

# HAMK – EVO

Hämeen ammattikorkeakoulu  
Metsätalouden koulutusohjelma

paikkatietoaineistoa  
paikkatiedonopetusta  
paikkatietoyhteistyötä

Geoinformatiikan tutkimuspäivät  
Risto Viitala 21.5.2015

[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)

# Esityksen sisältö

- HAMK – sijainti ja tunnuslukuja
- Evo – vanha metsäoppilaitos
- Evon paikkatietoa
- Paikkatieto opetuksessa
- Paikkatietoon liittyvä yhteistyö

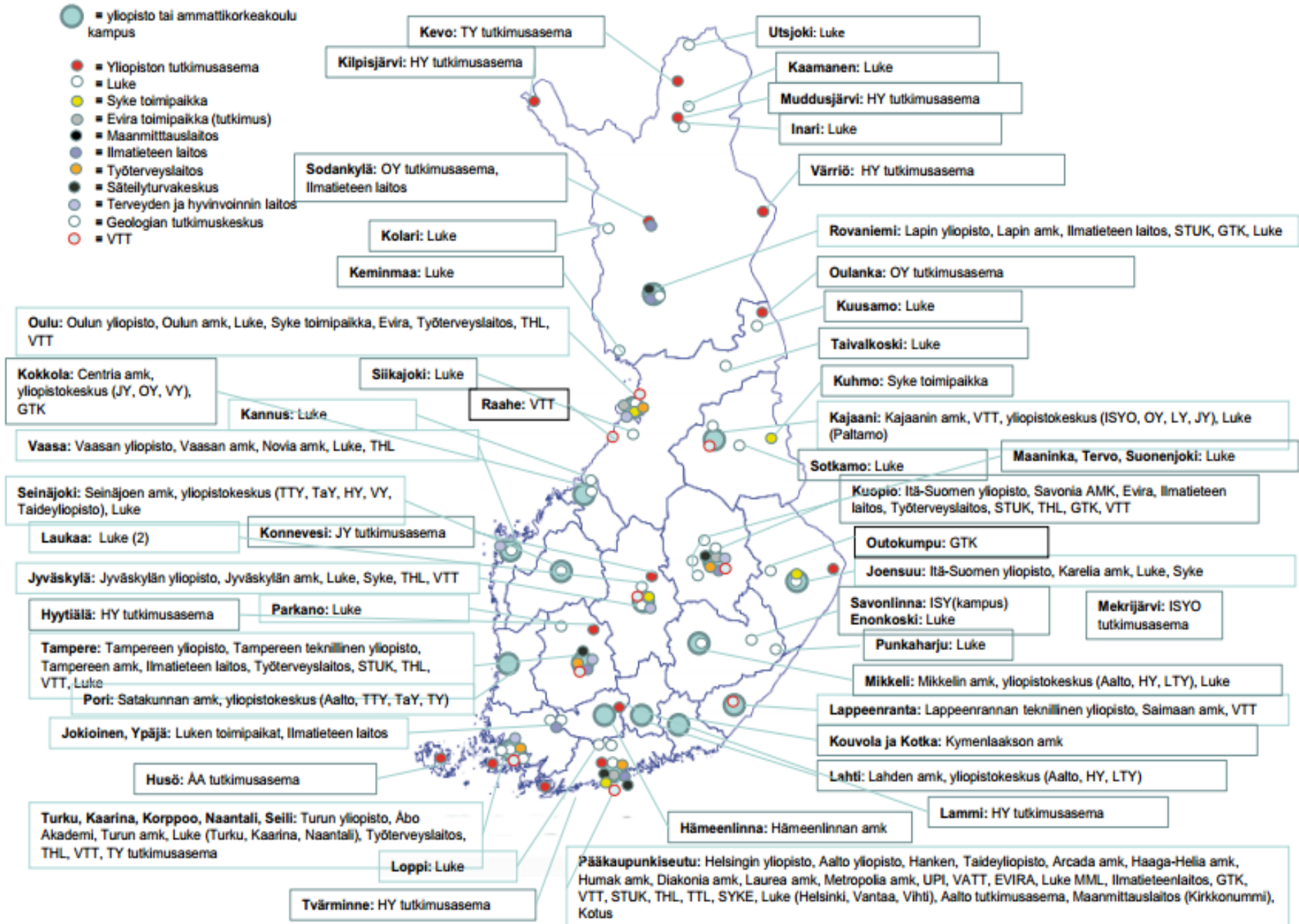
# KOTUMOn tiekartta

korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten yhteistyön kehittämisen

- valtion tutkimuslaitosten ja -rahoituksen kokonaisuudistus
- tavoitteena on saada aikaan vahvoja alakohtaisia ja/tai alueellisia korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten osaamispohjaisia keskittymiä
  
- Suomen yliopistojen (UNIFI),
- Suomen ammattikorkeakoulujen rehtorineuvoston (Arene),
- tutkimuslaitosjohtajien neuvoston (TUNE) sekä
- kahdeksan ministeriön kesken

■ yliopisto tai ammattikorkeakoulu  
kampus

- Yliopiston tutkimusasema
- Luke
- Syke toimipaikka
- Evira toimipaikka (tutkimus)
- Maanmittauslaitos
- Ilmatieteen laitos
- Työterveyslaitos
- Säteilyturvakeskus
- Terveystieteiden tutkimuskeskus
- Geologian tutkimuskeskus
- VTT

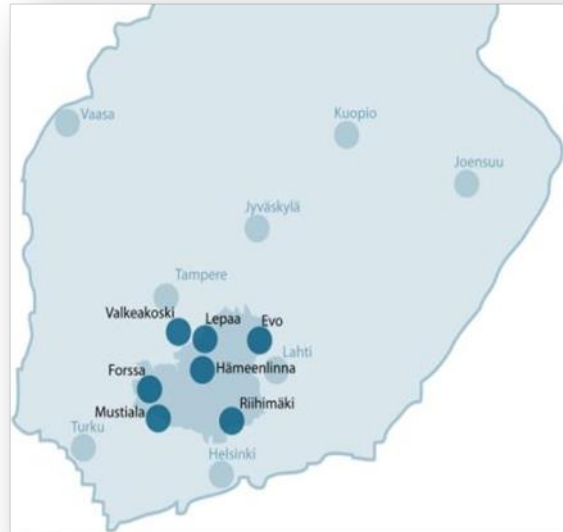




# HAMK

## Keskeisimmät tunnusluvut

yli 7000 opiskelijaa  
yli 700 työntekijää  
noin 70 milj.€ budjetti  
7 kampusta



T&K- ja hankerahoitusta 5 milj. € soveltavaa tutkimusta, tuotekehitystä sekä hanketoimintaa.

Ammattikorkakoululaki 2014

# Evon sijainti







# Paikkatietoa Evolta

Mittapöytämittauksen, geometriset kartat

- Isojakokarttojen maanperä- ja maankäyttökuviot
  - 1700/1800 lukujen vaihde
- Metsätalouuskartat
  - 1860-1870 –luvulta ensimmäinen sarjat

Kartoituskojeet

- Ilmakuvat 1948 vuodesta lähtien
  - (Nenoson kuvat 1930-luvulta)
- Peruskartat, maaperäkartat

Digitalisoituminen 1980-luvulta

- Rasterikarttojen skannaus
- Vektorikarttojen piirtäminen digipöydillä

GPS-tukiasema Evolla 1998 ->

Laser-keilaukset 2006 ->



# Rautjärven lohko

Enon kunnunpiirissä

Mittattu Suomessa 1871



Kaikki Rautjärven lohkon metsätalouuskartat vuosilta 1871 – 2005 (13 kpl) päällekkäin asetettuna

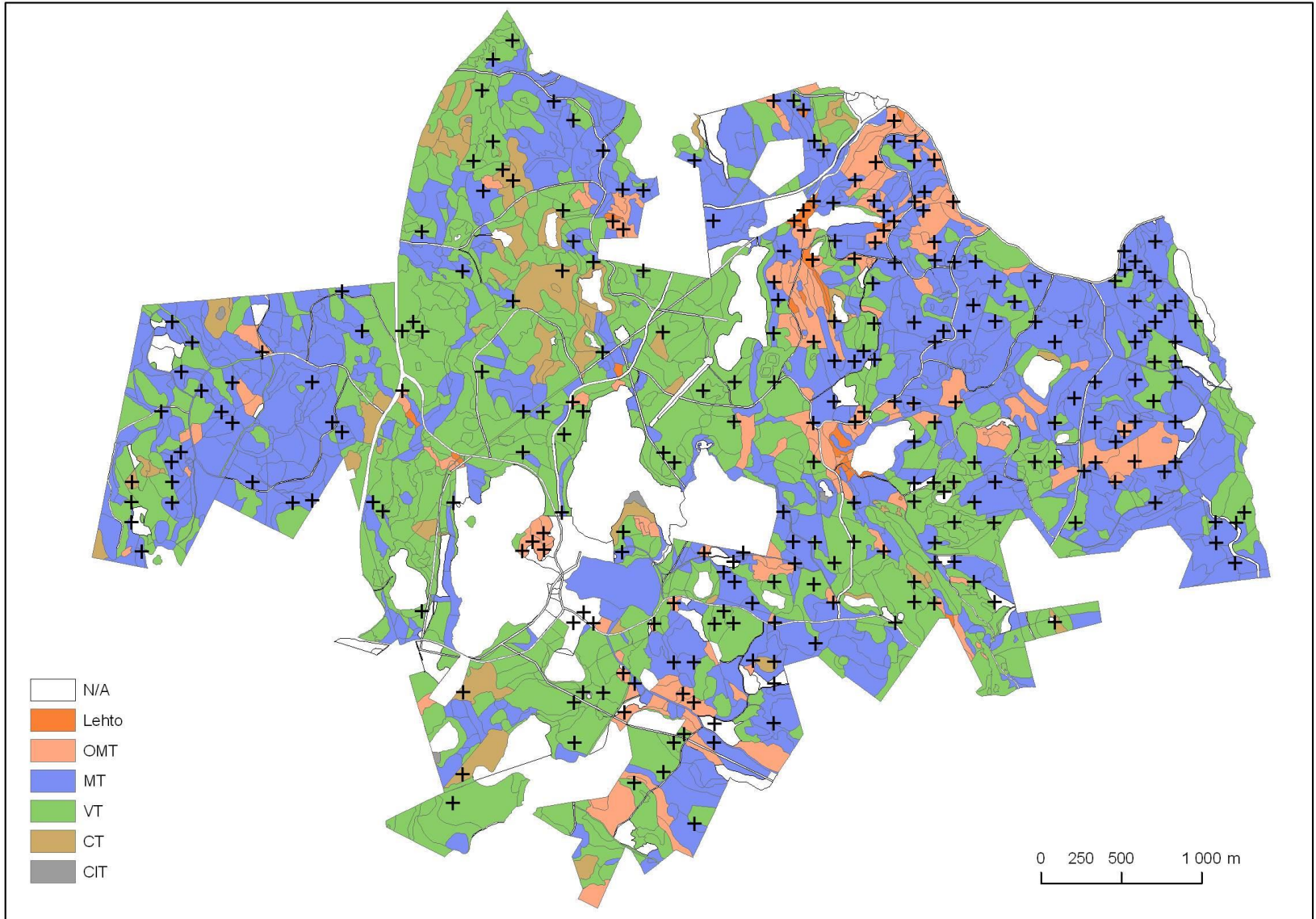


# Evon paikkatieto-opetus

- On ollut osa Evon opetussuunnitelmaa alusta lähtien
  - 1860-luvun opetussuunnitelmassa
    - 2 kk kartoitusta metsätalouden kartoitusta ja mittausta
  - laadittu metsähallituksen hoitoalueissa, todellisissa kohteissa
- Ensimmäiset opettajat olivat maanmittareita
- Geometriakartat, kuviokartat ja kartanselityskirjat
- Ilmakuvat sotien jälkeen; kuviointi ilmakuvilta, tiedonkeruu maastossa
- Tietokoneet opetukseen 1980-luvulta
- Karttojen digitoiminen ja karttaohjelmistot Evolle 1980-luvun lopulla
- Ensimmäiset GPS-laitteet ja tukiasema 1998
- Paikkatiedon erilliset kurssit ( 30 op )
  - Paikkatiedon erikoistumisopinnot aloitettiin vuonna 2001
  - laser-aineistojen analysoinnin erikoistumisopinnot vuodesta 2008
  - OppisGIS (oppisopimustyyppinen täydennyskoulutus) vuodesta 2013



