



Esa-Jussi Viitala



Veli-Matti Saarinen



Aaro Mikkola



Mikael Strandström

Esa-Jussi Viitala, Veli-Matti Saarinen, Aaro Mikkola ja  
Mikael Strandström

## Metsäteiden lisärakentamistarpeen määrittäminen paikkatietoaineistojen avulla

**Viitala, E.-J., Saarinen, V.-M., Mikkola, A. & Strandström, M.** 2004. Metsäteiden lisärakentamistarpeen määrittäminen paikkatietoaineistojen avulla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2004: 175–192.

Tutkimuksessa selvitettiin paikkatietoaineistojen avulla, kuinka suuri osa metsistä ja puustosta on 200 ja 400 metrin metsäkuljetusmatkojen ulkopuolella. Tutkimusaineisto käsitti viisi kuntaa Keski-Suomesta ja Etelä-Savosta.

Tulosten mukaan uusien metsäteiden rakentamistarve riippuu merkittävästi siitä, millaista keskimääräistä metsäkuljetusmatkaa tavoitellaan. Jos tavoitteena pidetään kestävänsä metsätalouden rahoituslain ehdoissa esitettyä 200 metriä, tienrakennustarvetta on vielä jonkin verran. Kyseisen tavoitteen ulkopuolella on noin kymmenesosa metsätalouden maasta ja puustosta, tosin erot kuntien välillä ovat verrattain suuria. Jos tavoitteena sen sijaan pidetään Viitalan ja Uotilan (1999) laskemaa optimaalista metsäkuljetusmatkaa eli 400 metriä, uusien metsäteiden rakentamistarve näyttäisi varsin vähäiseltä. Kyseisen metsäkuljetusmatkan ulkopuolella on vain noin yksi prosentti metsätalouden maasta ja puuston tilavuudesta.

Metsäteiden kokonaismäärän kasvaessa niiden lisärakentamisen tarpeellisuutta ja kannattavuutta on syytä arvioida aikaisempaa tarkemmin. Paikkatietoaineistot ja niiden pohjalle kehitetyt laskentaohjelmat tarjoavat tähän käyttökelpoisen apuvälineen. Niiden avulla olisi myös mahdollista analysoida metsäteiden lisärakentamisen tarvetta Kansallisen metsäohjelman ja alueellisten metsäohjelmien tarkistusten yhteydessä. Nykyisissä ohjelmissa lisärakentamisen perustelut on esitetty melko yleisellä tasolla. Myös kestävänsä metsätalouden rahoituslain ehtojen perustelut ovat jääneet epäselviksi muun muassa tavoiteltavien metsäkuljetusmatkojen osalta.

Asiasanat: metsätiet, paikkatietoaineistot, metsäkuljetusmatka

Yhteystiedot: *Viitala* ja *Strandström*, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki; *Saarinen*, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema, Juntientie 40, 77600 Suonenjoki; *Mikkola*, Maanmittauslaitos, Kaakkois-Suomen maanmittaustoimisto, Kauppa-miehenkatu 4, 45101 Kouvola. Sähköposti [esa-jussi.viitala@metla.fi](mailto:esa-jussi.viitala@metla.fi)  
Hyväksytty 28.5.2004

## I Johdanto

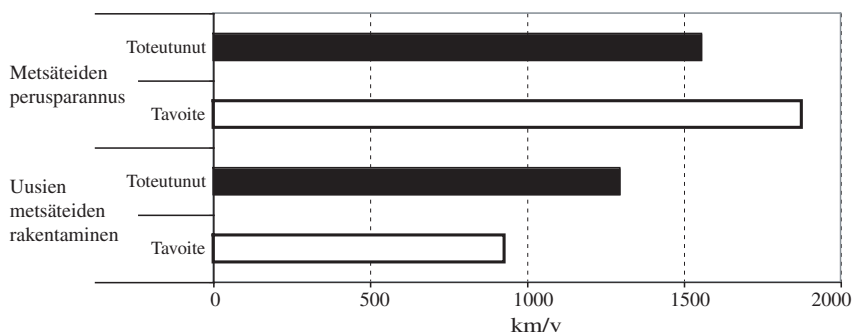
Suomeen on rakennettu lähes 130 000 kilometriä metsäteitä (Uotila 2003). Niiden kokonaismäärän kasvaessa lisärakentamisen tarpeellisuutta ja kannattavuutta on syytä arvioida aikaisempaa tarkemmin. Tällöin olisi pystyttävä selvittämään, milloin uusien metsäteiden rajakustannukset nousevat niiden tuottamia rajahyötyjä suuremmiksi. Tärkeää olisi myös pystyä kohdentamaan metsätienrakentamisen resursseja yhtäältä uusien teiden rakentamiseen ja toisaalta vanhojen teiden perusparannukseen, että teiden ensisijaisten maksajien – metsänomistajien – samoin kuin koko yhteiskunnan hyöty muodostuisi mahdollisimman suureksi.

Vaikka tienrakentaminen on edelleen tärkeimpiä kestäväen metsätalouden rahoituslain (kemeran) kohteita, metsäteiden lisärakentamisen tarvetta on tutkittu hyvin vähän. Kansallisessa metsäohjelmassakin (1999a, b) todetaan vain, että uusien metsäautoteiden rakentaminen vähenee 2 000 kilometristä noin 1 000 kilometriin vuodessa ja että perusparannuksen kohdalla tapahtuu päinvastoin. Ohjelmasta tai sen taustaraportista ei käy selkeästi ilmi, mihin kyseiset tavoitteet perustuvat. Käytännössä ne on kuitenkin johdettu metsäteiden suunnittelusta ja rakentamisesta vastaavien organisaatioiden eli metsäkeskusten koostamista metsätiestön yleissuunnitelmista. Niihin pohjautuvat myös alueellisissa metsäohjelmissa esitetyt uusien metsäteiden rakentamistarpeet (taulukko 1).

Suhteellisesti suurimmat rakentamistarpeet katsotaan olevan Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla. Varsin paljon uusia metsäteitä katsotaan tarvittavan myös Rannikon ja Kaakkois-Suomen metsäkeskuksissa. Rannikon metsäohjelmassa lisärakentamisen kerrotaan merkitsevän metsätietäilyden nostamista 5 metriin hehtaaria kohti (Österbottens... 2001). Tätä pidettiin tavoitteena myös Kaakkois-Suomen ensimmäisessä metsäohjelmassa (Kaakkois-Suomen... 1998), mutta sittemmin maininta on poistettu (Kaakkois-Suomen... 2001), koska suurin osa metsätaloutta palvelevasta tiestöstä on muita kuin varsinaisia metsäteitä.

Kaikkiaan voidaan sanoa, että metsäteiden lisärakentamisen perustelut on esitetty melko yleisellä tasolla sekä alueellisissa metsäohjelmissa että Kansallisessa metsäohjelmassa. Lisäksi on huomionarvoista, että ainakin ohjelmien alkuvuosina uusia metsäteitä on rakennettu asetettuja tavoitteita enemmän (kuva 1). Vastaavasti perusparannustavoitteista on jääty jälkeä.

Metsätiestön määrää koskevien tavoitteiden asettamista hankaloittaa se, että optimaalista tietäilyä tai metsäkuljetusmatkaa on tutkittu Suomessa hyvin vähän. Viimeisen 30 vuoden aikana aiheesta on tehty vain kolme tutkimusta. Rysän (1971) esimerkkilaskelmassa pääoman vaihtoehtokustannusta tai metsäteiden rakentamisen suunnittelu- ja työjohtokustannuksia ei otettu huomioon. Lisäksi laskelman tulosten soveltaminen nykypäivään edellyttäisi muun muassa sitä, että metsäkuljetuksen ja tienrakennuksen kustannussuhde olisi pysynyt



**Kuva 1.** Metsäteiden rakentaminen ja perusparannus keskimäärin vuosina 2001–2003 sekä alueellisten metsäohjelmien tavoitteet (2001–2005). Lähteet: Alueelliset metsäohjelmat (osa metsäkeskuksista julkaissut vuonna 2001, osa vuonna 2002), Metsätalastollinen vuosikirja (2003, 2004).

**Taulukko 1.** Alueellisissa metsäohjelmissa esitetyt uusien metsäteiden rakennustarpeet ja niiden perustelut. Lähde: Alueelliset metsäohjelmat (osa metsäkeskuksista julkaissut vuonna 2001, osa vuonna 2002).

Metsäkeskus	Uusien metsäteiden rakennustarve, km	Lisäys nykyiseen määrään, %	Lisärakentamisen perustelu	Tarpeen määrittelyssä käytetty kriteeri
Rannikko	664	21	Metsätiestön yleissuunnitelma	–
Lounais-Suomi	800	15	Metsätiestön yleissuunnitelma	Metsäkuljetusmatka enintään 400 metriä
Häme-Uusimaa	1000	16	Metsätiestön yleissuunnitelma	–
Kaakkois-Suomi	1000	20	Tietarveselvitykset	–
Pirkanmaa	1100	14	Metsätiestön yleissuunnitelma	Tietiheys 15 m/ha
Etelä-Savo	1000	12	Metsäkeskuksen selvitysprojekti	Metsäkuljetusmatka keskimäärin 200 metriä
Etelä-Pohjanmaa	1800	26	Metsätiestön yleissuunnitelma	–
Keski-Suomi	200 <sup>1,2</sup>	*	–	–
Pohjois-Savo	yli 1000 <sup>3</sup>	yli 13	Tiestön yleissuunnitelma soveltuvin osin	–
Pohjois-Karjala	425 <sup>1</sup>	*	Metsätiestön yleissuunnitelma	–
Kainuu	405 <sup>1</sup>	*	–	–
Pohjois-Pohjanmaa	550 <sup>1</sup>	*	Tietarveinventointi, alhainen metsätietiheys	–
Lappi	1405 <sup>1</sup>	*	Metsätiestön yleissuunnitelma	–

<sup>1</sup> Tavoite ajanjaksolla 2001–2005.

<sup>2</sup> Vuoden 1998 metsäohjelmassa tarve oli 2100 km (Keski-Suomen... 1998).

<sup>3</sup> Vuoden 1998 metsäohjelmassa 1600 km (Pohjois-Savon... 1998).

– = ei mainita.

\* = ei mahdollista laskea.

ennallaan yli 30 vuoden ajan. Tan (1992) puolestaan selvitti optimaalista tietiheyttä vain Kemijärven alueella.

