

Metsätieto ja sähköiset palvelut -hankkeen  
lopputulosseminaari  
Helsinki, 22.1.2019

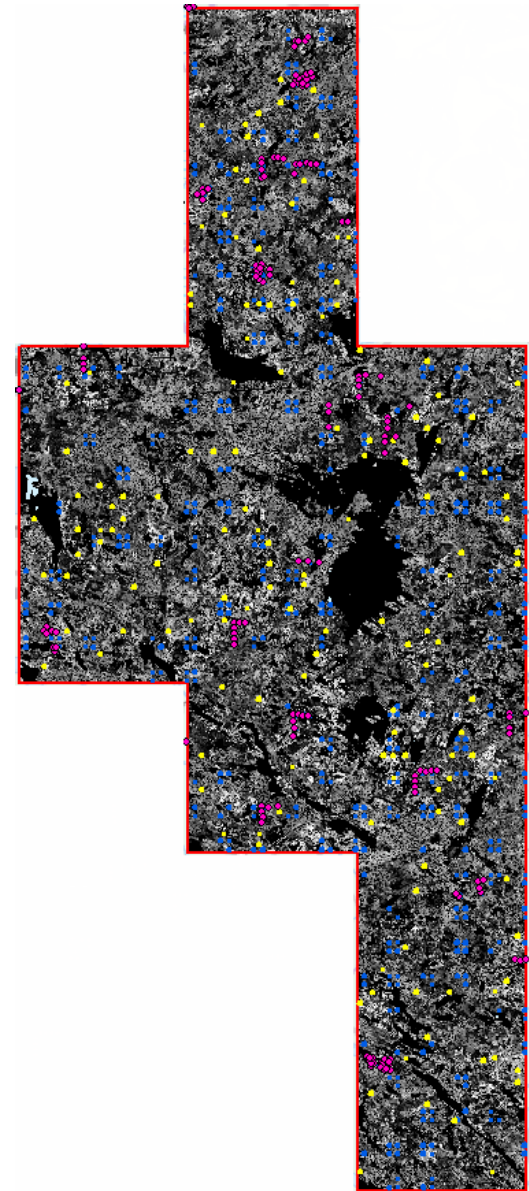
# Tiheäpulsainen ja monikanavainen laserkeilausaineisto puulajeittaisessa inventoinnissa

Petteri Packalen, Eetu Kotivuori, Mikko Kukkonen, Lauri  
Korhonen, Matti Maltamo & Juho Heikkilä



# Liperin testialue

- Kaukokartoitusaineistot
  - Leaf-off laser,  $<1\text{pt}/\text{m}^2$
  - Monikanava-laser,  $\sim 10\text{pt}/\text{m}^2$
  - Ilmakuvat, GSD 35 cm
- Maastoaineistot
  - 2016 koealat, 9m säde, UEF 476 + SMK 130 kpl
  - 2017 koealat, 30x30m, puiden paikat, 111 kpl



# Tiheäpulsseista laserkeilausaineistosta parempaa tarkkuutta alueperusteisessa inventoinnissa

- Hankkeen tavoitteena on selvittää, voidaanko tiheämpipulsseilla laseraineistolla parantaa metsien inventoinnin tarkkuutta verrattuna nykyiseen harvapulsseihin aineistoon
- Verrataan seuraavia lähestymistapoja:
  - Rajapuu-menetelmä
  - Aluepohjainen tulkinta
  - Yksinpuintulkinta

