

Kari T. Korhonen

Metsäsuunnittelun tietohuollon käytäntö ja tutkimus

Metsäsuunnittelun tietohuolto metsä- hallituksen ja metsäyhtiöiden metsissä

Artikkelin tässä osassa luodaan katsaus Metsämannut Oy:n, Metsähallituksen, Stora-Enso Oy:n ja UPM-Kymmene Oy:n omistuksessa tai hallinnassa olevien metsien metsäsuunnittelun tietohuoltoon. Katsausta laadittaessa Stora-Enso Oy:n metsäomaisuutta ei vielä ollut siirretty Tornator Oy:lle. Kirjoitus perustuu Janne Soimasuon (Metsämannut Oy), Hanna Sointeen (Metsähallitus), Tapio Suutarlan (Stora Enso Oy) ja Markku Halisen (UPM-Kymmene Oy) toimittamiin tietoihin.

Kaikissa tarkasteltavissa organisaatioissa metsävaratietoja ajantasaistetaan jatkuvasti hyvin samantapaisilla menetelmillä. Puustotietoja kasvatetaan Mela-ohjelmiston puuston kehitysmalleilla. Käsitellyillä metsikkökuvioilla tehdään puustomittaukset toimenpiteen jälkeen ja uusi mitattu tieto viedään metsävaratietokantaan.

Metsikön käsittelyn jälkeistä puustotunnusten mitausta tekevät sekä metsätyöntekijät että esimiehet. Metsikönhoitotoimenpiteiden jälkeen mittaukset tekee yleensä metsuri, kun taas hakkuiden jälkeen työnjohto joko hakkuun valvonnan yhteydessä tai erillisenä työnä. Samassakin organisaatiossa on eri

alueiden välillä eroja siinä, kuka ajantasaistusmittauksia missäkin tilanteessa tekee.

Hakkuut eivät aina noudata kuvioiden rajoja. Kuviorajatiedon ajantasaistusta tehdään pääasiassa karttojen ja ilmakuvien avulla. Satelliittipaikannuksen hyödyntäminen kuvioiden rajauksessa on yleistymässä.

Tietojärjestelmä on kaikissa tarkasteltavissa organisaatioissa keskitetty. Tietojen ajantasaistussmahdollisuus on alue-, piiri- ja tiimitoimistoissa sekä keskushallinnossa, jotka käyttävät organisaation yhteistä tietokantaa. Tietojärjestelmässä säilytetään kaikissa organisaatioissa aina maastossa mitattu tieto. Tietokantaan lasketaan myös vuosittain kasvatetut puustotiedot, jotta kasvatusta ei tarvitsisi tehdä kantaan tehtävien kyselyjen yhteydessä. Toimenpiteisiin liittyvät tietokannan ajantasaistukset tehdään hajautetusti, sen sijaan puuston kasvun laskennallinen ajantasaistus tehdään keskitetysti.

Ajantasaistusten luotettavuutta ei haastatelluissa organisaatioissa seurata systemaattisesti. Kaikissa organisaatioissa on kuitenkin tehty jonkin verran laatukontrollia, joka on kohdistunut lähinnä käsitellyistä kuvioista mitattujen tietojen tarkistukseen, ei niinkään kasvumalleilla ajantasaistettuihin puustotietoihin. UPM-Kymmenessä on selvitetty maastomittausten ja kasvumallien tarkkuuden vaikutusta päivitettyjen tietojen perusteella Melalla laskettujen hakkuuesitysten oikeellisuuteen. Suurimmaksi virheiden lähteeksi osoittautuivat maastomittausten virheet.

Luvun ”Metsäsuunnittelun tietohuoltoon liittyviä tutkimuksia” tutkimushankevaukset ovat hankkeiden tutkijoiden laatimia.

Haastatteluissa tuli esille myös, että taimikoiden tarkistukset ja ajantasaistetuista puustotiedoista johdetut metsänhoito- ja hakkuutarpeet sekä niiden tarkistaminen toimivat hyvänä laatukontrollina ajantasaistukselle. Stora Enso Oy:n ja UPM Kymmene Oy:n metsissä kaikki perustetut taimikot inventoidaan muutama vuosi perustamisen jälkeen. Näin taimikoista on aina kohtuullisen tuoretta mitattua tietoa. Metsänhoitotoimenpiteet ja hakkuut suunnitellaan maastossa kohteille, jotka kuviotietojärjestelmän mukaan ovat metsänhoidon tarpeessa. Suunnittelussa saadaan varmuus metsänhoitotoimenpiteen oikealle ajankohdalle ja samalla kontrolloidaan tietojärjestelmässä olevan tiedon ja siitä johdetun toimenpidetarpeen oikeellisuutta.

