
**Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden
oikeellisuus**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma

Evo, 2015

Ville-Matti Kopakka



EVO
Metsätalouden koulutusohjelma

Tekijä	Ville-Matti Kopakka	Vuosi 2015
Työn nimi	Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus.	

TIIVISTELMÄ

Trestima on metsänmittaukseen kehitetty älypuhelinsovellus, joka toimii älypuhelimien kameran kautta internetin välityksellä. Metsikkökuviolta kuvataan sovelluksella näytekuvia, jotka käsitellään Trestiman pilvipalvelimellä konenäön ja tarvittaessa ihmisen yhteistyöllä. Mittaustulokset esitetään puustoraportin muodossa, joka sisältää mitatun kuvion pohjapinta-alan, runkoluvun, keskiläpimitan, keskipituuden, hehtaarikohtaisen kuutio-tilavuuden ja tukkiprosentin.

Työn tavoitteena oli testata Trestiman puidentunnistusta ja sen kautta johdettujen mittaustulosten tarkkuutta ja todenmukaisuutta. Tämä kohdistuu Trestiman pohjapinta-ala kuviin, jotka on kuvattu Evon opetusmetsissä 2013-2014. Pohjapinta-ala kuvista Trestiman valitsemat yksittäiset puut mitattiin käsin maastossa. Tarkistusmittauksia ja Trestiman arvioimia tuloksia verrattiin keskenään. Oletusarvoisesti Trestiman tulosten ja tarkistusmittaustulosten välisten erojen pitäisi olla mahdollisimman pienet, mutta mittauksissa paljastui merkittäviä eroja.

Avainsanat metsänmittaus, sovellus, Trestima, tarkkuus, pohjapinta-ala

Sivut 20 s



EVO
Forestry

Author	Ville-Matti Kopakka	Year 2015
Subject of Bachelor's thesis	Accuracy of Trestima identified trees	

ABSTRACT

Trestima is a smartphone application designed for forest measuring. The application works via smartphones camera and internet connection. Sample pictures are taken from a forest area meant to be measured. The sample pictures are transferred from the application to Trestima's cloud server. There pictures are handled by machine vision with the help of Trestima's staff. The results of the measurements are presented as a report which includes basal area, stems per hectare, average diameter, average height, velocity per hectare and the log percentage.

The goal of this thesis is to test Trestima's accuracy by comparing Trestima's results to results acquired via manual measurements. The measurements are based on basal area sample pictures taken via Trestima. The individual trees picked by Trestima are measured manually and the two results are compared. The two results should be similar by default but the research shows significant differences between the results.

Keywords forest measurement, application, Trestima, accuracy, basal area

Pages 20 s



SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. TRESTIMA- SOVELLUS	1
3. HAHLORELASKOOPPI	2
3.1 Trestima relaskooppina	4
4. TUTKIMUSAINEISTO	5
5. KUVIOKOHTAISET TUTKIMUSTULOKSET	6
5.1 Kuvio 1	7
5.2 Kuvio 7	9
5.3 Kuvio 8	12
5.4 Kuvio 9	15
6. YHTEENVETO TULOXSISTA	18
7. LÄHTEET	20



1 JOHDANTO

Suomessa metsänmittaus tehdään kuviokohtaisena arviointina. Metsäammattilainen arvioi metsikkökuvion puustoa erilaisia mittavälineitä apunaan käyttäen. Kuvion sisäisen vaihtelun vuoksi kuviolta mitataan useita koealoja. Koealoilta kerätään tuloksia pohjapinta-aloista, läpimitoista, puiden pituuksista jne. Tähän tarvitaan useita erilaisia mittausvälineitä kuten re-laskooppiä, mittasaksia, hypsometria. Kerätyt tiedot tallennetaan paperille tai yhä yleisemmin elektroniselle maastotallentimelle. Lisäksi mittaajalla on oltava riittävästi ammattitaitoa ja kokemusta luotettavien tuloksien varmistamiseksi. Vaikka mittaaja osaisi käyttää mittausvälineitä, on silti osattava sijoittaa koealat edustaville paikoille metsikkökuvioilla. Jos koealat sijoittuvat toistuvasti liian tiheille tai liian aukkoisille paikoille, on lopputulos epäluotettava. Mittaajien väliset tulokset voivat hieman vaihdella, vaikka mittaukset tehtäisiin samalta koealalta samasta mittauspisteestä.

Trestima on sovelluksena mullistava metsänmittauksessa. Sovellus vaatii toimiakseen vain modernin älypuhelimien, joka on yleistynyt niin metsäammattilaisten kuin kansainkkin keskuudessa. Trestimalla voidaan korvata suuri osa metsätaloudessa käytettävistä mittausvälineistä. Lisäksi mittaajakohtainen vaihtelu tuloksissa eliminoiduu kaikille yhteisellä konenäöllä. Konenäkö valikoi ja mittaa samat puut mittaajasta riippumatta. Suurin Trestiman etu on kuitenkin sen nopeus. Koealan mittaamiseen käytetty aika on Trestimalla mitattaessa vain murto-osa siitä mitä se on manuaalisilla mittavälineillä mitattaessa. Tulostavoitteellisuus on päivän sana myös metsätaloudessa. Trestimalla esimerkiksi metsäsuunnittelun maastotöitä voidaan nopeuttaa radikaalisti.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Trestiman puuntunnistukseen ja sen kautta saatavien tuloksien oikeellisuuteen. Tutkimusaineisto koostuu Trestimalla kuvatuista pohjapinta-ala kuvista, joiden kuvauspaikat tiedetään. Trestiman valikoimat yksittäiset puut mitataan maastossa. Trestiman tuloksia ja maastossa tehtyjä tarkistusmittauksia verrataan keskenään ja päätellään antaako Trestima luotettavia tuloksia läpimittojen suhteen. Tuloksia verrataan kuviokohtaisesti.

2 TRESTIMA- SOVELLUS

Trestima on vuodesta 2012 alkaen kehitetty mobiilisovellus, jolla arvioidaan puustoa. Sovellus toimii Windows Phone ja Android käyttöjärjestelmien älypuhelimissa puhelimen kameraa hyväksikäyttäen.

Maastossa otetaan näytekuvia, jotka lähtevät sovelluksesta Trestiman pilvipalvelimelle. Palvelimessa kuvat käsitellään konenäön ja ihmisen yhteistyönä. Kuvakohtaiset tulokset palautetaan hetkessä käyttäjälle. Tähän vaaditaan toimiva verkkoyhteys, että tieto palvelimen ja puhelimen välillä kulkisi. Sovelluksella kuvataan pituusnäytteitä, läpimittoja ja pohjapinta-aloja. Kuviokohtaiset puustoraportit muodostuvat näytekuvista ja mittaustulosten muodostumista voi seurata reaaliaikaisesti. Puustoraportti sisältää olennaisia tietoja, kuten puuston hehtaarikohtainen tilavuus ja tukkiprosentit. Mittaustiedot ja kuvat säilytetään palvelimella ja ne ovat käytettävissä myöhempänäkin ajankohtana.

Trestiman käyttö aloitetaan lataamalla sovellus Windows Phone- tai Google Play- verkkokaupasta. Sovellus käyttää puhelimen GPS-komponentteja toiminnoissaan, joten käyttäjän on annettava Trestiman käyttöä puhelimen sijaintitietoja. Myös käyttäjätunnukset on hankittava ennen varsinaisia maastomittauksia. Tunnuksilla kirjaudutaan sisään verkkopalveluun, jossa mitattavat kuviot nimetään ennen näytekuvioiden ottamista. Palveluun voi ladata myös valmiita kuviokarttoja siirtotiedostoina. Kuviokartat ovat siirron jälkeen mobiilisovelluksen käytettävissä. GPS paikantaa mittaajan sijainnin ja mittauskuvat lisätään automaattisesti sen kuvion mittaustietoihin, millä kuviolla mittaaja on kuvan ottanut. Karttanäkymää voi liikutella, loitontaa ja zoomata kosketusnäytöllä.