# Tutkimusalue Evolla



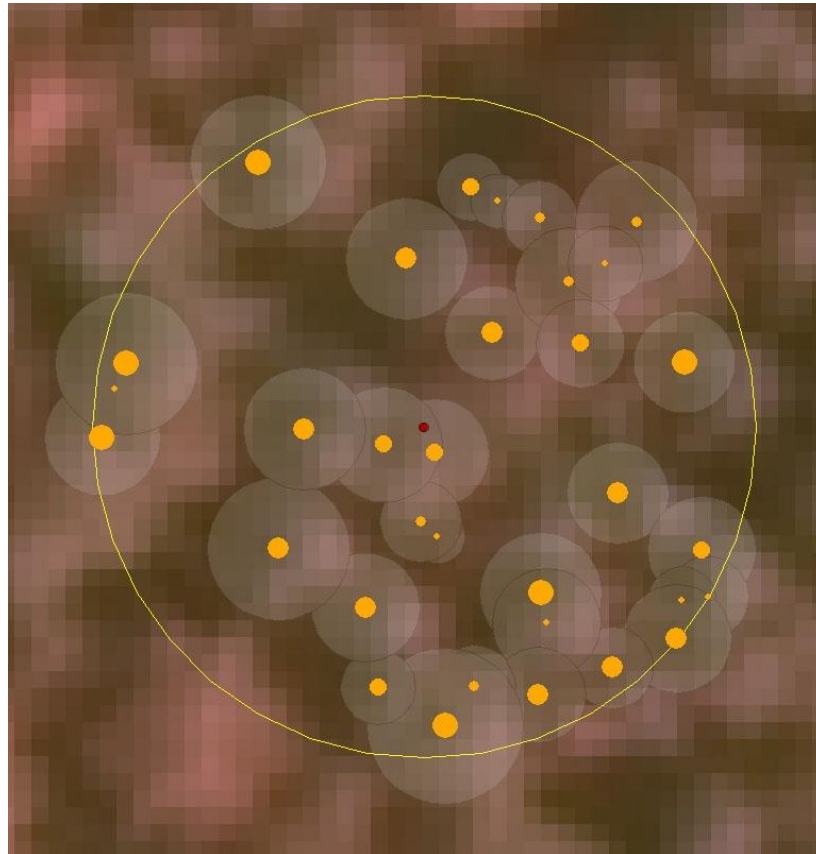
# Evon laser-koealamittaukset

- 2007 alkoi systemaattisella otannalla > ositettu otanta (314 koealaa)
- 2008 motolaser ( + 84 koealaa)
- 2009 (biomassapuut >30 kpl) (122 koealaa)
- 2010 (UAV koealat)
- 2011 (UAV koealat) (yhteensä kaikkiaan yli 800 koealaa)
- 2012 (uusintamittaukset)
- 2013 (uusintamittaukset)
- 2014 ~100 kpl 32x32 koealat (HYO)

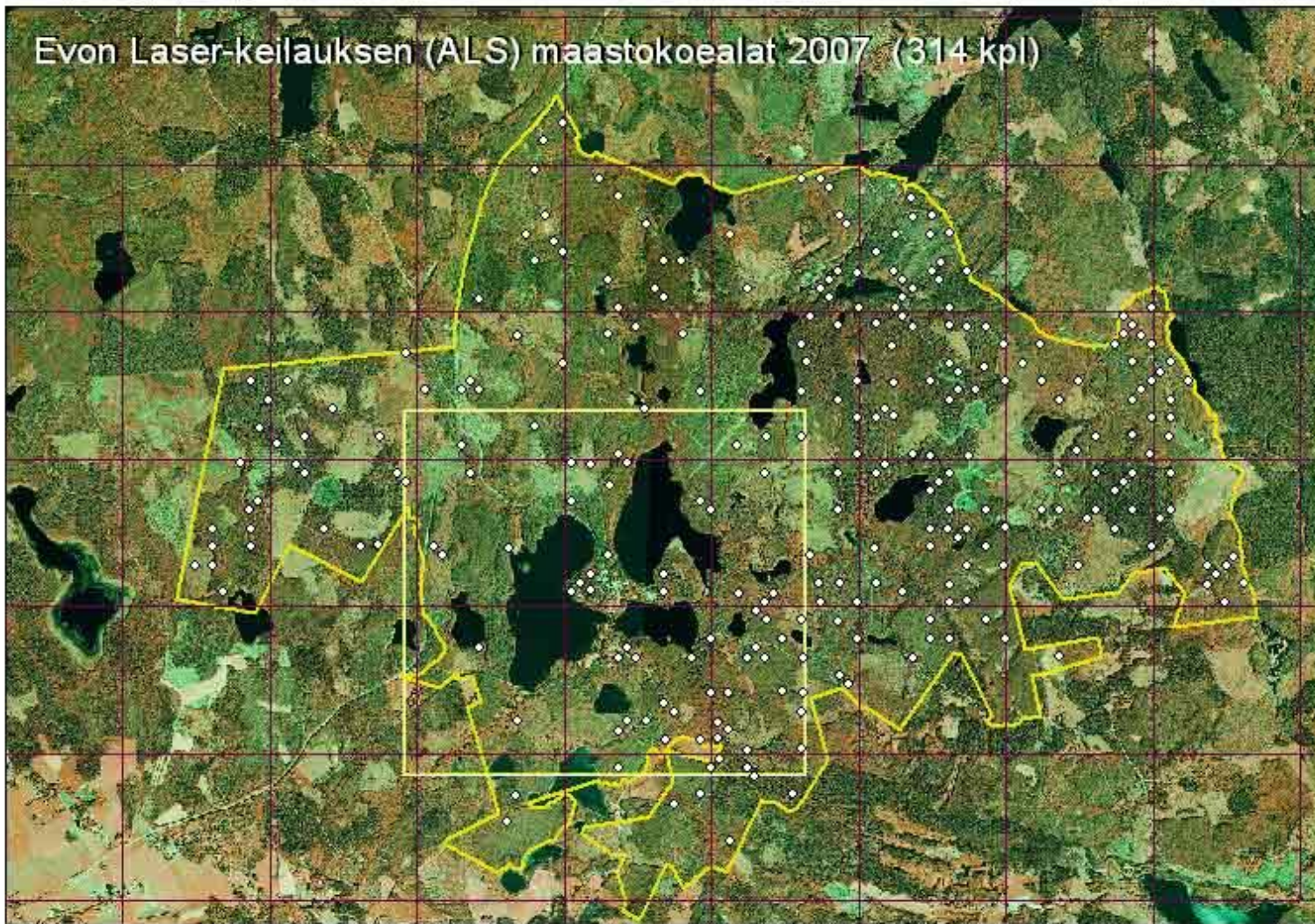


# Evon maastokoeala

- $r = 9.77 \text{ m}$
- $300 \text{ m}^2$
- Puista
  - läpimitat  $> 5 \text{ cm}$
  - puulaji
  - sijainnit  $x,y$
  - pituudet
  - latvuksen leveys
  - elävän latvuksen alaraja

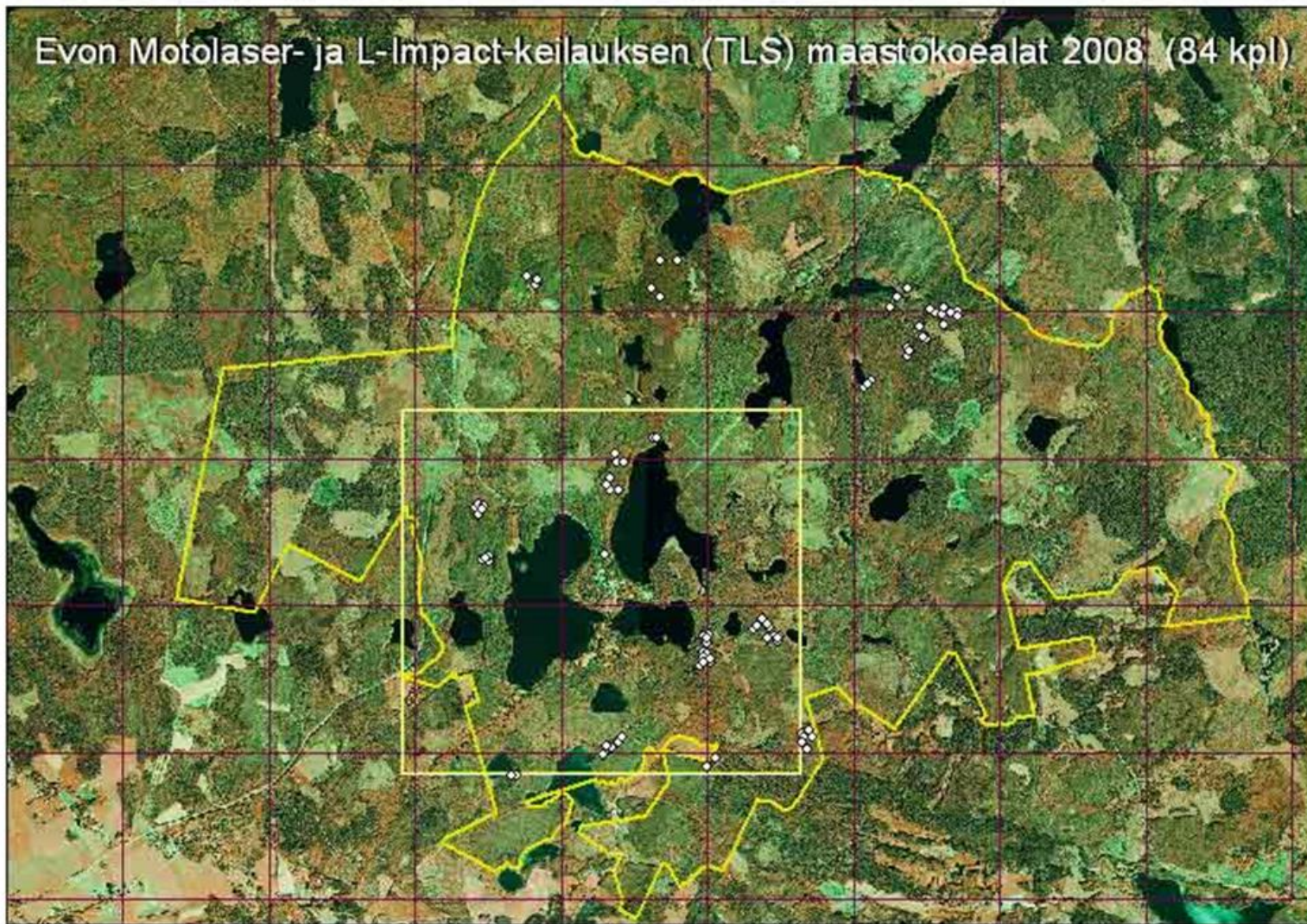


Evon Laser-keilauksen (ALS) maastokoealat 2007 (314 kpl)



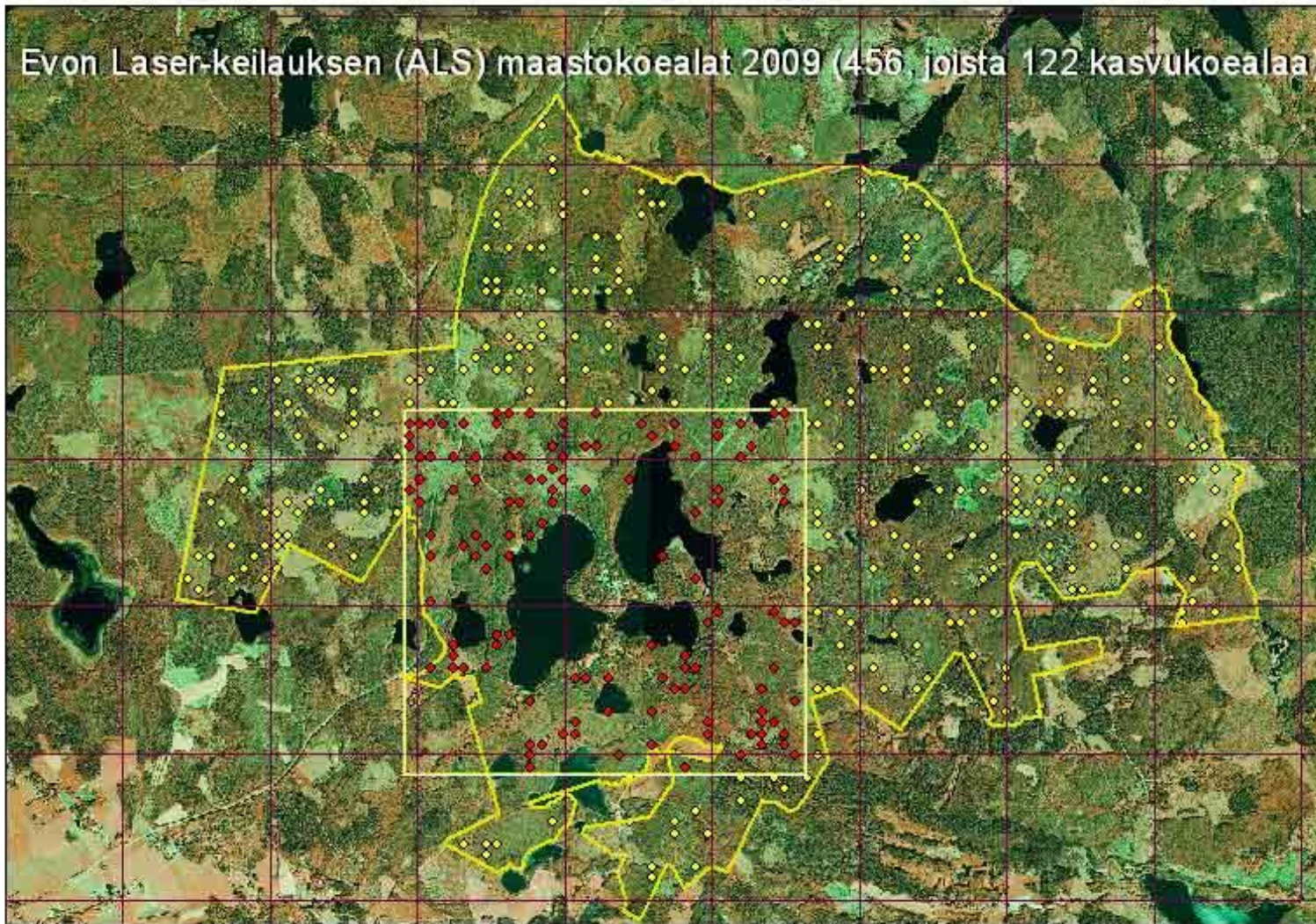


Evon Motolaser- ja L-Impact-keilauksen (TLS) maastokoealat 2008 (84 kpl)