Perinteistä kuvioittaista arviointia ei haastatteluissa organisaatioissa juurikaan käytetä muuta kuin esimerkiksi maanvaihtojen tai erikoissuunnitelmien (esim. alue-ekologinen suunnittelu) laadinnan yhteydessä. Tietojärjestelmässä on kaikissa organisaatioissa jopa yli 15 vuotta vanhoja mittaustietoja, mutta tätä ei pidetty kovinkaan suurena ongelmana. Mittaustietojen tuoreutta on joissakin tapauksissa pyritty parantamaan siten, että käsiteltyjen kuvioiden mittausten yhteydessä mitataan myös lähitöllä olevia (muuttumattomia) kuvioita, jos niiden mittaustieto ei ole tuoretta.

Metsäyhtiöissä on perinteisesti tehty noin 15 vuoden välein otosinventoinnilla puustotietojen tason tarkistus. Esimerkiksi Stora-Enso Oy:ssä tällainen inventointi tehtiin 90-luvun alussa kuvioittaisen arvioinnin tarkistusinventoinnilla ja UPM-Kymmene Oy:ssä tällainen inventointi tehtiin kesän 2002 aikana. Yhdelläkään haastatelluista organisaatioista ei kuitenkaan ollut suunnitelmaa tällaisesta määrävällein toistettavasta inventoinnista jatkossa.

Metsävaratietojen ylläpitoon liittyvinä keskeisimpinä tutkimus- ja kehittämiskohteina nähtiin puustotietojen kasvatuksessa käytettävien mallien luotettavuuden parantaminen, puutavaralajimallien ja puutavaralajeittaisten tilavuuksien laskennan kehittäminen, kuvion rajatietojen ajantasaistus, maastotiedonkeruun tekniikat (esim. tiedonkeruu satelliittipaikantimien opastamana, mobiilit tiedonkeruuratkaisut) sekä maastomittausten korvaaminen tai ennakkotiedon tuottaminen kaukokartoitusmenetelmillä (ilmakuvat, tutkakuvat, laserkeilaimet).

Metsäsuunnittelun tietohuoltoon liittyviä tutkimuksia

Artikkelin tässä osassa luodaan katsaus meneillään oleviin tutkimuksiin, jotka liittyvät läheisesti metsäsuunnittelussa tarvittavan puustotiedon hankintaan. Katsausta varten tietoja on kerätty Joensuun ja Helsingin yliopistoista, Metsäntutkimuslaitoksesta sekä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiosta. Helsingin yliopiston ”Metsät paikkatietojärjestelmässä” -tutkijakoulun aiheet eivät sisälly tähän artikkeliin, vaan ne on kuvattu erillisessä artikkelissa. Eri organisaatioista kerätyt tiedot on ryhmitelty tutkimuksen aihepiiriin mukaan kahteen ryhmään:

- 1) maastomittauksia, mittaustekniikkaa ja mittaustietojen hyödyntämistä selvittäviin tutkimuksiin ja
- 2) kaukokartoituksen hyödyntämistä selvittäviin tutkimuksiin.

Maastomittauksiin, mittaustekniikkaan ja mittaustietojen hyödyntämiseen liittyvät tutkimukset

Maastomittausten tehostamiseen ja olemassa olevan tiedon tehokkaampaan hyödyntämiseen liittyviä tutkimushankkeita on meneillään Joensuun ja Helsingin yliopistoissa ja Metsäntutkimuslaitoksessa. Annika Kangas (Helsingin yliopisto/metsävarojen käytön laitos) ja Lauri Mehtätalo (Metla/Joensuun tutkimuskeskus) tutkivat sopivia tapoja hyödyntää a) metsikön ja b) lähialueen mittaustietoja malliennusteiden kalibroimiseksi alueelle. Hankkeessa tutkitaan myös, miten monta (pituus- tms.) koeputa on optimaalinen valinta ja miten kaukana kohdemetsiköstä olevia koeputia voidaan hyödyntää kalibroinnissa.

