakkuut eivät välttämättä ole samat kuin liitteessä I. Taulukossa 5 uudistamistöissä on mukana myös maan muokkaus mitä ei ole liitteessä I. Taulukossa 5 hakkuut sisältävät myös ne kuviot, joilla on tehty samaan aikaan nuoren metsän hoito. Liitteessä I hakatuiksi luokitelluilla kuvioilla ei ole tehty samanaikaisesti nuoren metsän hoitoa.

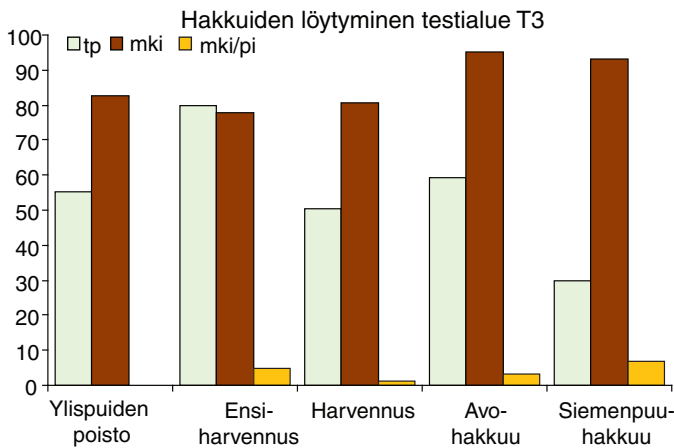




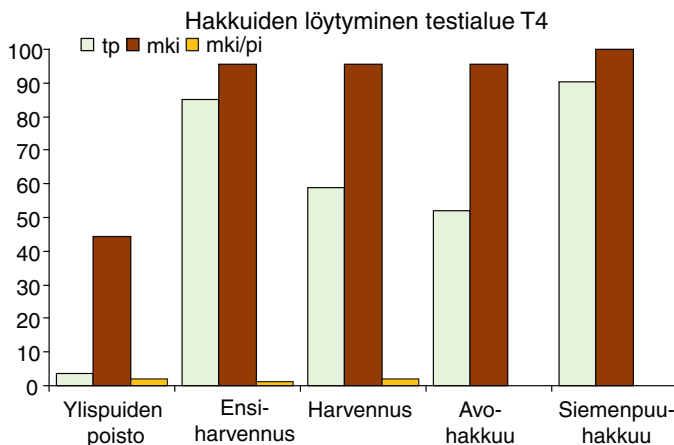
**Kuva 5.** Toteutettujen hakkuiden löytyminen ennakkoon testialueella T1 (y-akseli % pinta-alasta). tp = metsäkeskuksen tietokantaan tallennettu tieto tehdystä hakkuusta, mki = metsäkeskuksen tietojärjestelmiin tallennettu metsänkayttöilmoitus, mki/pi = ajantasaistettu kuvio, jolle ei ole löytynyt metsänkayttö- eikä perustamisilmoitusta.



**Kuva 6.** Toteutettujen hakkuiden löytyminen ennakkoon testialueella T2 (y-akseli % pinta-alasta). Selitteen otsikot kuten kuvassa 5.



**Kuva 7.** Toteutettujen hakkuiden löytyminen ennakkoon testialueella T3 (y-akseli % pinta-alasta). Selitteen otsikot kuten kuvassa 5.



**Kuva 8.** Toteutettujen hakkuiden löytyminen ennakkoon testialueella T4 (y-akseli % pinta-alasta). Selitteen otsikot kuten kuvassa 5.

## 4.2 Tulokset ajantasaistusmittauksista

### 4.2.1 Ajantasaistetut kuviomäärät

Etelä-Pohjanmaan testialueella T1 hankkeen aikana kertyi uusi ajantasaistettu tieto 13,6 %:lle ja testialueella T2 18,3 %:lle metsämaan pinta-alasta (taulukko 7). Niin sanottuja sisäpäivitettyjä kuvioita (avohakkuut, perustamisilmoitukset), joiden tiedot ajantasaistettiin ilman erillistä maastokäyntiä, kertyi testialueella T1 190 kpl (4,1 % pinta-alasta) ja testialueella T2 3 kpl (0,2 %). Testialueella T2 metsänhoitoyhdistyksen toimihenkilö kävi useimmilla uudistamiskohteilla tarkistamassa työnjäljen toteuttajan roolissa. Näillä kuvioilla tietolähteenä on siis maastossa tarkastettu/mitattu tieto.

Pohjois-Karjalan testialueella T3 uutta ajantasaistettua tietoa hankkeen aikana kertyi 12,7 %:lle ja testialueella T4 18,5 %:lle metsämaan pinta-alasta (taulukko 8). Sisäpäivitettyjä kuvioita on testialueella T3 57 kpl (2,5 % pinta-alasta) ja testialueella T4 14 kpl (0,7 %).

**Taulukko 7.** Etelä-Pohjanmaan testialueiden ajantasaistettujen kuvioiden määrät, pinta-alat ja pinta-alaosuudet ko. kehitysluokan pinta-alasta metsämaalla. Kehitysluokka loppuinventoinnin mukaan.

	Testialue T1			Testialue T2		
	Kuviota	Hehtaaria	% pinta-alasta	Kuviota	Hehtaaria	% pinta-alasta
A0	79	80,4	56,2	29	25	69,8
S0	14	21,4	51,3	3	2,8	43,1
T1	111	139,5	27,5	20	37,5	24,1
T2	51	61,9	7,9	70	88,8	26,5
Y1	4	3,3	3,3	3	4,3	24,9
02	171	225,6	12,6	98	131,5	18,4
03	176	193,7	11,3	73	105,5	14,8
04	26	32,7	6,4	22	23,5	7,7
05	2	5,5	33,5			
Yhteensä	634	764	13,6	318	418,9	18,3

**Taulukko 8.** Pohjois-Karjalan testialueiden ajantasaistettujen kuvioiden määrät, pinta-alat ja pinta-alaosuudet ko. kehitysluokan pinta-alasta metsämaalla. Kehitysluokka loppuinventoinnin mukaan.

	Testialue T3			Testialue T4		
	Kuviota	Hehtaaria	% pinta-alasta	Kuviota	Hehtaaria	% pinta-alasta
A0	30	36,2	38,1	9	17,8	78,1
S0	4	2,7	6,2	4	7,5	72,1
T1	99	128,9	29,5	23	29,5	22,4
T2	30	43,2	9,0	24	50,8	19,9
Y1	2	2,1	4,5	3	1,9	4,0
02	40	69,4	8,1	31	50,4	10,1
03	75	97,4	12,4	44	85,7	20,9
04	21	25,5	5,5	48	81,9	21,1
05						
Yhteensä	301	405,4	12,7	186	325,5	18,5

## 4.2.2 Maastotyön tuottavuus

Pohjois-Karjalan alueella ajantasaistettiin testialueen T4 5 vuotta vanha suunnittelualue kesän 2004 aikana. Kuvioita ajantasaistettiin 1 406 kpl ja niiden pinta-ala oli 1 986 hehtaaria. Maastotyön tuottavuus, sisältäen matkat, oli 42,8 ha / päivä.

Ajantasaistusmittausten maastotyön tuottavuudella oli selviä eroja eri alueilla sekä eri ajankohdilla (taulukot 9 ja 10). Metsäkeskusten ajantasaistamilla alueilla on havaittavissa kuviomäärien vaikutus maastotyön tuottavuuteen. Ensimmäisillä ajantasaistuserroilla toimenpidekuvioita oli kertynyt 2–3 vuoden ajalta. Seuraavissa ajantasaistuksissa kuvioita oli kertynyt yhden vuoden ajalta. Kaikkina kertoina kuvioita oli tasaisesti hajallaan koko tutkimusalueella. Visuaalisesti tarkasteltuna muutamat kuviot ovat muodostaneet pieniä ryhmittymiä. Visuaalisen tarkastelun tulosta tuki myös ryhmittäisyyttä kuvaava tunnusluku ANND (average nearest neighbor distance). Arvot alle yhden ilmentävät selvää ryhmittäisyyttä. Tunnusluvut vaihtelivat välillä 0,40–0,57 ja olivat merkitseviä tasolla 0,01.

Verrattuna ensimmäiseen ajantasaistuskertaan, muilla ajantasaistuserroilla sekä jalan että autolla liikkumiseen kuluva aika oli suhteessa suurempi verrattuna mittausaikaan eli tiedonkeruu oli tehottomampaa. Maastotyön tuottavuus on vaihdellut koko tutkimusjakson aikana testialueen T1 34,2 ha / päivä testialueen T2 46,6 ha / päivä (taulukko 10). Maastotyön tuottavuus alenee 6,9–12,3 ha / päivä, kun mittausaikaan lisätään matkoihin kuluva aika.