Evon Laser-keilauksen (ALS) maastokoealat 2009 (456, joista 122 kasvukoealaa)



[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)

# Paikkatietoon liittyvä yhteistyö

## ALS

- 2006 > keilauksia (kahdelta eri korkeudelta) joka toinen vuosi  
pistetiheys 0.8 - 2.5 p/m<sup>2</sup>
- 2009 aaltomuotolaser ja pistetiheys 30-40 p/m<sup>2</sup>
- 2011
- 2012 > kevätkeilaus (MML)
- 2014 > aaltomuotolaser

## TLS

- 2008 motokoealoilla pystymittausta
- 2009 biomassakoealoille mittausten yhteydessä
- 2014 ~100 kpl 32x32 koealat

## MLS

- 2008 motolaser
- 2010 mönkijäkeilaukset
- 2011 mönkijä, laatumittaukset/mototarkistus
- 2014 reppukeilaus (Antero Kukko ja Harri Kaartinen)

## Tarkat ilmakuvaukset

- 2009 resoluutio 25 cm, lentokuvaus

## UAV-kuvaukset

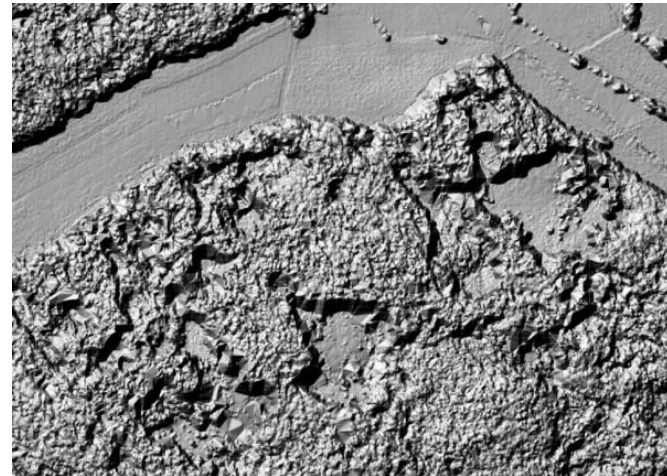
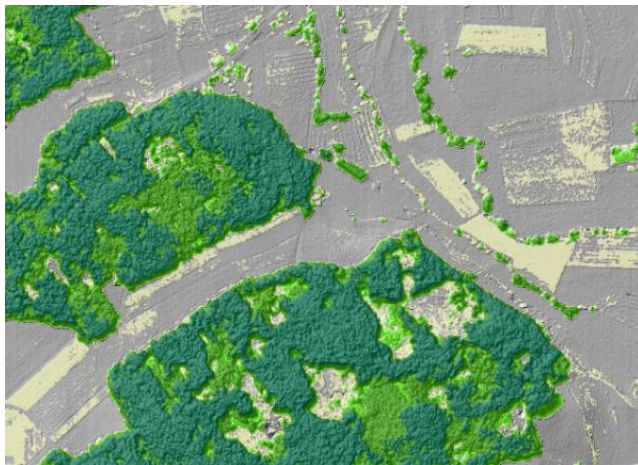
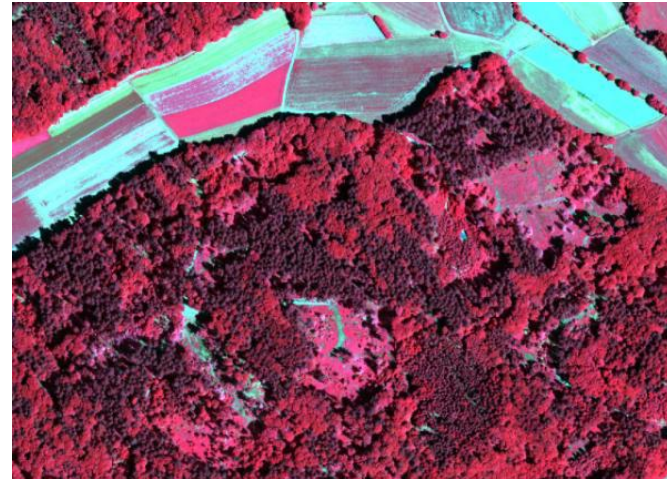
- 2009 resoluutio 10 cm > vuosittain JYO, TTY



# Pintamallit tarkasta ilmakuivasta

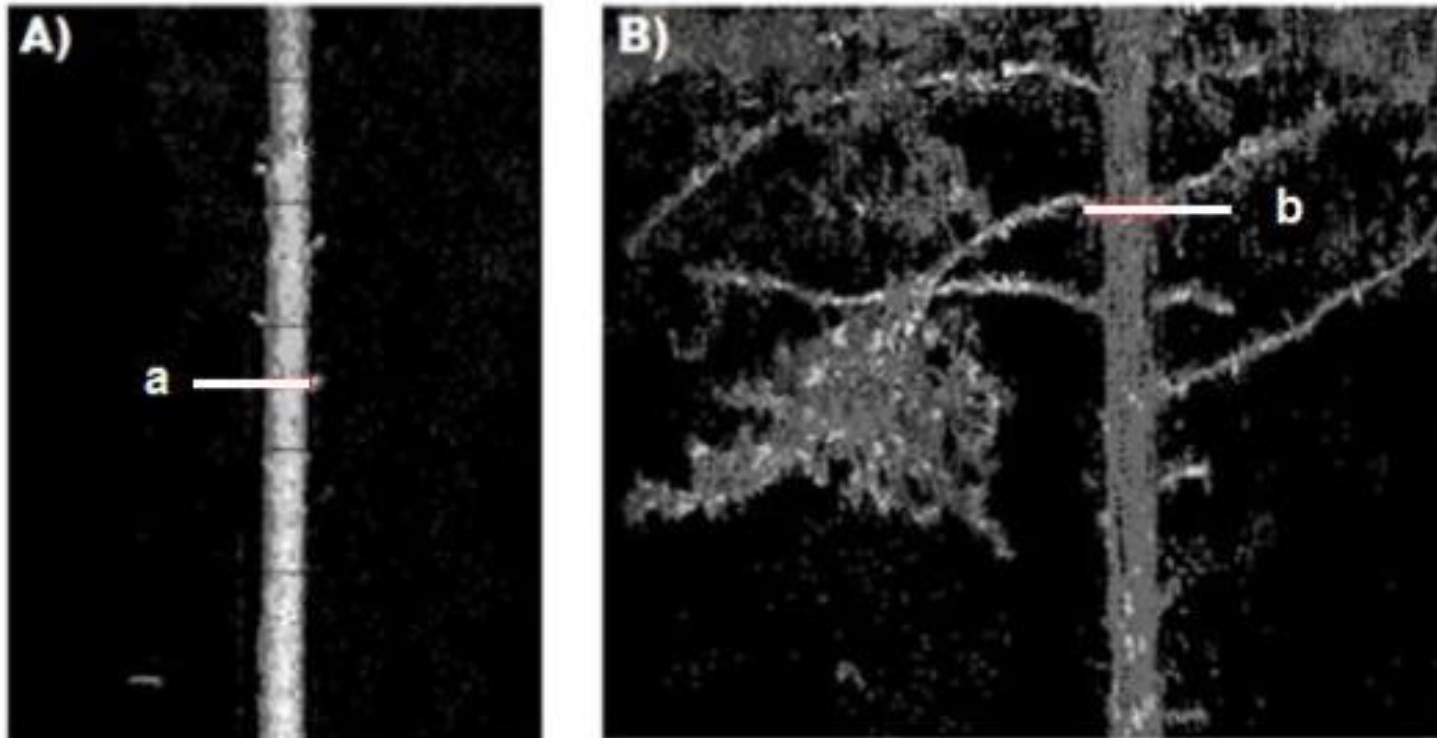
Anssi Pekkarinen 2009

- Kuvan resoluutio 25 cm
- Pintamallin laskennan suoritti Swiss Federal Research Institute (WSL)

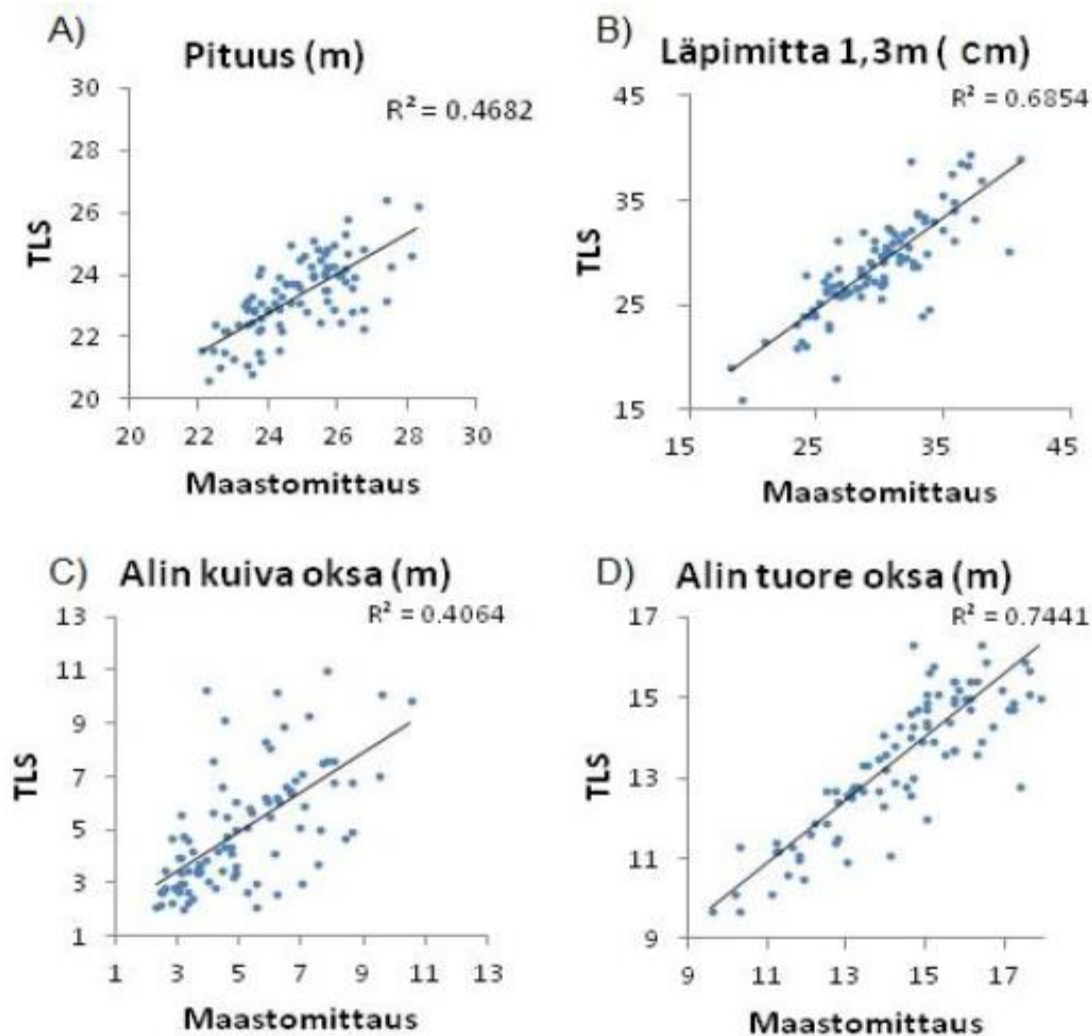


# Männyn (*pinus sylvestris*) laatutunnusten estimointitarkkuus maastolaserkeilausaineistosta

Marianna Joensuu 2013



Kuva 10. Alimman kuivan oksan korkeus (a) ja alimman tuoreen oksan korkeus (b).