Joensuun yliopistossa Jukka Malinen tutkii ennakkotiedon hankintaa ja hyödyntämistä puunhankinnan suunnittelun lähtökohdista. Lähtökohtana on hyödyntää ennakkoinformaation hankinnassa hakkuukoneen mittalaitteilla kerättyä runkopankkia, joka sisältää olosuhdekuvaukset ja tarkkaa mittaustietoa jo hakatuista leimikoista. Runkopankista haetaan kutakin leimikkovarannon leimikkoa vastaavia vastinleimikoita, joiden perusteella muodostetaan kuvaus puuston rakenteesta ja mahdollisista puutavaralajikertymistä erilaisilla apteerausohjeilla. Tutkimuksessa on kehitetty ja testattu ei-parametrisia

menetelmiä sekä leimikon puutavaralajirakenteen että kuusen sisäisen laadun ennustamiseen. Lisäksi tutkimuksessa testataan ennakkotiedon vaikutusta leimikoiden valintaan ja puuvirtoihin sekä kehitetään menetelmiä puutavarakertymien vertailuun.

Susanna Sirosen tutkimusaiheena Joensuun yliopistossa on ei-parametristen menetelmien hyödyntäminen yksittäisen puun kasvun mallituksessa. Erityisesti keskitytään alueellisten kasvumallien laadintaan, aluekohtaisiin eroihin kasvumalleissa ja epälineaarisuuden huomioonottamiseen ei-parametrisissa menetelmissä. Lisäksi tarkastellaan harvennusten käsittelyä ei-parametrisissa kasvuennusteissa sekä pitkän aikavälin ennusteiden laadintaa.

Tutkimusryhmä Kari T. Korhonen, Pekka Hyvönen (Metla/Joensuun tutkimuskeskus), Hannu Seppänen (Metsäkeskus Etelä-Savo), Ari Teittinen (Järvi-Savon metsänhoitoyhdistys) ja Fred Kalland selvittävät vanhojen inventointitietojen käyttöä metsäsuunnittelussa. Tutkimuksessa lähtökohtana on metsävaratietojen jatkuva ylläpito kasvumallien ja toimenpiteiden jälkeisten inventointien avulla. Tätä tarkoitusta varten selvitetään metsäkeskuksen ja metsänhoitoyhdistyksen eri rekistereistä löytyvät toimenpiteet ja niiden ajantasaisuus tutkimusalueella. Tutkimusalueena on 20 metsätilaa Järvi-Savon metsänhoitoyhdistyksen alueella. Tiloille tehdään metsäsuunnitelma kahdella tavalla: tavanomaiseen kuvioittaiseen arviointiin perustuen ja edellisen suunnitelman laadinnan yhteydessä kerättyjä tietoja ajantasaistaen. Ajantasaistuksessa käytetään hyväksi rekistereistä löytyviä toimenpidetietoja ja puuston kasvumalleja. Ajantasaistusvaihtoehdossa oletetaan, että rekisterien mukaan käsitellyiksi tiedetyille metsikkökuvioille on tehty puustomittaukset käsittelyn jälkeen. Tutkimuksen tavoitteena on saada tietoa siitä, miten hyvin eri rekistereistä löytyy tietoa metsissä tehdyistä toimenpiteistä. Eri lähtötiedoilla laadittujen metsäsuunnitelmien eroja ja niiden syitä selvittämällä arvioidaan jatkuvaan ajantasaistukseen liittyviä etuja ja ongelmia.

Metsätietojen ylläpito (Mety) -hankkeen jatkoksi on keväällä 2002 aloitettu kahdesta osahankkeesta koostuva jatkohanke, jossa ovat mukana Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio (Janne Uuttera/Perttu Anttila), Metla (Pekka Hyvönen, Kari T. Korhonen, Tuula Nuutinen, Anssi Pekkarinen), Joensuun yliopisto (Arto Haara, Matti Maltamo) ja Helsingin

yliopisto (Annika Kangas). Osahankkeista toisen tavoitteena on tuotteistaa ja testata Mety-hankkeessa kehitetty ns. VISU-menetelmäketju puuston tunnusten ja metsänhoitotarpeen arviointiin käytännön metsäsuunnittelussa. VISU-menetelmäketju on kuvattu tämän julkaisun tutkimusartikkeleissa. Osahankkeen tuloksena saadaan tietoa menetelmäketjun hyödyistä ja kustannuksista. VISU-menetelmäketju on koekäytössä neljällä suunnittelualueella Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla. Koealueille tehdään suunnitteluinventointi sekä tavanomaisella kuvioittaisella arvioinnilla että VISU-menetelmällä.