Testialueella T2 metsänhoitoyhdistyksen toimihenkilön ajantasaistusmittauksista 47,5 % pystyttiin tekemään muiden tilakäyntien yhteydessä. Viimeisenä tutkimusvuotena, 2007, vain 7 % kuvioista ajantasaistettiin tilakäyntien yhteydessä. Kuviotiedot piti tarkistaa ennen tutkimuksen päättymisajankohtaa, joten mittauksia ei pystynyt sisällyttämään normaaliin työrytmiin. Vuosina 2003–2006 65 % kuvioista ajantasaistettiin tilakäyntien yhteydessä.

**Taulukko 9.** Vuosittaiset ajanmenekit ajantasaistusmittauksissa. Sarake ha/8h sisältää vain mittaukseen kuluvan ajan. Testialueen T2 osalta lisämatkasta aiheutunut ajanmenekki on sarakkeessa matka-aika alueella.

Alue	Vuosi	Hehtaaria	Kuvioita	Päivinä	Mittausaika hh:mm	ha/8h	Matka-aika		
							alueelle	alueella	Mittaus+ matka-ajat ha/8h
Testialue T1	2004	283,0	232	11	56:46	39,9	6:35	1:38	32,1
	2005	159,4	128	7	32:02	39,8	3:05	2:02	31,9
	2006	62,6	69	6	29:22	17,1	3:00	1:32	13,4
Testialue T3	2005	187,7	145	5	31:20	47,9	9:29	2:20	34,8
	2006	86	58	4	19:37	35,1	7:15	0:57	24,5
Testialue T4	2005	141,5	82	4	27:37	41,0	6:10	0:57	32,6
	2006	72,7	40	3	14:43	39,5	4:30	0:42	29,2
Testialue T2	2003	21,8	16	4	1:35	110,1	-	0:42	76,4
	2004	99,6	72	16	22:45	35,0	-	3:39	30,2
	2005	83,2	61	17	20:20	32,7	-	2:07	29,6
	2006	61,7	48	13	7:35	65,1	-	1:09	56,5
	2007	108,7	85	11	12:10	71,5	-	7:19	44,6

**Taulukko 10.** Alueiden keskimääräiset ajanmenekit ajantasaistusmittauksissa ajanjaksolla 2003–2007. Testialueen T2 osalta lisämatkasta aiheutunut ajanmenekki on sarakkeessa matka-aika alueella.

Alue	Ha	Kuviota	Päivänä	Mittausaika		Matka-aika		
				hh:mm	ha/8h	alueelle	alueella	ha/8h
Testialue T1	505,0	429	24	118:11	34,2	12:40	5:13	27,3
Testialue T3	273,7	203	9	50:58	43,0	16:44	3:18	30,7
Testialue T4	214,2	122	7	42:20	40,5	10:40	1:39	31,3
Testialue T2	375,0	282	61	64:25	46,6	-	14:57	37,8

### 4.3 Muutostunnistuksen tulokset

Ensimmäisen vaiheen muutostunnistuksessa ilmakuvien radiometrisellä korjauksella ei ollut merkittävää vaikutusta luokittelun lopputulokseen. Tämän vuoksi ilmakuville ei tehty radiometristä korjausta muutostunnistuksen toisessa vaiheessa.

Kaikki uudistushakatut kuviot pystyttiin testiaineistossa tunnistamaan (luokittamaan) ilmakuvilta oikein erotteluanalyysin avulla. Harvennetuista kuvioista löytyi 90,7 %. Luokituksen kokonaistarkkuus oli 91,1 % (kappa 0,74). Muuttumattomista kuvioista 7,2 % luokiteltiin lievästi muuttuneiksi ja lievän muutoksen kuvioista jäi 20,1 % löytymättä. Erotteluanalyysillä ja  $k$ :n lähimmän naapurin menetelmillä ei ollut juuri eroa, kun luokitteluyksikkönä oli kuvio (taulukko 11). Käytettäessä segmenttejä, erotteluanalyysillä saatiin parempia tuloksia. Segmenttipohjaisella lähestymistavalla osakuviolla tapahtuneet muutokset löytyivät paremmin, mutta myös lepokuvioita luokiteltiin herkemmin muuttuneiksi.

Testattaessa laadittua mallia koko aineistossa kuudella muulla ilmakuvaparilla (testiaineiston ilmakuva ei mukana), luokituksen kokonaistarkkuus oli 86,6 % ja kappa 0,62 (taulukko 12). Muuttumattomista kuvioista 11,1 % luokiteltiin muutoskuvioiksi ja 21,2 % muutoskuvioista jäi löytymättä. Harvennetuista kuvioista löytyi 88,1 %.

**Taulukko 11.** Muutostunnistuksen tuloksia testiaineistossa käytettäessä kuvio- tai segmenttitason kohdistuksesta laskettuja piirteitä sekä erotteluanalyysiä tai  $k$ -NN menetelmää. Luokittelutarkkuus on laskettu kuviotasolle. OA = kokonaistarkkuus, OM = aliluokitus, CM = ylliluokitus.

	Kappa	OA, %	OM, %	CM, %	Harvennuksista löytyi, %
Erotteluanalyysi, kuvio	0,74	91,1	16,1	7,2	90,7
$k$ -NN, kuvio	0,71	91,0	25,7	4,8	82,5
Erotteluanalyysi, segmentti	0,71	90,1	13,8	8,8	89,7
$k$ -NN, segmentti	0,62	86,6	18,8	11,5	86,6

**Taulukko 12.** Muutostunnistuksen tuloksia kuudelta ilmakuvaparilta käytettäessä kuviotason kohdistuksesta laskettuja piirteitä ja erotteluanalyysiä koko aineistossa. OA = kokonaistarkkuus, UA = käyttäjän tarkkuus, PA = tuottajan tarkkuus.

Havainto	Ennustettu			Yhteensä	PA, %
	Ei muutosta	Lievä muutos	Selvä muutos		
Ei muutosta	<b>3 796</b>	472	0	4 268	88,9
Lievä muutos	209	<b>595</b>	12	816	72,9
Selvä muutos	2	13	<b>166</b>	181	91,7
Yhteensä	4 007	1 080	178	5 265	
UA, %	94,7	55,1	93,3	<b>OA %:</b>	<b>86,6</b>

#### 4.4 Laskennallisen ajantasaistuksen tulokset

Puustotietojen laskennallisessa ajantasaistuksessa käsitellyiksi tiedetyille kuvioille simuloitiin tietoon tullut käsittely (harvennus tai ensiharvennus) MELA2004-ohjelmistolla. Laskennallisessa ajantasaistuksessa 15 %:lla kuvioista MELA ei käytetyillä metsäkeskus-parametreilla simuloinut kuviolle harvennusta ehdotettuna ajankohtana, koska metsikkö ei puustotunnusten perusteella täyttänyt harvennuskriteerejä. Kaikkiaan harvennuskuvioita oli metsäkeskuksen määrittämisen mukaan 146 kpl, joista ensiharvennuksia 52 kpl ja harvennuksia 94 kpl. Näistä MELA simuloi ensiharvennuksen 47 kuviolle ja harvennuksen 77 kuviolle. Ensiharvennuksista jäi ajantasaistuksessa simuloimatta 5 kpl (10 %) ja muista harvennuksista 17 kpl (18 %). Näistä kuvioista oli suunnittelija ehdottanut seitsemälle kuviolle puustoryhmien harvennusta ensimmäisellä viisivuotiskaudella. Kuvioilla, joilla ajantasaistus onnistui, olivat MELA:lla ajantasaistetun ja inventoidun aineiston väliset puustotunnusten erot pääosin alle kuvioittaiselle arvioinnille asetettujen keski-  
virhetasojen (Utterer ym. 2002, Haara ja Korhonen 2004), taulukko 13.

Ajantasaistuksessa puusto-ositteiden määrät kuviolla pysyivät samoina kuin lähtötilanteessa. Uudessa inventoidussa aineistossa puusto-ositteiden määrä oli vähentynyt vähintään yhdellä ositteella 49 kuviolla verrattuna ajantasaistettuun aineistoon. Tarkasteltaessa puustotunnusten eroja kuvioilla, joilla yhden ositteen osuus puuston pohjapinta-alasta oli vähintään 80 % tai 60 %, oli ajantasaistetun ja uuden inventoidun aineiston väliset puustotunnusten erot pääosin hivenen pienemmät kuin taulukossa 13.

**Taulukko 13.** Puustotunnusten erojen keskihajonnat ja erojen keskiarvot harvennuskuvioilla (ensiharvennus ja harvennus), 124 kuviota. Erotus: uusi inventointitieto - ajantasaistettu vanha inventointitieto.