3 HAHLORELASKOOPPI

Metsikön tilavuus määritellään pohjapinta-alan, keskipituuden ja puulajin avulla metsänmittaustaulukoista. Pohjapinta-alalla tarkoitetaan yksittäisten runkojen rinnankorkeudelta (1,3 metriä puun tyvestä) mitattujen poikkileikkauspinta-alojen summaa. Pohjapinta-alan mittaaminen on perinteisesti suoritettu relaskoopilla, joka on yksinkertainen mutta tehokas metsänmittausväline. Relaskooppikoeala valitaan maastossa sattumanvaraisesti ja koealoja mitataan useita kappaleita. Näin pyritään välttämään mittaajasta itsestään johtuvia virheitä, jotka voivat johtaa liian suureen tai vastaavasti liian pieneen pohjapinta-alaan. Mittaaja seisoo koealan keskipisteessä ja koeala itsessään on 360 asteen täysi ympyrä, eli ympyräkiekko. Relaskoopin pää asetetaan kiinni poskipäähän ja hahlon läpi tähtäämällä etsitään ne puut, jotka täyttävät hahlon. Rajapuiksi kutsutaan niitä puita, jotka vain juuri ja juuri täyttävät hahlon. Rajapuista lasketaan vain joka toinen. Puut, jotka eivät täytä hahloa, jäävät laskuista pois. Lasketut puut kerrotaan lopuksi relaskooppikertoimella. Relaskooppikertoimella tarkoitetaan yhden puun edustamaa pohjapinta-alaa hehtaaria kohden. Kerroin perustuu relaskoopin varren pituuden ja hahlon leveyden välisen suhteen muodostamaan kulmaan.

- Relaskoopin kaava on $r_n = 50 * d/\sqrt{q}$, jossa

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

- q = relaskooppikerroin
- d = puun läpimitta
- r_a = rajaetäisyys, jolta läpimitan d kokoinen puu laske-
taan mukaan

- Laskuesimerkkejä:

Läpimitta cm	Etäisyys m	Kaava	Rajaetäisyys cm	
25	20	$50 \cdot 25 / \sqrt{1}$ =	1250	Ulkona
40	20	$50 \cdot 40 / \sqrt{1}$ =	2000	Rajapuu
50	20	$50 \cdot 25 / \sqrt{1}$ =	2500	Mukana

Taulukko 1. Relaskoopin kaavan laskuesimerkkejä.

- Relaskooppikertoimen kaava on $\frac{10000}{4} * \frac{d^2}{r^2}$, jossa
 - d = hahlon leveys
 - r = varren pituus

- Laskuesimerkkejä:

Varren pituus m	Hahlon leveys m	Kaava	Kerroin
1	0,02	$(10\,000/4) * (1^2/0,02^2) =$	1
0,65	0,013	$(10\,000/4) * (0,65^2/0,013^2) =$	1
1	0,0283	$(10\,000/4) * (1^2/0,0283^2) =$	2
1	0,0141	$(10\,000/4) * (1^2/0,0141^2) =$	0,5

Taulukko 2. Relaskooppikertoimen kaavan laskuesimerkkejä.

Yleensä mittauksissa käytetään kertoimen 1 relaskooppia. Tällöin kiinteävartisen relaskoopin varren pituus on yksi metri ja hahlon leveys 2 senttimetriä. Ketju- ja nauhavartisissa relaskoopeissa varren pituus on 65 senttimetriä ja hahlon leveys taas 1,3 senttimetriä. Relaskooppikertoimia 2 ja 0,5 saatetaan käyttää erikoistapauksissa. Kerrointa 2 hyvin tiheissä metsiköissä tai erittäin suuria alueita inventoidessa ja kerrointa 0,5 erittäin harvapuustoisissa metsiköissä.

Mediaanipuu tarvitaan keskipituuden määrittelyyn. Se valitaan relaskooppikoealalta mitatuista puista. Mediaanipuu tarkoittaa

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

läpimitaltaan sen kokoista puuta, jota isompia ja pienempiä puuta on yhtä paljon koealalla. Helpoin tapa määrittää mediaanipuu on tehdä relaskooppikoealalta mitatuista läpimitoista lukujono pienimmästä suurimpaan. Mediaanipuu on tämän jonon keskellä.

Läpimitta cm	17	17	19	20	21 Mediaani	22	24	27	29
-----------------	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----

Taulukko 3. Mediaanipuun määrittäminen, esimerkki.

Pohjapinta-alan ja keskipituuden määrittelyn jälkeen puuston hehtaarikohtainen runkotilavuus haetaan relaskooppitaulukoista. Runkotilavuudet ovat puulajeittain, joten sekametsissä pohjapinta-ala ja keskipituus on määriteltävä puulajeittain. Kaksijaksoisissa metsissä puuta kasvaa selvästi kahdessa eri pituus- ja läpimittaluokassa. Näissä metsissä jaksot on arvioitava erillisinä mittauksina. Runkotilavuuden arvioinnissa päästään parhaimmillaan alle 10 kappaleen keskivirheeseen, kun relaskooppitaulukot ovat käytössä.

3.1 Trestima relaskooppina

Trestiman relaskooppi poikkeaa hyvinkin paljon perinteisestä hahlorelaskooppista. Hahlorelaskooppin koeala on 360° kun taas Trestiman relaskooppi kattaa n. 70° . Asteluku vaihtelee puhelinmallin kameratekniikan mukaan hieman, joten laitteen kalibrointi on olennaista mittaustarkkuuden kannalta. Trestiman relaskooppissa hahloja on lukematon määrä, koska hahlon koko vaihtelee portaattomasti. Automaattisesti muuttuva hahlo mahdollistaa erilaisten metsiköiden arvioimisen samalla työkalulla. Perinteisillä relaskoopeilla mitattaessa on hyvin tiheissä metsissä käytetty kertoimen 2 relaskooppia ja hyvin harvoissa metsissä kertoimen 0,5 relaskooppia. Trestima on myös hyvin nopea perinteiseen maastotiedon keruuseen verrattuna. Kuvan ottaminen vie vähän aikaa ja samalla mittauksien tiedot tallentuvat palvelimelle, eikä erillistä maastotallenninta tai muita mittausvälineitä tarvita.

Pohjapinta-alaa mitattaessa puhelin kallistetaan vaakatasoon. Kameranäkymä avautuu, kun kuvauspainike painetaan puoleenväliin. Lopullinen näytekuva otetaan painamalla kuvauspainike pohjaan asti. Näytekuva lähtee Trestiman pilvipalvelimeen ja tulokset palaavat takaisin sovellukseen puustoraportin muodossa. Puhelimessa on oltava verkkoyhteys käytössä, jotta tulokset saadaan käsiteltäväksi pilvipalvelimeen. Parin näytekuvan jälkeen saadaan myös tieto prosentuaalisesta keskivirheestä. Keskivirheen pitäisi pienentyä sitä mukaan, kun näytekuvien määrä kasvaa. Tämä kuitenkin edellyttää, että mittaja valitsee kuvauspaikkansa kuvion yleisilmeen mukaan. Kuvion puustoon nähden ylitiehat tai huomattavan aukkoiset paikat vääristävät

tuloksia ja keskivirhe kasvaa. Myös näköesteitä kuten isoja kiviä tai tiheikköjä on vältettävä.