Kaukokartoitustutkimukset

Kaukokartoitustutkimuksissa suuntauksena on erittäin korkean resoluution aineistoihin siirtyminen. Tutkimuksissa lähtökohtana on joko perinteistä metsikkökuvioita objektiivisemmin rajattujen tiedonkeruuyksiköiden erottaminen tai yksittäisten puiden tunnistaminen ja mittaus kaukokartoitusaineistosta.

Edellä mainitun Metsätietojen ylläpito -jatkohankkeen toinen osahanke tutkii ilmakuvan numeerisen käsittelyn mahdollisuuksia inventoinnissa. Tämän Metlassa toteutettavan (Pekka Hyvönen, Kari T. Korhonen, Anssi Pekkarinen ja Sakari Tuominen) osahankkeen tavoitteena on kehittää kaukokuvan segmentointiin (automaattiseen kuviointiin), segmenttien ryhmittelyyn ja segmenttiryhmittäin tehtävään otantaan perustuva inventointimenetelmä metsäsuunnittelua varten. Tavoitteena on selvittää myös menetelmän toimivuus käytännön suunnittelutyössä ja sen kustannustehokkuus ja luotettavuus perinteiseen kuvioittaiseen arviointiin verrattuna. Segmentointi tehdään Anssi Pekkarisen Metlassa kehittämällä ohjelmistolla (ks. seuraava kappale) numeerisia ilmakuvia hyödyntäen. Maastomittauksien apuvälineeksi on hankittu Husky Fex21 -tiedonkeruulaite ja siihen liittyen satelliittipaikannin. Gisnet Solutions Finland Oy on kehittänyt tiedonkeruuhjelmiston, jonka avulla mittaja voi seurata omaa sijaintiaan tiedonkeruulaitteen näytöllä olevalla ilmakuvalla ja segmenttirajakartalla. Ohjelmisto sisältää toiminnot Solmu-muotoisen tai koaloittaisen tiedon keruuseen segmentteittäin.

Sakari Tuominen ja Anssi Pekkarinen (Metla/VMI) tutkivat ilmakuvien kalibrointia numeerisen tulkinnan kehittämiseksi. Ilmakuvien numeerisen tulkinnan pahimpana ongelmana voidaan pitää sitä, että samanlaiset kohteet (metsät) voivat kuvan eri osissa näyttää hyvinkin erilaiselta. Syy tähän on se, että ilmakuvan eri osissa sijaitsevat kohteet kuvautuvat erilaisina riippuen auringon sijainnista suhteessa kohteeseen ja siitä, kuinka kaukana kuvan keskipisteestä tarkasteltava kohde sijaitsee. Ilmiön vaikutusta tulkintaan voidaan pienentää radiometrisen kalibroinnin avulla. Toistaiseksi tyydyttävään kalibrointiin kykeneviä ja operatiiviseen kuvantulkintaan soveltuvia menetelmiä ei kuitenkaan ole ollut saatavilla. Numeeristen ilmakuvien kalibrointiin voidaan kuitenkin kehittää empiirinen menetelmä, joka soveltuu myös operatiiviseen kalibrointiin. Menetelmässä kalibrointi toteutetaan paikallisena sävyarvojen korjauksena siten, että ilmakuvalla näkyvien kohteiden spektriset ominaisuudet saadaan paremmin vastaamaan toisiaan ilmakuvan eri osissa. Kalibroinnissa käytetään hyväksi kuvamateriaalia, jonka radiometria on myötä- ja vastavalon vaihtelusta riippumaton tai tämä riippuvuus on vähäisempää kuin ilmakuvissa. Käytännössä tällaista kuvamateriaalia ovat satelliittikuvat. Satelliittikuvaa käytetään tasona johon ilmakuvan sävyarvot kalibroidaan, jolloin kalibrointiparametrit määritellään empiirisesti. Sen vuoksi ei vaadita ennakkotietoa alueen metsiköiden ominaisuuksista, eikä aurinkokoordinaatiston määrittämisessä tarvittavista parametreista. Menetelmä edellyttää ainoastaan sitä, että käytettävien kuvamateriaalinen kuvausajankohdat ovat likimain samat. Edellä esitetyn kalista kalibrointia varten on tarpeen selvittää, mikä on kalibroinnin kannalta käyttökelpoinen spatiaalinen yksikkö. Käytännössä tällainen yksikkö voidaan määritellä esimerkiksi ilmakuvapikseli-ikkunana, jonka koko vastaa satelliittikuvalla yhtä tai useampaa pikseliä. Toinen vaihtoehto kalibrointiyksiköksi on ilmakuvan automaattisella segmentoinnilla tuotettu spektrisesti homogeeninen kuvasegmentti.