Puustotunnus	Erotuksen keskihajonta	Erotuksen keskihajonta, %	Erotuksen keskiarvo	Erotuksen keskiarvo, %
Runkoluku, kpl	283,7	37,6	-141,0	-18,8
Ikä, a	3,2	5,6	-1,6	-2,9
Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	3,3	22,0	-1,2	-8,1
Keskiläpimitta, cm	1,5	8,5	0,4	2,0
Keskipituus, m	1,2	8,1	0,5	3,4
Tilavuus kaikki, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	25,1	23,5	-5,9	-5,5
Tilavuus mänty, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	21,4	24,9	-3,6	-4,2
Tilavuus kuusi, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	7,6	84,1	-1,7	-18,5
Tilavuus koivu, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	9,7	83,3	-0,4	-3,6
Tilavuus muu lp, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	1,3	303,6	-0,1	-32,2

Ensiharvennusten ja harvennusten ajantasaistuksen keskinäisessä luotettavuudessa ei ollut suuria eroja (taulukot 14 ja 15). Puuston pohjapinta-ala ajantasaistettiin ensiharvennuksissa tarkemmin kuin harvennuksissa. Sen sijaan keskiläpimitta ja -pituus ajantasaistettiin harvennuksissa tarkemmin kuin ensiharvennuksissa.

**Taulukko 14.** Puustotunnusten absoluuttiset ja suhteelliset erojen keskihajonnat ja keskiarvot ensiharvennuskuvioilla, 47 kuviota. Erojen keskiarvo: uusi inventointiaineisto - ajantasaistettu aineisto.

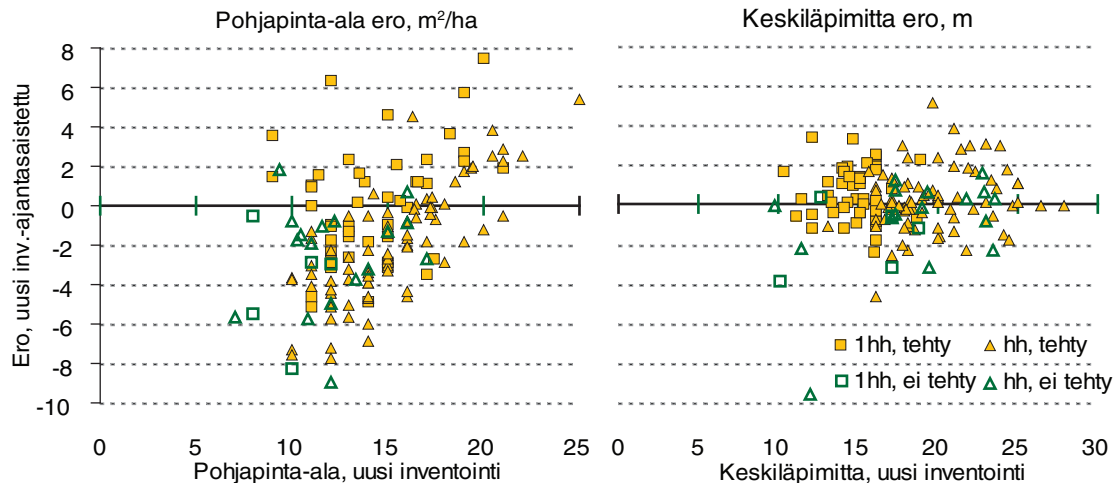
Puustotunnus	Erojen keskihajonta	Erojen keskihajonta, %	Erojen keskiarvo	Erojen keskiarvo, %
Runkoluku, kpl	293,4	29,3	-133,3	-13,3
Ikä, a	2,4	5,8	-1,9	-4,6
Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	2,9	20,2	0,1	0,7
Keskiläpimitta, cm	1,4	9,6	0,5	3,6
Keskipituus, m	1,2	9,8	0,7	5,3
Tilavuus kaikki, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	20,7	22,7	4,3	4,7
Tilavuus mänty, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	17,3	23,6	4,0	5,4
Tilavuus kuusi, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	3,8	154,0	-0,6	-22,9
Tilavuus koivu, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	11,2	74,3	0,9	5,8
Tilavuus muu lp, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	0,3	60,4	0,0	-8,8

**Taulukko 15.** Puustotunnusten absoluuttiset ja suhteelliset erojen keskihajonnat ja keskiarvot harvennuskuvioilla, 77 kuviota. Erojen keskiarvo: uusi inventointiaineisto - ajantasaistettu aineisto.

Puustotunnus	Erojen keskihajonta	Erojen keskihajonta, %	Erojen keskiarvo	Erojen keskiarvo, %
Runkoluku, kpl	277,6	46,0	-145,8	-24,1
Ikä, a	3,6	5,4	-1,5	-2,2
Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	3,5	22,8	-2,0	-13,2
Keskiläpimitta, cm	1,6	8,0	0,2	1,3
Keskipituus, m	1,1	7,2	0,4	2,5
Tilavuus kaikki, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	27,5	23,6	-12,0	-10,3
Tilavuus mänty, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	23,5	25,1	-8,3	-8,9
Tilavuus kuusi, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	9,2	70,3	-2,4	-18,0
Tilavuus koivu, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	8,7	90,8	-1,2	-12,6
Tilavuus muu lp, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	1,6	387,6	-0,2	-46,9

Ajantasaistettavan aineiston kuvioilla, joille MELA ei simuloanut ajantasaistuksessa toimenpidettä, näyttivät puustotiedot olleen liian alhaiset toimenpiteen toteuttamiseksi (kuva 9). Pääasiallisenä syynä oli alhainen pohjapinta-ala harvennusmallien kyseisellä valtapituudella edellyttämään pohjapinta-alaan verrattuna.





**Kuva 9.** Pohjapinta-alan ja keskiläpimitan erot toimenpiteiden ajantasaistus simuloinneissa. Hh = harvennus ja 1hh = ensiharvennus. Täytetyillä symboleilla merkityillä tapauksilla toimenpide on onnistuttu simuloimaan ja täyttämättömällä ei.

## 4.5 Harvennettujen puustojen mittaus ilmakuvalta

Puuston ilmakuvamittauksen ensimmäinen vaihe on puiden tunnistus. Puiden tunnistuksessa testattiin paikallisten maksimien menetelmää. Menetelmällä puiden tunnistuksen luotettavuus kuvien keskiosissa oli hyvä, jos aluspuustoa ei ollut. Parhaimmillaan havaittujen puiden osuus runkoti-lavuudesta oli yli 90 % Hyytiälän ilmakuva-aineistossa, joka oli kuvattu mittakaavaan 1:12 000. Puiden tunnistuksen luotettavuus heikkeni kuitenkin kuvien reunoja kohti.

Puustotunnusten estimoimista ilmakuvalta tutkittiin testillä, jossa puuston pohjapinta-ala ennustettiin käyttäen ilmakuvalta havaittua puuston runkolukua vanhoista kuviotason tiedoista malleilla päivitettyä puuston keskiläpimittaa. Testikuvioilla puuston pohjapinta-ala aliarvioitiin keskimäärin  $3,2 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  (15,4 %).

Kun suurimittakaavaisella ja hyvälaatuisella ilmakuvalla saatiin puuston pohjapinta-alaennusteseen näin selvä aliarvio, ei puustotunnusten estimointia testialueiden heikompileatuksilla, käytännön metsäsuunnittelun tilannetta vastaavilla ilmakuvilla ryhdytty tutkimaan.

## 4.6 Tulokset neuvonnan vaikutuksista

### 4.6.1 Alueiden metsänhoidollinen tila

Kuvassa 10 on edellisen suunnitteluinventoinnin yhteydessä maastossa määritetyt toimenpide-esitykset jaoteltuna H- ja 1-kiireellisiin. H-kiireellinen tarkoittaa kiireellistä heti tehtävää (=rästissä oleva) toimenpidettä ja 1-kiireellinen toimenpidettä, mikä tulisi tehdä 1–5 vuotta metsäsuunnitelman valmistumisesta (Solmu 2006). Kontrollialueen K4 osalta 1-kiireellinen tarkoittaa vuoden 1999 1- ja 2-kiireellisiä toimenpide-ehdotuksia, joita ei ole määritetty H-kiireellisiksi vuonna 2004. H-kiireelliset toimenpide-ehdotukset on määritetty vuoden 2004 hoidontason tarkastuksen yhteydessä. Työlajeissa käytetään samaa määrittelyä kuin Solmu maastotyöoppaassa (Solmu 2006). Tässä yhteydessä käytetyt määritteet toimenpide-esityksistä tarkoittavat seuraavaa:

- Uusi toimenpide-esitys: aineistossa ei ole lähtötilanteessa ollut esitystä, mutta lopputilanteessa on H-kiireellinen esitys
- Rästityö: aineistossa on lähtötilanteessa ollut H-kiireellinen toimenpide-esitys, mitä ei ole purettu ja sama toimenpide-esitys on tehty myös lopputilanteessa
- Tehty (purettu) toimenpide-esitys: aineistossa on lähtötilanteessa ollut toimenpide-esitys, mikä on purettu (kyseinen toimenpide on tehty vähintään osalla kuviota) ennen lopputilannetta

Lähtötilanteessa testialueilla ei ollut suuria eroja niitä vastaaviin kontrollialueisiin verrattuna. Osa eroista selittyy suoraan alueiden erilaisesta kehitysluokkajakaumasta. Esimerkiksi kontrollialueen K1 suuremmat taimikonhoitopinta-alat verrattuna testialueeseen T1 johtuvat kontrollialueen K1 taimikkokehitysluokkien suuresta osuudesta (kuva 2). Toisaalta testialueella T1 on selvästi enemmän nuoria kasvatusmetsiä kuin kontrollialueella K1, mikä lisää nuoren metsänhoito- ja ensiharvennuskohdeiden suhteellista osuutta. Testialueella T2 on selvästi enemmän nuoren metsänhoitotarpeita kuin kontrollialueella K2, vaikka näiden alueiden kehitysluokkajakaumat ovat samankaltaiset.