Viitalan ja Uotilan (1999) tutkimus on laajin ja yksityiskohtaisin, mutta siinäkin ei otettu huomioon metsäteiden välillisiä hyötyjä puunkorjuussa ja metsänhoidossa, kuten ei myöskään mahdollisia hyötyjä esimerkiksi metsien monikäytölle tai paikallisliikenteelle. Toisaalta tutkimuksessa ei ollut mukana myöskään metsäteiden ekologiaa tai monikäytölle koituvia haittoja.

Paitsi optimaalisesta tietiheystä ja metsäkuljetusmatkasta, epäselvyyttä on myös nykyisen tieverkon laajuudesta. Erityisen vaikeaksi on osoittautunut selvittää, kuinka suuri osa laajasta yksityisestä tieverkosta soveltuu sijaintinsa ja kuntosensa puolesta puutavaran autokuljetukseen.

Uotilan ja Viitalan (2000) esittämä arvio käyttökelpoisten teiden määrästä perustui Maanmittauslaitoksen maastotietojärjestelmään, joka sisältää myös tietietokannan. Tutkimuksen tulosten mukaan kemia-ohjeissa ”puuntuotannon kannalta edullisimmilla alueilla” tavoiteltu 15 metriä tietä hehtaaria kohti

(Maa- ja metsätalousministeriön... 2001) ylittyi lähes kaikissa Etelä-Suomen metsäkeskuksissa ja kunnissa. Sen sijaan Pohjois-Suomessa ei vielä aivan yllätä tavoitetasoon (6–8 m/ha).

Uotilan ja Viitalan (2000) saamiin tuloksiin liittyy kuitenkin kaksi merkittävää varausta. Ensinnäkin teiden kuntoa ei pystytty ottamaan huomioon, koska kattavaa aineistoa siitä ei ollut käytettävissä. Lisäksi keskimääräinen tietiheys ja metsäkuljetusmatka laskettiin tiestön määrän ja metsäpinta-alan perusteella varsin suurille maantieteellisille alueille: kunnille ja metsäkeskuksille. Vaikka pelloilla ja taajamissa sijaitsevat tiet jätettiin laskelmien ulkopuolelle ja teiden vaikutusalueiden päällekkäisyys – ”tieverkoston tehokkuus” – pyrittiin ottamaan huomioon käyttämällä niin sanottua tietiheyskerrointa (ks. Sundberg ja Silversides 1988 s. 57–70), on selvää, että mitä suuremmalle maantieteelliselle alueelle keskimääräinen metsäkuljetusmatka lasketaan, sitä yleisluonteisempia tulokset ovat.

Viitalan ja Uotilan (1999) ja Uotilan ja Viitalan (2000) saamista tuloksista ei voidakaan suoraan päätellä, kannattaako jonkun kunnan alueella vielä

rakentaa lisää metsäteitä. Käytännössä metsäteiden lisärakentamistarve voidaan selvittää luotettavasti vain kartoilta: mittaamalla puutavaran metsäkuljetusmatkat mahdollisilta leimikoilta autoteiden varsilla sijaitseville varastopaikoille ja arvioimalla, kuinka suuri osa metsistä on vielä tavoitteena pidetyn metsäkuljetusmatkan ulkopuolella. Erityisen tärkeää olisi selvittää, kuinka suuri osa puustosta on tavoitematkojen ulkopuolella, koska tutkimusten mukaan ylivoimaisesti suurin osa metsäteiden hyödyistä liittyy puunhankintaan (Nurmikari 1985, Seilo 1994, Saarinen ym. 2001, 2002).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on esittää paikka-tietoaineistoja hyödyntävä menetelmä, jonka avulla voidaan arvioida metsäteiden lisärakentamistarvetta. Tutkimuksen empiirisessä osassa selvitetään, kuinka suuri osa viiden kunnan – Haukivuoren, Jäppilän, Kivijärven, Konneveden ja Ristiinan – metsistä on vielä tavoiteltujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolella. Lisäksi tarkastellaan, kuinka luotettavasti Maanmittauslaitoksen ylläpitämän tietietokannan perusteella voidaan määrittää puutavaran autokuljetukseen soveltuvat tiet ja siten myös tavoiteltujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolelle jäävät metsä- ja puuvarat, kun toisena vaihtoehtona on käyttää hyväksi samanaikaisesti myös paikallisten metsäammatilaisten asiantuntemusta.

Kestävän metsätalouden rahoituslain ehdoissa tavoitteeksi on asetettu puuntuotannollisesti edullisimmilla alueilla keskimäärin 200 metrin metsäkuljetusmatka (Maa- ja metsätalousministeriön... 2001). Kyseisen tavoitteen tueksi ei ole kuitenkaan esitetty taloudellisia laskelmia (ks. Uotila 2003). Puutavaran kuljetusmatkoja koskevien tavoitteiden perustelut ovat jääneet avoimiksi myös Tapion taskukirjoissa, joissa tarkoituksenmukaisena keskimääräisenä maastokuljetusmatkana Etelä-Suomessa on pidetty 300–400 metriä (Antola 1991, s. 206). Huomionarvoista on, että myöhemmin tätä kuljetusmatkaa on ryhdytty pitämään myös *taloudellisesti* tarkoituksenmukaisena tavoitteena (Niemelä 1994, s. 466). Sittemmin kameran rahoitusehtojen toteutumisen on kerrottu johtavan vieläkin lyhempään keskimääräiseen maastokuljetusmatkaan, 200–300 metriin (Niemelä 1997, s. 491). Taskukirjan uusimassa painoksessa tavoiteltavia maastokuljetusmatkoja ei enää mainita (Niemelä 2002).

Tässä tutkimuksessa metsäteiden lisärakentamis-

tarpeen määrittämisessä käytetään kahta vaihtoehtoista laskentakriteeriä: kemera-ehdoissa mainittua 200 metriä ja Viitalan ja Uotilan (1999) laskemaa optimaalista metsäkuljetusmatkaa, joka on 400 metriä. Edellä mainittujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolelle jääviä metsäalueita tarkastellaan maankäyttöluokan (mm. kangasmaa, suo, soistuma) ja puustotunnusten (keskitilavuus, tilavuusjakauma) avulla. Näin pyritään kartoittamaan sellaiset puuntuotantoalueet, joille metsäteiden lisärakentaminen voisi lähivuosina olla pitkän metsäkuljetusmatkan tai runsaiden puuvarojen puolesta taloudellisesti perusteltua.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Tutkimuskunnat

Tutkimuskunnat valittiin Etelä-Savon ja Keski-Suomen metsäkeskusten toimialueilta, koska kyseisillä alueilla on huomattavat metsävarat ja metsätalouden merkitys aluetaloudessa on suhteellisen suuri (Mäki-Hakola ja Toivonen 2002).

Keski-Suomi on siinäkin mielessä mielenkiintoinen tutkimusalue, että 1990-luvun lopussa siellä tavoiteltiin peräti 2 100 metsätiekilometrin lisärakentamista (Keski-Suomen... 1998). Tämä olisi tarkoittanut metsätiestön kokonaismäärän lisääntymistä noin viidenneksellä. Uuden alueellisen metsäohjelman painotukset ovat toisenlaisia: nykyinen metsä-autotieverkko on tiheydeltään jotakuinkin kattava ja uusia metsäteitä rakennetaan vain, jos niiden metsätaloudelliset hyödyt ovat suuret (Keski-Suomen... 2001). Etelä-Savon metsäohjelmassa puolestaan ilmoitetaan, että alueella tavoitellaan keskimäärin 200 metrin metsäkuljetusmatkaa (Etelä-Savon... 2001). Alueen ensimmäisessä metsäohjelmassa kyseinen tavoite samaistettiin suoraan optimaaliseen tietihyödyteen (Etelä-Savon... 1998).

Kuntien ensisijainen valintakriteeri oli metsätalouden pinta-ala, jonka tuli olla alle 500 neliökilometriä. Lisäksi paikallisella metsänhoitoyhdistyksellä tuli olla valmius osallistua tutkimukseen. Näillä perusteilla tutkimukseen valikoituivat Etelä-Savosta Haukivuori, Jäppilä ja Ristiina sekä Keski-Suomesta Kivijärvi ja Konnevesi (kuva 2).

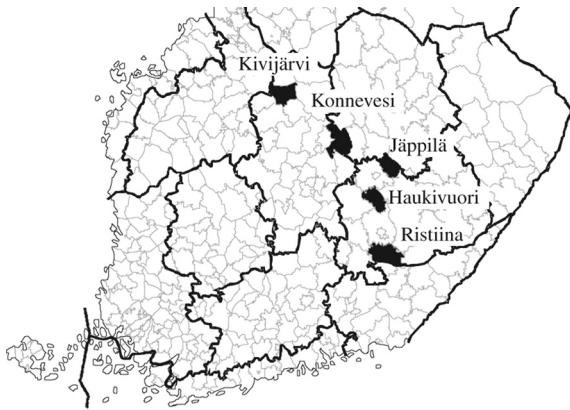
**Taulukko 2.** Yleistietoja tutkimuskunnista.

	Haukivuori	Jäppilä	Kivijärvi	Konnevesi	Ristiina
Kokonaismaa-ala, km <sup>2</sup>	397	331	485	515	574
Metsätalouden maa, km <sup>2</sup>	336	291	437	440	496
josta metsämaata, %	93	98	94	99	98
Soiden osuus metsätalouden maasta, %	33	29	36	20	23
Valtion, yhtiöiden ja yhteisöjen osuus metsämaasta, %	14	17	53	12	13
Puuston keskitilavuus (metsä- ja kitumaalla), m <sup>3</sup> /ha	121	133	96	128	137
Puuston vuotuinen kasvu, m <sup>3</sup> /ha	5,6	5,2	4,5 <sup>1</sup>	5,5 <sup>2</sup>	4,9
Uudistuskypsien metsien osuus, % metsämaasta	15	19	11	18	19
Yksityismetsien markkinahakkuut vuosina 2000–2002, 1000 m <sup>3</sup> /v	142	123	69	183	202

Lähteet: Tomppo ym. (1998), METINFO, Maanmittauslaitos ja metsänhoitoyhdistykset.

<sup>1</sup> Kivijärven seudun metsänhoitoyhdistys (Kannonkoski, Kinnula, Kivijärvi).

<sup>2</sup> Ääneseudun metsänhoitoyhdistys (Konnevesi, Suolahti, Uurainen, Äänekoski).