Joensuun yliopiston (Matti Maltamo ja Juho Pitkänen) ja Geodeettisen laitoksen (Juha Hyyppä ryhmiin) hankkeessa ”The usability of single tree laser scanning in forest planning” tutkitaan laserkeilain- ja ilmakehämateriaalien käyttöä metsän inventoinnissa ja metsäsuunnittelun lähtötietona. Laserkeilain mit-

taa etäisyyttä laserpulssin heijastavaan kohteeseen. Lentokuvauksessa saadaan x-, y- ja z-koordinaatit pisteverkolle, josta voidaan edelleen tuottaa erilaisia pintamalleja kuten maaston korkeusmalli ja puuston pituusmalli. Akatemian rahoittama kolmivuotinen hanke kestää vuoden 2004 loppuun. Pää tavoitteena on edelleen kehittää puustotunnusten arviointia laserkeilainkuville yksittäisen puun tunnistamisen ja puun tunnusten määrittämisen kautta. Lisäksi tutkitaan laserkeilain- ja ilmakehämateriaalien optimaalista yhdistämistä mm. puulajitulkintaa varten ja muutostunnistusta laserkeilainkuville. Aiemmissä tutkimuksissa laserkeilauksella on saatu lupaavia tuloksia puuston piteuden ja piteudesta johdetun tilavuuden arvioinnissa. Myös yksittäisten puiden piteus saatiin määritettyä aiemmin hankkeen tutkimusalueella Kalkkisissa pienehköllä aineistolla noin metrin keskivirheellä verrattuna hypsometrimitauksiin. Tutkimusalueelta on nyt kerätty laajempi puittainen aineisto. Ensimmäinen tutkimusongelma on parantaa yksittäisten puiden tunnistamista laserkeilainkuvista. Aiempien tutkimusten mukaan vain noin 40–50 % puista eli puiden latvuksista saadaan segmentoitua erilleen oikein loppujen jäädessä kahden tai useamman latvuksen segmentteihin. Puiden erottamista voidaan kehittää edelleen huomioimalla segmentoinnissa alustavien segmenttien sisäiset korkeustiedot.

Yksityismaiden metsäsuunnittelun lähtötiedot kerätään tällä hetkellä kuvioittaisella arvioinnilla, jossa suurimman kustannuserän muodostaa maastotyö. Kuvioittaisen arvioinnin ennakkokuviointiin tilataan ilmakehämateriaalit, joita ei kuitenkaan hyödynnetä puustotietojen hankinnassa. Lisäksi 70 %:lla yksityismaista on voimassa oleva suunnitelma, mutta toisinaan suunnittelu aloitetaan yleensä puhtaalta pöydältä. Perttu Anttilan (Joensuun yliopisto) ja Ilkka Korpelan (Helsingin yliopisto) tutkimuksessa pyritään käyttämään hyväksi näitä kahta tietolähdettä kuvioittaisen keskipiteuden tuottamisessa. Digitaalisella stereotyöasemalla voidaan stereoparilta muodostaa puoliautomaattisesti pintamalli latvustosta. Pintamalli muodostetaan sekä edellisen inventoinnin aikaisista että uusista kuvista, minkä jälkeen vanha malli vähennetään uudesta. Näin saadaan estimoitua kuvioittain piteuskasvu. Jos aiemmassa inventoinnissa on estimoitu keskipiteus, voidaan se ajantasaistaa lisäämällä piteuskasvu. Me-

netelmällä löydetään lisäksi uudistushakut kuvat, koska niillä laskennallinen kasvu on negatiivinen. Tämä on etu pituusmallien käyttöön verrattuna, sillä tieto yksityismetsien hakkuista ei välttämättä saavuta tietokantaa ylläpitävää metsäkeskusta.

