



Mikko Kukkonen, Eetu Kotivuori, Matti Maltamo, Lauri Korhonen ja
Petteri Packalen

Puulajeittaisen tilavuuden ennustaminen drooni- aineistolla hyödyntäen aikaisemmin kerättyjä aineistoja ja siirrettyä tilavuusmallia

Kukkonen M., Kotivuori E., Maltamo M., Korhonen L., Packalen P. (2021). Puulajeittaisen tilavuuden ennustaminen drooni-aineistolla hyödyntäen aikaisemmin kerättyjä aineistoja ja siirrettyä tilavuusmallia. Metsätieteen aikakauskirja 2021-10558. Tutkimusseloste. 3 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10558>

Yhteystiedot Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu

Sähköposti matti.maltamo@uef.fi

Hyväksytty 5.5.2021

Seloste artikkelista Kukkonen M., Kotivuori E., Maltamo M., Korhonen L., Packalen P. (2021). Volumes by tree species can be predicted using photogrammetric UAS data, Sentinel-2 images and prior field measurements. *Silva Fennica* vol. 55 no 1, article id 10360. <https://doi.org/10.14214/sf.10360>

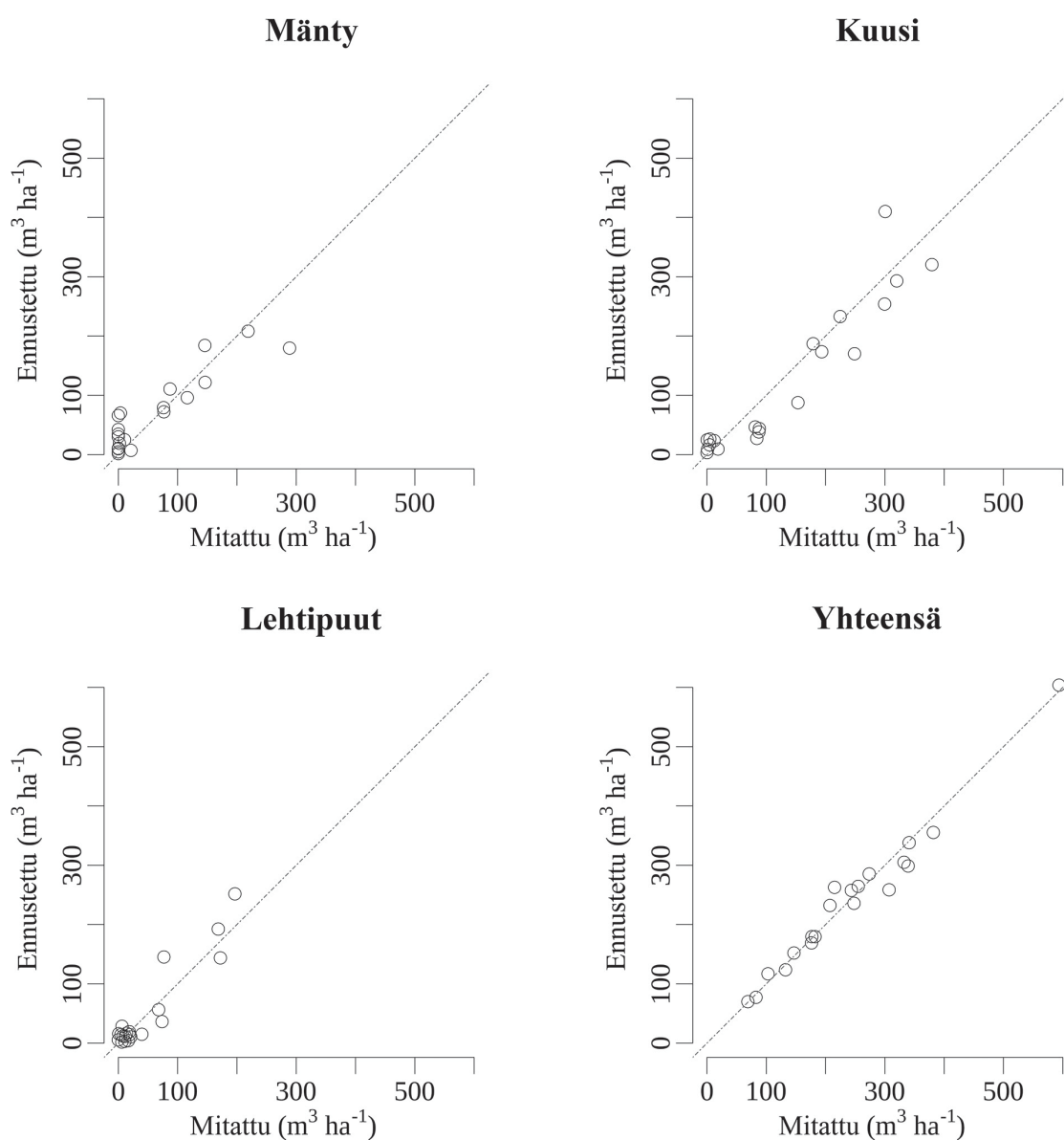
Droonin avulla voidaan kerätä paikallista optista kaukokartoitusaineistoa, joka soveltuu metsäninventointiin kuviotasolla. Kaukokartoitusaineisto vaatii kuitenkin yleensä aina puustotulkinnan tueksi maastomittauksia, jolloin ongelmaksi drooni-aineiston tapauksessa muodostuu paikallisen maastoaineiston **erittäin korkea hehtaarikohtainen hinta**. Ongelmaa on pyritty ratkaisemaan hyödyntämällä muualla laadittuja malleja, joita **sovelletaan drooni-aineiston avulla paikallisella inventointialueella**. Tällöinkin ongelmaksi muodostuu yleensä puulajikohtainen tieto, koska puulajikohtaisen mallin siirtäminen uudelle alueelle on ongelmallista. Tässä tutkimuksessa esitetään menetelmä, jossa puulajikohtaista tilavuustietoa tuotetaan drooni-aineiston avulla hyödyntämällä toiselta laserinventointialueelta siirrettyä tilavuusmallia sekä alueellista satelliittikuvatietoa ja maastokoealoja.