Helppokäyttöisyydestään huolimatta Trestiman käyttöön on oma ohjeistuksensa, jotta kuvaus tuottaisi mahdollisimman tarkkoja tuloksia. Mittaajalla on oltava vähintään peruskäsitys metsätalouteen liittyvistä maastomittauksista. Vääränlaisten kuvauspaikkojen valinta tuottaa epätarkkoja tuloksia, vaikka sovellus toimisikin oikein. Ohjeistus suosittelee näytekuvien ottamista kuvion reunalta mitattavalle kuviolle päin. Näin vältetään viereisten kuvioiden puiden joutumista näytekuvaan. Kuvioiden muodot vaihtelevat ja erityisesti terävissä kulmissa on varottava kuvaamasta viereisten kuvioiden puita. Kuvauspaikat on sijoitettava riittävän etäälle toisistaan, ettei samoja puita kuvata useaan kertaan. Mittaajan on lisäksi huolehdittava, että näytekuvat otetaan paikoista jotka eivät poikkea liiaksi kuvion yleisilmeestä. Kuvion sisäinen vaihtelu on normaalia eikä sitä voida välttää, mutta loppuratkaisu on kuitenkin mittaajan käsissä aina. Mittaajan olisi suotavaa valita kuvauspaikkansa mahdollisimman objektiivisesti. Koealojen paikat valitaan maastotöissä usein esimerkiksi askelmitalla, 20-40 askeleen välein kuvion koosta riippuen. Näin vältetään vaistonvaraista hakeutumista aukeammille tai tiheämmille paikoille. Vastavalo haittaa puiden tunnistusta ja sitä tulisi välttää mahdollisuuksien mukaan. Kamerat vaihtelevat puhelinmalleittain ja sovellus on kalibroitava kunkin puhelinmallin mukaan, jotta tulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja.

4 TUTKIMUSAINEISTO

Pääaineistona käytettiin Maria Sirviön vuonna 2013 Trestimalla kuvaamia kuvioita. Kuviot sijaitsivat Hämeen ammattikorkeakoulun Evon yksikön opetusmetsässä. Kuviot 1, 7, 8, ja 9 valittiin tutkimukseen. Kuviot 2-6 jätettiin pois, koska niillä oli ollut hakuuta vuoden 2013 jälkeen. Koealoilta mitattiin jokaisesta Trestiman valitsemasta puusta läpimitta ja etäisyys kuvauspisteeseen. Näin saatiin aineisto, jota voi suoraan verrata Trestiman antamiin tuloksiin, koska käsin mitatut puut ovat täysin samat kuin Trestiman mittaamat. Kuvioilla 1 ja 9 oli myös käytössä Hellevi Nokkasen vuonna 2010 mittaamat yksin puun luvun tu-

lokset.

Trestiman palvelimelta saatujen kuviokarttojen avulla paikannettiin valituilta kuvioilta niiltä mitatut koealat. Koealat on merkitty maastoon kuitunauhalla ja koealan kuvauspiste puisella tikulla. Koealoittain näkymää metsässä verrattiin Trestimalla kuvattuihin pohjapinta-ala kuviin jolloin saatiin tunnistettua Trestiman mittaamat puut maastossa. Kustakin koealakuvasta mitattiin Trestiman valitsemat relaskooppipuut. Mittauksessa käytettiin Masser Sonar Caliber- mittasaksia. Saksien vastaanotin eli transponderi asetettiin kuvauspisteeseen. Saksilta saatiin läpimitta ja etäisyys puulta kuvauspisteeseen, jotka vastaavasti mitattiin koealan puista.

Mitatut tunnuksot kirjattiin excel-tilukoiksi. Taulukoiden perusteella laskettiin jokaiselle kuviolle runkolukusarja ja keskiläpimitat. Tuloksista muodostettiin pylväsdiagrammit kuvaamaan läpimittajakaumia. Näitä tuloksia verrattiin Trestiman ilmoittamiin vastaaviin tuloksiin. Tuloksista tehtiin myös kumulatiivisia viivadiagrammeja, joita vertailtiin keskenään. Kumulatiivisessa viivadiagrammissa läpimittaluokat kasaantuvat eli kumuloiduvat toistensa päälle. Näin saadaan aineistosta riippumatta viivadiagrammi, joka alkaa nolasta ja päättyy sataan prosenttiin. Suhteelliset läpimittajakaumat ilmoitetaan prosentteina.

5 KUVIOKOHTAISET TUTKIMUSTULOKSET

Kuviokohtaisissa tutkimustuloksissa tuloksia tarkastellaan kuviotasolla diagrammien muodossa. Tulokset perustuivat Trestiman ilmoittamiin läpimittajakaumiin, joita verrattiin maastomittausten tuloksiin. Maastomittaukset oli suoritettu tarkastusmittauksena Trestiman valitsemista puista. Lähtökohtaisesti tulosten pitäisi olla samat tai ainakin hyvin lähellä toisiaan, koska tulokset oli saatu samoista yksittäisistä puista. Lisäksi kuvioilla 1 ja 9 oli käytössä Hellevi Nokkasan vuonna 2010 tekemät pystymittauksen tulokset vastaavilta kuviolta. Nämä mittaukset eivät suoranaisesti liity tähän opinnäytetyöhön, mutta niistä saatu tieto oli kattavuudessaan hyvä vertauskohta Trestimaan perustuvien mittausten kannalta.

Tulokset esitettiin kuvioittain pylväsdiagrammeina, sekä kumulatiivisina viivadiagrammeina. Pylväsdiagrammit kertoivat kunkin läpimittaluokan kappalemäärän. Lisäksi pylväsdiagrammeista oli ilmoitettu hehtaariohtainen runkoluku ja keskiläpimitta. Kumulatiivinen

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

viivadiagrammi kertoi läpimittaluokkien suhteellisen jakauman prosentteina. Kaikki viivadiagrammit alkoivat nolasta. Läpimittaluokat kasaantuivat eli kumuloituivat päällekkäin aina sataan prosenttiin asti. Näin saatiin viivadiagrammi, joka aineistosta riippumatta oli ulkomuodoltaan nouseva. Tämä selkeytti tulosten tulkintaa, koska erot tulosten välillä olivat selkeämmät pylväsdiagrammeihin verrattuna.

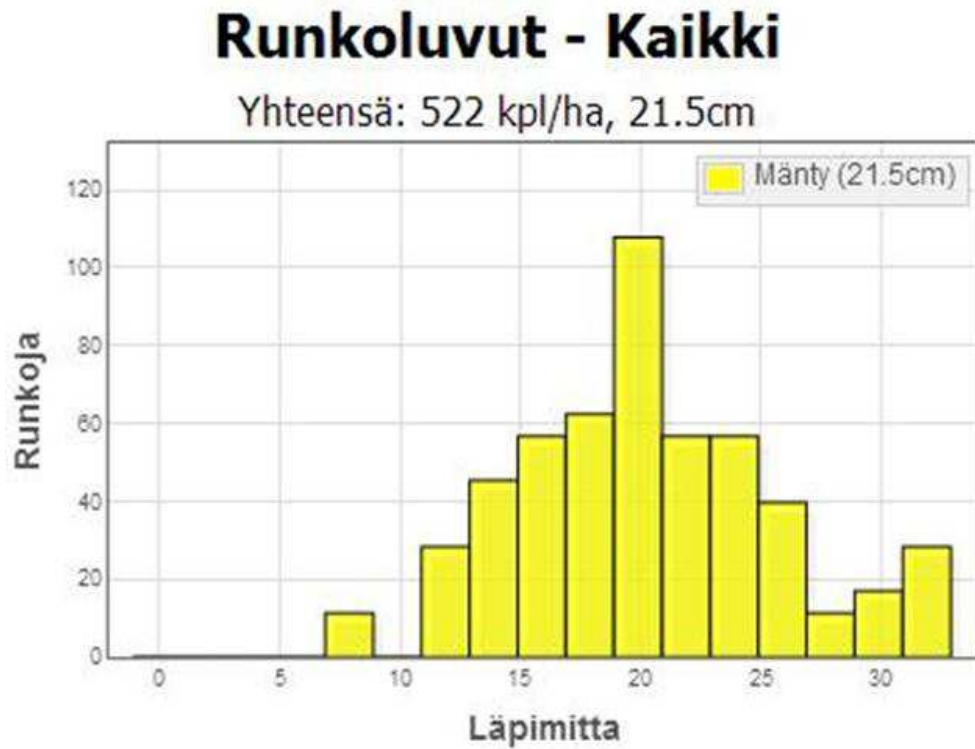
5.1 Kuvio 1

Kuvio 1 oli varttunut kasvatusmetsikkö, jonka pääpuulaji oli mänty. Rakenteeltaan kuvio oli hyvin homogeeninen, yksijaksoinen lähes täysin puhdas männikkö. Trestima- mittaukseen kuvio oli ihanteellinen sillä näkyvyys oli erinomainen ja puusto on tasaista.