Professori Annika Kankaan johtamassa tutkimushankkeessa Metsätiedon keruun ja käytön optimointi II tarkastellaan kaukokartoitusinformaation ja maastomittausten optimaalista yhdistämistä. Tutkimushankkeen ensimmäisessä osassa käsiteltiin ainoastaan vaihtelevien maastomittausten virheitä sekä ajanmenekkiä. Toisessa vaiheessa käytetään maastotiedon lisäksi tai sitä korvaavana informaatiolähteenä digitaalista ilmakuvaa, josta tulkitaan yksittäisiä puita hahmontunnistusmenetelmien avulla sekä hyödynnetään myös muuta ilmakuvan tuottamaa informaatiota. Tutkimuksessa tarkastellaan ensinnäkin kaukokartoitus pohjaisen informaation tuottamia virheitä sekä kehitetään erilaisia menetelmiä yhdistää em. tietolähteet. Tutkimusta rahoittaa Metsämiesten säätiö.

Joensuun yliopistossa Petteri Packalén työskentelee Euroopan unionin rahoittamassa Earth Observation for Natura2000+ (EON2000+) tutkimushankkeessa, jossa tarkastellaan arvokkaiden luontokohteiden kartoittamista ja seuranta kaukokartoituksen avulla. Lisäksi hankkeessa käsitellään myös kuvietietojen yleistämistä ei-parametrisilla menetelmillä pohjautuen kaukokartoitusinformaatioon. Käytettyjä kaukokartoitusmateriaaleja ovat Landsat TM- ja IKONOS-satelliittikuvat sekä digitaaliset ilmakuvat.

MMM:n rahoittaman tutkimushankkeen ”Paikatiedon ja satelliittikuva-aineiston integrointi metsätalouden mallintamisessa ja analyyseissä” (2000–2003) tarkoituksena on kehittää MELA-yhteensopiva tietokoneohjelmisto, jonka avulla voidaan tuottaa suunnittelualueelle (esimerkiksi kunta, puunhankinta-alue tai valuma-alue) luotettavia keski- ja summatunnuksia tai karttatulosteita. Hankkeessa ovat mukana Eero Muinonen, Juha Lappi ja Tuula Nuutinen Metlasta. Hankkeessa selvitetään kalibroitimestimaattoriin perustuvan laskentamenetelmän (Lappi 2001) toimivuutta koealapainojen tuottamisessa suuraluelaskelmia varten. Tutkimusaineiston muodostavat VMI9-koealat, Landsat-7 ETM-satelliittikuva sekä numeerinen kartta-aineisto Etelä-Savon metsäkeskuksen alueelta. Tuloksia voidaan

hyödyntää esimerkiksi alueellisten metsäohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Yhteenveto

Mittausmenetelmiin liittyvissä tutkimuksissa hyödynnetään laajasti satelliittipaikannusta, kehittyviä tiedonkeruulaitteita ja jossain määrin kehitetään puun mittausvälineitä uuden teknologian avulla. Onkin nähtävissä, että satelliittipaikantimet ja niihin liittyen aiempaa tehokkaammat tiedonkeruulaitteet ovat siirtymässä myös käytäntöön lähitulevaisuudessa. Satelliittipaikannus on jo käytössä valtakunnan metsien inventoinnin maastotöissä. Metsähallituksella on käynnissä uuden tiedonkeruulaitteiston hankinta, mikä tulee ainakin teknisesti mahdollistamaan satelliittipaikannuksen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapiossa suunnitellaan uusien tiedonkeruulaitteiden hankintaa metsäkeskuksien käyttöön siten, että laitteissa olisi mahdollisuus satelliittipaikannuksen ja digitaalisen kuvan ja kartan hyödyntämiseen.