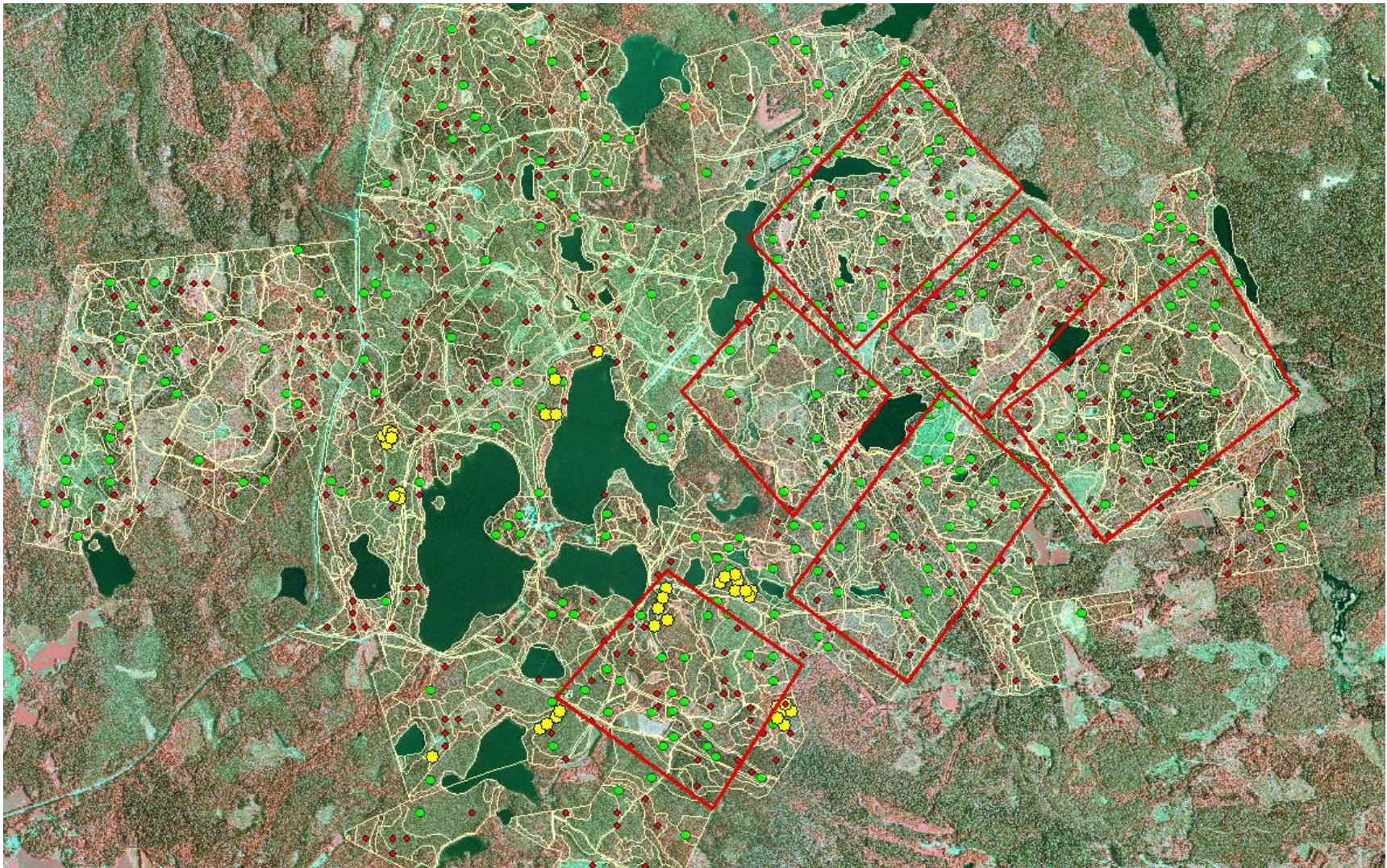


Kuva 8. Maastomittauksen ja TLS-aineiston muuttujien välinen tarkastelu. X-akselilla on referenssiarvot ja y-akselilla ennustetut arvot (A) pituudelle, (B) rinnankorkeusläpimitalle, (C) alimman kuivan ja (D) alimman tuoreen oksan korkeudelle. Huomaa eri muuttujien mitta-asteikot.









## Evon maastokoealojen sijainnit sekä UAV-kuvausalueet 2011

Lähde: HAMK/Evo



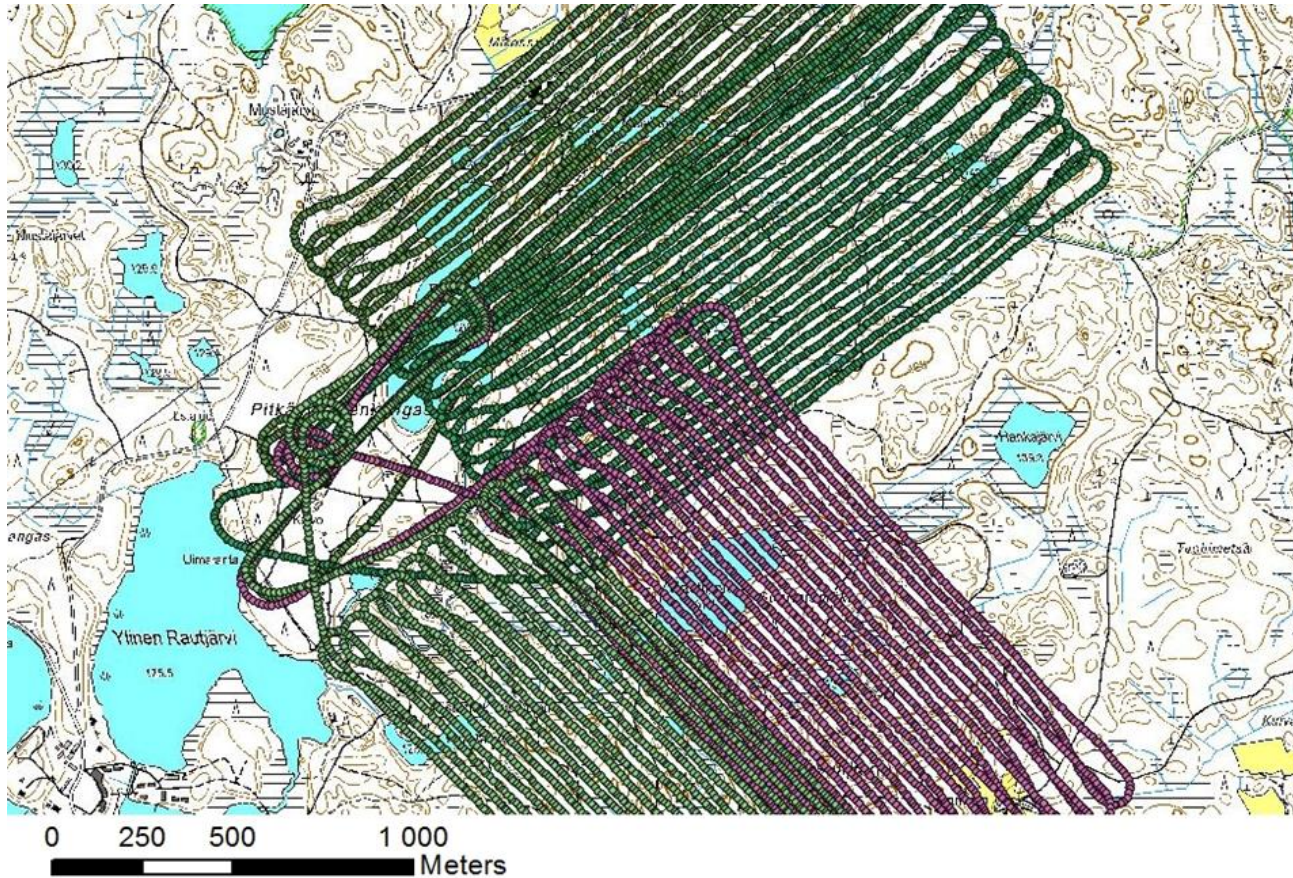
# UAV



Lähde: Sakari Tuominen

# UAS aerial imagery and photogrammetric canopy height data in area-based estimation of forest variables

Tuominen, S., Balazs, A., Saari, H., Pölönen, I., Sarkeala, J. & Viitala, R.





**UAV**

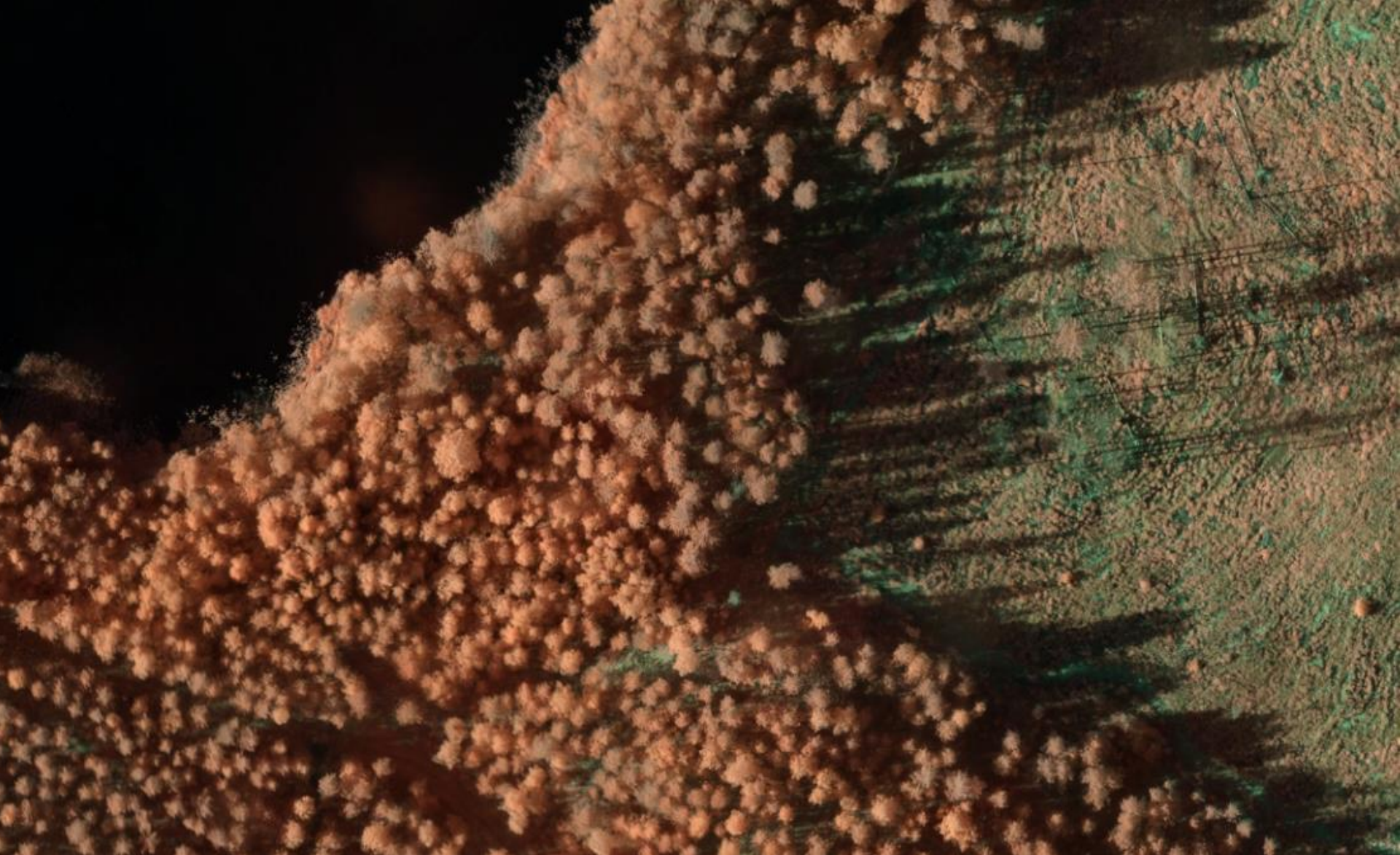
Evo  
Hautjärvi  
2011

resoluutio  
10 cm



Lähde: Sakari Tuominen

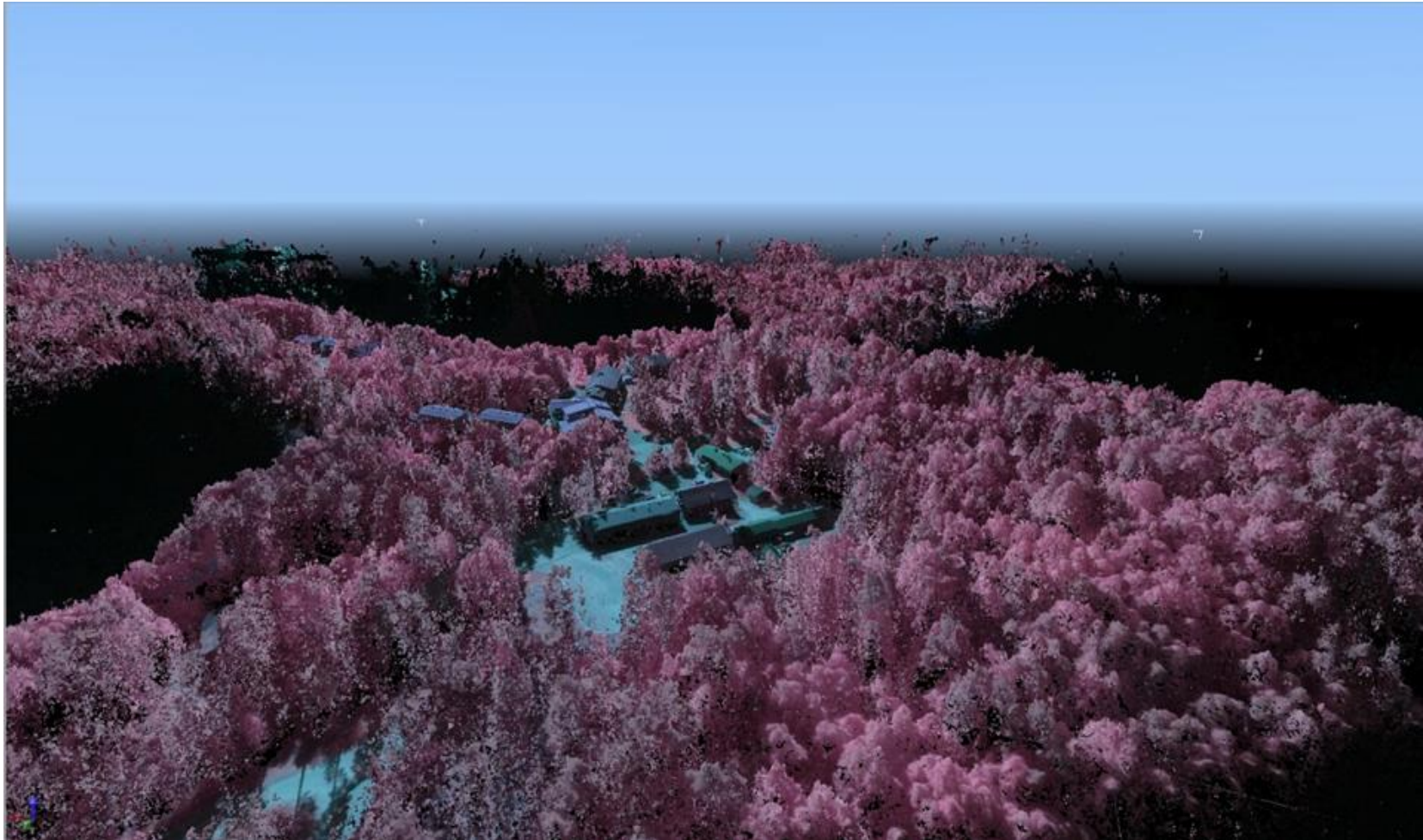
[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)