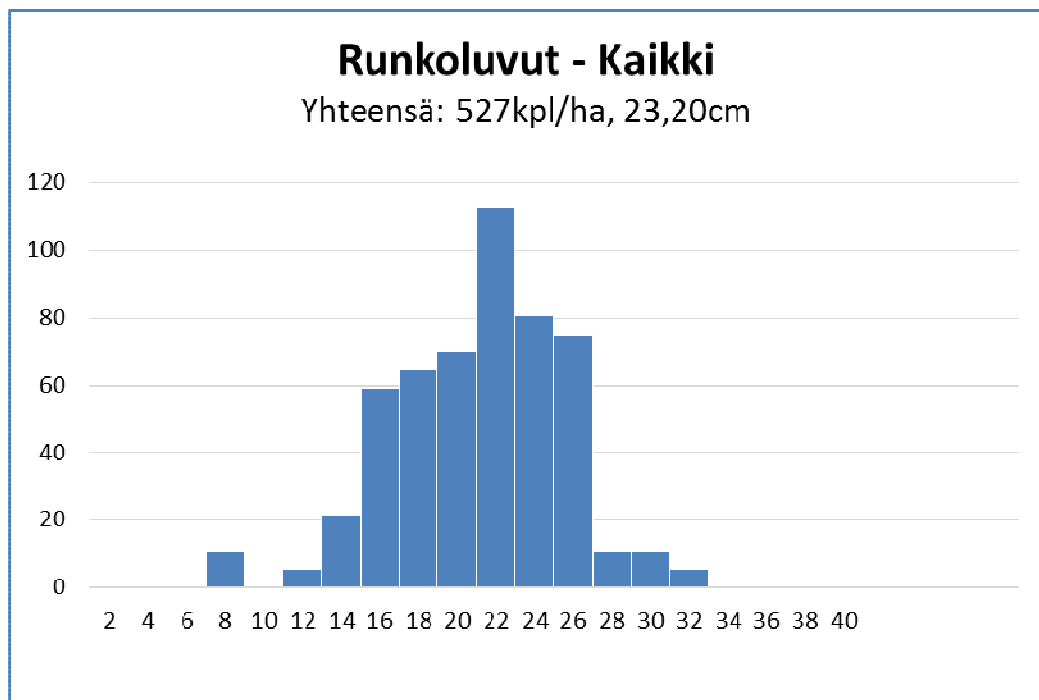


Kuva 1. Pohjapinta-alanäyte. Tyypillinen näkymä kuviolla: 1.

Trestima- palvelimen antama runkoluku oli vain viisi kappaletta vähemmän kuin maastomittauksista saatu runkoluku. Ero on metsänmittauksessa mitätön, joten tulosta voidaan pitää hyvänä. Keskiläpimitassa Trestima jäi noin kaksi senttimetriä alakanttiin maastomittauksiin nähden. Ero on pieni, mutta se vaikuttaa metsikön kokonaistilavuuteen. Pylväsdiagrammit olivat pääosin ulkomuodoltaan yhtenäiset, mutta eroavaisuuksia läpimittaluokkien väliltä löytyi. Tulosten tulkinnan kannalta oli selkeämpää esittää tulos kumulatiivisena frekvenssinä. Tällä tavalla saatiin verrattua läpimittaluokkien suhteellista prosenttijakaamaa.



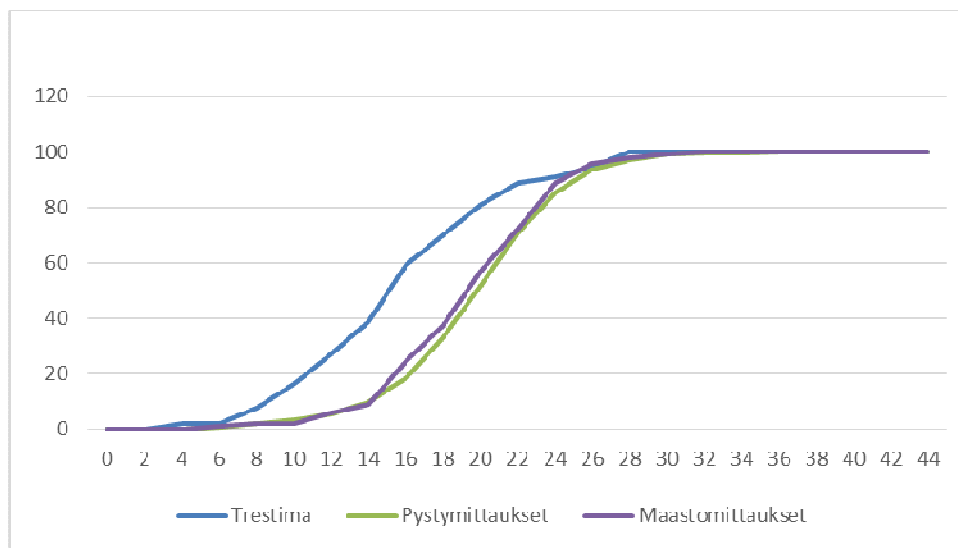
Kuva 2. Trestiman läpimittajakauma kuviolla: 1.



Kuva 3. Maastomittausten läpimittajakauma kuviolla: 1.

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

Aineisto laskettiin kumulatiivisesti ja suhteellisista jakaumista tehtiin rinnakkainvertailu viivadiagrammin muodossa. Näin saatiin havainnollisempi ja selkeämpi vertailu eri tuloksien välille. Maastomittaukset viittasivat maastossa käsin mitattuihin Trestiman valitsemiin puihin. Pystymittaukset olivat Hellevi Nokkasen vastaavalla kuviolla vuonna 2010 tekemiä yksinpuin luvun tuloksia. Trestiman diagrammi perustui Trestiman palvelimessa ilmoittamiin mittaustuloksiin.



Kuva 4. Suhteellinen läpimittajakauma kuviolla: 1.

Maastomittausten ja Trestiman diagrammien pitäisi olla yhteneväiset, koska tulokset oli saatu täysin samoista yksittäisistä puista. Kuitenkin tulokset maastomittausten ja pystymittausten välillä olivat lähes täysin yhteneväiset. Trestiman omat tulokset jäivät näistä diagrammeista selvästi jälkeen. Tämä osoittaa sen, että Trestima arvioi puuston läpimittoja liian pieniksi. Käsin mitatut tulokset olivat tarkemmat Trestiman konenäköön verrattuna. Sen todisti maastomittausten ja pystymittausten yhteneväisyys.

5.2 Kuvio 7

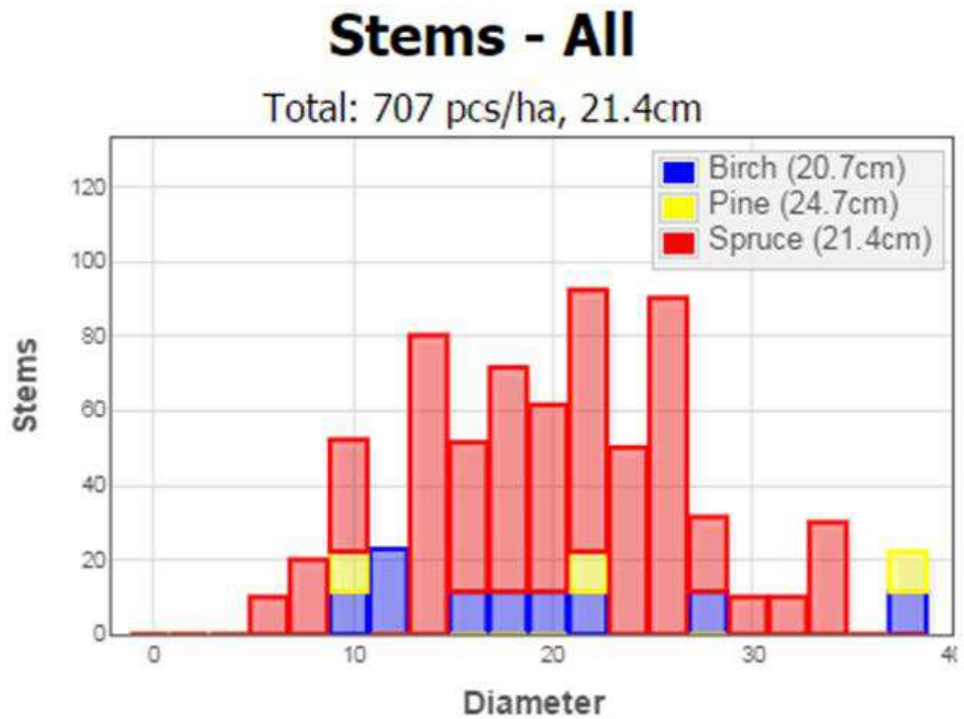
Kuvio 7 oli varttunut kasvatusmetsikkö, jonka pääpuulaji oli kuusi. Kuviolla oli myös yksittäisiä mäntyjä ja koivuja. Rakenteeltaan puustossa oli pientä vaihtelevuutta. Näkyvyys oli hieman huono kuusien varjostuksen takia, mutta näkyvyys ei kuitenkaan ollut rajoittava tekijä kuviolla.