Tutkimuksen kohteena on myös hakkuukonemittauksissa saatavien aineistojen ja olemassa olevien mittausaineistojen hyödyntäminen varsinaisen inventointiaineiston täydentäjänä tai tilalla. Aihepiiri tarjoaa toisaalta tietotekniikan ja toisaalta tilastomatematiikan menetelmien soveltamiseen liittyviä tutkimusongelmia. Hakkuukoneiden mittausaineistojen hyödyntämistä ovat tutkineet myös metsäteknologit sekä yliopistoissa että Metsätehossa.

Vanhan inventointitiedon ajantasaistus kasvumalleilla on metsäyhtiöissä ja metsähallituksessa jo pitkään vallinnut käytäntö. Myös yksityismetsien suunnittelujärjestelmä sisältää toiminnot vanhan tiedon ajantasaistukseen ja ainakin kasvumalleilla ajantasaistettua tietoa hyödynnetäänkin joissain tapauksissa uusintasuunnittelussa. Kuitenkin metsävaratietojen jatkuva ajantasaistus yksityismetsissä näyttäisi edelleen vaativan menetelmäkettujen ja/tai tekniikoiden kehittämistä. Metsävaratietojen jatkuva ajantasaistus on yksityismetsissä hankalammin järjestettävissä kuin yhtiöiden metsissä, koska metsävaratietoja ylläpitävä organisaatio, metsäkeskus, ei ole toteuttamassa eikä useinkaan edes suunnittelemassa tai valvomassa metsissä tehtäviä toimenpiteitä. Ajantasaistuksen järjestäminen yksityismetsissä

onkin paljon eri toimijoiden yhteistoiminnan ja heidän välisensä tiedon kulun tehostamista. Toisaalta aihepiiri tarjoaa myös tietoteknisiä kehittämismahdollisuuksia ja tutkimustarpeita – esimerkiksi internetin hyödyntäminen muutostiedon kokoamisessa metsänomistajalta. Kiireisin, joskin tutkimuksen kannalta vähemmän kiinnostava, kehittämistarve on metsäkeskusten tietojärjestelmissä siten, että eri toiminnot pohjautuisivat samaan metsäsuunnittelun metsävaratietokantaan. Tällöin esimerkiksi metsänkäyttöilmoitukset olisivat nykyistä helpommin hyödynnettävissä metsävaratietojen ajantasaistuksessa.

Kaukokartoitustutkimukset ovat Suomessa viime vuosikymmeninä painottuneet metsäsuunnitteluun liian karkean spatiaalisen resoluution satelliittikuvien hyödyntämiseen. Tällä alalla onkin päästy merkittäviin sovelluksiin suuralueen inventointitulosten tarkentamisessa pienalueille, mutta satelliittikuvista ei vielä ole ollut metsäsuunnittelun apuvälineeksi. Metsäsuunnittelun tiedonhankintaan liittyvät tutkimukset ovat painottumassa erittäin korkean resoluution kaukokartoitusaineistojen (mukaan lukien numeeriset ilmakuvat) hyödyntämiseen. Ilmakuvat, laserkeilaimet ja tutkakuvat vaikuttavat tutkimusaiheiden valintojen perusteella lupaavilta aineistoilta. Sen sijaan erittäin korkean resoluution satelliittikuvat (esimerkiksi Ikonos-materiaali) ei näyttäisi kiinnostavan metsänarvioijia kovinkaan laajalti.

Metsäsuunnittelun käytäntö pohjautuu kuviokäsittelyeseen, jonka ongelmallisuus tiedon keruun yksikkönä on todettu useissa tutkimuksissa. Professori Simo Poson tutkijaryhmä on kehittänyt kaksivaiheiseen otantaan pohjautuvaa menetelmää kuvioittaisen arvioinnin korvaamiseksi. Uusimmat tutkimukset ehkä tarjoavat muitakin vaihtoehtoja. Erittäin korkean resoluution kaukokartoituskuvien automaattinen kuviointi (segmentointi) voi tulevaisuudessa tarjota subjektiivisesti rajattua perinteistä metsikkökuvioita tehokkaamman ja kestävämmän inventointitiedon keruuyksikön. Myös yksittäisten puiden tunnistus ja mittaaminen eri kaukokartoitusaineistoilta on tutkimusaihe, joka voi johtaa kuvio-käsittelyn hylkäämiseen inventoinnissa.

■ MMT Kari T. Korhonen, Metla, Joensuun tutkimuskeskus.
Sähköposti kari.t.korhonen@metla.fi