

Matti Maltamo¹, Tomi Karjalainen¹, Jaakko Repola² ja Jari Vauhkonen³

Vaihtoehtoja latvusrajatiedon liittämiseksi laserkeilausinventointiin

Maltamo M., Karjalainen T., Repola J., Vauhkonen J. (2018). Vaihtoehtoja latvusrajatiedon liittämiseksi laserkeilausinventointiin. *Metsätieteen aikakauskirja* 2018-10033. Tutkimusseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10033>

Yhteystiedot ¹Itä-Suomen yliopisto, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, Metsätieteiden osasto, Joensuu; ²Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Rovaniemi; ³Luonnonvarakeskus (Luke), Biotalous ja ympäristö, Joensuu

Sähköposti matti.maltamo@uef.fi

Hyväksytty 19.8.2018

Seloste artikkelista Maltamo M., Karjalainen T., Repola J., Vauhkonen J. (2018). Incorporating tree- and stand-level information on crown base height into multivariate forest management inventories based on airborne laser scanning. *Silva Fennica* vol. 52 no. 3 article id 10006. <https://doi.org/10.14214/sf.10006>

Latvusraja ja sen avulla johdettavat tunnuksset ovat tärkeitä niin puun laadun, latvusbiomassan, terveydentilan kuin vaikkapa puun tulevan kehityksen ennustamisenkin kannalta. Latvusraja vaihtelee puulajeittain ja esimerkiksi käsittelyhistoria vaikuttaa voimakkaasti latvusrajan tasoon metsiköittäin. Aluepohjainen laserkeilausinventointi on ollut Suomessa tärkein metsävaratiedon hankintamenetelmä metsäsuunnittelua varten 2010-luvulla. Lähestymistapa tuottaa puulajeittaista tietoa keskeisistä puustotunnuksista ja mitattujen puulistojen avulla puustotulkinta voidaan palauttaa puutasolle. Latvusraja ei yleensä ole kuulunut ennustettavien puutunnusten joukkoon. Tässä tutkimuksessa selvitetttiinkin vaihtoehtoja latvusrajan sisällyttämiseksi laserkeilausinventoinnissa ennustettavaksi tunnukseksi.

Tutkimusalue sijaitsi Kuhmossa ja sieltä oli mitattu 265 maastokoealaa, joista latvusraja oli mitattu jokaisesta puusta. Alue on erittäin voimakkaasti mäntyvaltaista ja puusto on pääsääntöisesti pienikokoista. Lisäksi alueelta oli käytettävissä harvapulssinen operationaalisen inventoinnin keräämä lentolaserkeilausaineisto, jota hyödynnettiin aluepohjaisen lähestymistavan mukaisesti. Tutkimuksessa vertaillut menetelmät olivat:

1. Epäparametrinen lähimmän naapurin menetelmä, jossa puukohtainen latvusraja liitettiin yhdeksi laserpiirteiden avulla simultaanisesti ennustettavaksi puutunnukseksi
2. Puutason sekamalli, jossa latvusrajaa ennustivat puun läpimitta ja pituus sekä koealatasen laserpiirteet. Mallia sovellettaessa, jolloin puutunnuksia ei tiedetä, läpimitta ja pituus saadaan lähimmän naapurin ennusteista. Malli laadittiin vain mäntyvaltaisille koealoille johtuen puulajin valta-asemasta tutkimusaineistossa.

3. Kolmiulotteisen laserpisteaineiston laskennalliseen geometriaan perustuva ns. alfa-muoto estimaatti koealatasen latvusrajalle, joka saadaan laskettua laseraineistosta ilman maastomittausinformaatiota
4. Koealatasen regressiomalli, jossa laserpiirteet ennustavat latvusrajaa

Latvusrajan ennustamisen vaihtoehtojen tarkkuustarkastelu tehtiin koealatasolla keski-
virheen ja harhan avulla. Vertailukriteereinä käytettiin sekä aritmeettista keskilatvusrajaa että
pohjapinta-alalla painotettua keskilatvusrajaa. Tulokset laskettiin erikseen koko aineistolle ja eri
puulajivaltaisille koeloille.