Pohjois-Karjalassa sijaitsevan Liperin tutkimusalueelta mitattiin 20 koealalta optinen drooni-aineisto, josta muodostettiin koealatasolla fotogrammetriset pisteparvet ja laskettiin edelleen aluepohjaisia piirteitä. Kyseisiltä koeloilta on käytettävissä myös tarkat maastomittaukset, joiden avulla arvioidaan esitetyn menetelmän tarkkuutta. Aineisto on tyypillistä boreaalista talousmetsää sisältäen niin mäntyjä, kuusia kuin lehtipuitakin. Siirrettynä tilavuusmallina käytettiin Kotivuoren ym. **aiemmassa tutkimuksessa** esittämää yhtälöä, jossa puuston hehtaarikohtaista kokonaistilavuutta ennustaa laserpisteaineiston keskimääräiset sekä suurimmat korkeushavainnot. Malli on tarkoituksellisesti laadittu näin, jotta mallin selittäjien arvot olisivat mahdollisimman yhtenevät laserkeilausaineiston ja fotogrammetrisen pisteparven välillä. Kyseinen malli on laadittu Suomen

metsäkeskuksen Sulkavan laserinventointialueen kaukokartoitus- ja maastomittausaineistojen avulla.

Puulajikohtainen tieto ennustettiin Sentinel-2-satelliittikuvan sävyarvojen perusteella. Maastotukiaineistona käytettiin Liperiä laajemmalla alueella aiemmin kerättyä Suomen metsäkeskuksen laserinventointialueen maastokoeala-aineistoa. Koelakohtaisten puulajiosuuksien (mänty, kuusi, lehtipuu) ennustamiseksi laadittiin aineistojen avulla epäparametrinen k -lähimmän naapurin malli. Mallia sovellettiin droni-aineiston koaloilla, jolloin edellä mainitun aiemman tutkimuksen mallilla ennustettu kokonaistilavuus jaettiin puulajikohtaisiksi estimaateiksi. Lopuksi aineistolle laskettiin puulajikohtaiset suhteelliset keskineliövirheen neliöjuuren (RMSE%) arvot tarkasti mitatun maastoaineiston avulla.

Tulokset on esitetty Kuvassa 1, mistä nähdään sekä puulajikohtaiset että kokonaistilavuuden ennusteet maastomittausten suhteen. Kaikki ennusteet ovat realistisia ja kokonaistilavuuden



Kuva 1. Ennustettujen ja havaittujen tilavuuksien sirontakuviot Liperin tutkimusaineistossa Pohjois-Karjalassa. Tilavuudet on ennustettu droni-aineiston avulla hyödyntämällä Sulkavan laserinventointialueelta siirrettyä tilavuusmallia sekä alueellista Sentinel-2-satelliittikuvatietoa ja maastokoealoja.

RMSE% on vain 9,0 %. Puulajikohtaisesti tarkin ennuste saatiin kuusen (*Picea abies* (L.) H. Karst.) tilavuudelle virheen ollessa 33,4 %. Vastaavasti lehtipuuston tilavuuden virhe oli 51,9 % ja mäntyjen tilavuuden virhe 62,6 %. Mäntyjen (*Pinus sylvestris* L.) tilavuuden suuri suhteellinen virhe johtuu kyseisen puulajin pienehköstä osuudesta tutkimusaineistossa.

Tutkimuksessa esitetty menetelmä on realistinen ja halpa lähestymistapa ennustaa puulajikohtaisia tunnuksia drooni-aineistojen avulla. Saadut tarkkuudet ovat vertailukelpoisia nykyiseen laserkeilausinventointiin nähden. Tutkimuksessa käytetty tilavuusmalli on helppo laatia, sillä Suomen metsäkeskuksen ja Maanmittauslaitoksen aineistot eri puolilta maata ovat vapaasti hyödynnettävissä. Vastaavasti alueellista paikallista satelliittikuva-aineistoa on runsaasti saatavilla. Tässä tutkimuksessa sovellettiin alueellista Suomen metsäkeskuksen maastokoeala-aineistoa satelliittikuvatulkinnassa, mutta mikäli sellaista ei ole käytettävissä, voisi vaihtoehtoinen ratkaisu olla paikallisten Valtakunnan metsien inventoinnin maastokoealojen hyödyntäminen. Nyt käytetyn optisen drooni-aineiston sijasta myös drooniin asennetut laserkeilaimet ovat yleistymässä, mikä luultavasti edelleen parantaa siirrettyjen mallien ja paikallisten aineistojen yhteiskäyttöä. Kaiken kaikkiaan nyt esitetty lähestymistapa on lupaava vaihtoehto kuvioittaiseen arviointiin tilatasolla.

Lähteitä

- Kotivuori E, Kukkonen M, Mehtätalo L, Maltamo M, Korhonen L, Packalen P (2020) Forest inventories for small areas using drone imagery without in-situ field measurements. *Remote Sens Environ* 237, article id 111404. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111404>.
- Puliti S, Breidenbach J, Astrup R (2020) Estimation of forest growing stock volume with UAV laser scanning data: can it be done without field data? *Remote Sens* 12, article id 1245. <https://doi.org/10.3390/rs12081245>.