

Timo Rouvinen

## Kuvia metsästä

### Puustoarvio kuvista

**T**restima Oy on kehittänyt vuodesta 2012 alkaen järjestelmää, joka tekee mahdolliseksi metsän puuston arvioinnin maastossa otetuista kuvista. Toimintaperiaate on yksinkertainen: Trestima-älypuhelinsovellusta käyttäen otetaan maastossa kuvia, jotka toimivat 'näytteinä' maastosta. Näytteistä Trestiman pilvipalvelussa prosessoidaan koneiden ja ihmisen yhteistyönä jokaiselle näytteelle tulos sekä puustoraportti koko kuviolle. Aineistoyhteyden ollessa saatavilla laskentatulokset palautuu puhelimeen reaaliaikaisesti. Kuvat sekä kaikki mittauksessa tallennetut tiedot jäävät säilöön pilvipalveluun myöhempiä tarkastelua ja hyödyntämistä varten.

Sovelluksella tallennetaan pohjapinta-ala-, läpimitta-, sekä pituusnäytteitä, joten puustoraporttiin saadaan kaikki tarvittava tieto puuston tilavuuden laskemiseen tukkiprosenteineen. Sovellus mahdollistaa myös latvuspeiton mittaamisen, joskin sen tarve Suomessa on toistaiseksi ollut vähäinen. Sovelluksella on mahdollisuus syöttää myös muuta tietoa kuin vain näytteitä. Perusversio sallii puulajikohtaisten mittojen syöttämisen sekä vapaan tekstin syötön. Sovelluksen suunnittelussa on pyritty helpokäyttöisyyteen ottaen huomioon metsätyöskentelyn vaatimukset.

### Pohjapinta-ala sekä puulajijakaumat tehokkaasti

Pohjapinta-alaa on mitattu yli 60 vuoden ajan pääosin relaskoopilla. Relaskooppi on yksinkertainen laite, jossa tietyn pituisen varren päähän silmäkor-

keudelle on kiinnitetty litteä levy, ja siinä hahlo. Mittaaja tähyttää tuon tietyn mittaisen hahlon läpi ja laskee kaikki hahlon täyttävät puut pohjapinta-alaan kuuluviksi relaskoopikoealoilta.

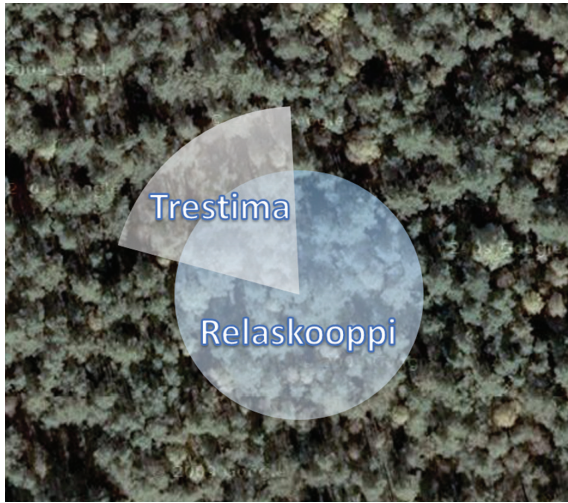
Trestima-järjestelmässä pohjapinta-alaa mitattaessa relaskoopikoealan vastine on yksi pohjapinta-alanäyte, joka on käytännössä vaakatasossa maaston myötäisesti otettu kuva. Relaskoopikoeala mittaa metsää 360 astetta tietyn pisteen ympäriltä. Trestima pohjapinta-alanäyte kattaa noin 70 astetta riip-puen puhelimen kamerasta. Jotta kaikki laitemallit antaisivat yhteneviä tuloksia pitää jokainen tuettu laitemalli kalibroida.

Pohjapinta-alan laskenta Trestimassa perustuu relaskoopin toimintaperiaatteeseen sillä erolla, että hahloja on käytännössä ääretön määrä. Tämä mahdollistaa paremmat tulokset esimerkiksi harvoissa metsiköissä missä pohjapinta-ala on pieni eli alle 10 m<sup>2</sup> hehtaarilla.

Kuva 1 havainnollistaa Trestiman pohjapinta-alanäytteen ja relaskoopikoealan eroa. Portaattomasti muuttuvan hahlon ansiosta Trestima koeala pystyy tarvittaessa mittaamaan metsää etäämmältä kuin kiinteähahloinen relaskooppi.

Vaikka yksi näyte ei kata metsää yhtä paljon kuin relaskoopikoeala, kuvan ottamiseen käytetty aika on hyvin pieni verrattuna relaskoopikoealan mittaamiseen, lisäksi tietojen tallentamiseen ei kulu aikaa koska kaikki tarvittava tieto on kuvassa, josta se siirtyy pilvipalvelun tietokantaan. Kuvan ottamisen lisäksi maastossa ei tarvita muuta työtä, sillä kuvasta saadaan tuloksena pohjapinta-ala sekä puulajijakaumat.