**Kuva 2.** Tutkimuskunnat.

Tutkimuskunnat ovat useiden metsätaloudellisia olosuhteita kuvaavien piirteiden osalta samankaltaisia. Poikkeuksen muodostaa Kivijärvi, jossa puuston keskitilavuus on selvästi pienempi kuin muissa tutkimuskunnissa (taulukko 2). Tämä johtuu osaksi siitä, että Kivijärvellä on runsaasti soita. Lisäksi valtio, yhtiöt ja yhteisöt omistavat noin puolet metsämaasta, joskin huomattava osa valtion maasta on suojeltu (mm. Salamajärven kansallispuisto ja Salamaperän luonnonpuisto). Poikkeavuudestaan huolimatta Kivijärvi otettiin tutkimukseen mukaan, koska metsätaloudellisten olosuhteidensa puolesta se edustaa varsin tyypillistä pohjoisen Keski-Suomen kuntaa. Lisäksi Keski-Suomen metsäohjelmassa metsäteiden lisärakentamistarpeen on katsottu keskittyvän nimenomaan alueen pohjoisosiin (Keski-Suomen... 1998).

## 2.2 Paikkatietoaineistot

Tutkimuksessa käytettiin hyväksi seuraavia paikkatietoaineistoja:

- Maanmittauslaitoksen maastotietokanta (ml. tietokanta),
- Maanmittauslaitoksen koostama SLICES-maankäyttöaineisto (Separated Land Use/Cover Information System),
- Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämät luonnonsuojelualue- ja Natura 2000 -tietokannat,
- Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventoinnin tutkimusohjelman tuottamat metsävaratiedot.

Maanmittauslaitoksen ylläpitämä *maastotietokanta* sisältää muun muassa vesistöt, pellot, suot, soistumat, liikenneverkot, rakennukset, erityiskäyttöalueet ja suojelukohteet (Maastotietojen keruuohje 1996). Se on tarkoin laajoja alueita kuvaava aineisto Suomessa.

*Tietietokanta* puolestaan sisältää tiedot kaikista yleisistä ja yksityisistä teistä sekä niiden ominaisuuksista. Aineisto on digitoitu pääosin peruskartalta ja topografiselta kartalta. Tietietokantaa käytetään muun muassa kuljetusten optimoinnissa. Tutkimuksessa käytetty tieaineisto perustui syksyn 2001 tilanteeseen.

Tietietokannassa tiet on luokiteltu niiden liikennekelpoisuuden perusteella. Tärkeimpiä tekijöitä sen määrittämisessä ovat ajoratojen ja -kaistojen lukumäärä sekä tien leveys, jolla tarkoitetaan varsinaisen

**Taulukko 3.** Peruskartan tieluokat. Tutkimuksessa mukana olevat luokat on tummennettu. Suurin osa metsäteistä on luokiteltu ajoteiksi.

Tieluokka	Vastaava nimitys maastokartassa (ja tien toiminnallinen luokka*)	Ajoradan leveys, m
1A	I a luokan moottoritie (valtatie)	yli 8
1B	I b luokan yksi- tai kaksiajoratainen autotie (valtatie)	yli 8
2A	II luokan kaksikaistainen autotie (kanta- tai seututie)	6,5–8
2B	II luokan kaksikaistainen autotie (seututie)	5–6,5
3A	III a, b luokan yksikaistainen autotie (yhdistie)	4–5
3B	III a, b luokan yksikaistainen autotie (yhdistie)	3–4
Ajotie	Ajotie	alle 3
Ajopolku	Ajopolku	yli 2,5
Talvitie	Talvitie	yli 2,5
Polku	Polku	alle 2,5

\* Viitteellinen, koska toiminnallinen luokitus perustuu tien asemaan tieverkon osana

ajoradan leveyttä. Tutkimukseen otettiin mukaan vain sellaiset enintään 8 metriä leveät tiet, joita kunnossapidetään *autoliikennettä* varten, so. tieluokat 2A–ajotie (taulukko 3). Samanlaista rajausta ovat käyttäneet Uotila ja Viitala (2000). Kevytväyliä eli ajopolkuja, talviteitä ja polkuja ei siis otettu huomioon. Suurin osa metsäteistä on Maanmittauslaitoksen tietietokannassa luokiteltu ajoteiksi.

Tiet voidaan luokitella myös sen perusteella, millainen merkitys niillä on kaukoliikenteen, seudullisen liikenteen ja paikallisliikenteen välityksessä. Niin sanotussa toiminnallisessa luokituksessa ne ryhmitellään valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteihin (esim. Puutavaran kuljetus... 1998).

Puutavaran varastoiminen tieltä kuormaamista varten on kiellettyä valta- ja kantateiden viereen tai vierialueelle (Puutavaran kuljetus... 1998). Käytännössä etenkin kantateiden varsilla on kuitenkin yleensä runsaasti lyhyitä pistoteitä, joiden varteen hakattu puutavara voidaan ajaa ja jossa sitä voidaan varastoida. Koska tämäntyyppiset alle 50 metrin pituiset tiet eivät tyypillisesti sisälly Maanmittauslaitoksen tietietokantaan, tieaineistosta päädyttiin poistamaan vain vilkkaimmat liikenneväylät: Jäppilässä valtatie 23 (Pieksämäki–Varkaus) ja Ristiinassa valtatiet 13 (Savitaipale–Mikkeli) ja 15 (Kouvola–Ristiina). Menettely ei juuri vaikuttanut tuloksiin, koska valta- ja kantateiden osuus koko tiestöstä on hyvin vähäinen.

Maanmittauslaitoksen koostama niin sanottu *SLICES-aineisto* soveltuu laajojen alueiden maankäytön tarkasteluun (Mikkola ym. 1999, Maankäyttölouki-

tus 2000). Siihen on koottu 10–15 eri paikkatietoineistoa eri hallinnonaloilta. Maankäytön pääluokat ovat asuin- ja vapaa-ajan alueet, tukitoimintojen alueet (mm. liikennealueet), kallio- ja maaperäainesten ottoalueet, maatalouden maat, metsätalouden maat, muut maat ja vesialueet. Pääluokat on jaettu edelleen alaluokkiin, joita on tarkimmillaan 48.

Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä *luonnonsuojelualuetietokanta* sisältää muun muassa kansallis- ja luonnonpuistot, luonnonsuojeluohjelmien mukaiset alueet, erämaa-alueet ja yksityiset suojelualueet. *Natura 2000 -tietokanta* puolestaan sisältää kaikki valtioneuvoston päätösten mukaiset Natura-kohteet.

*Käytetyt metsävaratiedot* perustuvat valtakunnan metsien yhdeksän inventoinnin (VMI) maastomittauksiin, satelliittikuviin sekä Maanmittauslaitoksen ja Väestörekisterikeskuksen numeerisiin kartta-aineistoihin (Tomppo ym. 1998). Puustotietojen laskenta-aineistona käytettiin monilähde-estimoinnin tuloksena syntyviä numeerisia metsävarakarttoja. Monilähteen VMI:n (MVMI) tuottamat metsävarakartat ovat rasterimuotoisia kuvia, joiden maastoresoluutio on 25 metriä. MVMI tuottaa rasterimuotoiset teemakartat mm. seuraavista puustotunnuksista: puuston tilavuus, ikä, pohjapinta-ala, sekä puulajittaiset ja puutavaralajittaiset tilavuudet. Tässä tutkimuksessa käytettiin ainoastaan puuston tilavuustietoja.

VMI:n maastomittaukset on tehty Etelä-Savossa maastotyökausilla 1999 ja 2000 ja Keski-Suomessa maastotyökaudella 1996. Etelä-Savon metsäkeskuk-

sen alueella käytetyt satelliittikuvat ovat maastomittausvuosilta 1999 ja 2000.

Keski-Suomen puustotiedot on ajantasaistettu laskennallisesti vuoden 2001 tasolle, jolta on myös tulkinnassa käytetty satelliittikuva. Laskennallisessa ajantasaistuksessa puustotiedot päivitetään kasvumallien ja ajantasaisen kaukokuva-aineiston avulla haluttuun ajankohtaan (Mäkisara ym. 2001). Maastoaineistoon päivitetään – kahden eri ajankohdan satelliittikuvia hyödyntäen – suuret, puuston vähenemiseen liittyvät muutokset, kuten avo- ja harvennushakkuut sekä mahdolliset luonnonolosuhteiden seurauksena syntyneet aukeat. Jäljelle jäänyttä puustoa kasvatetaan kasvumalleilla (Hynynen ym. 2002) haluttuun ajankohtaan. Alueellisesti kattavat ajantasaistetut puustotiedot saadaan, kun käytetään satelliittikuvaluokituksen syöttötietona ajantasaistettua koealatieta ja ajantasaista satelliittikuva-aineistoa.

### 2.3 Teiden ympärille muodostettujen vyöhykkeiden määrittäminen

Edellä mainittujen teiden (tieluokat 2A–ajotie, pl. valtatie) molemmille puolille muodostettiin kaksi vyöhykettä. Ensimmäinen niistä kuvasi maa- ja metsätalousministeriön kestävän metsätalouden rahoituslain ehtojen mukaista tavoitetta. Sen mukaan puuntuotannollisesti edullisimmilla alueilla, joilla kestävä vuotuinen hakkuumäärä on vähintään 4 m<sup>3</sup>/ha, tavoitteellaan *keskimäärin* 200 metrin metsäkuljetusmatkaa ja 15 m/ha tietiheyyttä (Maa- ja metsätalousministeriön... 2001).

Ministeriön antamista ohjeista ei ilmene, tarkoitetaanko metsäkuljetusmatkalla tässä yhteydessä kartalta mitattua suoraviivaista matkaa vai todellista maastokuljetusmatkaa. Kyse on kuitenkin suoraviivaisesta metsäkuljetusmatkasta (Hiska-Aaltonen 2002, maa- ja metsätalousministeriö, suull.). Näin ollen etäisyyden leimikolta autotien varteen tulisi olla enintään 400 metriä.

Toisen teiden ympärille muodostetun vyöhykkeen leveys oli 800 metriä. Se vastaa Viitalan ja Uotilan (1999) laskemaa optimaalista keskimääräistä metsäkuljetusmatkaa Etelä-Suomessa (400 metriä), joka on määritetty puutavaran metsäkuljetusmatkan lyhenemisessä ja metsänhoitotöiden toteuttamisessa

saavutettavien kustannussäästöjen perusteella.