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

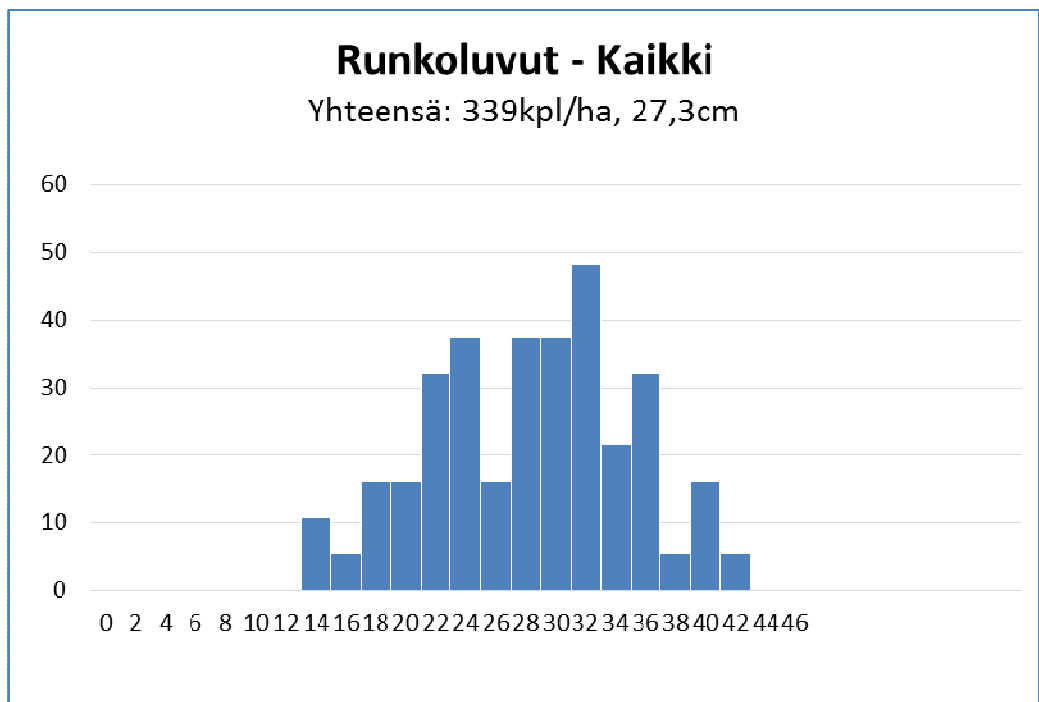


Kuva 5. Pohjapinta-alanäyte. Tyypillinen näkymä kuviolla: 7.

Pylväsdiagrammit muistuttivat etäisesti toisiaan. Eroavaisuudet oli kuitenkin helppo huomata pikaisella katsauksella. Myös luvut kertoivat eroavaisuuksista Trestiman tulosten ja maastomittausten välillä. Trestiman ilmoittama hehtaarikohtainen runkoluku oli 707 kpl/ha kun maastomittausten perusteella runkoluku oli vain 339kpl/ha. Keskiläpimitta oli Trestiman mukaan 21,4cm ja maastomittausten mukaan 27,3cm. Erot ovat valtavia siihen nähden, että tulokset on saatu samoista puista. Trestiman tulosten mukaan runkoluvun pitäisi olla yli kaksinkertainen ja keskiläpimitat jäävät noin 6cm alakanttiin maastomittauksiin verrattuna.



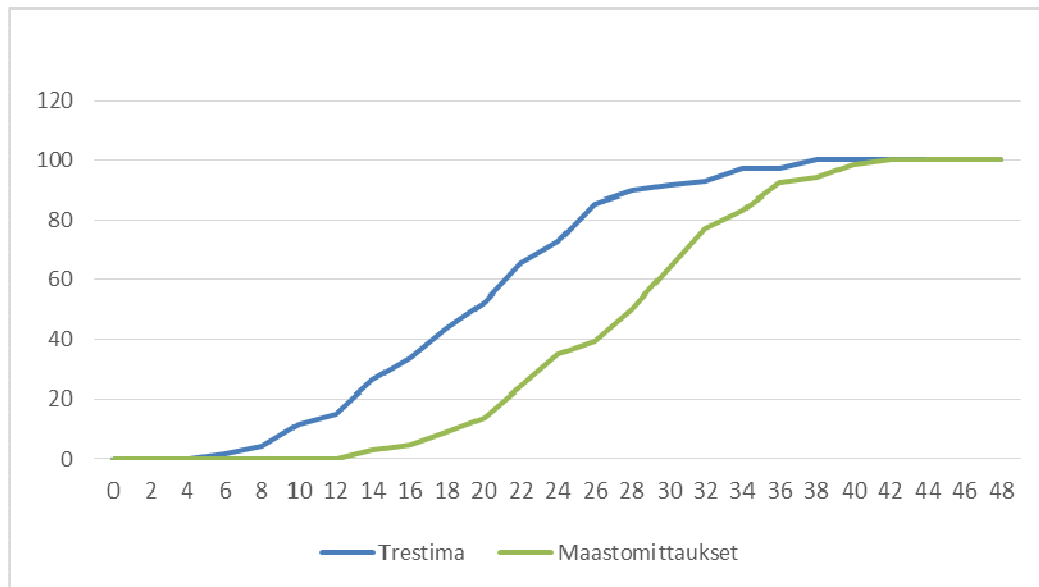
Kuva 6. Trestiman läpimittajakauma kuviolla: 7.



Kuva 7. Maastomittausten läpimittajakauma kuviolla: 7.

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

Aineisto laskettiin kumulatiivisesti ja suhteellisista jakaumista tehtiin viivadiagrammi. Trestiman diagrammi perustui Trestiman ilmoittamiin tuloksiin ja maastomittaukset vastaaviin maastossa mitattuihin yksittäisiin puihin. Tälle kuviolle ei löytynyt pystymittaustietoja, joten vertailu tapahtui ainoastaan Trestiman mittausten ja maastossa mitattujen vastaavien puiden kesken.



