

# Drooni- ja satelliittikuvien hyödyntämismahdollisuuksia suomalaisilla maatiloilla

Maataloustieteen Päivät 8-9.1.2020

Roope Näsi<sup>1</sup>, Niko Viljanen<sup>1</sup>, Pirjo Peltonen-Sainio<sup>2</sup>, Ari Rajala<sup>2</sup>,  
Jaana Sorvali<sup>2</sup>, Teemu Hakala<sup>1</sup>, Raquel Alves de Oliveira<sup>1</sup>, Samantha  
Wittke<sup>1</sup>, Eetu Puttonen<sup>1</sup>, Mika Karjalainen<sup>1</sup> ja Eija Honkavaara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Maanmittauslaitos, Paikkatietokeskus (FGI)

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus



# www.dronefinland.fi

DroneFinland - smarter aerial remote sensing  
- on UAS kaukokartoitusteknologian tutkimus-  
ja innovaatiokeskus Paikkatietokeskuksessa

- Drone tutkimusta jo vuodesta 2008
- Drone fotogrammetriaa, laserkeilausta, hyperspektrikuvausta, lämpökuvausta
- Uudet sensorit, tarkkaa ja jäljitettävää datan käsittelyä, tehokkaat ja älykkäät algoritmit
- Testikentät, kalibrointi ja validointi
- Sovellusosaamista, yhteistyötä
- Menestystarinoita
- Prof. Eija Honkavaara johtaa ryhmää



# Johdanto



- **Drooniteknologia** (Drone, UAV, RPAS) on kehittynyt viime vuosina suurin harppauksin
  - Käytettävyyden helppous ja hinta tuoneet droonit ja sensorit yhä useampien saataville myös maataloudessa
- Jo tavallisten **RGB-kameroiden** kuvista saadaan nopeasti tilannekuva pellon tilanteesta
- **Spektrikameroiden** ja **fotogrammetristen 3D-** mallien hyödyntäminen avaa kuitenkin lisämahdollisuuksia ja sovelluksia peltöjen kaukokartoitukselle
  - Mallasohran lisälannoitus
  - Rehunurmen korjuuajankohdan optimointi.
- Myös **satelliittiaineistot** entistä paremmin saatavilla
  - Esim. Euroopan avaruusjärjestön (ESA) ylläpitämä Copernicus-järjestelmän Sentinel -satelliittikuva-aineistot
- **OPAL-Life** –projektin olemme kartoittaneet drooneilla vuosien 2016-2019 aikana kymmeniä lohkoja, joita on myös verrattu satelliittikuviin ja tutkineet niiden käyttöä mm. pellonkäytön optimoinnissa





# FGI drone fleet

Commercial drones

DJI Phantom 4, Payload: 200 g, Total weight: 1.4 kg, Flight time: 20 min



Avartek Boxer Hybrid, payload 5 kg, Total weight: 25 kg, Flight time: 120 min



FGI Hexacopter UAV, Payload 3 kg, Flight time: 20 min



FGI Quadcopter UAV, Payload 2 kg, Flight time: 30 min



FGI built drones

# Mitä RGB ortokuvista voidaan nähdä?



Rikkakasveja, kasvinsuojelutarpeen arviointi



Syysvehnän jääpolte,



Vanhojen /uusien salaojien dokumentointi

Näsi, Honkavaara, Hakala, Viljanen, Peltonen-Sainio. 2017. How farmer can utilize drone mapping? FIG Working Week in Helsinki, Finland May 29 - June 2, 2017