# Tiheäpulsseista laserkeilausaineistosta parempaa tarkkuutta alueperusteisessa inventoinnissa

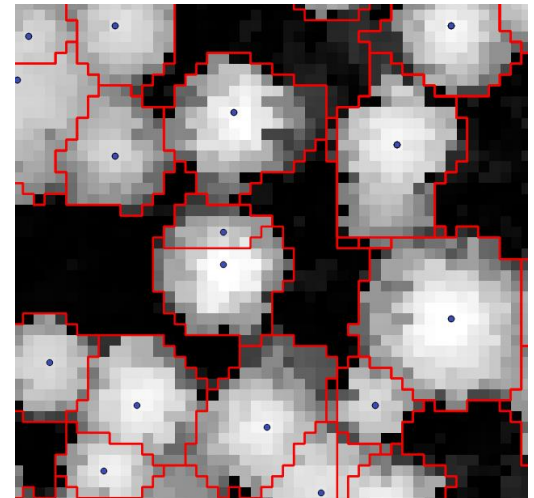
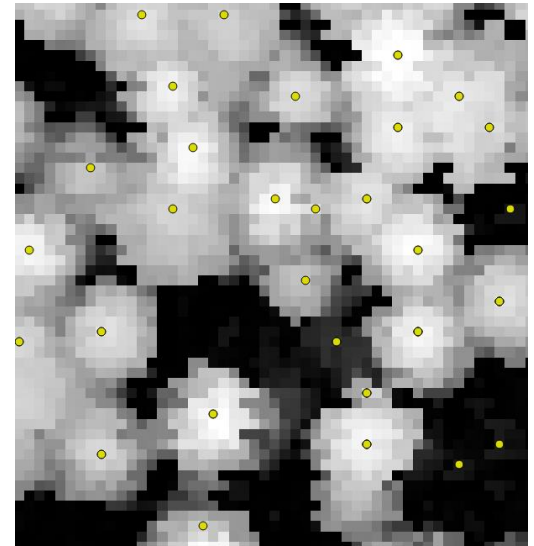
- Ensimmäinen havainto oli, että normaalin koealan sijaintitarkkuus suhteessa puihin ei ole kovin hyvä
  - Lisäksi yksinpuintulkinnan tasapuolinen vertailu muihin menetelmiin vaatii puiden sijainnit
- Käytämme vertailussa vain 2017 koealoja

# Aluepohjainen tulkinta

- Ennustusyksikkö 15 x 15 metrin osakoeala
- Selittäjinä MALS ja ilmakuvatunnukset
- Lähimmän naapurin menetelmä
  - Etäisyysmittana MSN
  - Muuttujavalinta: VSSA x 200
  - Samoista naapureista männyn, kuusen ja lehtipuiden tilavuus, total näiden summana
- Jätä-yksi-iso-koeala-pois –ristiinvalidointi

# Yksinpuintulkinta

- Tunnistetaan yksittäiset puut
  - CHM MALS datan kanavilta 1 ja 2
  - Alipäästösuodatus korkeuden mukaan adaptoituen
  - Paikalliset maksimit = puukandidaatit
  - Watershed-rajaus, käännteinen CHM, 2m korkeusrajoite

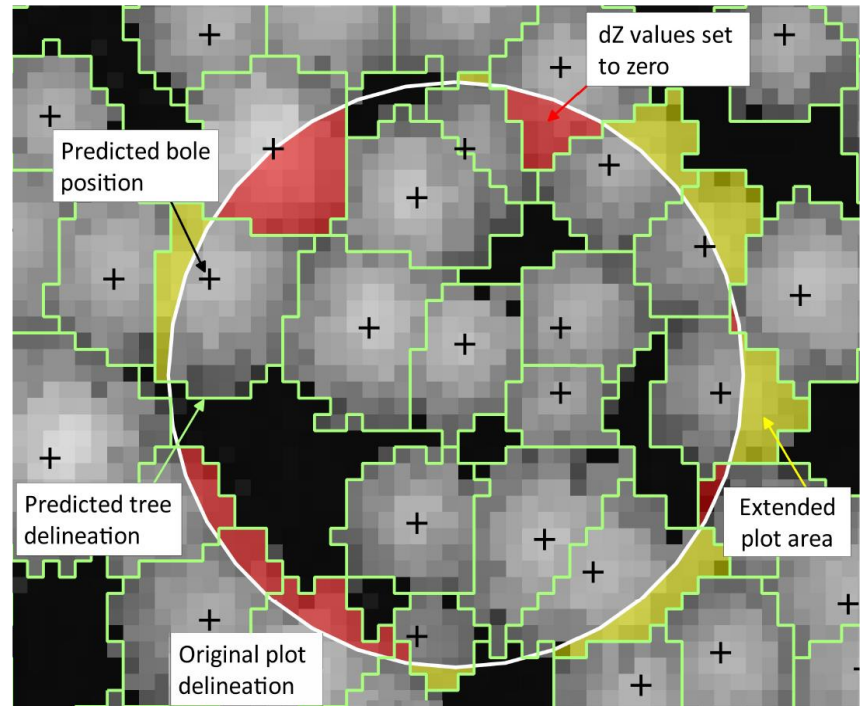
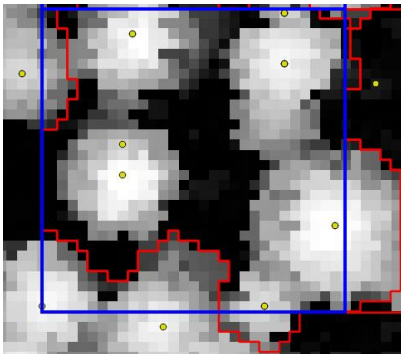