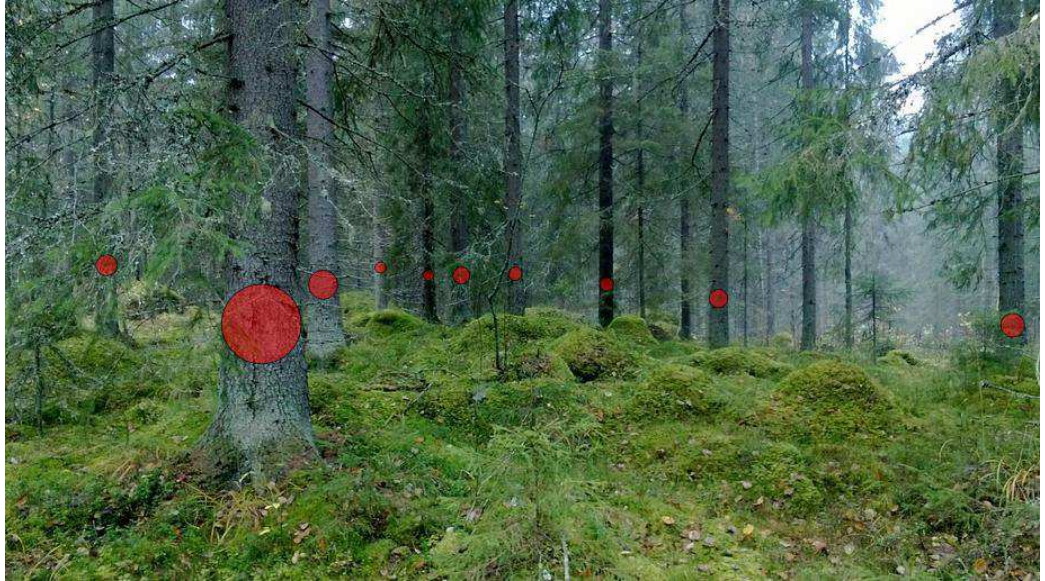
Kuva 8. Suhteellinen läpimittajakauma kuviolla: 7.

Sama tulos toistui kuin kuviolla 1. Trestiman arvio puiden läpimitoista jäi selvästi alakanttiin maastosta saatuihin tuloksiin verrattuna. Ero oli kokoluokassaan merkittävä ja vääristää puuston hehtaarikohtaista tilavuutta.

5.3 Kuvio 8

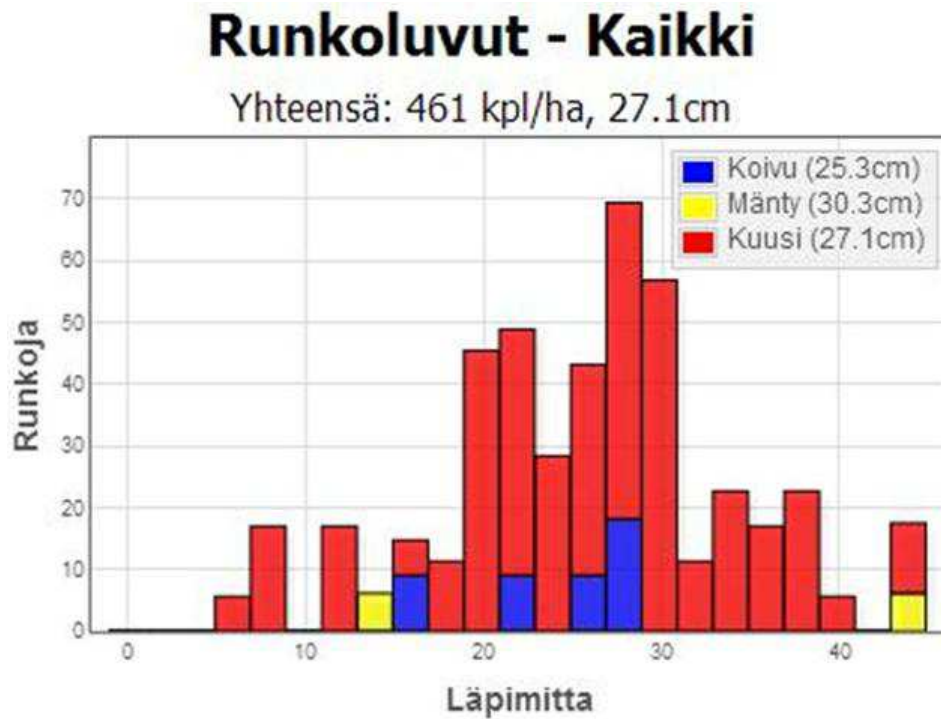
Kuvio 8 oli varttunut kasvatusmetsikkö, jonka pääpuulaji oli kuusi. Yksittäisiä mäntyjä ja koivuja oli paikoitellen. Kuvion rakenne oli vaihteleva. Näkymä oli pääosin kuvaukseen hyvä, mutta paikoitellen aliskasvokset ja kuusikon alaoksasto häytti näkyvyyttä.

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

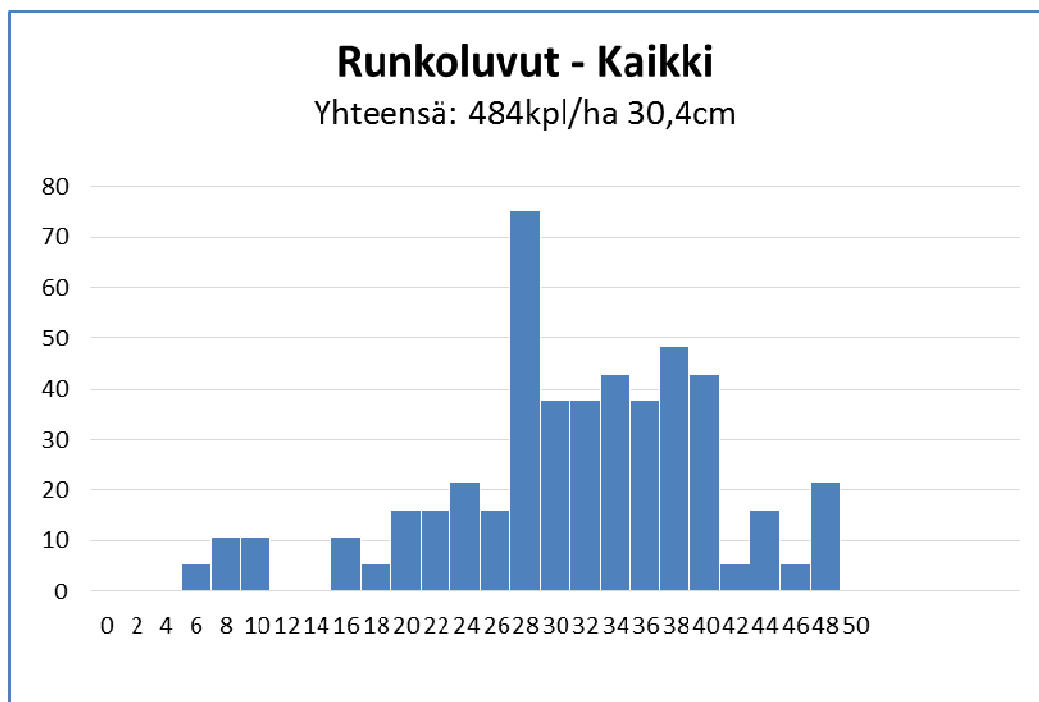


Kuva 9. Pohjapinta-alanäyte. Tyypillinen näkymä kuviolla: 8.

Hehtaariohtainen runkoluku oli tarkistusmittausten perusteella melko hyvä. Trestiman tulos jäi tarkistusmittauksista 23 kpl jälkeeseen. Keskiläpimitta jäi alakanttiin noin 3cm. Keskiläpimitan vajavaisuus toistui aikaisempien kuvioiden tuloksista.



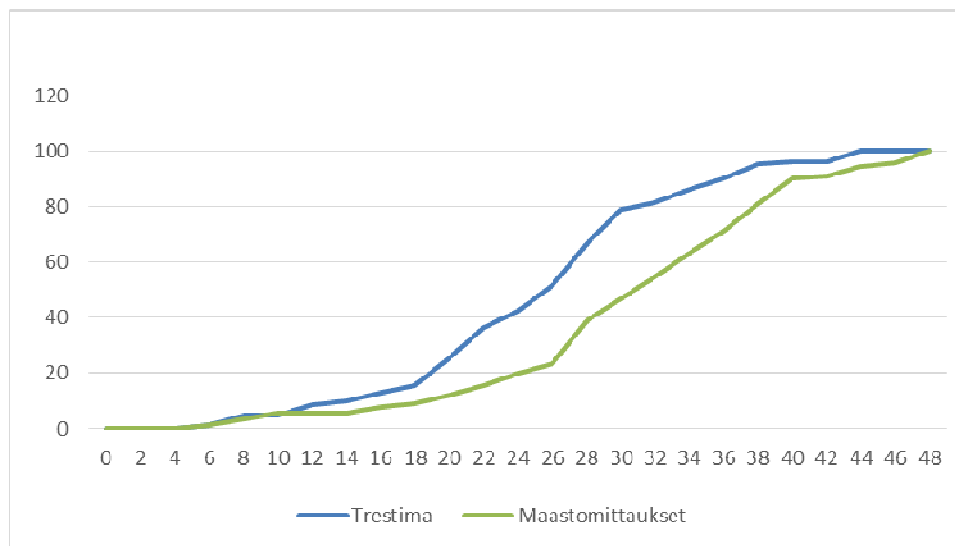
Kuva 10. Trestiman läpimittajakauma kuviolla: 8.