Pohjois-Karjalan osalta testialueen T3 suhteessa suuremmat nuoret kehitysluokat verrattuna kontrollialueeseen K3 lisäävät kyseisen alueen nuoren metsän hoito- ja ensiharvennustarpeita.

Heti kiireellisiksi määritetyistä hoitotöistä on taimikonhoitoja ja nuoren metsän hoitoja tehty testialueilla suhteessa pääsääntöisesti enemmän kuin vastaavilla kontrollialueilla (kuva 11). Perkauksia on kaikilla alueilla purettu vain muutamia prosentteja niille ehdotetuista pinta-aloista lukuun ottamatta kontrollialueita K1 ja K4. Hakkuiden osalta tilanne on Etelä-Pohjanmaan alueilla toisinpäin, kontrollialueilla on tehty hakkuita ja myös uudistamistöitä testialueita enemmän (kuva 12). Pohjois-Karjalan testialueilla kiireellisten ensiharvennusten pinta-alasta on tehty selvästi suurempi osuus kuin kontrollialueilla. Muiden hakkuiden osalta ero ei ole niin selvä.

1-kiireellisten hoitotöiden osalta (kuva 13) tilanne on lähes samankaltainen H-kiireellisten kanssa. Selvimpänä poikkeamana on testialue T3, jossa 1-kiireellisiä taimikonhoitoja on purettu vähemmän kuin kontrollialueella K3.

1-kiireellisiä ensiharvennuksia on purettu jokaisella testialueella enemmän kuin vastaavalla kontrollialueella. Myös muiden hakkuiden osalta tilanne on sama lukuun ottamatta testialuetta T1.

Tarkasteltaessa lähtötilanteen purettuja rästitöitä kuviomäärillä pinta-alaosuuksien sijaan, on testi- ja kontrollialueiden välillä vain muutamassa työlajissa tilastollisesti merkittävää eroa (taulukko 16). Joidenkin purettujen työlajien kohdalla suhteelliset erot ovat selkeitä, mutta vähäisten kuviomäärien vuoksi alueiden välille ei muodostu tilastollisesti merkittävää eroa.

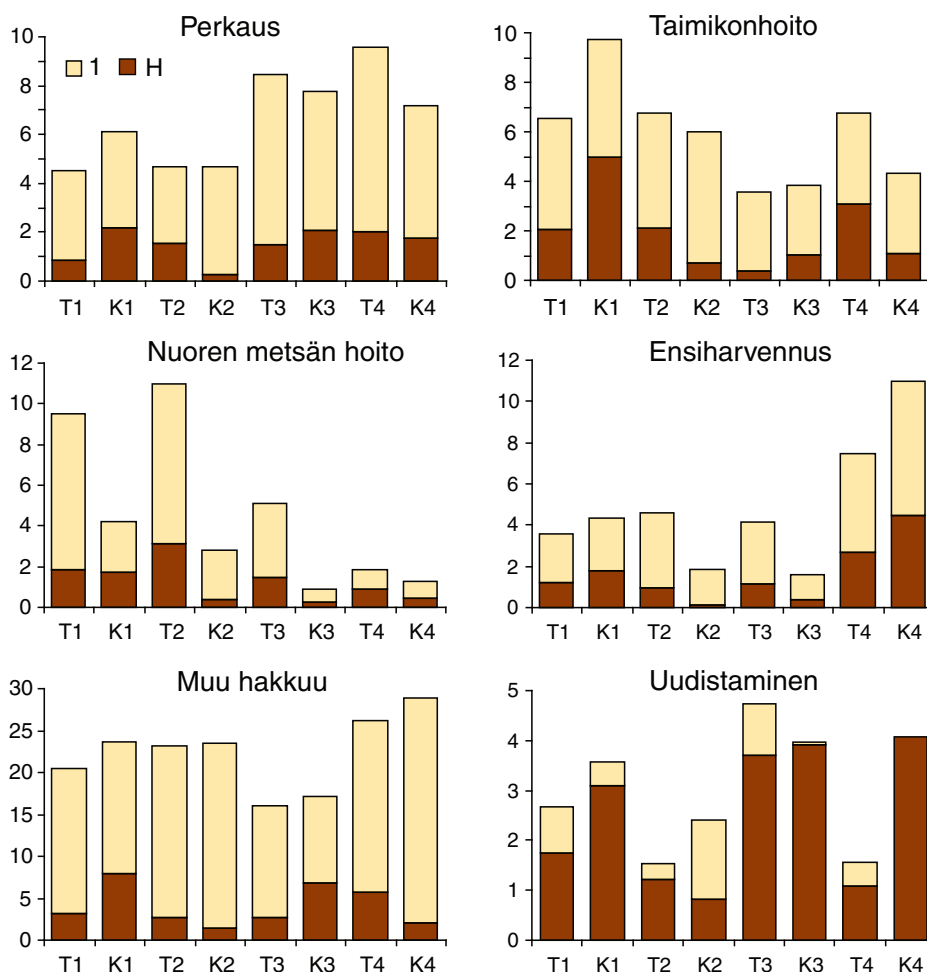
Lopputilanteessa alueiden metsänhoidollinen taso perkauksen ja taimikonhoidon osalta on samankaltainen lähtötilanteen kanssa (kuvat 10 ja 15). Testialueiden ja vastaavien kontrollialueiden keskinäiset suhteet ovat pysyneet samoina lukuun ottamatta testialuetta T3, jossa H-kiireellisten taimikonhoitojen suhteellinen osuus on kasvanut suuremmaksi kuin kontrollialueella K3. Molemmilla alueilla on paljon tekemättömiä lähtötilanteen 1-kiireellisiä taimikonhoitoja, jotka ovat muuttuneet H-kiireellisiksi. Kontrollialueella K1 on selvästi muita enemmän rästissä olevia taimikonhoitoja kuin muilla alueilla (kuvat 14 ja 15). Kaikille Pohjois-Karjalan alueille on tullut uusia kiireellisiä taimikonhoitokohteita (kuva 15).

Nuoren metsän hoidon osalta testialueella T1 on yli puolet lähtötilanteen H-kiireellisistä kohteista purettu tai hoitotarve on mahdollisesti siirtynyt muihin luokkiin, esimerkiksi ensiharvennuksiin

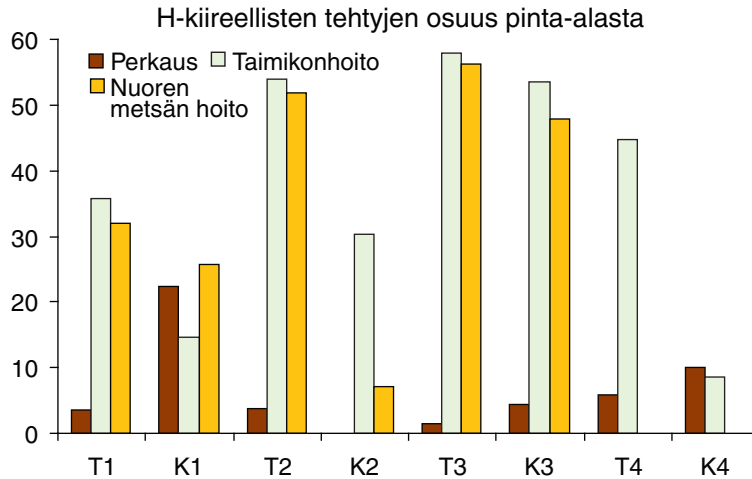
(kuvat 10 ja 15). Pohjois-Karjalan alueilla T3 ja K3 on nuoren metsän hoidon H-kiireellisiä kohteita purettu paljon. 1-kiireellisiä on siirtynyt H-kiireellisiksi ja myös uusia kiireellisiä on tullut sen verran, että lopputilanne on lähtötilannetta huonompi (kuvat 10 ja 15).