# Yksipuuntulkinta

- Linkitetään tunnistetut puut maastopuihin
  - Menetelmä siis vaatii (tarkat) puiden sijainnit
- Ennustetaan puutasolla puulajeittaiset tilavuudet yhdenaikaisesti jokaiselle puulla
  - Esim. mänty=0 m<sup>3</sup>/ha, **kuusi=168 m<sup>3</sup>/ha**, lepu=0 m<sup>3</sup>/ha
  - Sama lähimmän naapurin menetelmä kuin aluepohjaisessa mutta puutasolla
- Tilavuudet lasketaan puista 15 x 15 m ja 30 x 30 m koealoille

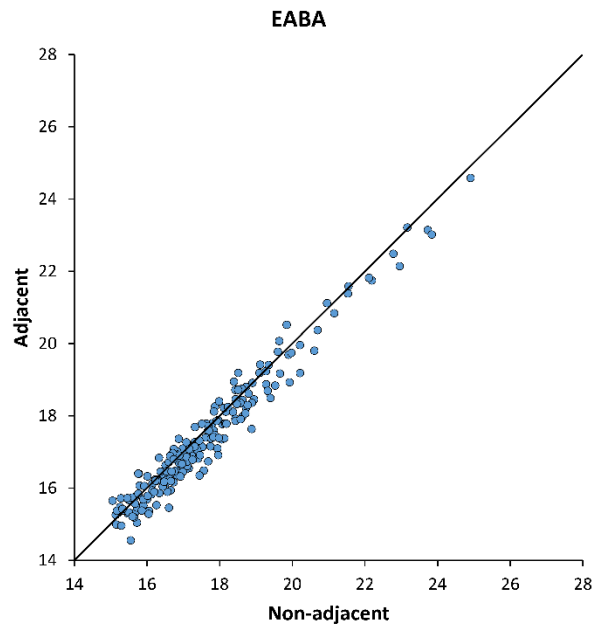
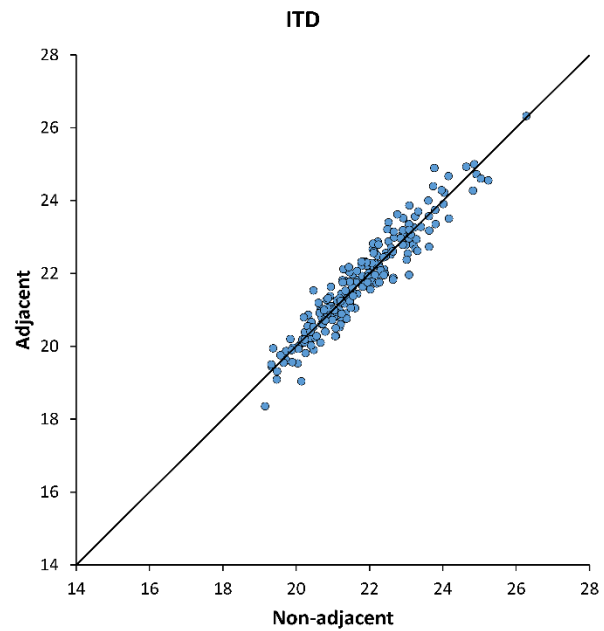
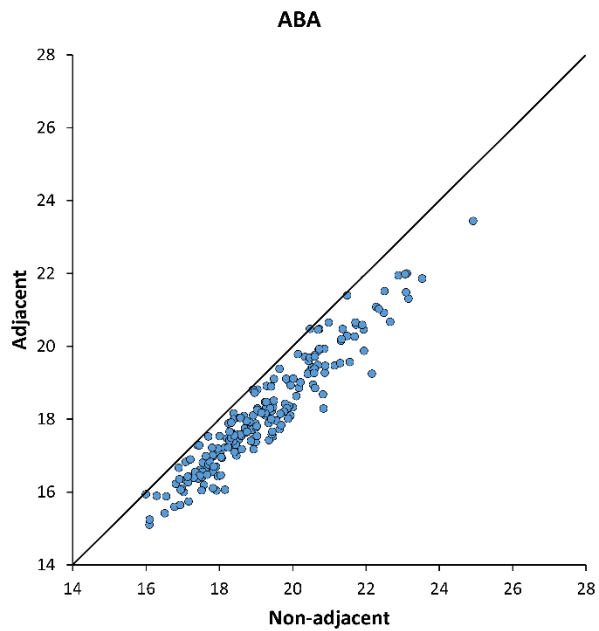
# Rajapuu-menetelmä