Kartalta mitattu matka ei kerro todellista maastokuljetusmatkaa, vaan sen lisäksi on otettava huomioon metsätraktorin kiertely maastossa, tienvarsi-varastojen keskitetty sijainti ja kiinteistörajat. Eteläsuomalaisissa oloissa päästäneen maastokuljetusmatkaan, kun kartalta mitattuun matkaan lisätään keskimäärin 40 prosenttia (ks. Sundberg ja Silversides 1988 s. 57–70). Näin ollen maa- ja metsätalousministeriön asettamassa tavoitteessa maastokuljetusmatka leimikolta varastolle olisi keskimäärin noin 280 metriä ja Viitalan ja Uotilan (1999) laskemassa optimissa vastaavasti noin 560 metriä.

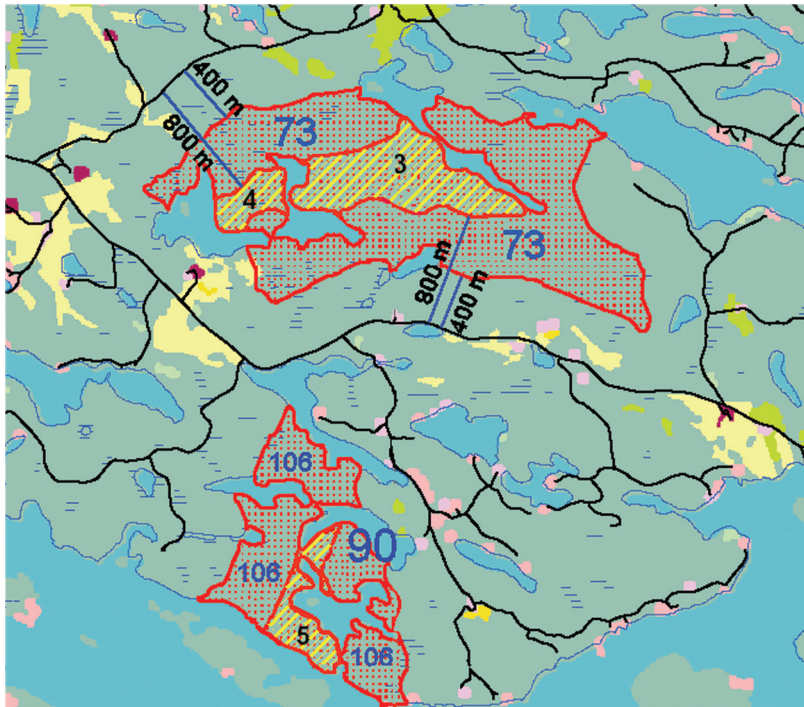
Puunhankintayritysten omien ilmoitusten mukaan maastokuljetusmatka oli 1990-luvun puolivälissä uudistushakkuissa keskimäärin 240 metriä ja harvennushakkuissa 260 metriä (Mäkinen ym. 1997 s. 69). Suurten metsäyhtiöiden vuonna 2000 tekemisissä avohakkuissa kuljetusmatkat jäivät Itä- ja Keski-Suomessa 220–230 metriin ja Vaasan ympäristössä noin 280 metriin (Asikainen ym. 2001 s. 70–78). On kuitenkin huomattava, että näihin lukuihin sisältyvät vain hakkuiden kohteena olleet metsäalueet.

Vyöhykkeitä muodostettaessa otettiin huomioon myös naapurikunnissa sijaitsevat tiet (tieluokat 2A–ajotiet, pl. valtatie) sikäli, kun ne vaikuttivat lopputulokseen. Lisäksi oletettiin, että vesistöjen ja rautateiden yli ei voida kuljettaa puutavaraa. Käytännössä tämä varmistettiin soveltamalla niin sanottua kustannuspintalaskentaa siten, että järvien ja rautateiden yli kulkemisen kustannus merkittiin erittäin suureksi. Kaikilla tieluokilla käytettiin samoja vyöhykeleveyksiä.

Teiden ympärille muodostettujen vyöhykkeiden ulkopuolelle jääneistä alueista karsittiin pois vesialueet, pienet ja tiettömät saaret, kansallis- ja luonnonpuistot, suojeluohjelmiin kuuluvat alueet sekä luonnonsuojelulain nojalla toteutettavat Natura-kohteet. Poikkeuksen muodostivat rantojen-, harjujen- ja lintuvesiensuojeluohjelmaan kuuluvat alueet, joilla voidaan harjoittaa puuntuotantoa tietyn rajoituksin.

Vyöhykkeiden ulkopuolelle jääneet, vähintään 5 hehtaarin suuruiset yhtenäiset metsäalueet (polygonit) numeroitiin ja piirrettiin kartalle (kuva 3).

Tiedot polygonien rajoista siirrettiin vektorimuodossa Maanmittauslaitoksesta Metsäntutkimuslaitokseen. Siellä raja-aineisto rasteroitiin numeeri-



**Kuva 3.** Esimerkki teiden ympärille muodostetuista vyöhykkeistä. Punaisella rasterilla merkityt alueet (polygonit 73, 90 ja 106) ovat kemera-ehdoissa esitetyn tavoitteen (metsäkuljetusmatka keskimäärin 200 m) ulkopuolella. Edellisten sisälle jäävät, punakeltaisella rasterilla merkityt kuviot 3, 4 ja 5 puolestaan ovat Viitalan ja Uotilan (1999) laskeman optimaalisen metsäkuljetusmatkan (keskimäärin 400 m) ulkopuolella.

sen metsävarakartan kanssa yhtenevään 25 metrin maastoresoluutioon.

Polygoneittaiset puusto- ja pinta-alatiedot laskettiin metsävarakartalta polygoniin kuuluvien (metsätalouden maaksi luokiteltujen) pikselien ominaisuustietojen summana. Metsätalouden maan ja muun alueen, kuten peltojen, teiden, vesien, turvetuotantoalueiden ja rakennetun maan, erotteluun käytettiin VMI:ssä numeerisia kartta-aineistoja (Tomppo ym. 1998). Laskennan tuloksena kullekin polygonille saatiin metsätalouden maan pinta-ala, puuston keski- ja kokonaistilavuus sekä polygonin pinta-alan jakautuminen eri tilavuusluokkiin (0–10, 11–100, 101–200, 201–300, yli 300 m<sup>3</sup>/ha). Kyseisen luokituksen avulla pyrittiin erottamaan vähä- ja runsaspuustoiset alueet toisistaan.

Saarisen ym. (2001, 2002) tulosten mukaan metsätien rakentamisen jälkeisten hakkuumäärien tulisi olla kohtalaisen suuria, jotta tie muodostuisi yksi-

tyistaloudellisesti kannattavaksi. Tässä tutkimuksessa alueen runsaspuustoisuuden katsottiin ennakoivan hakkuita. Metsävarainventointien mukaan nuorten kasvatusmetsiköiden keskitilavuus on tutkimuskunnissa (pl. Kivijärvi) 90–110 m<sup>3</sup>/ha, varttuneiden kasvatusmetsiköiden 210–230 m<sup>3</sup>/ha ja uudistuskypsiä metsiköiden 240–250 m<sup>3</sup>/ha (Tomppo ym. 1998). Tällä perustella runsaspuustoisiksi määriteltiin alueet, joissa puuston keskitilavuus on yli 200 kuutiometriä hehtaaria kohti.

Soistumien ja soiden osuus selvitettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan avulla, koska näin pystyttiin käyttämään hyväksi viimeisintä karttatietoa. Polygonien pinta-aloista eroteltiin suot (pääasiassa suokasveja kasvava alue, jolla turvekerroksen paksuus yli 0,3 m) ja soistumat (turvekerroksen paksuus alle 0,3 m). Loppuosan oletettiin olevan metsätalouden kangasmaata. Tältä osin tulokset ovat suuntaa antavia, koska polygonien alueella voi olla



myös jonkin verran peltoja, niittyjä tai muuta maatalousmaata samoin kuin maaperäainesten ottoalueita. Karttatulosteiden perusteella niiden määrä osoittautui kuitenkin vähäiseksi.

## 2.4 Paikallistuntemuksen hyväksikäyttö

Maanmittauslaitoksen käyttämä tieluokitus perustuu lähinnä ajoradan leveyteen ja tien keskimääräiseen kuntoon, ei tien kantavuuteen. Siksi on mahdollista, että osa tietietokannan perusteella kartalle merkityistä teistä (2A-ajotie, pl. valtatie) ei käytännössä sovellu puutavaran ympärivuotisiin autokuljetuksiin. Tämän vuoksi Maanmittauslaitoksen tekemät A0-kokoiset karttatulosteet (mittakaava 1:35 000–1:50 000) lähetettiin syksyllä 2002 paikallisiin metsänhoitoyhdistyksiin; Kivijärven kartta toimitettiin myös Metsähallituksen Karstulan-Viitasaaren metsäitiimiin. Kartoilla esitettiin edellä mainittujen teiden lisäksi SLICES-aineistoon perustuva maankäyttöluokitus sekä suot ja soistumat.

Aluevastaavia pyydettiin paikallistuntemuksensa avulla luokittelemaan kartoilla näkyvät tiet kolmeen ryhmään seuraavasti:

- 1) **Lähes ympärivuotiseen käyttöön soveltuva tie/tien osa**  
Tie soveltuu sekä mitoituksensa että kantavuutensa puolesta puutavaran autokuljetuksiin vähintään vetoautolla (ilman perävaunua) *kelirikkoajoja lukuun ottamatta*. Tie kestää puutavarakuljetukset keskikesällä, ainakin heinä–elokuussa.
- 2) **Vain talvikäyttöön soveltuva tie/tien osa**  
Tietä kunnossapidetään ja sitä voidaan mitoituksensa puolesta käyttää puutavaran autokuljetuksiin vähintään vetoautolla *maan ollessa roudassa, mutta ei sulan maan aikana*.
- 3) **Puutavaran autokuljetukseen soveltumaton tie/tien osa**  
Tietä *ei voida lainkaan käyttää puutavaran autokuljetuksiin* (heikko kantavuus, kapeus, liian jyrkät mäet tmv.). Kyseessä voi olla myös tie, jota ei kunnossapidon laiminlyönnin takia enää voida pitää autotienä. Hylättäviä voivat olla myös esimerkiksi vanhat kärtyt tai vapaa-ajan asutusta varten rakennetut tiet.

Erityistä huomiota pyydettiin kiinnittämään alimman tieluokan teiden (ajoteiden) soveltavuuteen puutavaran kuljetuksiin. Lisäksi aluevastaavia pyydettiin merkitsemään kartoille niiltä mahdollisesti puuttuvat, puutavaran autokuljetukseen soveltuvat tiet.