Kuten relaskoopillakin mitattaessa, luotettava arvio saavutetaan mittaamalla tarpeeksi monta näy-



**Kuva 1.** Trestima pohjapinta-alanäyte verrattuna relaskooppikoealaan.

tettä riittävän kattavalta alueelta. Tasalaatuissa metsässä näytteitä tarvitaan vähemmän kuin sekametsässä, jossa on esimerkiksi myrskyjen tekemiä aukkoja. Vaikka kuvaaminen sinänsä on helppoa, etenkin pohjapinta-alan mittaamisessa on paljon hyötyä kokemuksesta ja metsien tuntemuksesta, jotta näytteet tulevat otettua kohdista, jotka edustavat metsää parhaalla tavalla.

### Keskivirhe kertoo mittauksen laadusta

Kuten yleensäkin mittaamisessa, myös metsän mittaamisessa on tärkeää tietää mittauksen tarkkuus – eli millä todennäköisyydellä mittaus osuu tietylle arvovälille. Kullekin metsikkökuvioille lasketaan keskivirhe pohjapinta-ala -näytteistä. Keskiarvojen estimaateille lasketaan luottamusväli, jonka arvojen välissä tulos on 95 prosentin todennäköisyydellä. Kuvassa 2 näkyy mobiililaitteeseen tuleva raportti. Maastossa työskentelyyn tunnuksen keskivirhe on riittävä laadun mittari. Web-palvelusta raportista voi katsoa myös keskiarvoestimaatin luottamusvälin, joka on 95 prosentin todennäköisyydellä 25,1–30,1 m<sup>2</sup>/ha.

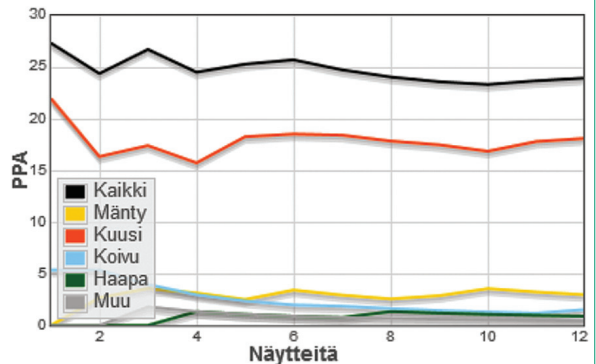
Trestiman internet (web) -palvelussa metsikkökuvion mittausta voi tarkastella vielä keskiarvoa sekä keskivirhettä tarkemmin. Kuvan 3 kuvaaja ha-

440 Laskettu 30 näytteestä, joista 100,00% tarkastettu. Näytteitä vastaanotettu yht. 30 kpl, joista hylätty 0.

Puulaji	PPA m <sup>2</sup> /ha	Rluku kpl/ha	Lpm cm	Pituus m	Til m <sup>2</sup> /ha	Tukki %
kuusi	18,6	341	27,9	23,3	193,5	72,6
mänty	8,0	125	31	24	90,3	77,2
koivu	1,0	14	32	25,3	10,6	54,4
<b>Yht.</b>	<b>27,6</b>	<b>479,9</b>			<b>294,5</b>	

Keskivirhe: 4.6%

**Kuva 2.** Mobiililaitteessa näkyvä raportti.

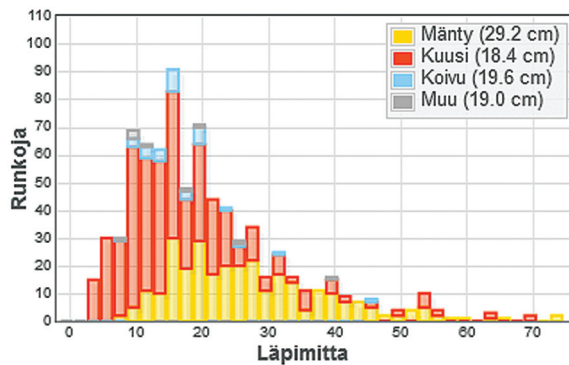


**Kuva 3.** Pohjapinta-alan (ppa) kehittyminen puulajeittain mittauksen edetessä.

vainnollistaa ppa:n kehittymisen puulajeittain näyteeltä. Kuvasta voi mm. havaita, että kaikkien puulajien ppa kuviolle on tasaantunut noin 5 näytteen jälkeen, toisin sanoen lisää mittaamalla tulos ei enää juurikaan muutu. Eri puulajien kuvaajista voi päätellä paljon metsän rakenteesta kuvion sisällä. Esimerkkikuvassa puulajisuhteet eivät vaihtelevin kovin paljon, joten metsikön voi päätellä olevan suhteellisen saman tyyppistä eri kohdissa kuviota.