**UAV** Evo, Hautjärvi, 2011

Lähde: Sakari Tuominen

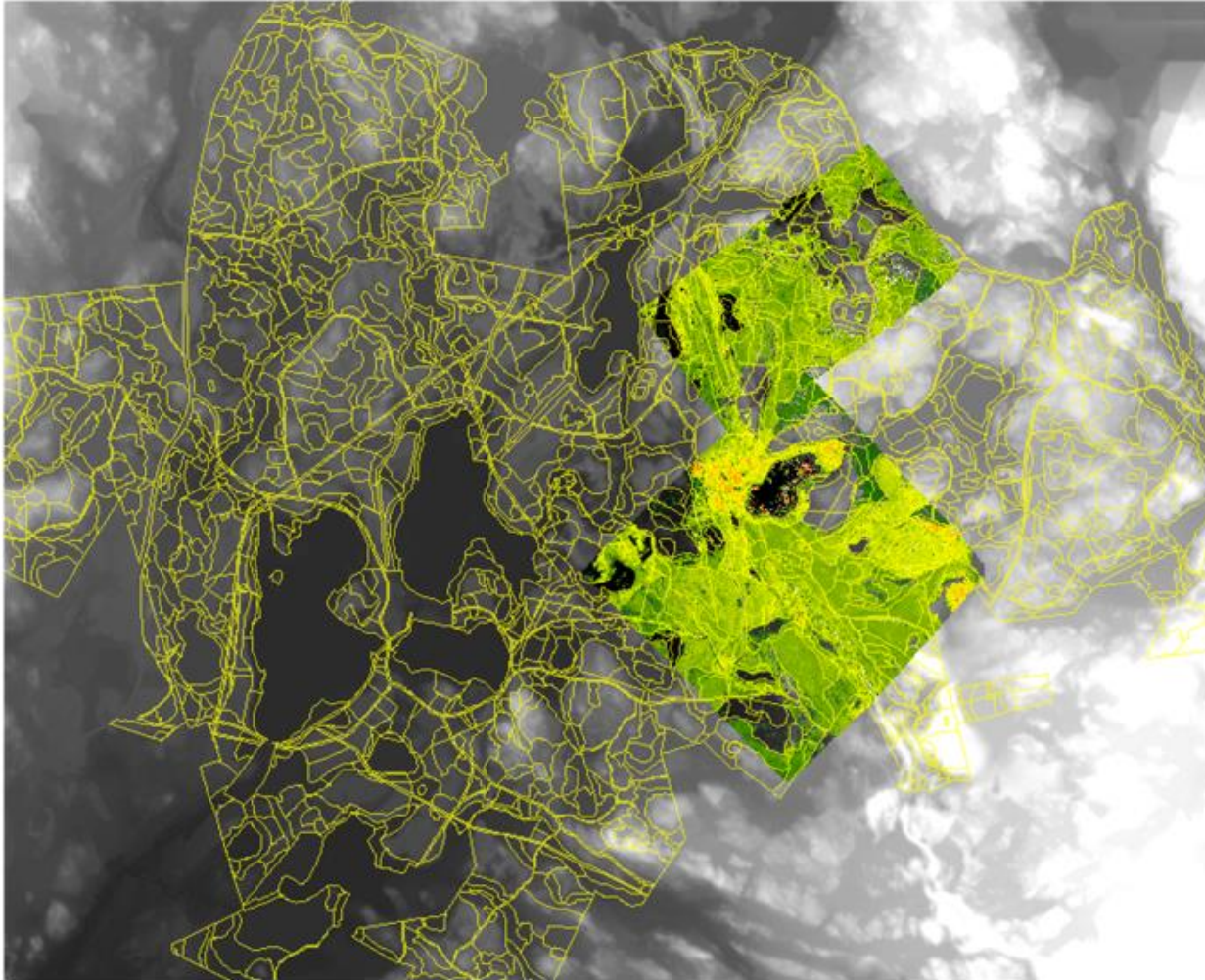




[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)

Lähde: Sakari Tuominen / Metla

# UAV - KUVAUSALUE

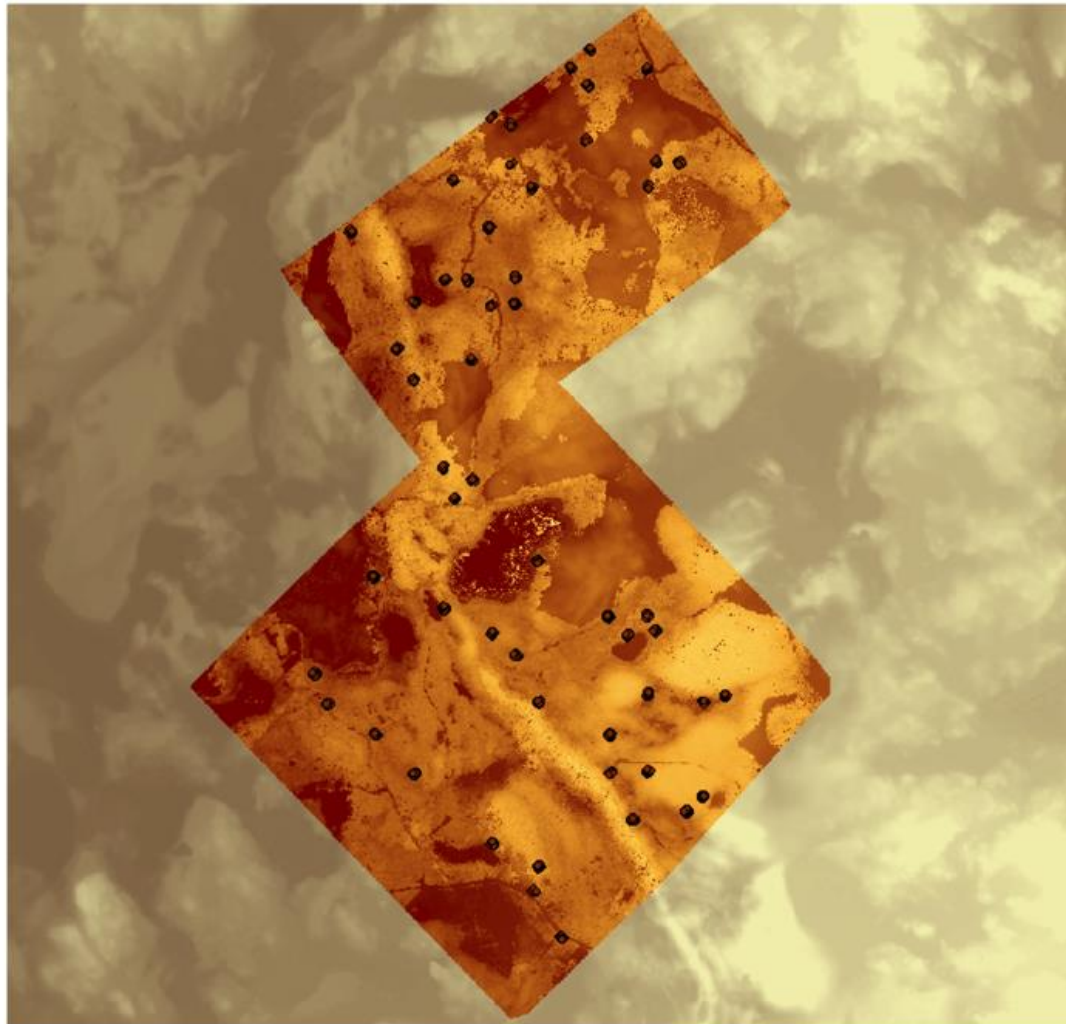


Lähde: HAMK/Evo

[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)