Kartat korjauksineen lähetettiin takaisin Maanmittauslaitokseen. Siellä puutavaran kuljetukseen soveltumattomiksi merkityt tiet ja tien osat poistettiin kartoilta, puuttuvat tiet lisättiin kartoille ja tieluokat vaihdettiin aluevastaavien näkemysten mukaisiksi. Tämän jälkeen kaikki edellä mainitut laskennat toistettiin.

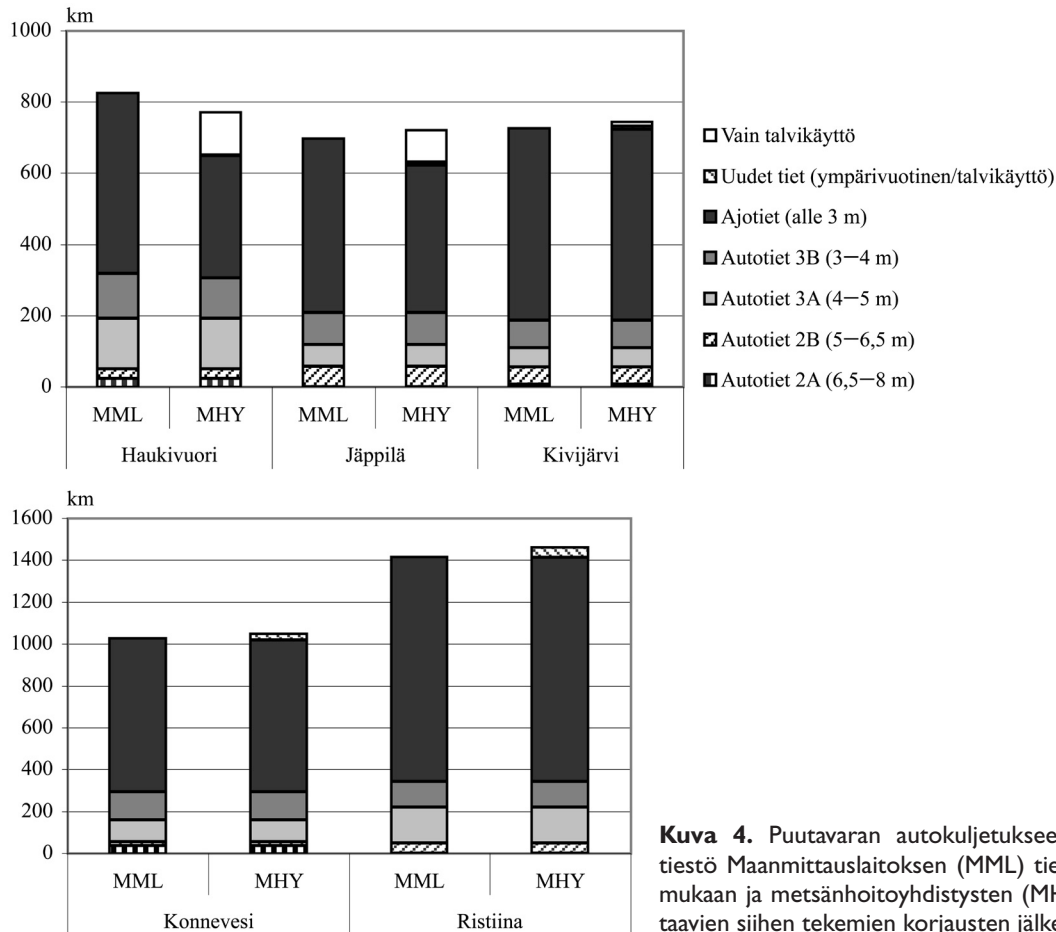
## 3 Tulokset

### 3.1 Tiestön määrä

Kun Maanmittauslaitoksen tietietokannan sisältämien autoteiden (2A-ajotie, pl. valtatie) määrä suhteutettiin kunnan kokonaisuusalaan, tihein tieverkosto sijaitsi Ristiinassa. Vastaavasti vähiten teitä oli Kivijärvellä. Muut tutkitut kunnat olivat jotakuinkin edellisten puolivälissä. Suurin osa tarkasteltavasta tiestöstä oli ajoteitä, ainoastaan Haukivuorella niiden osuus jäi alle 70 prosenttiin.

Metsänhoitoyhdistysten (ja Metsähallituksen) aluevastaavat tekivät suhteellisen pieniä korjauksia ja tarkennuksia Maanmittauslaitoksen toimittamiin karttoihin. Yleensä he vaihtoivat vain tieluokkaa. Tyypillisin muutos oli se, että kartalla *lähes ympärivuotisesti liikennöitäväksi* luokiteltu ajotie vaihdettiin *vain talvikäyttöön soveltuvaksi*. Uusia teitä kartoille lisättiin vain vähän. Suuri osa niistä oli ajopolkuja, joista parhaat täyttivät aluevastaavien mukaan tässä tutkimuksessa käytetyt vaatimukset puutavaran autokuljetukselle.

Suurimmat muutokset karttoihin tehtiin Haukivuoren metsänhoitoyhdistyksessä. Aluevastaavien mukaan noin kolmannes tietietokannan sisältämistä ajoteistä soveltuivat vain talvikäyttöön ja noin kymmenesosa ei soveltunut lainkaan puutavaran autokuljetukseen (kuva 4). Lähes ympärivuotisesti liikennöitävissä olevan tiestön määrä väheni korjausten seurauksena myös Jäppilässä. Muissa kunnissa muutokset olivat vähäisiä; tosin Ristiinassa aluevastaavat eivät merkinneet erikseen talviteitä.



**Kuva 4.** Puutavaran autokuljetukseen soveltuva tiestö Maanmittauslaitoksen (MML) tietietokannan mukaan ja metsänhoitoyhdistysten (MHY) aluevas-  
taavien siihen tekemien korjausten jälkeen.

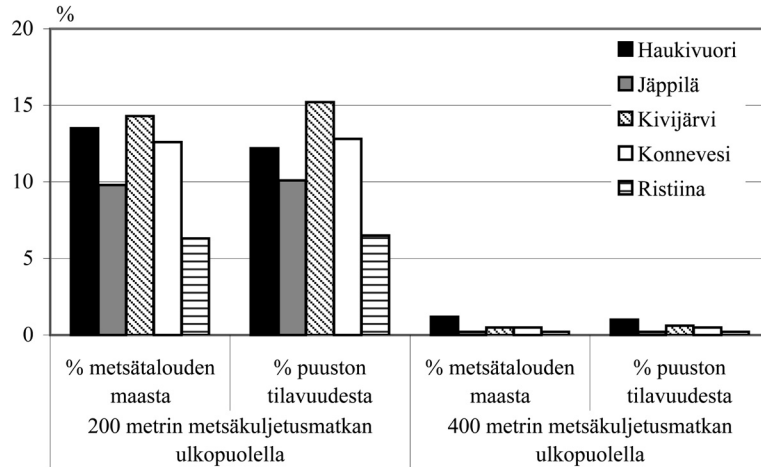
Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että Maanmittauslaitoksen tietietokannan avulla voidaan selvittää puutavaran autokuljetukseen soveltuvan tiestön määrä varsin luotettavasti. Suurin epävarmuus liittyy lähes ympärivuotisesti liikennöitävien ja vain talvikäyttöön soveltuvien ajoteiden erotteluun.

### 3.2 Tavoiteltujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolella olevat metsäalueet

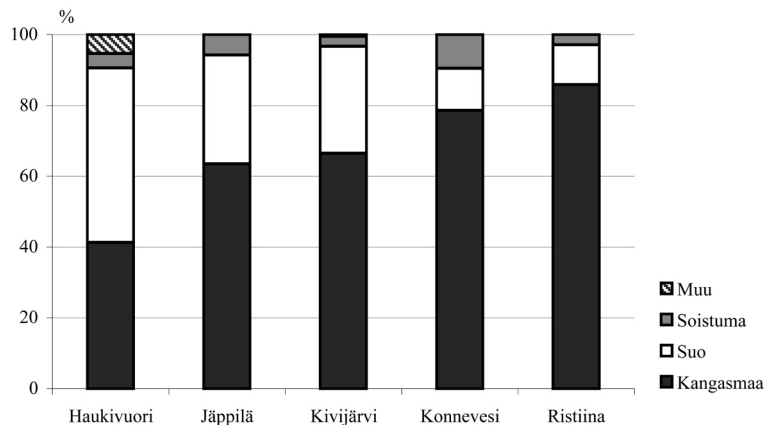
Seuraavaksi laskettiin, kuinka suuri osa metsätalouden maasta ja puuston tilavuudesta jäi tavoiteltujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolelle. Laskelmat tehtiin sekä Maanmittauslaitoksen tietietokannan perusteella että metsänhoitoyhdistysten ja Metsähal-

lituksen aluevastaavien siihen tekemien korjausten jälkeen. Tuloksissa ei ollut oleellisia eroja (liite 1), joten jatkossa raportoidaan vain jälkimmäiset.

Kemera-ehdoissa esitetyn tavoitteen – metsäkuljetusmatka keskimäärin 200 metriä – ulkopuolella oli keskimäärin kymmenesosa metsätalouden maasta ja puustosta. Osuus kuitenkin vaihteli varsin paljon kunnittain: Kivijärvellä se oli korkein (14%) ja Ristiinassa matalin, vain 6 prosenttia (kuva 5). Kivijärven tulos lienee yliarvio, koska kaikki ulkopuolelle jääneet metsäalueet tuskin kuuluvat rahoitusehdoissa mainittuihin ”puuntuotannollisesti edullisimpiin alueisiin”, joissa kestävän vuotuisen hakkuumäärän tulisi olla vähintään 4 m<sup>3</sup>/ha. Puuston vuotuinen kasvu on Kivijärven seudulla keskimäärin 4,5 m<sup>3</sup>/ha (ks. taulukko 2).



**Kuva 5.** 200 ja 400 metrin metsäkuljetusmatkojen ulkopuolella olevan metsätalouden maan ja puuston suhteelliset osuudet kunnittain.