Kuva 11. Maastomittausten läpimittajakauma kuviolla: 8.

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus

Aineisto laskettiin kumulatiivisesti ja suhteellisista jakaumista tehtiin viivadiagrammi. Trestiman diagrammi perustui Trestiman ilmoittamiin tuloksiin. Maastomittausten diagrammi perustui vastaaviin Trestiman valitsemiin yksittäisiin puihin. Pystymittaustietoja kuviolle ei ollut, joten vertailu tapahtui ainoastaan Trestiman tulosten ja maastossa tehtyjen tarkistusmittausten välillä.



Kuva 12. Suhteellinen läpimittajakauma kuviolla: 8.

Aikaisempien kuvioiden tapaan läpimittaluokkien suhteellisessa jakaumassa oli selvä ero. Trestiman läpimitta-arvio jäi selvästi jälkeen maastossa tehtyihin mittauksiin nähden. Tulokset oli saatu täysin samoista yksittäisistä puista. Silti ero oli pahimmillaan noin viiden senttimetrin luokkaa. Ero oli liian iso luotettavan lopputuloksen kannalta.

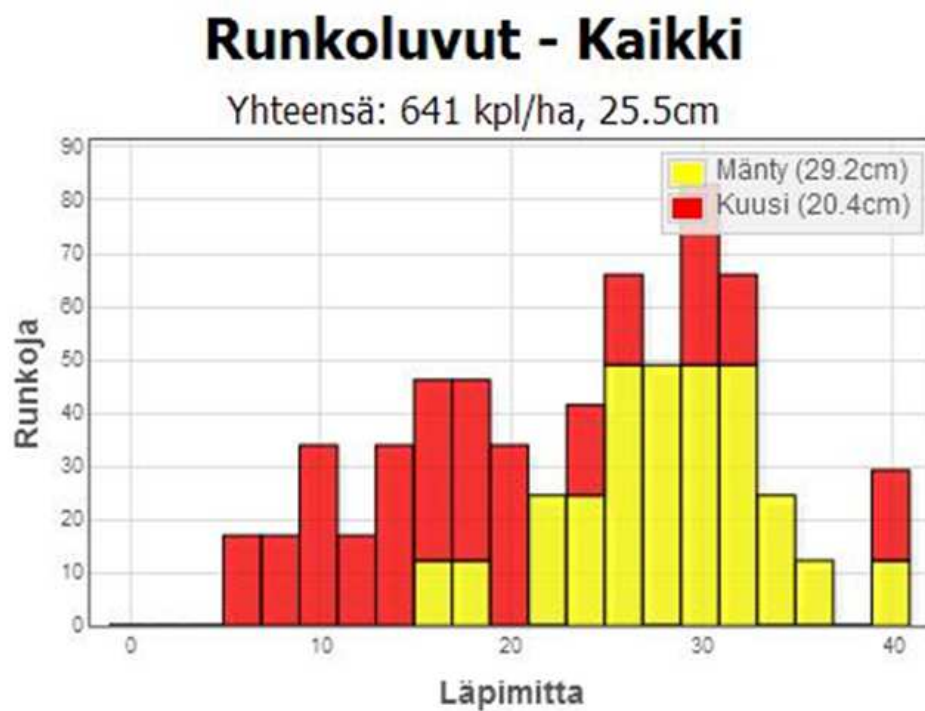
5.4 Kuvio 9

Kuvio 9 oli varttunut kasvatusmetsikkö, jonka pääpuulajina oli mänty ja toisessa jaksossa kuusi. Lisäksi koelalla oli runsaasti kuusen aliskasvosta. Rakenteeltaan kuvio oli hyvin tiheä. Tämä teki näkyvyydestä erittäin huonon ja puiden mittaaminen Trestimalla oli erittäin vaikeaa.

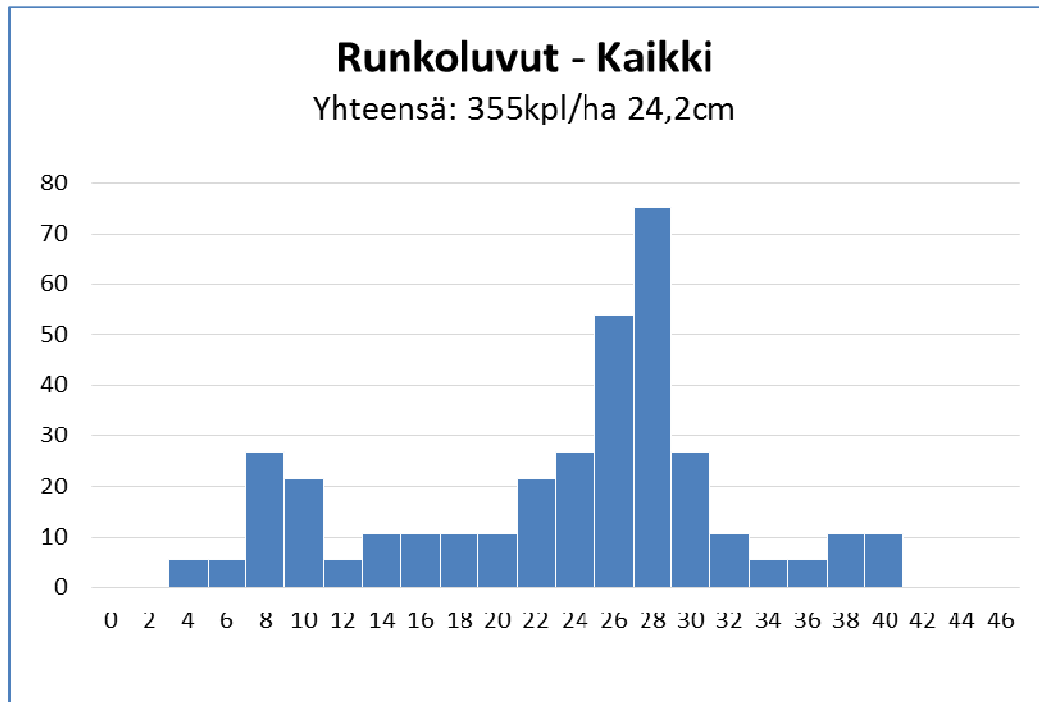


Kuva 13. Pohjapinta-alanäyte. Tyypillinen näkymä kuviolla: 9.

Pylväsdiagrammeja vertailtaessa paljastui eroja. Hehtaarikohtaisessa runkoluvussa Trestiman tulos jäi melkein puolella jälkeen. Keskiläpimitta oli Trestiman tuloksissa poikkeuksellisesti yläkanttiin. Epätarkkuudet ovat kokoluokassaan merkittäviä.