Mittaustulosten lisäksi jokaiselle näytteelle tallennetaan sijainti, joten maastossa sekä toimistolla voidaan seurata karttapohjalta missä näytteet ovat ja päätellä kuinka hyvin näytteet kattavat mitattavan alueen.

Kuvion sisällä on myös mahdollista rajata laskentaan mukaan vain tietyt näytteet, jolloin voidaan laskea tulokset vain osasta kuviota.



**Kuva 4.** Trestiman runkolukusarja puulajeittain (runkolu yhteensä 824 kpl/ha).

## Runkolukusarja

Puiden kasvun ennustamisessa ja hoidon suunnittelussa runkolukusarja on Suomessa yleisesti käytetty menetelmä. Runkolukusarjasta selviää kunkin puulajin runkojen lukumäärä hehtaaria kohden läpimittaluokittain, esimerkiksi 1 cm:n välein jaoteltuna. Runkolukusarjan etuna on pelkkien keskitunnusten käyttöön verrattuna se, että erilaisten harvennustapojen vaikutus kasvuun voidaan mallintaa realistisemmin. Runkolukusarja voidaan muodostaa usealla tavalla; esim. Rasinmäen ym. mukaan joko ennustamalla malli keskitunnuksista, mittaamalla metsää yksinpuin, tai käyttämällä laserkeilausaineistoa.

Yksi viimeisimmistä kehityskohteista Trestima-palvelussa on runkolukusarjan muodostaminen pohjapinta-ala näytteistä. Pohjapinta-alaa laskettaessa runkojen visuaaliset läpimitat pikseleinä merkitään ja tallennetaan tietokantaan. Tästä tiedosta sekä näytteiden mukana tulevasta metatiedosta on mahdollista muodostaa myös läpimittoja senttimetreinä. Näin jokaisesta näytteestä saadaan monta läpimittalukemaa, ja useammasta näytteestä jo monesti jopa kymmeniä läpimittoja – riippuen metsän tiheydestä. Rajoitteena tällä hetkellä ovat kuitenkin vaikeat maastot, esimerkiksi jyrkät rinteet ja suuret maaston epätasaisuudet. Tällaiselta alueelta runkolukusarja muodostuu hitaammin ja vasta suuremmilla näyttemäärillä. Parhaat tulokset saavutetaan tasaisella maalla. Kuten pohjapinta-alankin tapauksessa mitä enemmän näytteitä otetaan sitä todennäköisemmin

runkolukusarja edustaa metsikköä. On myös otettava huomioon se, että koska pohjapinta-alaa laskettaessa vain tietyn suuruiset ja sitä suuremmat rungot otetaan mukaan laskentaan, runkolukusarjakin painotuu siten, että läpimitaltaan aivan pienimmät puut alipainottuvat runkolukusarjassa.

Kuvassa 4 on esimerkki runkolukusarjasta, sekä siitä lasketuista keskiläpimitoista puulajeittain. Esimerkkikuviolla on selkeästi nähtävissä, että mänty on varttuneempaa ja keskiläpimitaltaan selkeästi suurempaa kuin kuusi. Nuorta kuusikkoa on alikasvoksena. Diagrammi antaa myös aika hyvän käsityksen lajisuhteista kuviolla.

## Läpimitta, pituus sekä laskennalliset suureet

Mitattavasta puustosta tarvitaan myös puulajikohtainen keskiläpimitta sekä pituus, jotta puustoraporttiin saadaan laskettua myös tilavuudet ja runkoluvut. Trestima-sovelluksella voi kuvaamalla mitata yksittäisen rungon läpimitan sekä pituuden. Läpimitakuva otetaan lähietäisyydeltä rungosta muutaman metrin päästä, pituuskuva noin 15 metrin päästä rungosta. Käytännössä pituuskuvan ottaminen vaatii vain sen, että puu näkyy kamerassa kokonaisuudessaan. Läpimitta- ja pituuskuvat otetaan pitämällä puhelinta pystyasennossa, verrattuna vaaka-asentoon, jota käytetään pohjapinta-ala-näytteitä otettaessa. Molemmissa tapauksissa laskenta perustuu puuhun kiinnitettävään tunnettuun kappaleeseen, puhelimen sensoreista saatavaan asentoon sekä geometriaan. Näiden tietojen avulla pystytään laskemaan rungon läpimitta sekä pituus.

