

Annika Kangas

Laserkeilausaineiston ja fotogrammetrisen 3D aineiston arvo metsätalouden päätöksenteossa

Kangas A. (2018). Laserkeilausaineiston ja fotogrammetrisen 3D aineiston arvo metsätalouden päätöksenteossa. Metsätieteen aikakauskirja 2018-9952. Tutkimuseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.9952>

Yhteystiedot Luonnonvarakeskus (Luke), Biotalous ja ympäristö, Joensuu

Sähköposti annika.kangas@luke.fi

Hyväksytty 25.01.2018

Seloste artikkelista Kangas A., Gobakken T., Puliti S., Hauglin M., Naeset E. (2018). Value of airborne laser scanning and digital aerial photogrammetry data in forest decision making. *Silva Fennica* vol. 52 no. 1 article id 9923. <https://doi.org/10.14214/sf.9923>

Lentolaserkeilaus on Suomessa ja Norjassa tällä hetkellä tärkein metsävaratiedon hankintamenetelmä metsäsuunnittelua varten. Viime vuosina myös digitaalinen fotogrammetria ja sen avulla tuotetut pistepilviaineistot ovat tuottaneet lähes yhtä tarkkoja tuloksia (esim. Tuominen ym. 2017; Puliti ym. 2017). Fotogrammetrinen pistepilviaineisto on myös halvempaa kuin laserkeilausaineisto. Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, onko laserkeilauksen parempi tarkkuus merkittävä tiedon käytössä, eli metsäsuunnittelussa.

Tiedon käyttöarvo kuvaa rahallista lisähyötyä jonka päätöksentekijä paremman metsävaratiedon avulla saa, tai toisin päin paljonko metsänomistaja häviää rahaa, sen takia että metsävaratiedoissa on virheitä. Tähän asti tehdyissä tutkimuksissa laskennalliset tappiot epätarkoista metsävaratiedoista ovat vaihdelleet merkittävästi, välillä 13–470 €/ha. Teimme julkaistuista tutkimuksista meta-analyysin, jonka tavoitteena oli arvioida syitä suurelle vaihtelulle.

Tutkimus perustuu 314 tarkasti mitattuun koealaan Etelä-Norjassa. Niitä käytettiin opetusaineistona sekä laserkeilausaineistossa että fotogrammetrisessä pistepilviaineistossa. Koealoille tuotettiin puustotiedot kaukokartoitusaineistoista regressioanalyysillä käyttäen samaa aluepohjaista menetelmää, jota käytetään myös Suomessa [metsään.fi](https://www.metsaan.fi) aineistojen tuottamisessa. Laserkeilausaineistossa tilavuuden keskivirhe oli 20,8% ja fotogrammetrinen aineiston 27,2%, eli laserkeilausaineisto oli jonkin verran tarkempaa.

Metsänomistajan tavoitteeksi oletettiin metsätalouden nettotulojen nykyarvon maksimointi. Tavoitteen kannalta optimaaliset hakkuiden ajoitukset 100 vuoden suunnittelukaudella laskettiin GAYA-J ohjelmistolla koealoilta mitattujen tarkkojen puustotietojen pohjalta. Tämän jälkeen laskettiin myös laserkeilaus- ja fotogrammetrisen metsävaratiedon avulla optimaaliset käsittelyohjelmat samoille koealoille. Lopuksi vielä laskettiin, mitä nämä virheitä sisältävillä metsävaratiedoilla lasketut käsittelyohjelmat todellisuudessa tuottaisivat. Todellisen optimaalisen käsittelyohjelman

sekä kahden muun käsittelyohjelman tuottamien tulojen erotus kuvaa metsävaratiedon virheistä johtuvien väärien päätösten tuottamia tappioita. Lopuksi tappiot ryhmiteltiin regressiiopuutekniikalla kolmeen ryhmään joko puuston tilavuuden tai tilavuuden virheen suhteen.

Meta-analyysissä laskimme, miten suuren osan eri tutkimusten tappioiden eroista tilavuuden keskivirhe käytetyllä menetelmällä sekä testialueiden keskitilavuus pystyivät selittämään.

Minimissään tappiot ovat aina 0 €, jolloin väärillä tiedoilla päädytään samaan käsittelyohjelmaan kuin oikeillakin tiedoilla. Maksimissaan tappiot yhdellä koealalla olivat tässä tutkimuksessa yli 1800 €/ha. Tällaisiin tappioihin päädytään, jos päätehakkuu merkittävästi viivästyy kannattavimmasta ajankohdastaan. Keskimäärin tappiot olivat laserkeilausaineistolla noin 76 €/ha ja fotogrammetrisella aineistolla noin 83 €/ha. Mikäli vertailut olisi tehty metsikkötasolla, eikä koealatasolla, tietojen virheet olisivat olleet maltillisemmat ja todennäköisesti myös tappiot vastaavasti pienemmät.

