

## Uusi laserteknologia metsänmittauksessa ja metsien inventoinnissa

Metsiä mitataan puuston määrän ja laadun selvittämiseksi sekä metsävarojen käytön suunnittelua varten. Valtakunnan metsien inventoinneissa on jo 1920-luvulta alkaen mitattu ja arvioitu koko maan metsien pinta-ala, puustotiedot sekä metsänhoidollinen tila. Valtakunnan metsien inventointien puustotietojen mittauksessa on sovellettu tilastotieteen otantateoriaa mitaamalla koealoja, ja siten on voitu käyttää tilastomatemattista päättelyä mittaustulosten yleistämiseen ja tulosten luotettavuuden estimointiin. Nykyisessä monilähdeinventoinnissa koko valtakuntaa koskevat tulokset on laskettu edelleen maasto-otantaan perustuen, mutta kaukokartoitusmenetelmiä on käytetty maastomittausten puustotunnusten yleistämiseen pienille metsäalueille. Metsäsuunnittelu on perinteisesti tehty kuvioittaisena arviointina, jossa puustotunnukset arvioidaan relaskooppikoealojen mittausten avulla kuvion keskiarvotunnuksina. Kuvioille määritetään myös kasvupaikkaa ja toimenpidetarpeita koskevat tiedot. Kuvioittaisen arvioinnin ongelmina ovat olleet puustotietojen vaihteleva laatu, tietojen ylläpito sekä maastoarviointien kalleus.

Viime vuosina on saatu runsaasti uutta tutkimustietoa yksityiskohtaisen kaukokartoituksen eli digitaalisen fotogrammetrian ja laserkeilauksen käytöstä puustotunnusten mittaamisessa. Yksityiskohtaisella kaukokartoituksella pystytään tunnistamaan yksittäisiä puita, määrittämään puulaji sekä mittaamaan puiden pituus. Laserkeilauksella pystytään jo nyt tuottamaan tarkkoja maaston korkeusmalleja. Laserkeilaus on myös osoittautunut lupaavaksi menetelmäksi puustotunnusten mittaamisessa, ja tätä tietoa ollaan parhaillaan ottamassa käyttöön metsäsuunnittelussa. Kustannuksiltaan kohtuullisen aluepohjaisen laserkeilauksen tuottamasta tiedosta voidaan laskea puuston keskipituus ja -tilavuus vastaavalla tarkkuudella kuin perinteisellä kuvioittaisella arvioinnilla. Lasermittausten kalibrointiin tarvitaan kuitenkin puustosta tehtäviä maastomittauksia. Laserkeilauksella saadaan yksityiskohdaisempaa tietoa kuin perinteisellä kuvioittaisella arvioinnilla, mikä mahdollistaa esimerkiksi nykyistä joustavamman metsän käsittelykuvioinnin.

Eri aikoina tehdyillä laserkeilauksilla voidaan tunnistaa puustossa tapahtuneita muutoksia. Yksittäisiä puita havainnoivasta useampi-ikäisestä aineistosta on



pystytty mittamaan puun pituuskasvu hyvällä tarkkuudella. Tällä hetkellä tutkitaan tilavuuskasvun mittaamista ja sitä, voidaanko laserkeilausaineistoa hyödyntää paikallisten kasvumallien kalibrointiin. Metsäsuunnittelua varten kasvu voidaan ennustaa puuston keskitunnuksien, koon ja iän avulla. Toimenpidetarpeen määrittämisestä lasermittauksien perusteella ei toistaiseksi ole käytettävissä riittävästi tutkimustietoa. Metsäsuunnittelun kannalta puuston käsittelytoimenpiteen valinta ja ajoittaminen ovat keskeisiä tietoja.

Valtakunnan metsien inventointien toteuttamisessa on jatkuvasti kehitetty ja otettu käyttöön uusia menetelmiä kuten tilastotieteen ja kaukokartoituksen satelliittikuva-analyysin menetelmiä. Uudet menetelmät ovat parantaneet inventointien antamaa tietoa metsistä. Laserkeilaus on osoittautunut toimivaksi menetelmäksi puuston määrän arvioinnissa. Jos valtakunnan metsien inventoinnin tavoite olisi pelkästään tuottaa luotettava kertainventointi Suomen puuvaroista, se onnistuisi nykyisin tehokkaasti myös laserkeilausotannalla. Itse asiassa palattaisiin menetelmän kaistainventointiin, jolla valtakunnan metsien inventointi 1920-luvulla aloitettiin. Jos kaistainventointi tehtäisiin laserkeilauksena esimerkiksi kymmenen vuoden välein, siitä voisi puuston määrän lisäksi saada tulevaisuudessa myös arvion puuston kasvusta.

Maastossa tehtävillä koealamittauksilla on kuitenkin edelleen tärkeä merkitys metsien inventoinnissa. Valtakunnallisessa metsien seurannassa on lukuisia muita tarkasteltavia muuttujia kuin puuston määrä. Suurinta osaa seurattavista tunnuksista on vaikea tai mahdoton mitata laserkeilauksella. Esimerkiksi metsien terveyden tilan, kasvupaikkojen laadun, metsien metsänhoidollisen tilan, monimuotoisuuden ja puuston kasvun sekä vuotuisen kasvun ja kasvuarvion luotettavuuden seurannassa maastomittauksiin perustuvaa tilastollista otantaa tarvitaan kaukokartoituksen tekniikoiden kehityksestä huolimatta. Valtakunnan metsien inventoinnista kaivataan mahdollisimman tuoretta tietoa, jota voidaan saada vuosittaisin mittauksin täydennettävällä koeala-aineistolla. Toisaalta valtakunnan metsien inventoinnin koealamittauksista on hyötyä myös metsäsuunnittelun laserkeilausinventoinnissa. Laserkeilauksesta saattaisi puolestaan olla tulevaisuudessa hyötyä valtakunnan metsien inventoinnissa, mutta asiasta tarvitaan tutkimusta.

Laserteknologiaa voidaan kehittää puiden mittaamiseen myös maastossa. Laserkameraan perustuvasta läpimitan mittauksesta on jo olemassa tutkimustietoa. Kaikkiaan laserteknologian soveltamiskohteita on paljon metsien ja puiden mittauksessa sekä metsätalouden toimenpiteiden yhteydessä. Lasermittausten ja muun paikkatiedon yhdistämisellä saadaan metsätalouden toimenpiteiden kannalta uutta tietoa ja on mahdollista parantaa toimintatapoja. Uusien menetelmien kehittämiseksi tarvitaan monipuolista tutkimustietoa, jotta uusista menetelmistä voisi tulla käyttökelpoisia käytännön toiminnassa.

*Eeva Korpilahti*