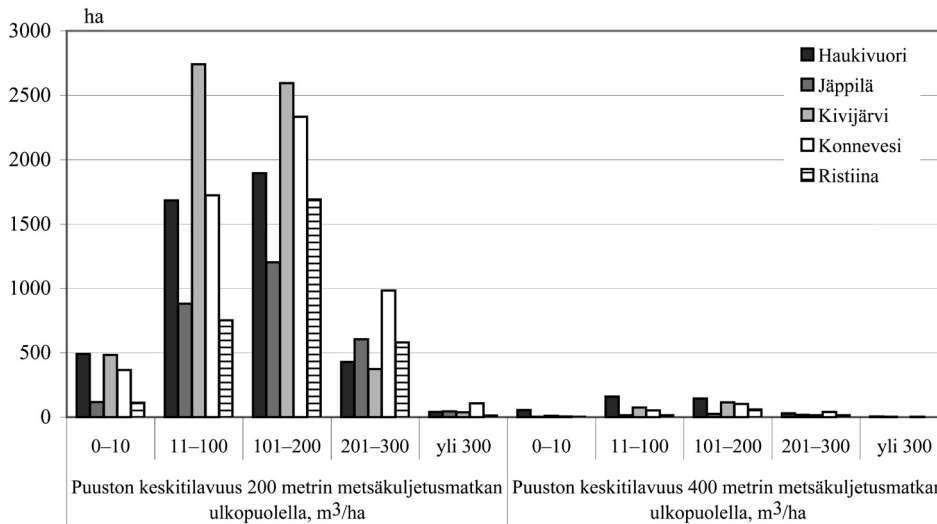


**Kuva 6.** 200 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuolella olevan alueen jakaantuminen eri maankäyttöluokkiin. ”Muu” koostuu lähinnä maaperä-ainesten (turve, sora, hiekka) ottoalueista.

Jos tavoitteena pidetään Viitala ja Uotilan (1999) laskemaa taloudellista optimia, tulokset muuttuvat huomattavasti. 400 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuolella oli vain alle yksi prosentti metsätalouden maasta, puuston tilavuudesta osuus oli samaa suuruusluokkaa. Tilavuus- ja pinta-alaosuuksien perusteella näyttää yleisestikin siltä, että tarkasteltujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolelle jääneet metsätalouden maat eivät olleet keskimäärin erityisen runsaspuustoisia. Suuri osa niistä olikin soita

– etenkin Haukivuorella, Jäppilässä ja Kivijärvellä (kuva 6).

Kannattavimmat lähiajan tienrakentamiskohteet löytyivät runsaspuustoilta alueilta. Jos runsaspuustoisuuden rajana pidetään 200 kuutiometriä hehtaaria kohti ja tavoitteeksi asetetaan 200 metrin keskimääräinen metsäkuljetusmatka, eniten potentiaalisia tienrakentamiskohteita näyttäisi löytyvän Konnevedeltä, noin tuhat hehtaaria. Tämä on noin kaksi kertaa enemmän kuin muissa tutkituissa kun-



**Kuva 7.** Tarkasteltujen metsäkuljetusmatkojen (200 ja 400 metriä) ulkopuolella olevan metsätalouden pinta-alan jakaantuminen puuston eri tilavuusluokkiin.

nissa keskimäärin (kuva 7). Toisaalta, jos tavoitteeksi asetetaan 400 metrin keskimääräinen metsäkuljetusmatka, uusien metsäteiden rakentamistarve näyttäisi jäävän varsin vähäiseksi kaikissa tutkituissa kunnissa.

### 3.3 Paikkatietoon perustuvia arvioita metsäteiden lisärakentamisen kannattavuudesta

Edellä tarkasteltiin teiden ympärille muodostettujen vyöhykkeiden ulkopuolelle jääneiden metsäalueiden kokonaispinta-aloja ja puustoisuutta ottamatta huomioon polygonien (kuvioiden) rajoja. Tarkempi kuva uusien metsäteiden rakentamisen taloudellisesta kannattavuudesta saadaan, kun analysoidaan vyöhykkeiden ulkopuolelle jääneiden yksittäisten polygonien ominaisuuksia – niiden pinta-alaa, puuston keskitilavuutta ja runsaspuustoisten alueiden määrää.

Pienten polygonien kohdalla metsäkuljetusmatkaa on mahdollista lyhentää rakentamalla lyhyitä varsiteitä. Metsänomistajat joutuvat kuitenkin yleensä rahoittamaan ne kokonaan itse, koska maa- ja metsätalousministeriön määräysten mukaan valtion tukea saavien metsäteiden tulee olla Etelä-Suomessa

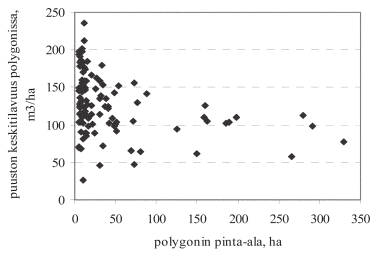
vähintään 500 metrin pituisia (Maa- ja metsätalousministeriön... 2001). Valtio voi tosin osallistua tätä lyhyempienkin teiden rakentamiseen, jos kyseessä on ”metsäkuljetuksen estävän maastovaikeuden poistaminen”.

Jos lähtökohtana pidetään kemera-tuen nykyisiä perusehtoja, so. metsätien pituuden tulee olla vähintään 500 metriä ja tietäyden enintään 15 metriä vaikutusalueen hehtaaria kohti, erityisen kiinnostavia tienrakentamiskohteita ovat yli 35 hehtaarin yhtenäiset metsäalueet. Tulosten mukaan suurin osa 200 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuolelle jääneistä polygoneista oli kuitenkin selvästi pienempiä, 5–25 hehtaarin alueita (liite 2). Näin oli erityisesti Haukivuorella ja Ristiinassa.

Vaikka yli 35 hehtaarin polygonejakin oli melko paljon, niin puuston keskitilavuus jäi useissa varsin alhaiseksi, alle 100 kuution hehtaaria kohti (kuva 8). Erityisen alhaiseksi se jäi Kivijärvellä ja Haukivuorella, mikä johtuu muun muassa maaston soisuudesta. Jäppilässä sijainneiden polygonien keskitilavuudet olivat vastaavasti korkeimpia, mikä viittaisi niiden olevan taloudellisessa mielessä kaikkein mielenkiintoisimpia tienrakentamiskohteita.

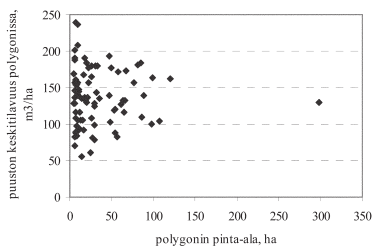
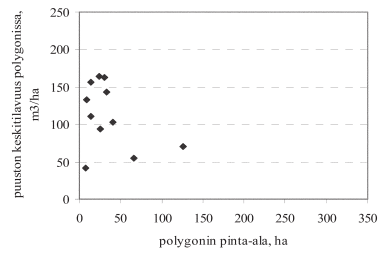
Jos polygonin keskitilavuus vaihtelee hyvin paljon, edellä esitetty tarkastelu ei vielä välttämättä kuvaa riittävän tarkasti uuden metsätien rakenta-

### 200 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuoliset yhtenäiset metsäalueet

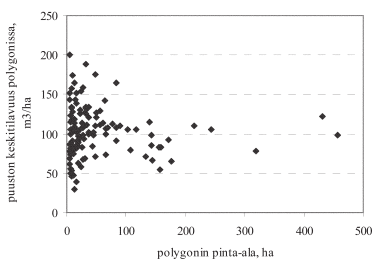
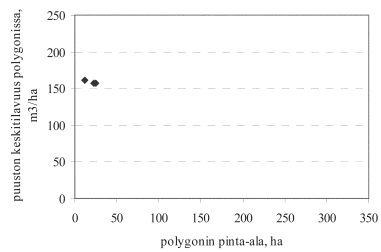


### HAUKIVUORI

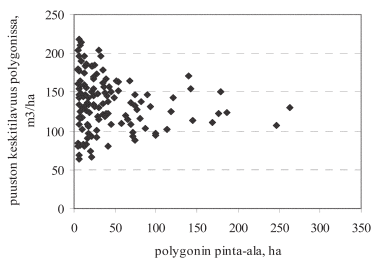
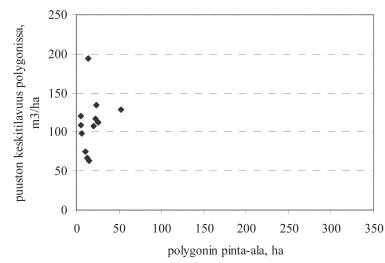
### 400 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuoliset yhtenäiset metsäalueet



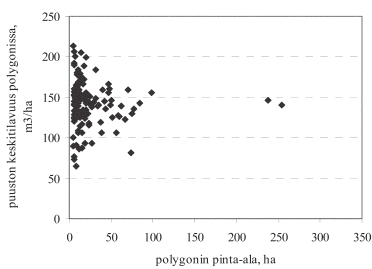
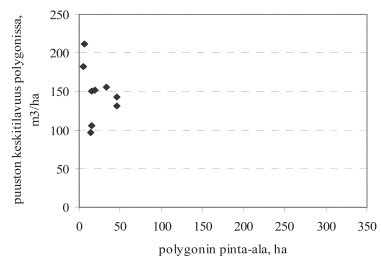
### JÄPPILÄ



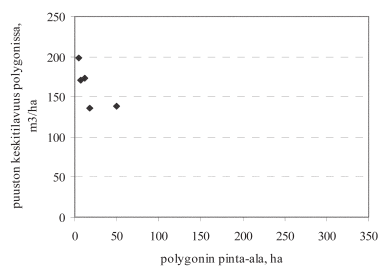
### KIVIJÄRVI



### KONNEVESI



### RISTIINA

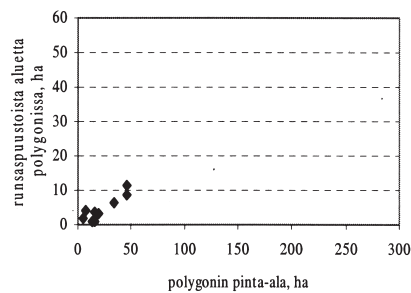
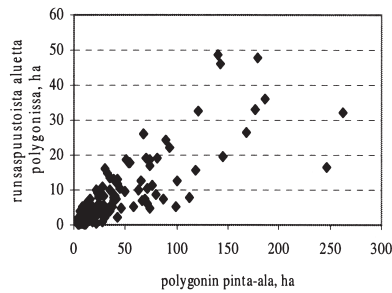


**Kuva 8.** Tarkasteltavien metsäkuljetusmatkojen (200 ja 400 metriä) ulkopuolelle jääneiden yhtenäisten metsäalueiden (polygonien) metsäpinta-alat ja puuston keskitilavuudet.