Jos oletettiin, että tietoja käytettäisiin 100 vuoden sijaan vain 5 vuotta, tappiot olisivat olleet fotogrammetriselle aineistolle noin 33 €/ha ja laserkeilausaineistolle noin 35 €/ha, eli lyhyellä ajanjaksolla fotogrammetrisen aineisto oli jopa hieman laadukkaampaa kuin laserkeilausaineisto. Jos tietoja käytettäisiin 10 vuotta, laserkeilaus (tappio noin 51 €/ha) olisi jo hieman fotogrammetristä aineistoa (tappio noin 52 €/ha) laadukkaampaa, ja jos tietoa käytettäisiin 15 vuotta, ero laserkeilausaineiston eduksi olisi jo selkeä.

Kun tappiot ryhmiteltiin tilavuuden suhteen, koealoilla joissa tilavuus oli noin 600 m³/ha tai yli, tappioita ei tullut lainkaan. Tällaisessa metsikössä optimaalinen päätös tulojen kannalta on aina päätehakkuu mahdollisimman nopeasti, eivätkä suuretkaan ali- tai yliarviot metsävaratiedoissa vaikuttaneet siihen. Kun tilavuus oli noin 400 m³/ha tai alle, tappiot olivat myös pieniä. Luokassa 400–600 m³/ha tappiot olivat merkittäviä, jo ensimmäisen 5 vuoden aikana 220–240 €/ha. Tässä luokassa merkittävä aliarvio saattoi viivästyttää hakkuupäätöstä selvästi, mutta yliarvioilla ei ollut merkitystä. Kun tappiot ryhmiteltiin sen mukaan, mikä on tilavuuden arviointivirhe, luokassa jossa tilavuus aliarvioitiin 115–170 m³/ha tai enemmän, tappiot olivat jo 444 €/ha. Yliarvioilla ei ollut tappioihin juurikaan merkitystä.

Meta-analyysissä tilavuuden keskivirhe ja testialueen keskitilavuus selittivät yhdessä noin 77% havaituista tappioista. Tulosten perusteella yhden %-yksikön lisäys tilavuuden keskivirheeseen lisää väärien päätösten aiheuttamia tappioita noin 4,4 €/ha.

Metsänomistajan päätöksenteon näkökulmasta laserkeilausaineisto ja fotogrammetrisen aineisto tuottivat käytännössä saman tuloksen. Pieni tarkkuusero laserkeilausaineiston hyväksi ei ollut merkittävä tutkimuksessa aineistossa. Tämä pätee kuitenkin vain hakkuuiden ajoituspäätöksiin.

Kaikki metsävaratiedoissa olevat virheet eivät aiheuta rahallisia tappioita: virheet voidaan jakaa kahteen ryhmään, eli niihin jotka tuottavat pettymyksiä, ja niihin jotka tuottavat tappioita. Pettymys tulee esimerkiksi silloin, kun päätehakkuukypsä metsä hakataan ajallaan, mutta mitauksissa puuta onkin vähemmän kuin metsävaratiedot ovat antaneet ymmärtää. Vaikka pettymys on harmillinen, virheellisiin tietoihin perustuva hakkuupäätös tuottaa kuitenkin samat tulot kuin virheettömiin tietoihin perustuva päätös olisi tuottanut. Tappiota metsävaratiedon virheet aiheuttavat silloin, kun virheen takia sopiva hakkuukohde jää kokonaan havaitsematta ja tulot saamatta, tai hakkuukypsän metsikön hakkuu pitkittyy virheen takia. Siksi metsänomistajan näkökulmasta suuret tilavuuden aliarviot ovat haitallisimpia. Suuret yliarviot aiheuttavat kyllä pettymyksiä, mutta ne ovat omistajan kannalta vaarattomia.

Metsävaratiedon laatua kannattaa koettaa parantaa vain silloin, jos parannukset auttavat välttämään tappioita. Siten suurien aliarvioiden välttäminen olisi erityisen tärkeää. Meta-analyysiin soveltuvia tutkimuksia oli vain vähän, joten suhde tappioiden ja tilavuuden keskivirheen välillä on lähinnä suuntaa antava. Se kuitenkin osoittaa, että metsänomistajalle metsävaratiedon luotettavuuden parantamisella on selkeä rahallinen merkitys.

Kirjallisuutta

- Puliti S., Gobakken T., Ørka H.O., Næsset E. (2017). Assessing 3D point clouds from aerial photographs for species-specific forest inventories. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 32(1): 68–79. <https://doi.org/10.1080/02827581.2016.1186727>.
- Tuominen S., Pitkänen T., Balázs A., Kangas A. (2017). Improving Multi-Source National Forest Inventory by 3D aerial imaging. *Silva Fennica* 51(4) article 7743. <https://doi.org/10.14214/sf.7743>.