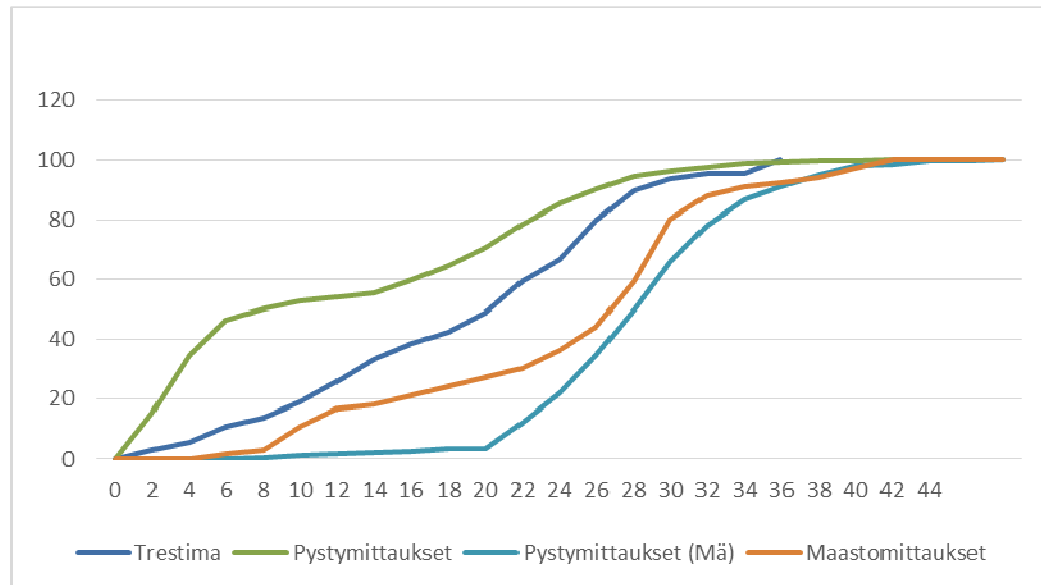
Kuva 14. Trestiman läpimittajakauma kuviolla: 9.



Kuva 15. Maastomittausten läpimittajakauma kuviolla: 9.

Aineisto laskettiin kumulatiivisesti ja suhteellisista jakaumista tehtiin viivadiagrammit. Trestiman diagrammi perustui Trestiman ilmoittamiin tuloksiin. Maastomittaukset perustuivat Trestiman valikoimiin yksittäisiin runkoihin ja niihin tehtyihin tarkistusmittauksiin. Mukana oli myös Hellevi Nokkasen pystymittaustulokset vuodelta 2010. Pystymittauksen tulokset oli eroteltu kaikkiin puihin yhteensä ja pelkkiin mäntyihin. Tämä siksi, että kuviolla oli runsaasti kuusialiskasvosta, joka vaikutti merkittävästi pystymittausten tuloksiin.

Trestima älypuhelin kuvauksessa tunnistettujen puiden oikeellisuus



Kuva 16. Suhteellinen läpimittajakauma kuviolla: 9.

Tuloksista huomattiin heti, että kuusialiskasvos pudotti pystymittausten diagrammin kauas Trestiman diagrammin taakse. Kun pystymittauksista huomioitiin pelkkä mänty, lähestyi diagrammi maastossa tehtyjä tarkistusmittauksia. Tärkein tulos oli kuitenkin se, että Trestima arvioi alakanttiin itse valitsemiaan puita. Tarkistusmittausten läpimitta-arviot olivat jälleen suurempia. Ero oli pahimmillaan noin kuuden senttimetrin luokkaa. Trestiman arvio oli liian epätarkka totuudenmukaista lopputulosta ajatellen.

6 YHTEENVETO TULOKSISTA

Jotta saataisiin muodostettua kuva Trestiman konenäön käyttäytymisestä, on hyvä tarkastella kuvioita myös yhtenä isona kokonaisuutena. Etsimällä yhteneväisyyksiä yksittäisten kuvioiden tuloksista, voidaan päätellä, toistuuko tuloksissa jotain malleja. Tutkimuksen kohteena oli yhteensä neljä kuviota ja ne olivat kaikki varttuneita kasvatusmetsikköjä. Silti kuvioiden keskinäinen vaihtelevuus oli melko rajua. Vaihtelevuus tarkoitti tässä tapauksessa vaihtelevuutta tiheydessä, puulajissa ja näkyvyydessä. Erityisesti näkyvyys on avaintekijä Trestimalla mitattaessa.

Kuvio 1 oli näkyvyydeltään ihanteellinen. Valoisa männikkö, jossa ei ollut lähes yhtään näkyvyyttä häiritsevää aliskasvosta. Valoisuus ja esteetön näkyvyys helpotti puiden tunnistamista Trestimalla. Rungas aliskasvos taas peitti taakseen runkoja. Puiden tunnistus tapahtui rinnankorkeudelta eli loogisesti ajateltuna runkoja jäi laskematta jos näkyvyys oli huono. Näin

tapahtui kuviolla 9, joka oli näkyvyydeltään erittäin huono kohde. Täysi vastakohta kuviolle 1. Myös huono valoisuus haittaa puiden tunnistamista. Tämä oli yleinen ilmiö kuusivaltaisilla kuviolla (kuviot 7 ja 8). Nämä kuviot olivat rakenteeltaan myös paikoin aukkoisia ja paikoin tiheitä, mikä loi oman haasteensa puiden tunnistukseen. Kaikki kuviot oli kuvattu pääosin aurinkoisella tai puolipilvisellä säällä eli kuvaussää ei vaikuttanut merkittävästi puiden tunnistukseen. Pilvisellä säällä voidaan kuitenkin olettaa valon määrän jäävän pienemmäksi ja puiden tunnistuksen vaikeutuvan sen mukaan. Myös vastavalo häiritsee puiden tunnistusta.

Maastosta kerätyt mittaustulokset perustuivat Trestiman valitsemiin puihin. Mitattavat puut tunnistettiin kuvan perusteella maastoon merkityiltä mittauspaikoilta. Näistä puista otettiin läpimitat ja niitä verrattiin Trestiman antamiin tuloksiin. Edellä nähdystä kuviokohtaisista tuloksista löytyi selviä yhteneväisyyksiä. Trestiman läpimitta-arviot jäivät selvästi jälkeen maastossa tehtyihin tarkistusmittauksiin nähden. Kumulatiivisten viivadiagrammien perusteella Trestima aliarvioi läpimittoja 4-8cm. Aikaa kuvausten ja tarkistusmittausten välillä oli noin yksi vuosi. Ero tulosten välillä on väistämätön, mutta tämän suuruusluokan ero ei selity yhden vuoden vuosikasvulla.

Trestiman puidenmittaustekniikka on uutta ja mullistavaa. Pitää kuitenkin muistaa, että uusi tekniikka tuo mukanaan uusia haasteita. Trestima tunnistaa puita ja puulajeja hyvin, mutta läpimittojen tarkkuudessa on selvästi parannettavaa. Myös käyttäjällä on iso rooli kuvauksen luotettavuuden kannalta. Trestiman internetsivuilla todetaan, että ”Mittaus on objektiivinen, mittaajan vaikutus on lopputulokseen vähäinen”. Tämä ei pidä osittain paikkaansa. Mittaajan on osattava valita kuvauspaikka siten, ettei kuvauspaikka ole järjestelmällisesti keskivertoa tiheämpi tai harvempi kohta kuviolla. Toisaalta konenäkö eliminoi joitakin mittaajakohtaisia muuttujia. Perinteiset hahlorelaskoot ovat optisia mittoja, joissa esiintyy vaihtelua mittaajan käyttöaidon ja havainnoinnin mukaan. Trestimalla mitattaessa konenäkö on mittaajan havainnoinnista riippumaton ja kaikille yhteneväinen havainnoinnin väline. Mittaaminen itsessään on moninkertaisesti nopeampaa perinteisiin keinoihin verrattuna. Se on huomattava etu esimerkiksi metsänsuunnittelussa, joka ajan hengen mukaan on alati tulostavoitteellisempaa.

7 LÄHTEET

www.trestima.com

Rouvinen T., Kuvia metsästä, Metsätieteen aikakauskirja, METLA 2/2014

Kangas A., Päivinen R., Holopainen M. ja Maltamo M., 2011,
Metsän mittaus ja kartoitus, Silva Carelica

Tarkistusmittaukset pohjapinta-alanäytteiltä, Kopakka V-M., Ikäheimo J.,
2014

Pystymittaukset Evon Opetusmetsissä, Nokkanen H., 2010