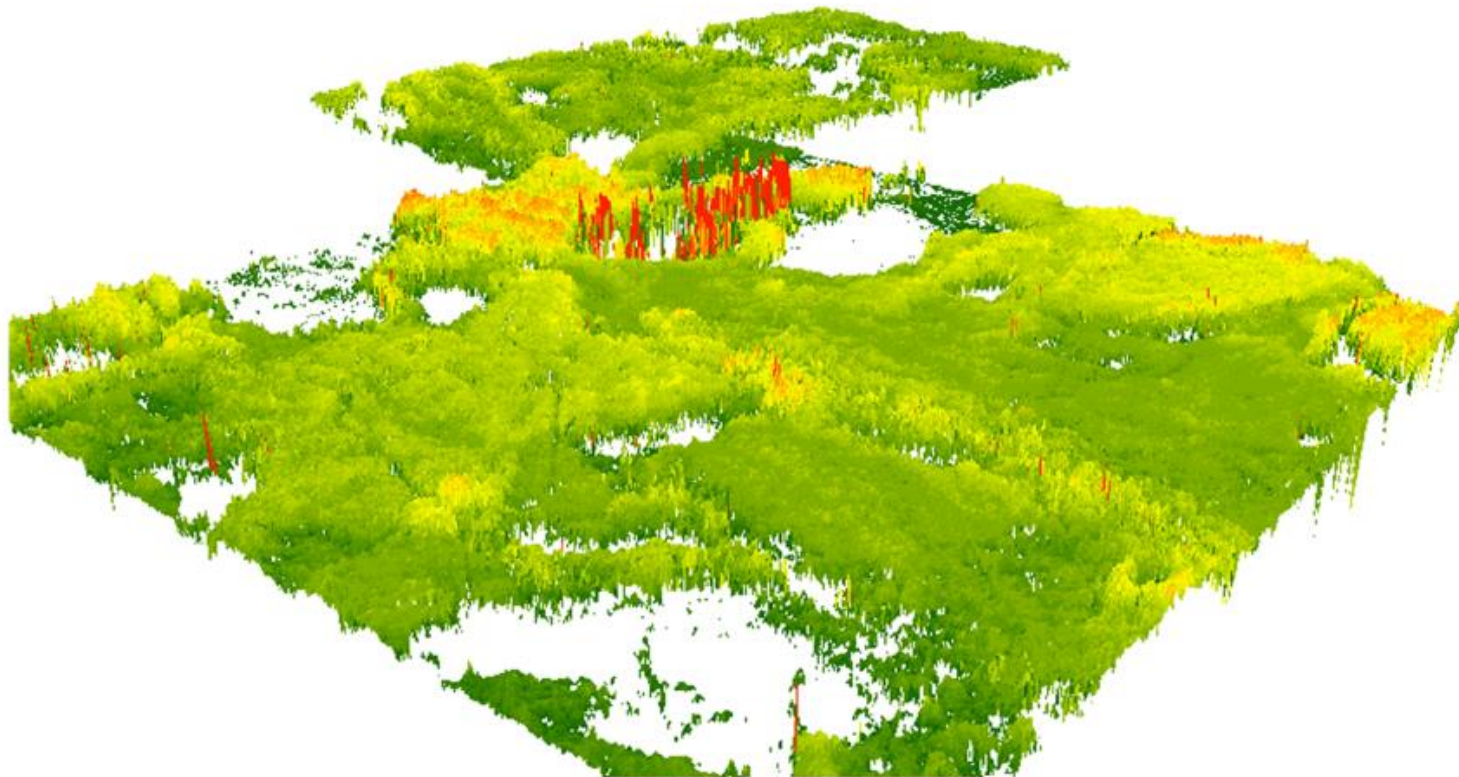


# Laser-DTM ja UAV-DSM



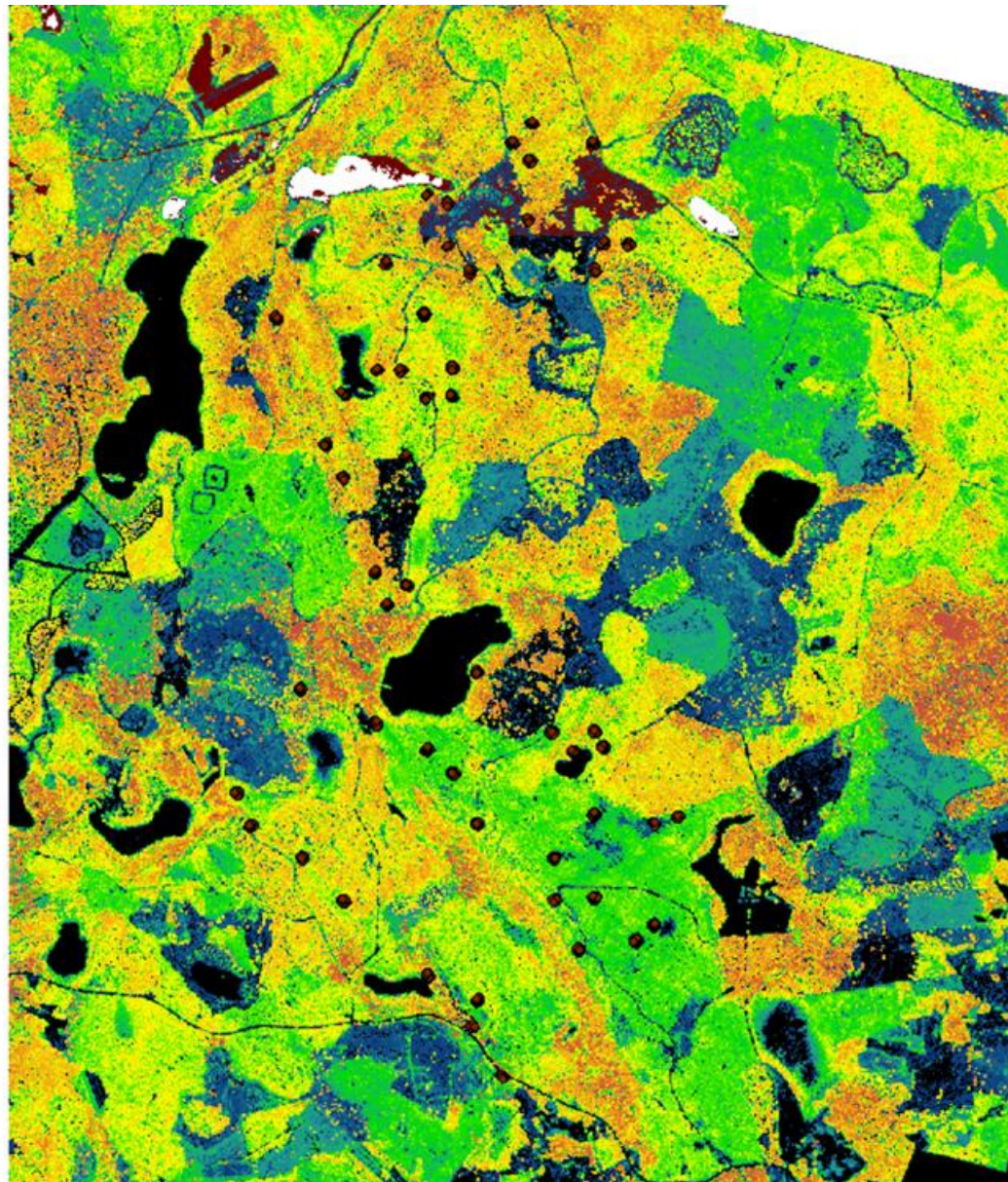
Lähde: HAMK/Evo

(UAV) CHM = DSM - DTM





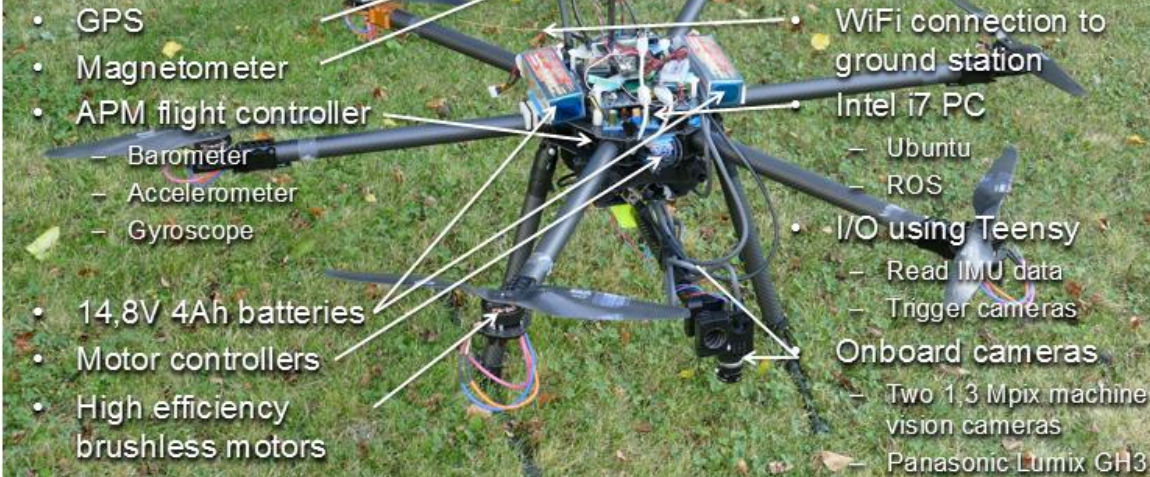
# Laser - CHM



Lähde: HAMK/Evo



# Copter components

- 
- GPS
  - Magnetometer
  - APM flight controller
    - Barometer
    - Accelerometer
    - Gyroscope
  - 14,8V 4Ah batteries
  - Motor controllers
  - High efficiency brushless motors
  - WiFi connection to ground station
  - Intel i7 PC
    - Ubuntu
    - ROS
  - I/O using Teensy
    - Read IMU data
    - Trigger cameras
  - Onboard cameras
    - Two 1,3 Mpix machine vision cameras
    - Panasonic Lumix GH3

## Photographing Minicopter for Forest Development

TTY/ASE

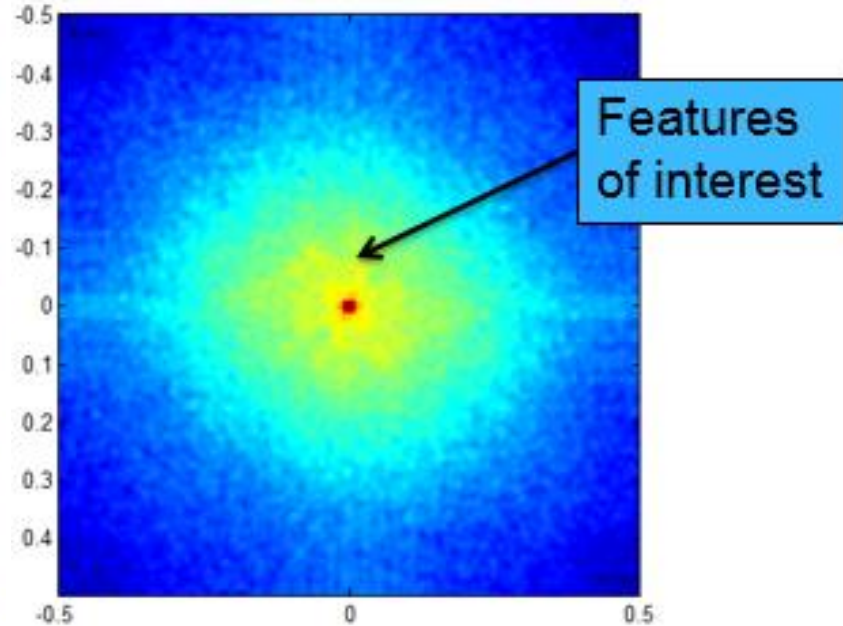
Joonas Melin  
Juha Koljonen  
Heimo Ihalainen  
Risto Ritala



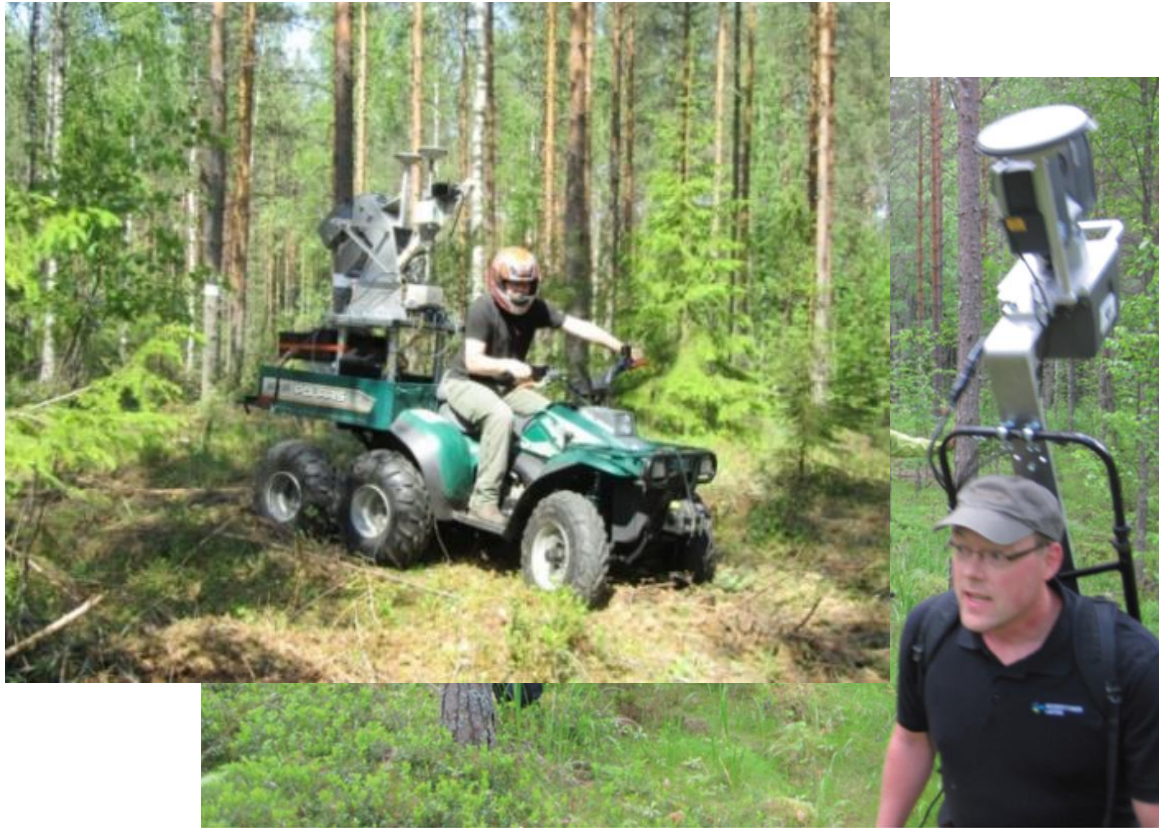




# UAV-kuvan 2D spektri

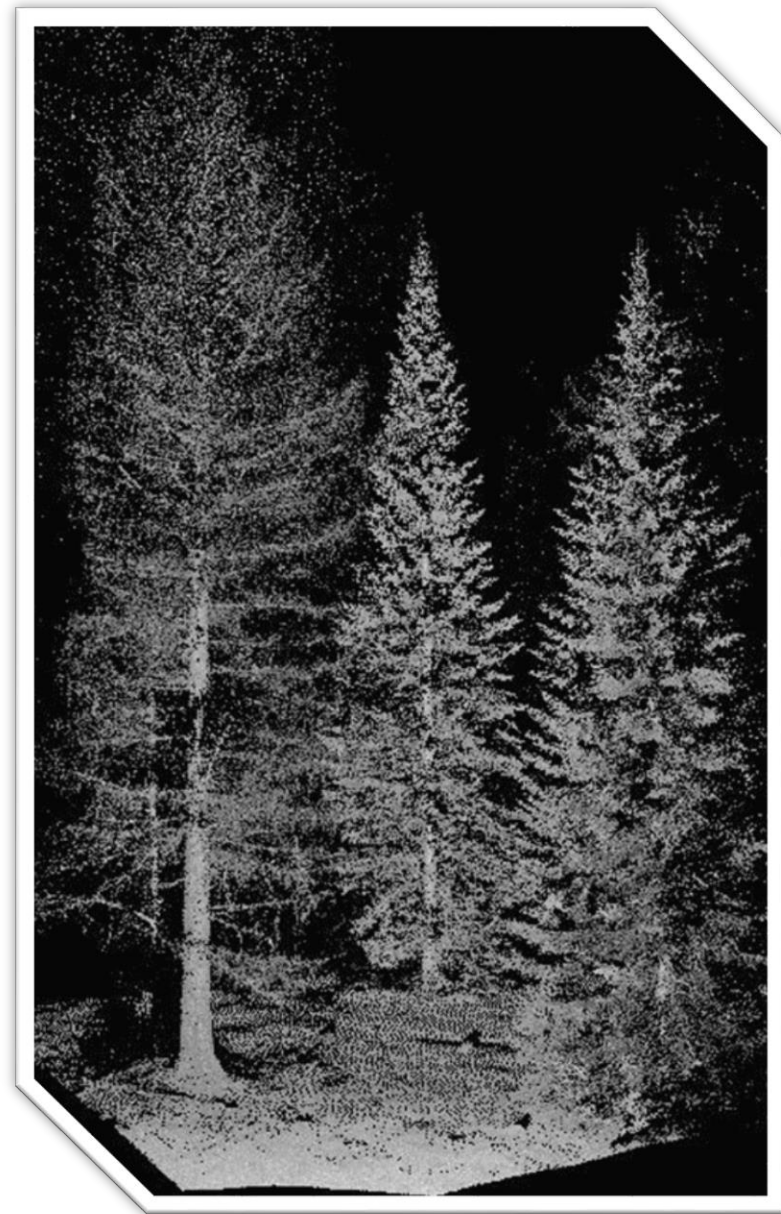


# Mobililaser - MLS





# Maalaser - TLS



Lähde: FGI

[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)