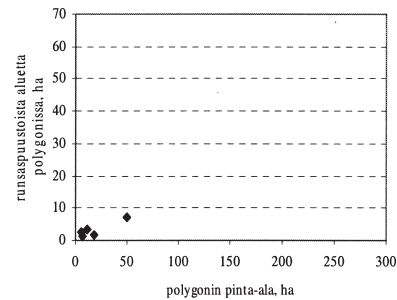
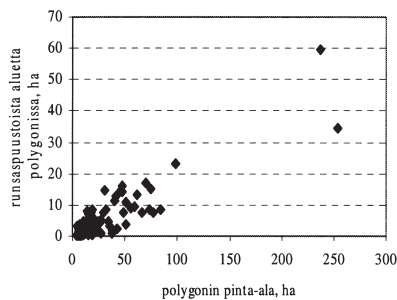
**200 metrin metsäkuljetusmatkan  
ulkopuoliset yhtenäiset metsäalueet**

**400 metrin metsäkuljetusmatkan  
ulkopuoliset yhtenäiset metsäalueet**

**KONNEVESI**



**RISTIINA**



**Kuva 9.** Runsaspuustoiset (tilavuus yli 200 m<sup>3</sup>/ha) alueet polygoneissa.

misen kannattavuutta. Se määräytyy ennen muuta metsäkuljetussuoritteiden eli hakattavan puumäärän ja metsäkuljetusmatkan lyhenemisen perusteella (Saarinen ym. 2001, 2002).

Jos runsaspuustoisuuden (puuston tilavuus vähintään 200 m<sup>3</sup>/ha) katsotaan kuvaavan lähivuosina hakattavaa puumäärää, Konnevedellä näyttäisi olevan kymmenkunta mielenkiintoista kohdetta, joille voisi olla yksityistaloudellisesti kannattavaa rakentaa uusi metsätie kemera-ehdoin (kuva 9). Myös Ristiinassa näyttäisi olevan kolme erityisen kiinnostavaa tienrakentamiskohdetta, jotka voisivat olla kemeran tukiehdoin ja kohtuullisin hakuin saatavissa yksityistaloudellisesti kannattaviksi. Muitakin potentiaalisia tienrakentamiskohteita Konnevedeltä ja Ristiinasta löytyy, mutta niiden kohdalla uuden metsätien rakentamista, erityisesti vaihtoehtoisten tielinjausten kannattavuuksia, olisi tarpeen arvioida tarkemmin.

## 4 Tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa on kuvattu, kuinka paikkatietoaineistojen perusteella on mahdollista tehdä päätelmiä uusien metsäteiden rakentamistarpeesta. Tulosten mukaan Maanmittauslaitoksen tietokannan perusteella voidaan selvittää puutavaran autokuljetukseen soveltuva tiestö varsin luotettavasti. Suurin epävarmuus liittyy lähes ympärivuotisesti liikennöitävien ja vain talvikäyttöön soveltuvien ajoteiden erotteluun. Sitäkin voidaan tarkentaa käyttämällä hyväksi metsänhoitoyhdistysten aluevastaavien tai metsäteollisuusyhtiöiden kuljetusesimiesten paikallistuntemusta.

Tulosten mukaan uusien metsäteiden rakentamistarve riippuu merkittävästi siitä, millaista keskimääräistä metsäkuljetusmatkaa tavoitellaan. Jos tavoitteena pidetään 400 metriä, uusien metsäteiden rakentamistarve näyttäisi varsin vähäiseltä. Kyseisen metsäkuljetusmatkan ulkopuolella on tutkimuskunnissa vain noin yksi prosentti metsätalouden maasta

ja puuston tilavuudesta. Toisaalta, jos tavoitellaan 200 metrin keskimääräistä metsäkuljetusmatkaa, tienrakentamistarvetta on vielä jonkin verran: tämän kemera-ehdoissa mainitun tavoitteen ulkopuolella on keskimäärin kymmenesosa metsätalouden maasta ja puustosta – tosin erot kuntien ja kuntien osien välillä ovat verrattain suuria.

Tuloksia tulkittaessa on syytä pitää mielessä, että 400 metrin tavoite perustuu Viitalan ja Uotilan (1999) tutkimukseen, jossa otettiin huomioon metsäteiden aikaansaamat kustannussäästöt puutavaran metsäkuljetuksessa ja metsänhoitotöiden toteuttamisessa. Sen sijaan kemera-ehdoissa esitetyn 200 metrin tavoitteen perustelut ovat jääneet epäselviksi.

Tutkimuksessa tarkasteltiin edellä mainittujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolelle jääneiden yhtenäisten metsäalueiden, polygonien, ominaisuuksia varsin yleisellä tasolla (puuston keskitilavuus, runsaspuustoisien alueen osuus jne.). Tämän vuoksi esitettyjen laskelmien perusteella ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä päätelmiä yksittäisten tienrakentamishankkeiden kannattavuudesta. Esimerkiksi lyhyehköt varsitiet, ns. leimikkotiet, tarkkaan harkituissa kohteissa voivat olla yksityistaloudellisesti hyvinkin kannattavia – myös ilman julkista tukea. Kysymys on julkisen tuen kohdentamisen kannalta ajankohtainen, koska esimerkiksi Pirkanmaalla tarpeelliseksi katsottujen uusien metsäteiden keskipituus on suhteellisen lyhyt, alle 1,2 kilometriä (Pirkanmaan... 2001).

Paikkatietoaineistoja on mahdollista hyödyntää nyt esitettyä huomattavasti laajemminkin. Analyysia voitaisiin tarkentaa esimerkiksi laskemalla jokaiselle tilavuusrasterin alkiolle (tai alkiojoukolle) etäisyys lähimmästä käyttökelpoisesta tiestä. Näin tienrakentamistarpeen ja vaihtoehtoisten tielinjausten kannattavuuksien analysoinnissa voitaisiin ottaa tarkemmin huomioon esimerkiksi puuston tilavuuden vaihtelu.

Rasterianalyyseissa etäisyyden tiestä ei tarvitse olla ainoa puutavaran kuljetuskustannuksiin vaikuttava tekijä. Yhtäläillä voidaan ottaa huomioon myös maaston kulkukelpoisuuteen vaikuttavat seikat, kuten kantavuus ja topografia, sekä laskea kustannuspinta näiden yhteisvaikutuksena (ks. Kokkila 2001). Lisäksi tärkeät luontokohteet voidaan ottaa huomioon asettamalla kuljetuskustannus niiden lähiympäristössä äärettömän suureksi, jolloin ne on

pakko kiertää (tässä tutkimuksessa näin tehtiin vesistöille ja rautateille). Tällöin saattaa osoittautua, että fyysisesti suhteellisen lähellä tietä sijaitseva kohde on itse asiassa kustannusteknisesti katsoen erittäin kaukana. Samantyyppinen vaikutus voi olla myös kiinteistörajoilla. Analyysin tarkentuessa ja yksityiskohtaistuesssa tulisi vastaavasti kiinnittää entistä enemmän huomiota paikkatietoaineistojen luotettavuuteen ja tarkkuuteen (ks. Maastotietojen laatumalli 1996, Virrantaus ja Laine 2003, Katila 2004).

Edellä esitettyjen laajennusmahdollisuuksien kannalta on mielenkiintoista, että Ruotsissa on kehitetty Windows-pohjainen ohjelma, Vägbyrådnad, jolla voidaan tehdä laskelmia uusien metsäteiden rakentamisen kannattavuudesta (Bergström ja Walter 2000, Bergström 2001). Aineistona käytetään tietietokantaa, metsäsuunnitelmätietoja sekä tarpeellisia kustannustietoja muun muassa tienrakentamisesta, teiden kunnossapidosta, puutavaran metsäkuljetuksesta ja metsänhoitotöistä. Laskentaan on mahdollista sisällyttää myös maaston topografiaa kuvaavia numeerisia korkeusmalleja sekä kiinteistörajat. Ohjelmalla pystytään tuottamaan teemakarttoja ja vertailemaan eri tielinjausten kannattavuutta nykyarvolaskelmilla. Vaikka kokeneiden metsätiesuunnittelijoiden on arveltu pääsevän paikallistuntemuksensa avulla pitkälti samanlaisiin lopputuloksiin kuin paikkatietoon perustuvat laskentaohjelmat (Douglas 1990, Thuresson 1995), useiden tievaihtoehtojen kannattavuuden vertailu käsin laskemalla vie paljon aikaa ja on kallista. Lisäksi paikkatiedon hyödyntämiseen perustuvat laskentaohjelmat kehittyvät koko ajan.

Metsätieinvestointien kannattavuus riippuu oleellisesti toteutuvista hakkuumääristä ja niiden ajoittumisesta sekä tielinjauksesta, so. kuinka paljon metsäkuljetusmatka lyhenee uuden tien ansiosta ja kuinka paljon uusi metsätie maksaa (Saarinen ym. 2001, 2002). Koska tutkimusten mukaan tienrakentamisen ja puunhankinnan ajallisen koordinoinnin avulla on mahdollista saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä (esim. Andalaft ym. 2003), ainakin suurten metsänomistajien, kuten valtion ja metsäyhtiöiden, kannattaisikin harkita paikkatietoaineistoja hyödyntävien laskentaohjelmien käyttämistä metsäteiden lisärakentamistarpeen arvioinnissa ja rakentamisen ajoittamisessa. Tämän tyyppiset laskentaohjelmat voisivat olla hyödyllisiä myös yksityismetsätalou-

nessa, jotta niukat voimavarat saataisiin kulloinkin kohdennettua parhaat kannattavuusedellytykset omaavien tiehankkeiden toteuttamiseen.

Paikkatietoaineistojen avulla olisi myös mahdollista tarkentaa metsäteiden lisärakentamisen perusteluja esimerkiksi Kansallisen metsäohjelman ja alueellisten metsäohjelmien tarkistusten yhteydessä. Nykyisin ne on esitetty melko yleisellä tasolla. Paikkatietoanalyysija voitaisiin hyödyntää myös silloin, kun tarkistetaan nykyisiä, perusteiltaan avoimeksi jääneitä kestävänsä metsätalouden rahoituslain nojalla annettuja ehtoja metsäteiden lisärakentamiselle. Niiden tulisi säädösten mukaan perustua muun muassa taloudelliseen tarkoituksenmukaisuuteen.