Kiireelliset ensiharvennukset ovat lisääntyneet Pohjois-Karjalan kaikilla alueilla (kuvat 10 ja 15). Vanhoja H- sekä 1-kiireellisiä kohteita on purettu, mutta uusia on tullut tilalle. Etenkin kontrollialueella K4 on uusia H-kiireellisiä tullut yhtä paljon kuin niitä oli lähtötilanteessa. Alueen nuorista kasvatusmetsistä (kehitysluokka 02) lähes 40 %:lla (207 ha) on rästissä olevia ensiharvennuksia (kuva 14).

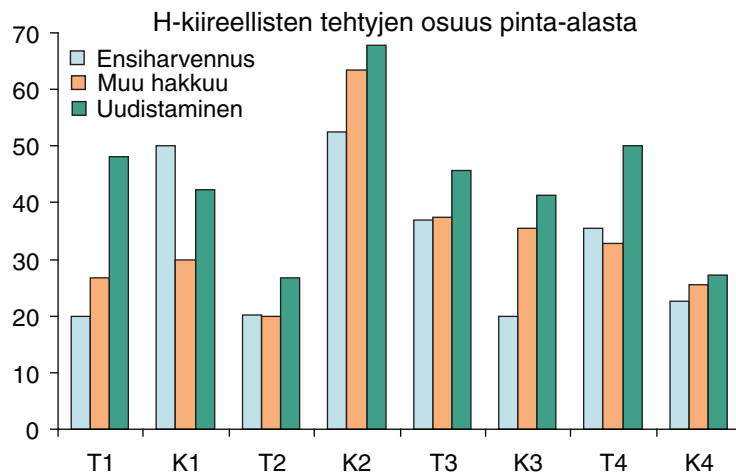
Lähtötilanteen kiireelliset uudistamistyöajit on lähes kokonaan purettu kaikilla alueilla (kuvat 10 ja 15). Lopputilanteessa, alueita T3 ja K3 lukuun ottamatta, H-kiireellisiä uudistamiskohteita on kuitenkin vähintään yhtä paljon kuin lähtötilanteessa. Kaikille alueille on hankkeen aikana tullut uusia uudistamistarpeita. Kontrollialueella K4 ei ollut lähtötilanteessa määritetty uudistamiskohteita kuin H-kiireellisyyksiä ja muilla oli kiireellisyys jätetty määrittämättä. Nämä näkyvät kuvassa 15 ”Muu vanha” tietona. Kyseiset kohteet ovat pääsääntöisesti hakkuisiin liittyviä, jolloin niiden kiireellisyys määräytyy hakkuiden toteutumisen mukaan.



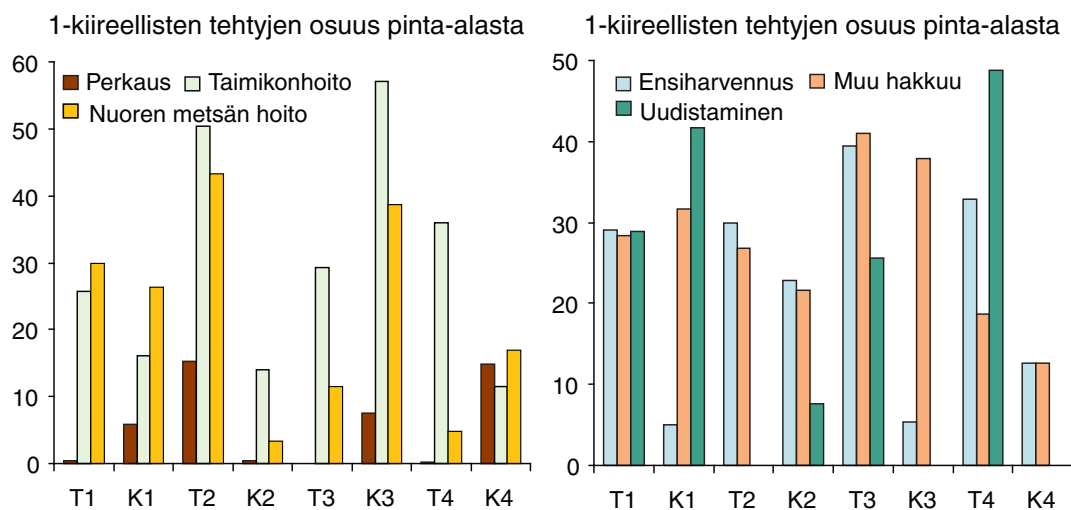
**Kuva 10.** H- ja 1-kiireellisten metsänhoitotöiden pinta-alaosuudet metsämaasta tutkimuksen lähtötilanteessa. Nuoren metsän hoito käsittää kuviot, joilla on pelkästään nuoren metsän hoito esitys sekä kuviot joilla on yhdistetty nuoren metsän hoito ja ensiharvennus esitys. Kontrollialueen K4 osalta 1-kiireellinen tarkoittaa vuosien 1998–99 1- ja 2-kiireellisiä toimenpide-ehdotuksia, joita ei ole määritetty H-kiireellisiksi vuonna 2004.



**Kuva 11.** H-kiireellisten tehtyjen metsänhoitotöiden suhteellinen osuus kyseisen työalajin H-kiireellisiksi ehdotetuista pinta-aloista.



**Kuva 12.** H-kiireellisten tehtyjen hakkuiden ja uudistamistöiden suhteellinen osuus kyseisen työalajin H-kiireellisiksi ehdotetuista pinta-aloista.



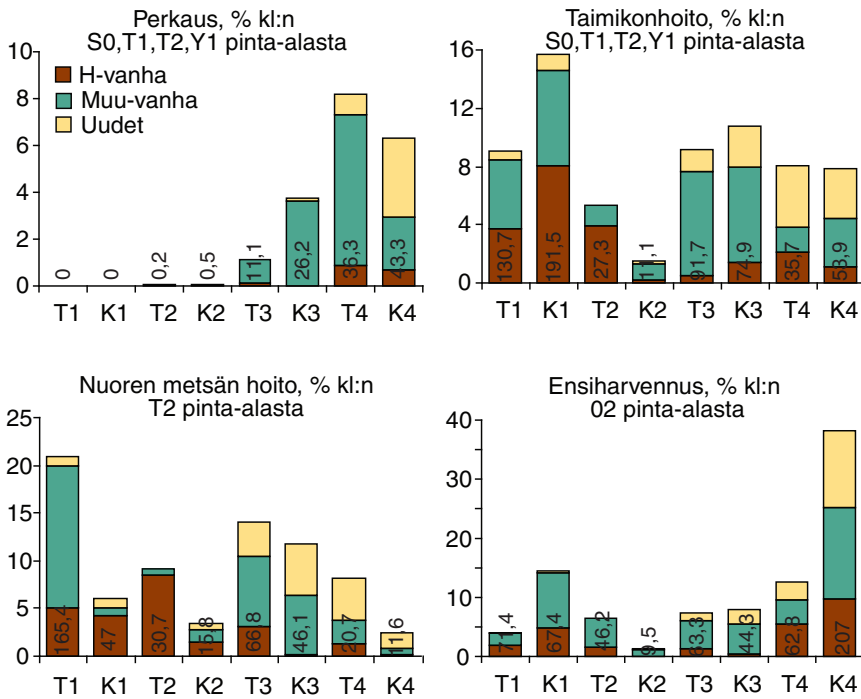
**Kuva 13.** 1-kiireellisten tehtyjen töiden suhteellinen osuus kyseisen työalajin 1-kiireellisiksi ehdotetuista pinta-aloista. Kontrollialueen K4 osalta 1-kiireellinen tarkoittaa vuosien 1998–99 1- ja 2-kiireellisiä toimenpideehdotuksia, joita ei ole määritetty H-kiireellisiksi vuonna 2004.

**Taulukko 16.** Tehtyjen H-kiireellisten työlajien suhteellinen osuus (%) kyseisen työlajin H-kiireellisiksi ehdotetuista kuvioista sekä khi<sup>2</sup>-testin testiarvo ja merkitsevyytaso. Testiarvo on sen alueen kohdalla, jolla tehdyn työlajin suhteellinen osuus on suurempi.