- Kuten aluepohjainen, mutta selittäjät on laskettu reuna-korjatulta koealalta
- Täysin samat tunnistetut puut kuin yksinpuintulkinnassa





		V RMSE	V mänty RMSE	V kuusi RMSE	V lehtipuut RMSE
ABA	Single	23.5	65.7	57.5	64.9
	Non-adjacent	19.3	55.3	47.1	54.0
	Adjacent	18.2	54.0	46.7	53.4
	Quartet	15.5	47.7	40.4	46.9
ITD	Single	26.1	69.7	70.3	82.9
	Non-adjacent	21.8	61.1	62.5	68.8
	Adjacent	21.8	61.8	62.6	69.6
	Quartet	19.3	57.0	58.4	61.4
EABA	Single	21.1	63.8	56.2	65.0
	Non-adjacent	17.6	53.0	46.1	55.2
	Adjacent	17.4	53.2	45.8	53.7
	Quartet	15.3	46.9	39.8	47.8



# Johtopäätökset

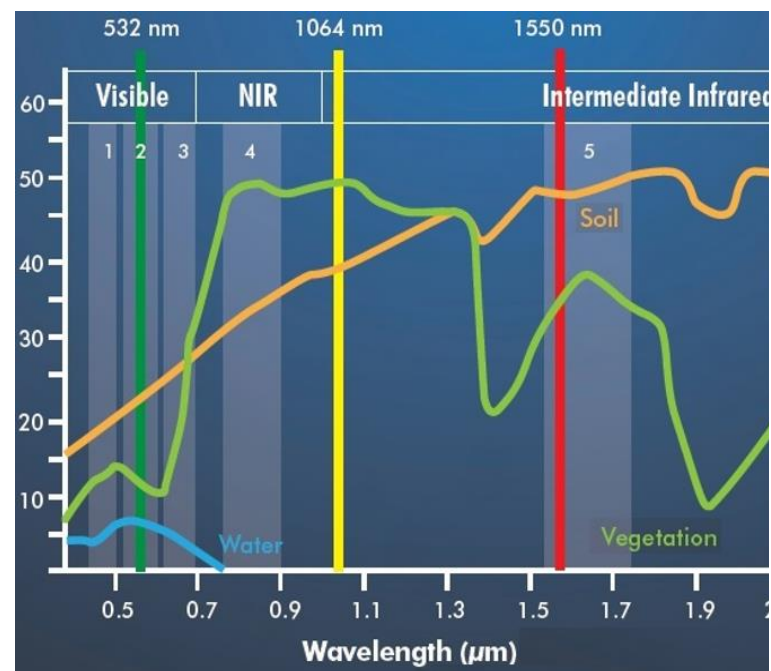
- Yksinpuintulkinta oli selkeästi huonoin kaikkien tunnusten suhteen
- Puulajeittaisten ennusteiden tarkkuuserot aluepohjaisen ja rajapuukorjatun menetelmän välillä olivat pieniä
- Rajapuu-menetelmä on selkeästi paras kokonaistilavuuden suhteen 15 x 15 m tasolla
- Aggregointi “kompensoi” virheitä vierekkäisillä soluilla → reunasuhde oleellinen
- Rajapuumenetelmän kehittäely jatkuu

# Monikanavaisella laserkeilausinstrumentilla parempaa puulajierottelua

- Hankkeen ensisijaisena tavoitteena on selvittää, saadaanko monikanavalaser-aineistolla parempaa tarkkuutta puulajikohtaisiin ennusteisiin kuin perinteisellä laseraineistolla, kun käytetään:
  - 1) pelkästään laserkeilausaineistoa
  - 2) sekä ilmakuvia että laserkeilausaineistoa