Pohjapinta-alasta ja keskiläpimitoista pystytään laskemaan puuston kokonaistilavuus sekä runkoluvut. Trestima tarjoaa myös lasketun tukkiprosentin kullekin ositteelle, joka tällä hetkellä perustuu tietyllä alueella Suomessa toteutuneisiin todellisiin tukkiprosentteihin. Laskennallisia suureita on helppo lisätä jälkikäteen ja laskea myös vanhalle pilvipalvelussa olevalle tiedolle.

## Tekniikkaa

Muutamien viime vuosien kehitys älypuhelin-/tabletrintamalla sekä langattomissa tietoliikenneyhteyksissä ovat tehneet mahdolliseksi Trestiman kaltaiset sovellukset. Trestima-sovellus käyttää älypuhelimesta kameraa, nopeaa tiedonsiirtoa, asentosensoreita, sijainti- ja kompassipalveluita eli suurta osaa laitteen tarjoamista palveluista. Tällä hetkellä tuetut mobiilialustat ovat Windows Phone sekä Android. Kuten aiemmin mainittiin jokainen laitemalli täytyy kalibroida Trestiman toimesta, joten mikä tahansa kyseisillä alustoilla toimiva laite ei suoraan sovellu mittaukseen. Tärkeimmät ominaisuudet laitetta valittaessa Trestima-käyttöön ovat kamera, akunkesto sekä pöly- ja kosteussuojaukset. Aivan halvimmat älypuhelimet eivät täten tule kyseeseen, mutta keskihintaluokassa (300–400 €) on jo sopivia vaihtoehtoja. Kuitenkin kalliitkin älypuhelimet ja tabletit ovat hinnaltaan kilpailukykyisiä verrattuna moniin maastotietokoneisiin.

Vaikka Trestiman mobiilisovellus on suunniteltu toimimaan myös ilman verkkoyhteyttä tai huonon yhteyden vallitessa, nopea tietoliikenneyhteys mahdollistaa reaaliaikaiset tulokset. Suomessa 3G-kattavuus on jo hyvällä tasolla ja pohjoisenkin metsistä saadaan reaaliaikaista tulosta. Hyvällä yhteydellä näytteen siirto palveluun kestää parhaimmillaan vain yhdestä kahteen sekuntia, joten jo nykyisillä yhteyksillä kuvan siirtämä tieto siirtyy nopeasti mahdollistaen reaaliaikaiset tulokset.

Trestiman internet-palvelu toimii Amazon Web Services -pilvipalveluiden päällä. Web-ratkaisu takaa palveluiden saatavuuden lähes jokaisella laitteella, jossa on saatavilla internet-yhteys ja nykyaikainen web-selain.

Koska pelkästään Suomessa eri toimijoilla on useita omia tietokantoja sekä tiedonsiirtotapoja, Trestimakin tarjoaa useita eri mahdollisuuksia puustotietojen tuomiseksi sekä viemiseksi Trestiman tietokannasta muihin järjestelmiin. Tällä hetkellä tuettuja muotoja ovat PMT, Excel sekä Trestima Web API. Tulossa on myös metsätietostandardia tarjoava web-rajapinta.

## Uusia työskentelytapoja

Suuren tietomäärän kerääminen maastossa nopeasti avaa mahdollisuuksia uusille työskentelytapoille. Metsässä tallennetut näytteet sisältävät paljon tietoa, jota voi myöhemmin tarkastella web-työkalusta. Näin päätöksentekoa ja lisähavaintojen tekoa voidaan siirtää myöhempään ajankohtaan pois maastosta, mahdollisesti jopa eri henkilön tehtäväksi. Maastoajan lyhentymisellä saadaan myös kustannussäästöjä – esimerkiksi jos ennen samalla tilalla kului kaksi päivää, voi nopealla tiedonkeruulla siirtää työtä toimistolle ja selvittää yhden päivän maastotyöllä. Lisäksi laitteiden edullisuus mahdollistaa työkalun hankkimisen useammille henkilöille vaikka käyttö olisikin satunnaista.

## Kirjallisuutta

- Melkas, T., Miettinen, M., Hämäläinen, J. & Einola, K. 2014. Puukarttajärjestelmä hakkuun tehostamisessa. [http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti\\_230\\_Puukarttajarjestelma\\_hakkuun\\_tehostamisessa\\_tm\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_230_Puukarttajarjestelma_hakkuun_tehostamisessa_tm_ym.pdf).
- Rasinmäki, J., Mäkinen, A., & Kalliovirta, J. 2009. Puukohtainen inventointitieto metsätalouden suunnitteluun päätöstukijärjestelmässä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4: 382–385 <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff09/ff094382.pdf>.

■ Timo Rouvinen, Trestima Oy, Tampere  
 timo.rouvinen@trestima.com  
 www.trestima.com