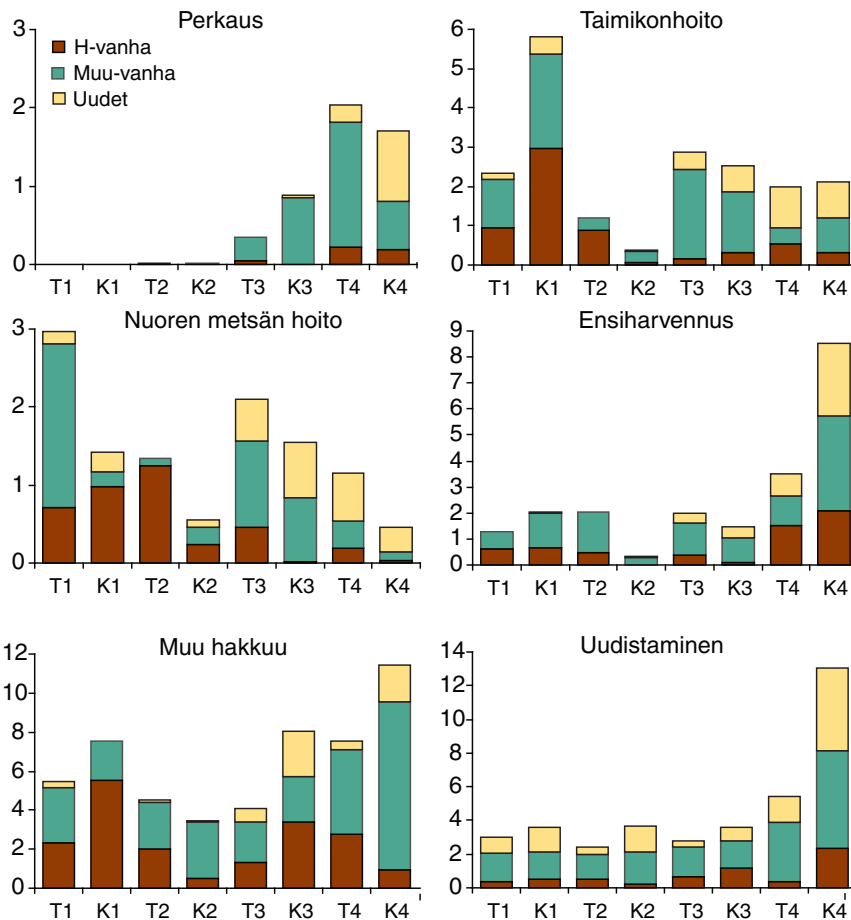
	T1	K1	T2	K2	T3	K3	T4	K4
Muokkaus	45,5	35,7	20,0	58,8	42,9	30,3	27,8	17,3
	0,295			0,011**	0,114		0,331	
Uudistaminen	56,9	43,2	20,7	50,0	40,6	32,3	42,1	17,5
	0,127			0,061*	0,24		0,058**	
Perkaus	2,0	2,8	3,4	0	3,6	4,1	4,8	16,7
		1,0	1,0			1,0		0,352
Taimikonhoito	30,8	20,2	54,3	26,7	54,5	33,3	42,4	18,2
	0,1*		0,121*		0,285		0,082*	
Nuoren metsän hoito	24,1	12,2	34,9	10,0	41,4	0,0	-	-
	0,119*		0,25*		0,074*		-	-
Ensiharvennus	22,2	32,6	26,3	20,0	22,9	13,3	44,4	16,7
		0,266	0,557		0,702		0,007***	
Muu hakkuu	29,3	28,3	20	44,4	33,3	33,8	30,8	24,1
	0,906			0,055*		1	0,633	

Merkitsevyytasot: \* P<0,1 \*\* P<0,05 \*\*\* P<0,01

Vuonna 2005 tehdyssä kahden inventoijan välisessä vertailussa havaittiin pieniä eroja metsänhoitotyön kiireellisyyden määrittämisessä. H- ja 1-kiireellisiä kohteita oli määritetty muutamia ristiin ja yksittäisiä toimenpide-esityksiä oli toisella inventoijalla määritetty 1-kiireellisiksi ja toisella ei ollut ehdotettu mitään toimenpidettä. Mahdolliset Kemera-kohteet sekoittivat osin toimenpide-esityksiä. Esimerkiksi toinen inventoija oli määrittänyt kuviolle Kemera-kelpoisen 1-kiireellisen nuoren metsän hoidon ja toinen H-kiireellisen taimikonhoidon. Toisistaan selvästi poikkeavia hoitotoimenpide-esityksiä inventoijien välillä oli 12 %.



**Kuva 14.** Lopputilanteessa H-kiireellisiksi määritettyjen töiden suhteelliset osuudet lopputilanteen kehitysluokkien pinta-aloista. H-vanha: alkutilanteessa ollut H-kiireellinen purkamaton hoitoesitys, Muu-vanha: alkutilanteessa ollut muu kuin H-kiireellinen purkamaton hoitoesitys, Uudet: uusi H-kiireellinen loppuinventoinnissa määritetty hoitoesitys. Luvut pylväissä ovat hehtaareja.



**Kuva 15.** H-kiireellisten metsänhoitotöiden pinta-alaosuudet metsämaasta tutkimuksen lopputilanteessa. Nuoren metsän hoito käsittää kuviot, joilla on pelkästään nuoren metsän hoito -esitys sekä kuviot joilla on yhdistetty nuoren metsän hoito ja ensiharvennus esitys. H-vanha: alkutilanteessa ollut H-kiireellinen purkamaton hoitoesitys, Muu-vanha: alkutilanteessa ollut muu kuin H-kiireellinen purkamaton hoitoesitys, Uudet: uusi H-kiireellinen loppuinventoinnissa määritetty hoitoesitys.

#### 4.6.2 Metsänhoitoyhdistysten toimintakulttuuri

Haastatelluilla metsänhoitoyhdistysten toimihenkilöillä on metsäalan kokemusta jopa kymmenien vuosien ajalta ja osa on toiminut tutkimusalueilla suurimman osan tästä ajasta (taulukko 17). Kontrollialueiden toimihenkilöt ovat toimineet omalla alueellaan selvästi pitempään kuin vastaavan testialueen toimihenkilöt. Pitkään samalla alueella toimineet toimihenkilöt tuntevat myös suurimman osan alueen metsänomistajista. Testialueiden T2 ja T3 toimihenkilöt ovat toimineet lyhimmän aikaa metsäalalla sekä omalla alueellaan.

Toimihenkilöiden taustatiedot eivät näytä suoraan vaikuttavan metsänhoitoyhdistyksen toiminnan aktiivisuuteen alueella. Metsänhoitoyhdistys tekee tai teettää urakoitsijoilla 40–90 % alueen metsänhoitotöistä työlajista riippuen. Haastattelujen perusteella metsänhoitoyhdistykset toimivat kaikilla testi- ja kontrollialueilla aktiivisesti. Esimerkiksi uudistamiskohteet ovat jatkuvassa seurannassa ja niihin liittyviä palveluja (muokkaus, uudistamistyöt) markkinoidaan sopivina ajankohtina mm. suorana asiakaskontaktina puhelimitse. Ajankohtaisista asioista kerrotaan kaikille metsänomistajille metsänhoitoyhdistyksen Oma Metsä -lehden avulla.

**Taulukko 17.** Metsänhoitoyhdistysten toimihenkilöiden haastattelun tulokset.

	Mhy tekee/teettää alueen töistä, % *2							
	Toiminut metsäalalla, vuotta	Kyseisellä alueella, vuotta	Kokemus yksityismetsien suunnittelusta, vuotta	Tuntee alueen metsänomistajista, % *1	Muokkaus	Uudistamistyö	Taimikonhoito *3	Nuoren metsän hoito *3, ensiharvennus
T1	15	10	5	20–30 *4	70	60	60	60
K1	31	27	27	70–80	90	50	70	40
T2	8	6	8	70–80	90	90	60	75
K2	yli 20	14	-	70–80	60	60	50	50
T3	7	5	7	20–30	60	40	60	40
K3	34	20	34	90–100	60	40	45	40
T4	30	12	12	70–80	80	30	50	50
K4	22	17	22	50–60	60	40	60	60

\*1 Tuntee paremmin kuin pelkästään nimitä

\*2 Perustuu toimihenkilön tietämykseen/ arvioon

\*3 Kohteet ovat pääasiassa niitä, joihin on mahdollista saada kestävän metsätalouden rahoituslain mukaista Kembra-avustusta

\*4 Testialue jaettu kahden toimihenkilön kesken. Haastateltu toimihenkilö tuntee omalta alueelta 50–60 % metsänomistajista



## 5 Tulosten tarkastelu ja päätelmät

Metsävaratiedon jatkuva ajantasaistus metsäsuunnittelua varten -hankkeessa (MEJA) selvitetiin jatkuvaan ajantasaistukseen perustuvan metsäsuunnittelun mahdollisuuksia yksityismetsissä. Jatkuvassa ajantasaistuksessa perusajatuksena on ajantasaistaa toimenpidekuvioiden tiedot mahdollisimman nopeasti toimenpiteen jälkeen. Näin metsävaratieto on jatkuvasti ajantasalla. Metsänomistaja voi itse hyödyntää tietoa tehtyjen töiden laadun tarkkailussa ja tulevien töiden operatiivisessa suunnittelussa. Samoin metsänhoitoyhdistykset ja metsäpalveluyrittäjät voivat käyttää ajantasaista tietoa markkinoidessaan palveluja metsänomistajalle. Ajantasainen metsävaratieto on olennainen edellytys metsänomistajille suunnatulle neuvonnalle.