# Optech Titan monikanavakeilain

- Käyttäjän näkökulmasta katsoen Optech Titan -keilaimessa on kolme erillistä keilainta, jotka toimivat eri aallonpituuksilla
- Vihreä (532 nm), NIR (1064 nm) ja keski-infra (1550 nm)
- Pulssin avauskulma on vihreällä kanavalla kaksi kertaa suurempi kuin muilla kanavilla (0.7 vs. 0.35 mrad)

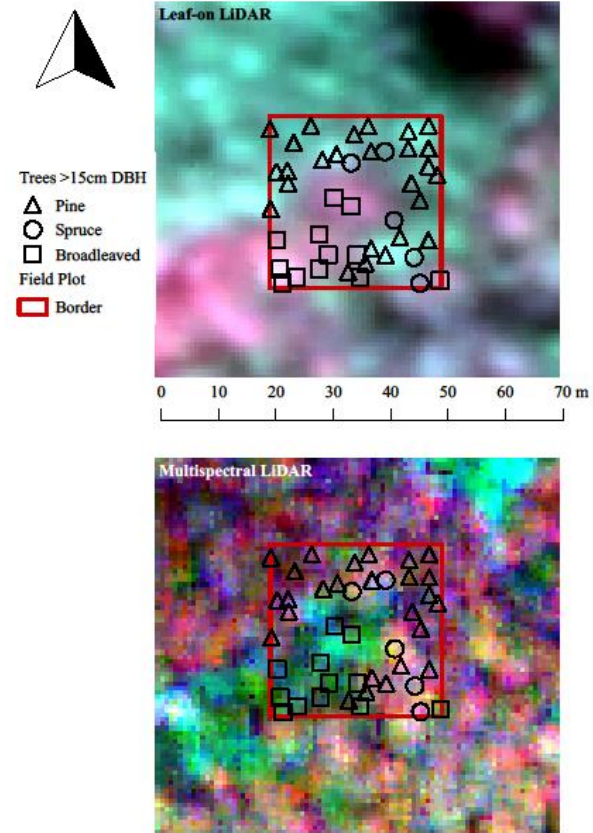


# Tutkimusasetelma

- Verrataan erilaisia aineistoja ja aineistoyhdistelmiä
    - ALS leaf-off (0.7 pulses/m<sup>2</sup>)
    - ALS leaf-on, Titan ch2 (4.8 pulses/m<sup>2</sup>)
    - MALS leaf-on, Titan (3.7-4.8 pulses/m<sup>2</sup> per ch)
- ilmakuvilla ja ilman ilmakuvia
- DMC Z/I, lentokorkeus 4100m / GSD 35 cm

# Intensiteettikorjauksesta

- Käytimme melko paljon aikaa ja resursseja monikanavalaserin intensiteettikorjaukseen
- Tällä on kuitenkin lopulta vain marginaalinen merkitys puulajierottelun kannalta



# Ennustaminen

- Lähimmän naapurin menetelmä
  - Etäisyysmittana MSN
  - Muuttujavalinta: VSSA x 100
  - Samoista naapureista männyn, kuusen ja lehtipuiden tilavuus, total näiden summana
- Mallin sovitus 2016 ympyräkoealoilla
- Tarkkuustarkastelu 2017 koealoilla
  - Ennustetaan tunnuksat 15x15m koealoille
  - Aggregoidaan 30x30m koealoille



# Suhteellinen RMSE (%)

	Mänty	Kuusi	Lehtipuut	Totaali
ALS leaf-on	70.0	38.8	121.0	21.5
ALS leaf-on + AI	38.4	34.2	43.6	17.1
ALS leaf-off	66.9	40.6	68.9	18.7
ALS leaf-off + AI	42.9	36.4	39.7	18.1
MALS	54.4	34.3	72.3	17.8
MALS + AI	40.9	32.8	49.4	17.7

# Johtopäätökset

- Normaali lehdellisen ajan laserkeilausaineisto toimi yhtä hyvin kuin monikanavalaser, kun käytettiin myös ilmakuvia
- Ilman ilmakuvia monikanavalaser toimi paremmin kuin kumpikaan yksikanavainen laseraineisto
- Ilmakuvien sävyarvojen hyödyntäminen paransi puulajeittaisia ennusteita huomattavan paljon

# Kiitos mielenkiinnosta!