## Kiitokset

Kiitämme käsikirjoituksen tarkastajia, prof. Antti Asikaista ja prof. Timo Tokolaa, hyödyllisistä kommenteista ja parannusesityksistä. Lisäksi esitämme parhaat kiitokset mmyo Paula Aallolle, MMM, VTM Jukka Aarniolle, MH Antti Ihalaiselle, MMT Matti Katilalle, DI Arto Mikkolalle, prof. Erkki Tompolle ja MMM Esa Uotilalle, jotka osallistuivat tutkimuksen suunnitteluun ja toteutukseen. Haluamme kiittää yhteistyöstä myös metsänhoitoyhdistysten henkilöstöä Haukivuorella, Jäppilässä, Kivijärvellä, Konnevedellä ja Ristiinassa sekä Metsähallituksen Karstulan-Viitasaaren metsätiimiä.

## Kirjallisuus

- Andalaft, N., Andalaft, P., Guignard, M., Magendzo, A., Wainer, A. & Weintraub, A. 2003. A problem of forest harvesting and road building solved through model strengthening and Lagrangean relaxation. *Operations Research* 51(4): 613–628.
- Antola, A. 1991. Metsäteiden rakentaminen. Julkaisussa: *Tapion taskukirja*. 21. uudistettu painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki. s. 204–213.
- Asikainen, A., Ranta, T., Laitila, J. & Hämäläinen, J. 2001. Hakkuutähdehakkkeen kustannustekijät ja suurommittakaavainen hankinta. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 131. 107 s.
- Bergström, J. 2001. SkogsForsk Vägbatnad 2.0, Manual. 22 s.
- & Walter, F. 2000. Båtnadsberäkning av nya skogsbilvägar med hjälp av GIS. *SkogsForsk Resultat* 23. 4 s.
- Douglas, R.A. 1990. Choose route with care to avoid costly mistakes – route location is a long-term decision that directly affects road construction and hauling costs. *Canadian Forest Industries* 110(5): 44–46.
- Etelä-Savon metsätalouden tavoiteohjelma. 1998. Etelä-Savon metsäkeskus. 39 s.
- Etelä-Savon metsäohjelma 2001–2005. 2001. Metsäkeskus Etelä-Savo. 57 s.
- Hynynen, J., Ojansuu, R., Hökkä, H., Siipilehto, J., Salminen, H. & Haapala, P. 2002. Models for predicting stand development in MELA System. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 835. 116 s.
- Kaakkois-Suomen metsätalouden tavoiteohjelma vuosille 1998–2002. 1998. Kymen metsäkeskus. 72 s.
- Kaakkois-Suomen metsäohjelma 2001–2005. 2001. Metsäkeskus Kaakkois-Suomi. 75 s.
- Kansallinen metsäohjelma 2010. 1999a. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/1999. 38 s.
- Kansallinen metsäohjelma 2010. Taustaraportti. 1999b. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 6/1999. 179 s. + liitteet.
- Katila, M. 2004. Controlling the estimation errors in the Finnish multisource National Forest Inventory. Väitöskirja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 910. 36 s. + liitteet.
- Keski-Suomen metsätalouden tavoiteohjelma. 1998. Keski-Suomen metsäkeskus, julkaisu 2/1998. 45 s.
- Keski-Suomen metsäohjelma 2001–2005. 2001. Keski-Suomen metsäkeskus, julkaisu 4/2001. 63 s.
- Kokkila, M. 2001. Paikkatietopohjainen kulkukelpoisuusarviointi puunkorjuun suunnittelun ja toteutuksen apuvälineenä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2001: 640–643.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus kestävänsä metsätalouden rahoituksesta annetun lain nojalla puuntuotannon kestävyysden turvaamiseksi tehtävistä töistä. 2001. Asetus 44/01.
- Maankäyttöluokitus. 2000. Tilastokeskus, Käsikirjoja 40. 115 s.
- Maastotietojen keruuhje. 1996. Maanmittauslaitos. 189 s.
- Maastotietojen laatumalli. 1995. Maanmittauslaitos, julkaisuja 75. Helsinki. 78 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja 2002. 2003. Metsäntutkimuslaitos. 378 s.



- Metsätilastollinen vuosikirja 2003. 2004. [www-sivusto]. Metsäntutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/index.htm>. [Viitattu 4.3. 2004].
- Mikkola, A., Jaakkola, O. & Sucksdorff, Y. 1999. Valtakunnallisten maankäyttö-, peitteisyys- ja maaperäaineistojen muodostaminen. Suomen ympäristö 342. Ympäristöministeriö. Helsinki. 85 s.
- Mäki-Hakola, M. & Toivonen, R. 2002. Metsäsektorin merkitys aluetalouksissa. Maakunnat vertailussa. Pelleron taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita 60. 47 s.
- Mäkinen, P., Rummukainen, A. & Aarnio, J. 1997. Puunhankinnan organisointitavat. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 647. 102 s.
- Mäkisara, K., Heikkinen, J., Heiler, I., Henttonen, H., Katila, M., Pitkänen, J. & Tomppo, E. 2001. Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) ajantasainen kaukokartoitusaineiston avulla. Tutkimushankkeen loppuraportti. TEKES.
- Niemelä, H. 1994. Metsätiet. Julkaisussa: Tapion taskukirja. 22. uudistettu painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki. s. 465–472.
- 1997. Metsätiet. Julkaisussa: Tapion taskukirja. 23. uudistettu painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki. s. 490–497.
- 2002. Metsätiet. Julkaisussa: Tapion taskukirja. 24. uudistettu painos. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki. s. 449–455.
- Nurmikari, P. 1985. Metsätiestä koituvasta hyödystä sekä hyödyn ja käytön välisestä suhteesta. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, maanmittausosasto. 57 s.
- Pirkanmaan metsäohjelma 2001–2005. 2001. Metsäkeskus Pirkanmaa, Tampere. 72 s.
- Pohjois-Savon metsätalouden alueellinen tavoiteohjelma 1998–2002. 1998. Pohjois-Savon metsäkeskus. 34 s.
- Puutavaran kuljetus yleisillä teillä. 1998. Toinen painos. Tielaitos, Liikenteen palvelut. Helsinki. 28 s.
- Rysä, M. 1971. Edullisimman autotietäilyksen ja lähikuljetusmatkan määrittäminen. Metsätehon tiedotus 305. 30 s.
- Saarinen, V.-M., Aarnio, J., Uotila, E. & Viitala, E.-J. 2001. Metsätiehankkeen yksityistaloudellinen kannattavuus Etelä-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 3/2001: 433–451.
- , Aarnio, J., Uotila, E. & Viitala, E.-J. 2002. Metsätiehankkeen yksityistaloudellinen kannattavuus kestävän metsätalouden rahoitustuella. Metsätieteen aikakauskirja 4/2002: 593–604.
- Seilo, J. 1994. Puuston huomioon ottaminen metsäteiden rakentamisen kustannusten osittelussa. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, metsävarojen käytön laitos. 56 s.
- Sundberg, U. & Silversides, C.R. (eds.). 1988. Operational efficiency in forestry. Volume 1: Analysis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 219 s.
- Tan, J. 1992. Planning a forest road network by a spatial data handling-network routing system. Acta Forestalia Fennica 227. 85 s.
- Thuresson, T. 1995. Tactical forestry planning. Common sense assisted by computers, and models linked to the strategic plan. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Biometry and Forest Management, Report 31. Umeå.
- Tomppo, E., Katila, M., Moilanen, J., Mäkelä, H. & Peräsaari, J. 1998. Kunnittaiset metsävaratiedot 1990–94. Metsätieteen aikakauskirja 4B/1998: 619–839.
- Uotila, E. 2003. Puoli vuosisataa tietekoa metsänparannusvaroilla. Metsätieteen aikakauskirja 2/2003: 109–127.
- & Viitala, E.-J. 2000. Tietäisyys metsätalouden maalla. Metsätieteen aikakauskirja 1/2000: 19–33.
- Viitala, E.-J. & Uotila, E. 1999. Optimaalinen tietäisyys yksityismetsätalouden kannalta. Metsätieteen aikakauskirja 2/1999: 167–179.
- Virrantaus, K. & Laine, E. 2003. Paikkatietoaineistojen epävarmuus – esimerkkinä sotilaallisen maastoanalyysin lähtöaineistot. Terra 115: 193–207.
- Österbottens skogsprogram 2001–2005. 2001. Skogscentralen Kusten. 56 s.

#### 46 viitettä

**Liite 1.** Tarkasteltujen metsäkuljetusmatkojen (200 ja 400 metriä) ulkopuolelle jääneen metsätalouden maan ja puuston suhteelliset osuudet.

	200 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuolella		400 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuolella	
	% metsätalouden maasta	% puuston tilavuudesta	% metsätalouden maasta	% puuston tilavuudesta
MML:n tietokannan mukaan				
Haukivuori	13,3	11,8	1,0	0,8
Jäppilä	12,4	12,7	0,4	0,4
Kivijärvi	15,6	16,7	0,8	0,9
Konnevesi	13,9	14,1	0,5	0,6
Ristiina	8,8	9,0	0,4	0,4
MHY:n tietokantaan tekemien korjausten jälkeen				
Haukivuori	13,5	12,2	1,2	1,0
Jäppilä	9,8	10,1	0,2	0,2
Kivijärvi	14,3	15,2	0,5	0,6
Konnevesi	12,6	12,8	0,5	0,5
Ristiina	6,3	6,5	0,2	0,2

**Liite 2.** Tarkasteltujen metsäkuljetusmatkojen ulkopuolelle jääneiden yhtenäisten metsäalueiden (polygonien) ominaisuuksia.

Kunta	200 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuolella				400 metrin metsäkuljetusmatkan ulkopuolella			
	Lukumäärä, kpl	Keskipinta-ala, ha	Pinta-alan mediaani, ha	Pinta-alan vaihteluväli, ha	Lukumäärä, kpl	Keskipinta-ala, ha	Pinta-alan mediaani, ha	Pinta-alan vaihteluväli, ha
Haukivuori	104	44	14	5–330	11	36	25	8–126
Jäppilä	87	65	18	5–299	3	20	22	12–25
Kivijärvi	124	50	23	5–457	12	18	15	5–53
Konnevesi	129	43	24	5–263	9	22	16	5–46
Ristiina	128	25	14	5–254	5	18	12	5–50