Jatkuva ajantasaistus edellyttää tiedon saamista toimenpidekuvioista. Metsänkäyttöilmoitus on hyvä tietolähde, mutta se on vain ilmoitus aikomuksesta tehdä metsässä jotain. Mk-ilmoitusta voidaan käyttää lähinnä apuvälineenä toimenpidetiedon keräämisessä ja varmentamisessa esim. puunostajilta. Jossain määrin yllättävää kuitenkin oli, että alueesta riippuen metsänkäyttöilmoitus puuttui 15–45 %:lla kuvioista kaikista tehdyistä hakkuista, ja avohakkuistakin 7–11 %:lla. Metsänkäyttöilmoituksen puuttuminen selittyy useissa tapauksissa sillä, että hakkuu on tehty suunniteltua laajempaan ja se on laajentunut naapurikuviolle. Tässä aineistossa metsänkäyttöilmoituksettomista hakatuista kuvioista noin 25 % oli sellaisia, joiden todettiin visuaalisen tarkastelun perusteella olevan näitä mahdollisia hakattuja naapurikuvioita.

Puunostajilta saatu toimenpidetieto havaittiin erittäin käyttökelpoiseksi, mutta jälkikäteen kerätynä tiedon tarkkuus heikkenee. Toimenpidetiedon kerääminen tulisi saada automaattiseksi. Ensimmäisessä vaiheessa kannattaisi kokeilla pelkän sijaintitiedon ja hakkuutavan lähettämistä puunostajilta sähköisessä muodossa esim. metsäkeskukseen luettavaksi LuotsiGISSIin. Sijaintitietona riittää toimenpidekuvion sisällä oleva piste. Toisessa vaiheessa kannattaa kokeilla leimikkorajojen siirtämistä esim. suoraan hakkuukoneesta metsäkeskukseen.

Metsänomistajilta ei testialueilla juuri tullut toimenpidetietoa, vaikka muuten MEJA-hanke on herättänyt positiivisia reaktioita varsinkin Pohjois-Karjalan testialueilla. Metsänomistajille tulisi tarjota houkuttin sekä vaivaton tapa ilmoittaa itse tekemistään toimenpiteistä, mm. taimikonhoidoista. Kestävän metsätalouden rahoituslain (Kemera) tuella suoritetuista hoitotoista saadaan jo nykyisellään luotettava tieto työn toteutumisesta ja mahdollisesti riittävän luotettava tieto myös toimenpiteen jälkeisestä puustosta.

Taimikkokuvioilla perustamisilmoituksista saatava tieto riittänee alkuvaiheessa kuvion ajantasaiseksi tiedoksi. Osalla näistä kuvioista on metsänhoitoyhdistyksen toimihenkilö käynyt tarkistamassa työn jäljen. Samalla toimihenkilö voi tarkentaa kuvio- ja puustotietoja ja määrittää mm. tulevan hoitotarpeen jopa vuoden tarkkuudella. Ilman maastotarkistusta toimenpide-ehdotus joudutaan tuottamaan kasvupaikkatiedoista ja perustamistapatiedoista. Tällä tavoin tuotettujen toimenpide-ehdotusten luotettavuudesta tarvittaisiin lisäselvityksiä. METYII-hankkeessa testatussa VISU-menetelmässä (Anttila 2003, Anttila ja Virkkunen 2003) todettiin hoitotyöehdotusten tuottaminen epävarmaksi ilman maastotarkistusta. VISU-menetelmässä aukot, taimikot, ylispuustoiset taimikot sekä uudistushakkuut menevät maastoinventoitaviksi.

Osa harvennuskuvioista voidaan ajantasaistaa malleilla ja simuloimalla tehty toimenpide, kuten harvennuskuvioiden laskennallinen ajantasaistus osoitti. Kun MELA-ohjelmistoa käytettiin ajantasaistuksessa metsäkeskuksissa sovellettavilla parametreilla, huomattavalle osalle harvennetuista kuvioista MELA-ohjelmisto ei kuitenkaan simuloinut harvennusta eikä toimenpiteen vaikutuksen ajantasaistus näillä kuvioilla siksi onnistunut. Osa näistä kuvioista oli puustoltaan epätasaisia

ojitusalueiden metsiä, osalla kuvioista puustotiedot ovat todennäköisesti muuten olleet virheellisiä. Harvennusten simuloinnin ongelma voidaan poistaa tarkentamalla puuston lähtötietoja, käyttämällä puustoltaan epätasaisilla kuvioilla koealakohtaista puuston kuvausta sekä säätämällä käytettäviä MELA-parametreja. Ajantasaistuslaskelmissa tarkasteltiin vain kuvioittaisia puuston keskitunnuksia, joiden osalta erot ajantasaistetun ja maastossa mitatun aineiston välillä olivat pääosin alle yleisesti hyväksytyjen kuvioittaisen arvioinnin keskivirheiden. Sen sijaan alustavassa ositteittaisessa tarkastelussa erot olivat suuria. Tämän perusteella voi päätellä, että puuston keskitunnukset saadaan osalla toimenpidekuvioista ajantasaistettua malleilla, mutta seuraavan toimenpiteen ajoitus on todennäköisesti epävarmaa.

Mahdollisuudet puustotunnusten estimointiin ilmakuvilta monoskooppisesti näyttävät heikoilta. Puiden tunnistaminen toimii luotettavasti kuvien keskiosissa, jos kuvioilla ei ole aluspuustoa (Korpela ym. 2005). Puiden tunnistamisen jälkeen pitää kuitenkin vielä rajata kuvalta latvus, tunnistaa puulaji ja ennustaa puuttuvat tunnuksat. Kuvioitasolla tällaisella malliketjulla päästäneen tilavuuden osalta 30–40 %:n virheeseen suurimittakaavaisilla ja hyvälaatuisilla ilmakuvilla (Anttila & Lehikoinen 2002, Korpela & Tokola 2005). Metsäsuunnittelussa tavanomaisesti käytettävällä ilmakuvamateriaalilla huomattava osa puista jää tunnistamatta eikä ilmakuvamittauksesta voi odottaa käyttökelpoisia puustoestimaatteja.

Kaikista toimenpidekuvioista saadaan tuskin koskaan kattavasti tieto eri toimijoilta. Tieto voi jäädä saamatta esim. luonnontuhoista, tieto voi inhimillisistä virheistä johtuen kohdentua väärin tai sitten tietoa ei haluta luovuttaa eteenpäin. Selvät muutokset (uudistushakkuut, voimakkaat harvennukset) pystytään tunnistamaan luotettavasti, mutta vähäisten muutosten tunnistaminen on epävarmempaa. On kuitenkin huomattava, että ajantasaistusmittausten kannalta tärkeistä harvennushakkuista lähes 90 % tunnistettiin oikein. Tässä tutkimuksessa kehitetyt menetelmät soveltuvat muutostiedon hankkimiseen ilmakuvilta.

Vaikka maastossa ajantasaistettavat kuviot ovat sijainneet hajallaan testialueilla, niin maastotyön tuottavuus (ha/päivä) on ollut yllättävän lähellä nykykäytännön mukaisen metsäsuunnittelun maastotyön tuottavuutta. Pääsyy tähän lienee se, että ajantasaistettavat kuviot ovat tuoreen hakkuun vuoksi selväpiirteisiä, jolloin kuviorajaus ja puustotietojen mittaaminen on nopeaa. Myös osa vanhasta tiedosta on sellaisenaan käyttökelpoista, mm. kasvupaikkatiedot. Metsäkeskuksen ajantasaistamat kuviot sijaitsivat kaikilla kerroilla lähes tasaisesti jakaantuneena testialueilla. On siis selvää, että mitä vähemmän kerralla ajantasaistettavia kuvioita alueella on, sitä enemmän aikaa kuluu kulkemiseen ja maastotyön tuottavuus alenee.

Metsävaratietojen ylläpito ja hoitotoimenpiteiden markkinointi vaikutti testialueilla niin, että tutkimuksen lähtötilanteessa rästissä olleita hoitotöitä tehtiin enemmän suhteessa tarpeeseen kuin kontrollialueilla. Kuitenkaan tutkimuksen päättyessä testialueiden metsänhoidollista tilaa ei voi pitää parempana kuin kontrollialueilla. Tämä osittain ristiriitainen tulos voi selittyä kahdella tekijällä:

- 1) Markkinointi painottui rästissä oleviin toimenpiteisiin, jolloin niitä kyllä purettiin testialueilla, mutta samaan aikaan tuli uusia kiireellisiä toimenpidetarpeita vähintään yhtä runsaasti kuin kontrollialueilla.
- 2) Toimenpidetarpeen määrittäminen on subjektiivista ja taimikonhoidon tapauksessa kiireellisyiden arviointi riippuu myös vuoden ajasta.