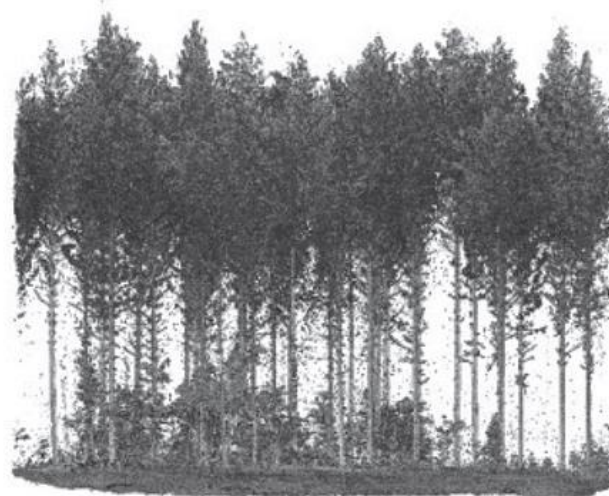
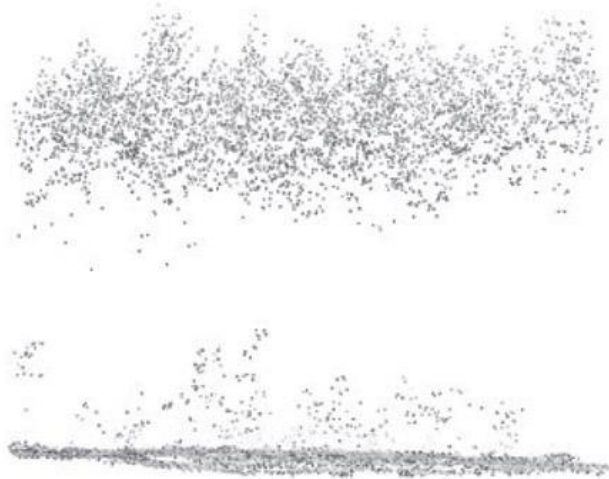
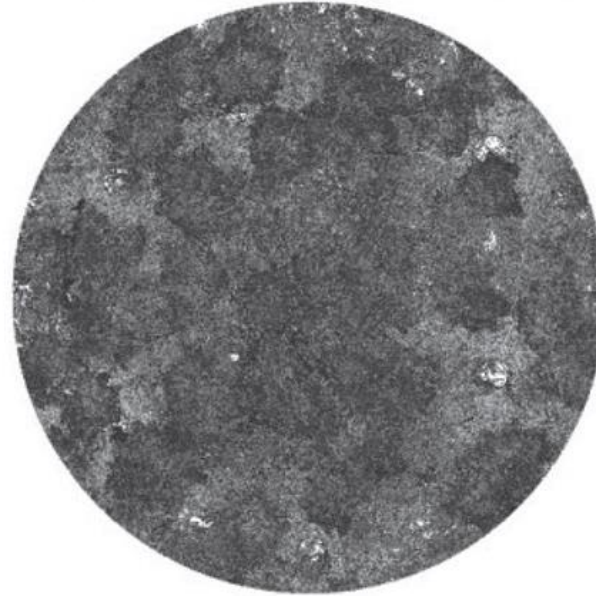
# ALS

n. 10 200 pistettä



# TLS

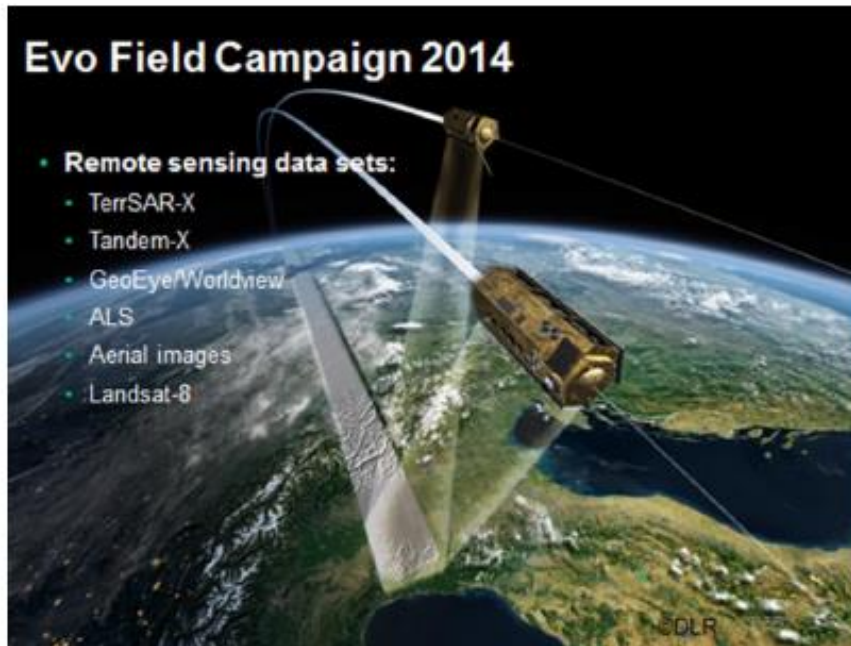
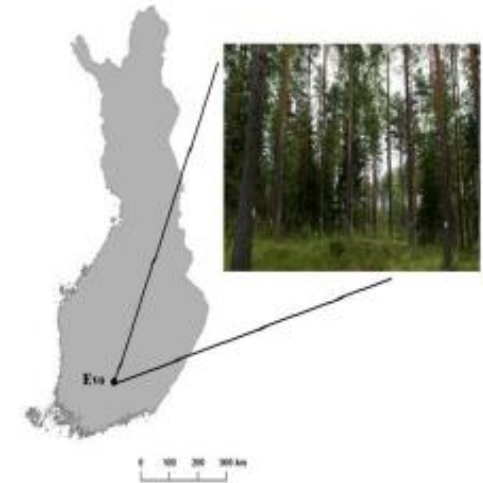
n. 138 milj. pistettä



Lähde: FGI

## Evo Field Campaign 2014

- Appr. 100-120 32m x 32m plots with accurately mapped and measured trees
- Appr. 20 plots are provided to international benchmarking (available also in D2I)

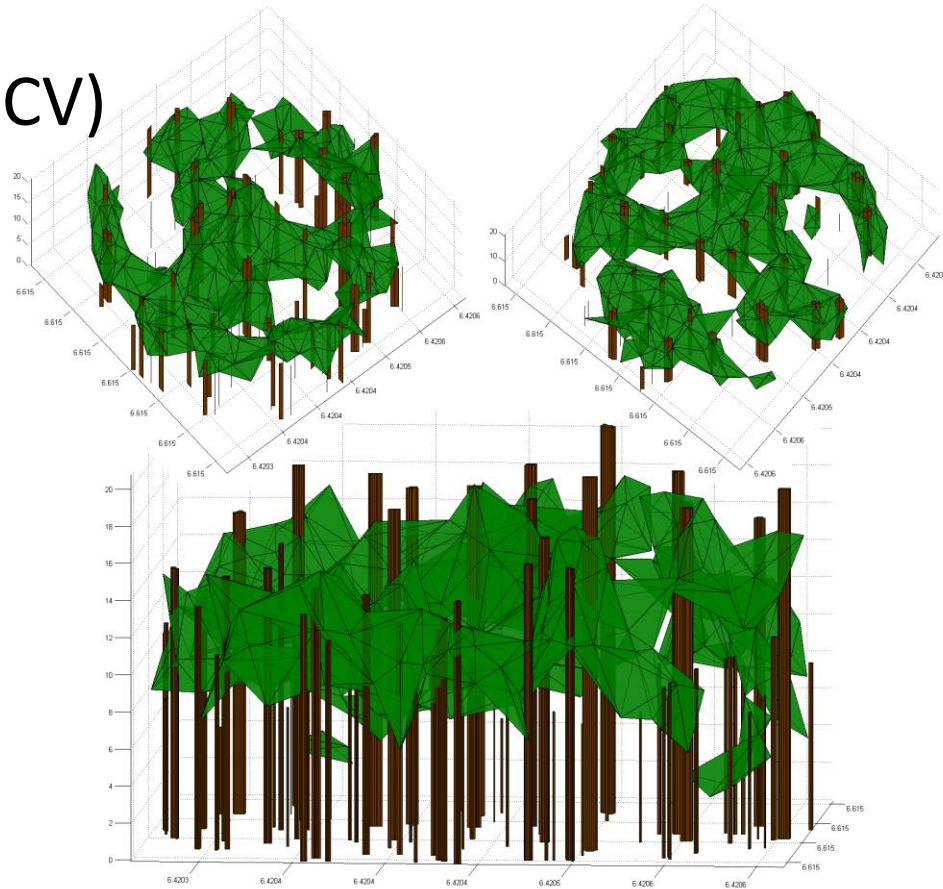




Jari Vauhkonen 2015 :

# Latvuksen tilavuuden mallintaminen

- A computational canopy volume (CCV)
- ALS aineistosta



Jari Vauhkonen 2015 :

# Latvuksen tilavuuden mallintaminen

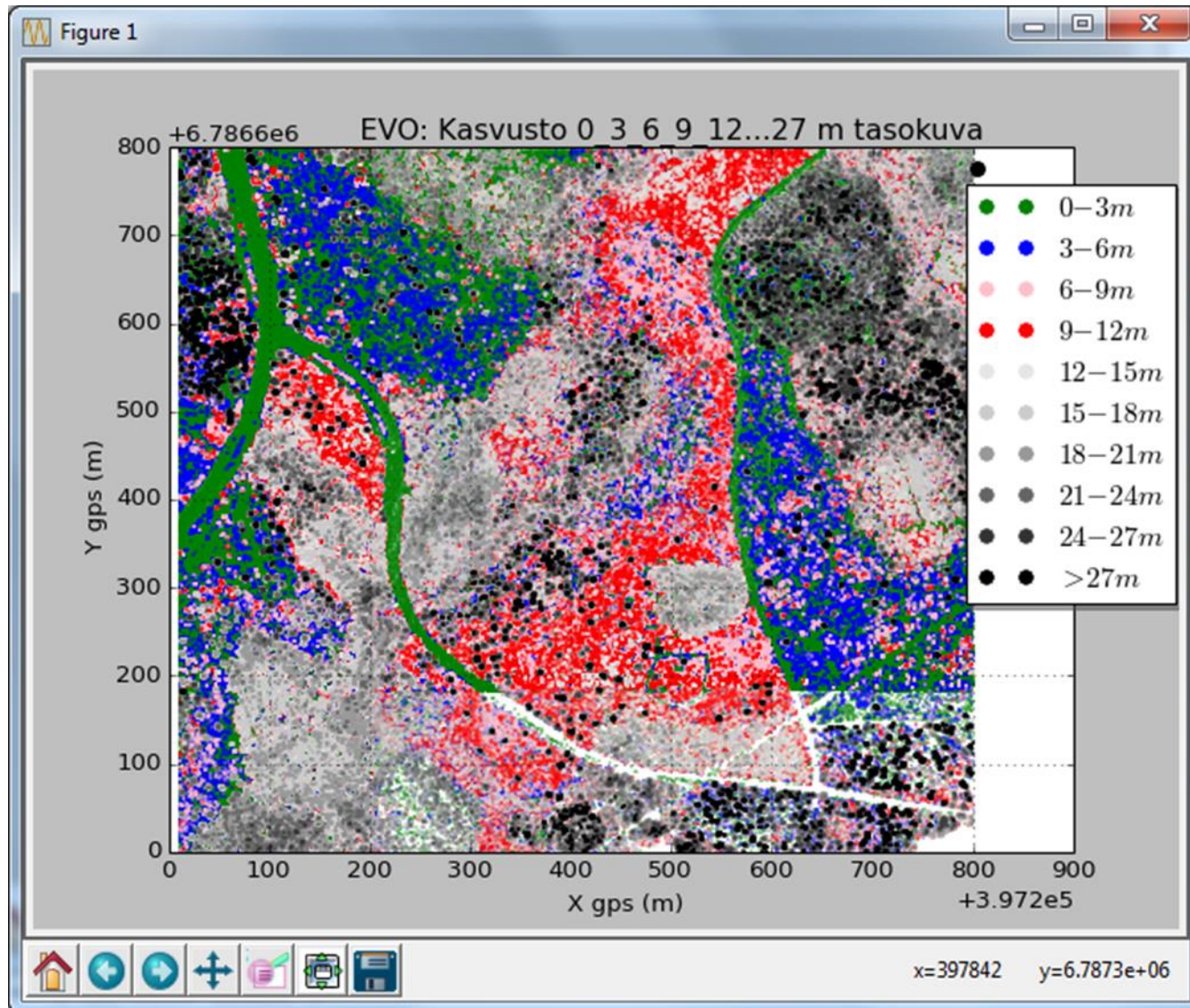
Accuracies of predicting the forest attributes considered with combinations of CCV, H, and D.