Tulosten perusteella eri menetelmien tuottamat keskivirheet koealatasen keskilatvusrajatun-
nuksille olivat luokkaa 1–1,5 metriä koko aineistolle ja alueen vallitsevalle ositteelle eli mäntyval-
taisille koeloille. Puutason ennustusmenetelmistä epäparametrinen lähimmän naapurin menetelmä
osoittautui tarkemmaksi kuin sekamalli. Se tuotti koko aineistolle ja mäntyvaltaisille koeloille
suhteellisen harhattomia ennusteita. Lähimmän naapurin menetelmä on jo yleisesti käytössä
laserkeilausinventoinnissa, joten latvusrajan liittäminen mukaan edellyttää vain sen mittaamista
inventointialuekohtaisesta maastomittausaineistosta. Puutason sekamalli tuotti usein harhaisia
ennusteita, mutta oli kuitenkin lähimmän naapurin menetelmää tarkempi mäntyvaltaisilla koeloilla
tarkasteltaessa pohjapinta-alapainotteista estimaattia. Sekamallin tarkoitus ei lähtökohtaisesti ollut-
kaan tuottaa ennusteita kaikille puille, vaan valta-asemassa kasvaville männyille. Tämä tavoite
toteutui ja mallin sovelluskohteena voisi olla latvusrajatiedon tuottaminen mäntytukeille. Lisäksi
malli on helposti kalibroitu uudelle inventointialueelle vähäisillä mittauksilla.

Koealatasen menetelmistä alfa-muoto tuotti yleensä kaikkein epätarkimpia ennusteita.
Menetelmän tuottamat virheet olivat suhteellisesti ottaen pienempiä pohjapinta-alapainotteiselle
keskilatvusrajalle kuin aritmeettiselle estimaatille eli menetelmän tuottama estimaatti on yleensä
lähempänä painotettua vertailuarvoa. Kuusivaltaisilla koeloilla menetelmä johti jopa tarkempaan
tulokseen kuin lähimmän naapurin menetelmä. Menetelmän hyvä soveltuvuus kuusivaltaisilla
koeloilla on yhteensopiva aikaisempien tutkimusten kanssa. Tarkimmat latvusrajaennusteet saatiin
koealatasen regressiomallilla. Menetelmä ei ole kuitenkaan yhteensopiva puutason laserkeilaus-
inventoinnin kanssa ja jos tarkasteltavaa tunnusta vaihdetaan, kuten tässä tutkimuksessa arit-
meettinen ja pohjapinta-alalla painotettu keskilatvusraja, täytyy aina laatia uusi malli. Tässä
yhteydessä koealatasen malli toimikin lähinnä referenssinä tasolle, johon laserinventoinnilla
voidaan päästä. Toisaalta koealatasen estimaattien avulla voidaan kalibroida puutason lähesty-
mistapojen tuloksia.

Tutkimuksessa tarkasteltiin puuston latvusrajatiedon mukaan ottamista aluepohjaiseen
laserkeilausinventointiin suuraluetasolla. Latvusrajaestimaattien luotettavuustarkasteluissa koeala-
tason keskivirhe oli yleensä 1–1,5 metriä, joka on vertailukelpoinen aiempiin suppeammilla
aineistoilla tehtyihin tutkimuksiin ja riittänee myös operationaalisiin sovelluksiin. Vertailuista
menetelmistä epäparametrinen lähimmän naapurin menetelmä on lupaavin ja latvusrajan ennus-
taminen on helposti lisättävissä nykyiseen operationaaliseen inventointiin. Myös muille vertailu-
luille menetelmille on löydettävissä sovelluskohteita. Jatkossa tulisi selvittää puulajikohtaisten
latvusrajatunnusten estimointimenetelmiä ja luotettavuutta.

Kirjallisuutta

Maltamo M., Bollandsås O.M., Vauhkonen J., Breidenbach J., Gobakken T., Næsset E. (2010).
Comparing different methods for prediction of mean crown height in Norway spruce stands
using airborne laser scanner data. *Forestry* 83(3): 257-268. <https://doi.org/10.1093/forestry/>

cpq008.

Maltamo M., Packalen P. (2014). Species specific management inventory in Finland. Julkaisussa: Maltamo M., Naasset E., Vauhkonen J. (toim.). Forestry applications of airborne laser scanning – concepts and case studies. Managing Forest Ecosystems, vol 27. Springer, Dordrecht. s. 241–252. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8663-8_12.