Hoitotoimenpiteiden markkinoinnilla oli selvä vaikutus, kun tuloksia tarkasteltiin suhteutettuna tehtyihin pinta-alaosuksiin. Mikäli ajantasaistuksella halutaan parantaa metsänhoidon tasoa, on metsävaratietojen ajantasaistuksessa huolehdittava siitä, että myös toimenpidetarpeet ajantasaistetaan ja niistä tiedotetaan metsänomistajia oikein.

## Viitteet

- Anttila, P. 2003. METYII, osahanke I: VISU-tuotantotestaus, loppuraportti. Tapio. 13 s. + liitteet.
- Anttila, P. & Lehtikoinen, M. 2002. Kuvioittaisten puustotunnusten estimointi ilmakuvilta puoliautomaattisella latvusten segmentoinnilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2002: 381–389.
- Anttila, P. & Virkkunen, V. 2003. Suunnitteluinventoinnin tehostaminen VISU-menetelmällä. Julkaisussa: Saramäki, J., Tikkanen, J. & Heino, E. (toim.) Yksityismetsien suunnittelun uudet tuulet. Seminaari Ylivieskassa 26.11.2003. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 900: 56–61.
- Haara, A. & Korhonen, K.T. 2004. Kuvioittaisen arvioinnin luotettavuus. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2004: 489–508.
- Hyvönen, P. & Korhonen, K.T. 2003. Metsävaratiedon jatkuva ajantasaistus yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2003: 83–96.
- Hyvönen, P. & Anttila, P. 2006. Change detection in boreal forests using bi-temporal aerial photographs. *Silva Fennica* 40(2): 303–314.
- Hyvönen, P., Heinonen, J. & Haara, A. 2007. Change detection using bi-temporal aerial photographs and registration at stand-level. *Käsikirjoitus*.
- Kilki, P. & Päivinen, R. 1987. Reference sample plots to combine field measurements and satellite data in forest inventory. University of Helsinki, Department of Forest Mensuration and Management, Research Notes 19: 209–215.
- Korhonen, K.T. 2002. Metsäsuunnittelun tietohuollon käytäntö ja tutkimus. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2002: 509–514.
- Korpela, I. & Tokola, T. 2005. Potential of aerial image-based monoscopic and multiview single-tree forest inventory - a simulation approach. *Forest Science* 52(2): 136–147.
- Korpela, I., Anttila, P. & Pitkänen, J. 2005. The performance of a local maxima method for detecting individual tree tops in aerial photographs. *International Journal of Remote Sensing* 27(6): 1159–1175.
- Maa- ja metsätalousministeriön metsäsuunnittelustrategia 2001–2010. 2001. Työryhmämuistio MMM 2001:13. 14 s.
- Narendra, P. & Goldberg, M. 1980. Image segmentation with directed trees. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 2(2): 185–191.
- Niskanen, Y. 2003. Metsäsuunnitelman vaikutus taimikonhoitopäätökseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2003: 301–319.
- Niskanen, Y. 2004. Metsäsuunnitelman vaikutus ensiharvennuspäätökseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2004: 237–254.
- Nuutinen, T., Anola-Pukkila, A., Hirvelä, H., Härkönen, K., Lempinen, R., Salminen, O. & Siitonen, M. 2005. MELA-julkistusversiot ja -nettisovellukset. Julkaisussa: Nuutinen, T. & Kettunen, L. (toim.). MELA2005 ja nettisovellukset. Metlan työraportteja 15: 5–12.
- Pekkarinen, A. 2002. Image segment-based spectral features in the estimation of timber volume. *Remote Sensing of Environment* 82(2–3): 349–359.
- Pellikka, P. 1998. Developmet of correction chain for multispectral airborne video camera data for natural resource assessment. *Fennia*, 176. s. 1–110.
- Redsven, V., Anola-Pukkila, A., Haara, A., Hirvelä, H., Härkönen, K., Kettunen, L., Kiiskinen, A., Kärkkäinen, L., Lempinen, R., Muinonen, E., Nuutinen, T., Salminen, O. & Siitonen, M. 2004. MELA2002 reference manual. The Finnish Forest Research Institute, Helsinki. 603 s.
- Sillanpää, A. & Myllylä, M. 2007. Metsäsuunnittelun vaikuttavuuden selvittäminen toimenpiteiden toteutumiseen eri-ikäisillä suunnittelualueilla. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu, maa- ja metsätalouden yksikkö. 32 s.
- Solmu. Metsäsuunnittelun mastotyöopas. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki. 75 s.
- Tomppo, E. 1992. Multi-source national forest inventory of Finland. Finnish Forest Research Institute. Research Papers 444: 52–60.
- Utterä, J., Hiltunen, J., Rissanen, P., Anttila, P. & Hyvönen, P. 2002. Uudet kuvioittaisen arvioinnin menetelmät – arvio soveltuvuudesta yksityismaiden metsäsuunnitteluun. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2002: 523–531.

## LIITE I 1(2)

### VUOSITTAISET TEHDYT PINTA-ALAT TYÖLAJEITTAIN LOPPUINVENTOINNIN PERUSTEELLA

Uudistamistyöt (uudistaminen)							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Yhteensä
T1	3,6	31,6	56	39,1	13,5	0	143,8
K1	0	48	60,6	43,2	19,2	0	171
T2	0	2	5	1,8	17,5	0	26,3
K2	0	0,9	22,5	18,8	13,3	13,3	68,8
T3	0	8,5	38,9	70,6	35,2	9,7	162,9
K3	0	1,8	28	66,8	28,7	6,2	131,5
T4	0	0	3,4	9,3	5,6	0,5	18,8
K4	12,1	32,3	41,7	14,9	5,9	0	106,9
Yhteensä	15,7	125,1	256,1	264,5	138,9	29,7	830

Perkaus							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Yhteensä
T1	0	1,8	3,6	0	0	0	5,4
K1	0	0	0,5	1,3	0	0	1,8
T2	0	0	0	6	4,2	5,6	15,8
K2	0	0	0	0,6	0,6	0	1,2
T3	0	0	0	2	0	0	2
K3	0	0	2,3	9	21,6	0	32,9
T4	0	0	0,4	2,1	0	0	2,5
K4	6,2	2,7	0,4	4,6	24,4	0	38,3
Yhteensä	6,2	7,4	7,2	25,6	53,4	10	109,8

Taimikonhoito							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Yhteensä
T1	22,2	45,2	51,7	23	37	0	179,1
K1	1,3	24,9	27,6	23,6	25,6	0	103
T2	0	17,7	45,4	24,5	27,8	8,1	123,5
K2	0	2	7,3	7,3	19,2	16,1	51,9
T3	0	6,8	18,6	18,8	38,9	0	83,1
K3	0	0	37,9	27,2	72,5	1,6	139,2
T4	0	0	37,3	21,5	11,6	2,1	72,5
K4	19	11,8	16,1	5,3	21,4	8,9	82,5
Yhteensä	42,5	108,4	241,9	151,2	254	36,8	834,8

## LIITE I 2(2)

Nuoren metsän hoito							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Yhteensä
T1	17,9	68,3	97,7	22,9	48,5	0	255,3
K1	0	0,7	16,5	12	16,2	0	45,4
T2	0	13,4	33,1	26	60,5	22,2	155,2
K2	0	0	7	4,3	3,4	2,6	17,3
T3	0	6,5	5,9	12,5	41	0,9	66,8
K3	0	0	3,2	14,2	10,8	2,5	30,7
T4	0	0	5,8	4,8	0	0	10,6
K4	0	0	0	0	0	0	0
Yhteensä	17,9	88,9	173,7	99,7	177,4	28,2	585,8

Ensiharvennus							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Yhteensä
T1	6	52,1	51,3	34,2	23,6	0	167,2
K1	0,2	12,6	35,2	3,8	9,8	0	61,6
T2	0	10,9	9	7,6	15,2	19,1	61,8
K2	0	1,3	9,6	26,6	11,4	17,2	66,1
T3	0	0	15,8	23,6	28,4	18,6	86,4
K3	0	0	6,4	19	4,6	1,8	31,8
T4	0	0	11,3	8,4	37,7	9,6	67
K4	15,1	42,8	14,2	9,5	25,4	12,9	119,9
Yhteensä	21,3	119,7	152,8	132,7	156,1	79,2	661,8

Muu hakkuu							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Yhteensä
T1	48,5	215,1	137,2	94,7	106	0	601,5
K1	2,2	88,9	147,1	158,1	51,7	0	448
T2	0	32,1	24,8	75,1	58	53,8	243,8
K2	0	23,9	70	176,4	36,8	59,7	366,8
T3	0	10	120,6	142	106,4	25	404
K3	0	0	43,8	141	122,9	6,2	313,9
T4	0	0	48	36,6	60	28,9	173,5
K4	51,7	111,3	56,6	69,9	88,6	28	406,1
Yhteensä	102,4	481,3	648,1	893,8	630,4	201,6	2957,6