Attribute	Predictors	R <sup>2</sup>	RMSE	RMSE%	Bias	Bias%
AGB (t/ha)	CCV	0.90	18.8	15.9	-0.3	-0.3
	H+D	0.91	17.0	14.4	0.1	0.1
	H+D+CCV	0.92	16.4	13.8	-0.0	-0.0
FB (t/ha)	CCV	0.77	6.8	23.4	-0.05	-0.2
	H+D	0.85	5.4	18.6	0.00	0.0
	H+D+CCV	0.86	5.4	18.6	-0.00	-0.0
V (m <sup>3</sup> /ha)	CCV	0.90	32.7	15.8	-0.4	-0.2
	H+D	0.91	31.1	15.1	0.5	0.2
	H+D+CCV	0.92	29.4	14.2	-0.03	-0.0
G (m <sup>2</sup> /ha)	CCV	0.84	3.5	13.9	0.01	0.1
	H+D	0.90	2.7	10.8	0.03	0.1
	H+D+CCV	0.93	2.2	8.9	0.01	0.0



# Taimikon ja ensiharvennuksen tarveluokitus

Kalevi Pietikäinen JAMK 2014



# Tieteellisiä julkaisuja jotka perustuvat Evolla mitattuihin aineistoihin

- Haapanen, R., Holopainen, M., Tuominen, S. & Viitala, R., 2009. **The effect of forest characteristics on ALS-based inventory results**. Proceedings of IUFRO Division 4: Extending forest inventory and monitoring over space and time, May 19-22, 2009, QuebecCity,Canada.  
[http://blue.for.msu.edu/meeting/proc2/Haapanen\\_Tuominen\\_Holopainen\\_Viitala.pdf](http://blue.for.msu.edu/meeting/proc2/Haapanen_Tuominen_Holopainen_Viitala.pdf)
- Holopainen, M., Haapanen, R., Tuominen, S. & Viitala, R. 2008. **Performance of airborne laser scanning- and aerial photograph-based statistical and textural features in forest variable estimation**. In Hill, R., Rossette, J. and Suárez, J. 2008. *Silvilaser 2008 proceedings*:105-112.
- Holopainen, M., Mäkinen, A., Rasinmäki, J., Hyyppä, J., Hyyppä, H., Kaartinen, H., Viitala R., Vastaranta, M. & Kangas, A. 2010. **Effect of tree level airborne laser scanning accuracy on the timing and expected value of harvest decisions**. *European Journal of Forest Research*, (2010) 129:899-910. DOI 10.1007/s10342-009-0282-6. <http://www.springerlink.com/content/m15jw7633p16g552/fulltext.pdf>
- Holopainen, M., Vastaranta, M., Kankare, M., Rätty, M., Vaaja, M., Liang, X., Yu,X., Hyyppä, J., Hyyppä, H., Kaasalainen, S., Viitala, R. 2011. **Biomass estimation of individual trees using TLS stem and crown diameter measurements**. In *Laser Scanning 2011 proceedings*.
- Holopainen, M., Vastaranta, M. Rasinmäki, J., Kalliovirta, J., Mäkinen, A., Haapanen, R. Melkas, T., Yu, X., Hyyppä, J. & Hyyppä, H. 2010. **Estimation of timber assortments using low-density ALS data**. In: Wagner, W., Székely, B. (eds.): *ISPRS TC VII Symposium - 100 years ISPRS*, Vienna, Austria, July 5-7, 2010. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Volume XXXVIII, Part 7A:59-64.  
[http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/part7/a/pdf/59\\_XXXVIII-part7A.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/part7/a/pdf/59_XXXVIII-part7A.pdf)

Holopainen, M., Vastaranta, M., Rasinmäki, J., Kalliovirta, J., Mäkinen, A., Haapanen, R., Melkas, T., Yu, X., Hyyppä, J. 2010. **Uncertainty in timber assortment estimates predicted from forest inventory data**. European Journal of Forest Research, (2010) 129:1131-1142, DOI 10.1007/s10342-010-0401-4.

<http://www.springerlink.com/content/39kn2u17h34v34v3/fulltext.pdf>

Holopainen, M., Vastaranta, M., Yu, X., Haapanen, R., Hyyppä, J., Kaartinen, H., Viitala, R. & Hyyppä, H. 2010. **Site type estimation using airborne laser scanning and stand register data**. The Photogrammetric Journal of Finland, 22(1):16-32.

[http://foto.hut.fi/seura/julkaisut/pjf/pjf\\_e/2010/PJF2010\\_Holopainen\\_et\\_al.pdf](http://foto.hut.fi/seura/julkaisut/pjf/pjf_e/2010/PJF2010_Holopainen_et_al.pdf)

Kankare, V., Vastaranta, M., Holopainen, M., Rätty, M., Yu, X., Hyyppä, J., Hyyppä, H., Alho, P. & Viitala, R. **Retrieval of forest above-ground biomass and volume with scanning LiDAR: An approach that combines individual tree detection and area-based approach**. Submitted to Biomass and Bioenergy.

Kankare, V., Vauhkonen, J., Tanhuanpää, T., Holopainen, M., Vastaranta, M., Joensuu, M., Krooks, A., Hyyppä, J., Hyyppä, J., Alho, P., Viitala, R. **Accuracy in estimation of timber assortments and stem distribution –A comparison of airborne and terrestrial laser scanning techniques**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 2014, 97: 89-97.

Kankare, V., Vastaranta, M., Yu, X., Holopainen, M., Hyyppä, J., Hyyppä, H. 2011. **The fusion of individual tree detection and visual interpretation in assesment of forest variables from laser point clouds**. In Laser Scanning 2011 proceedings.

Kankare, V., Rätty, M., Yu, X., Holopainen, M., Vastaranta, M., Kantola, T., Hyyppä, J., Hyyppä, H., Alho, P. & Viitala, R. **Single tree biomass modelling using airborne laser scanning**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 2013, 85: 66-73.



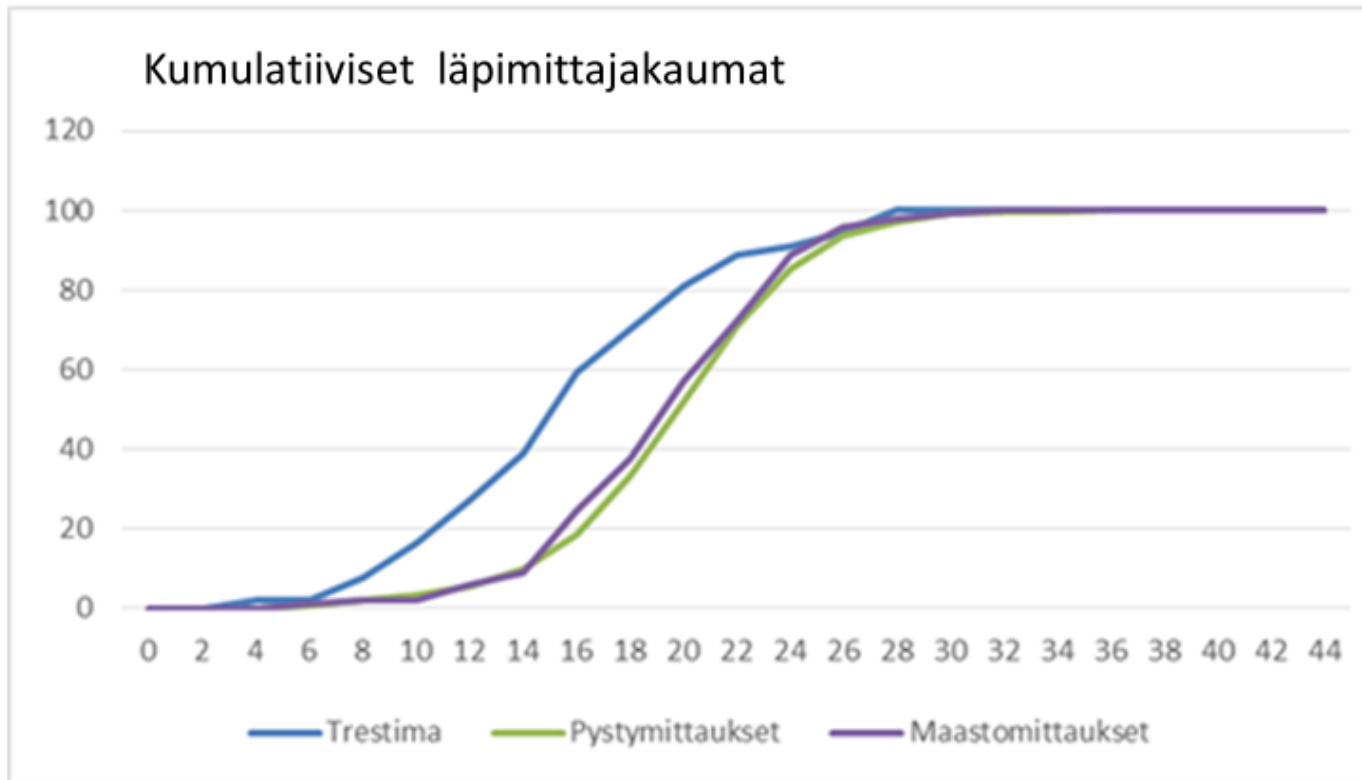
- Liang, X., Hyyppä, J., Kankare, V. & Holopainen, M. 2011. **Stem curve measurement using terrestrial laser scanning**. In SilviLaser 2011 proceedings.
- Liang, X, Litkey, P., Hyyppä, J., Kaartinen, H., Vastaranta, M. & Holopainen, M. **Automatic stem- mapping using single-scan terrestrial laser scanning**. 2011. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, in press.
- Liang, X., Litkey, P., Hyyppä, J., Kaartinen, H., Kukko A. & Holopainen, M. **Automatic plot-wise tree detection using single-scan terrestrial laser scanning**. Submitted to the Photogrammetric Journal of Finland.
- Liang, X, Litkey, P., Hyyppä, J., Kaartinen, H. & Holopainen, M. **Stem change detection with terrestrial laser scanning**. Submitted to ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.
- Melkas, T., Vastaranta. M., Haapanen, R., Holopainen, M.Yu, X., Hyyppä, J., Hyyppä, H. **Updating forest resource data by using ALS measurements and information collected with a harvester**. In Popescu, S., Nelson, R., Zhao, K. & Neuenschwander, A. (Eds.). Silvilaser 2009 proceedings:128-136.
- Vastaranta, M., Holopainen, M., Haapanen, R., Yu, X., Melkas, T., Hyyppä, H. & Hyyppä, J. 2011. **Individual tree detection and area-based approach in retrieval of forest inventory characteristics from low-pulse airborne laser scanning data**, The Photogrammetric Journal of Finland 22(2)2011:1-13.
- Vastaranta, M., Holopainen, M., Yu, X., Hyyppä, J., Hyyppä, H. and Viitala, R. 2011. **Predicting stand-thinning maturity from airborne laser scanning data**, Scandinavian Journal of Forest Research, 2011(26):187-196, DOI:10.1080/02827581.2010.547870.

- Vastaranta, M., Holopainen, M. Yu, X., Hyyppä, J., Hyyppä, H. & Viitala, R. 2010. **Determination of stands first thinning maturity using airborne laser scanning.** Silvilaser 2010, conference proceedings.
- Vastaranta, M., Kankare, V., Holopainen, M., Yu, X., Hyyppä, J., Hyyppä, H., 2012. **Combination of individual tree detection and area-based approach in imputation of forest variables using airborne laser data.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, in press.
- Vastaranta, M., Gonzalez, E., Luoma, V., Saarinen, N., Holopainen, M., and Hyyppä, J., 2015, **Evaluation of smartphone-based application for forest sample plot measurements.** Forests 2015, 6, 1-x manuscripts.
- Yu, X., Hyyppä, J., Vastaranta, M. Holopainen, M. & Viitala, R. 2011. **Predicting individual tree attributes from airborne laser point clouds based on random forest technique.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 66:28-37. Doi:10.1016/j.isprsjprs.2010.08.003.
- Räty, M., Kankare, V., Yu, X., Holopainen, M., Vastaranta, M., Kantola, T., Hyyppä, J., Viitala, R., 2011 **Tree biomass estimation using ALS features,** In SilviLaser 2011 proceedings.
- Yu, X., Hyyppä, J., Holopainen, M. & Vastaranta, M. 2010. **Comparison of area based and individual tree based methods for predicting plot level attributes.** Remote Sensing, 2010/2:1481-1495; Doi:10.3390/rs2061481.  
<http://www.mdpi.com/2072-4292/2/6/1481/pdf>



# Trestima-sovelluksen, maastomittausten ja pystymittausten vertailu

Ville-Matti Kopakka 2015



# Kuvan alla on maastomittaustulos ja vastaava estimoitu (e) arvo

Panu Mikkola 2012

Koeala 466



G	Ge	V	Ve	D	De	H	He	N	Ne	T	Te
20,99	19,11	174,6	164,2	18,26	20,024	16,96	17,734	900,38	729,119	70,45	71,162



# Tiheä kuusikko, esimerkki aliarviosta

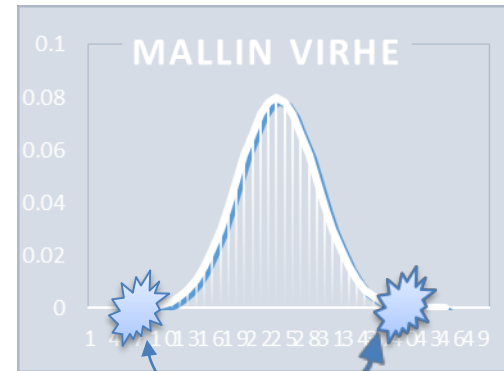
Koeala 2153



G	Ge	V	Ve	D	De	H	He	N	Ne	T	Te
33,5	26,47	286,2	223,25	23,32	21,33	18,52	17,988	2301	1533,89	62,63	92,236

# Korkeakoulujen rooli tutkimuksissa

- Ammattikorkeakoulut
  - aineiston keruu
  - koealojen mittaaminen
  - mallien validointi Lähde: HAMK/Evo
  - mallivirheiden tarkastaminen esim. maastossa
- Tiedekorkeakoulut
  - tiedon analysointi
  - mallintaminen
  - testaaminen
  - malliparametrien julkistaminen







Lähde: Ville Kankareen  
kutsusta väitöstilaisuuteen

# Kiitos

risto.viitala@hamk.fi

[www.hamk.fi](http://www.hamk.fi)