# Nurmisadon seuranta -Liminka

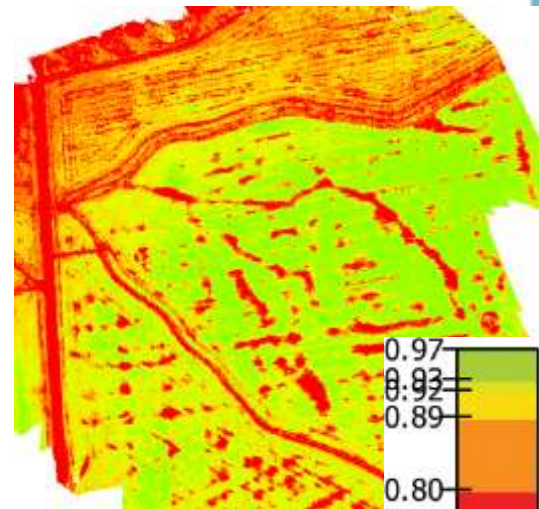


14.6

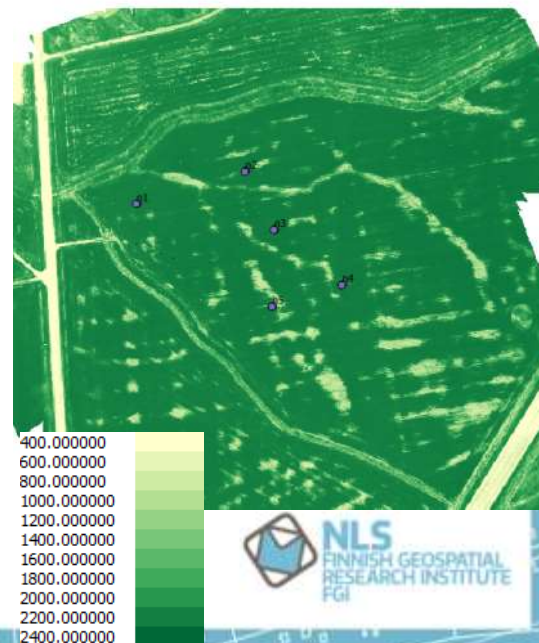
20.6



Indeksikartta

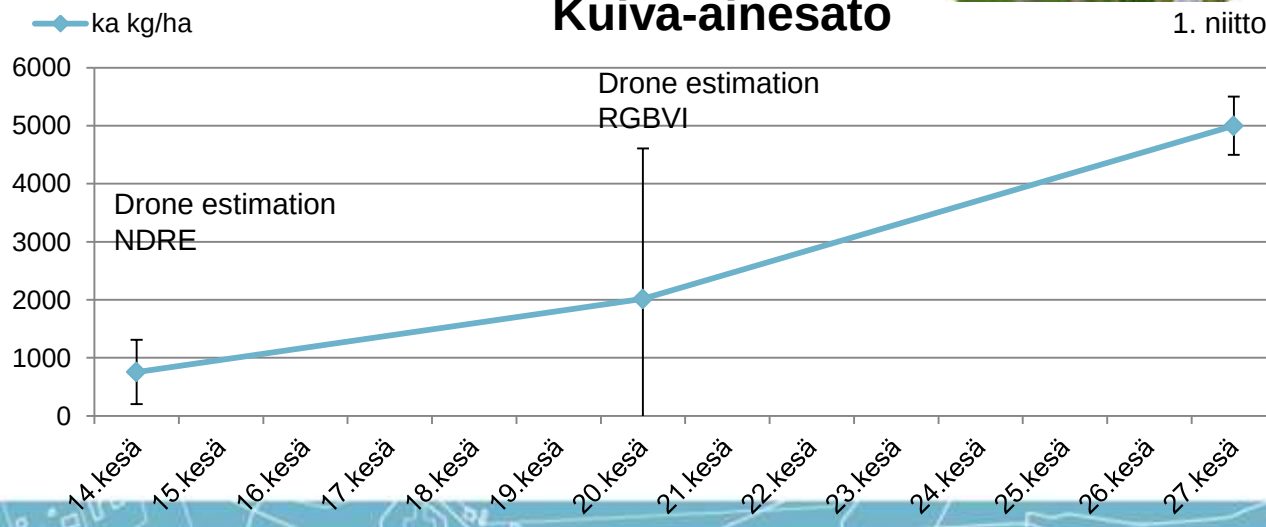


Satokartta



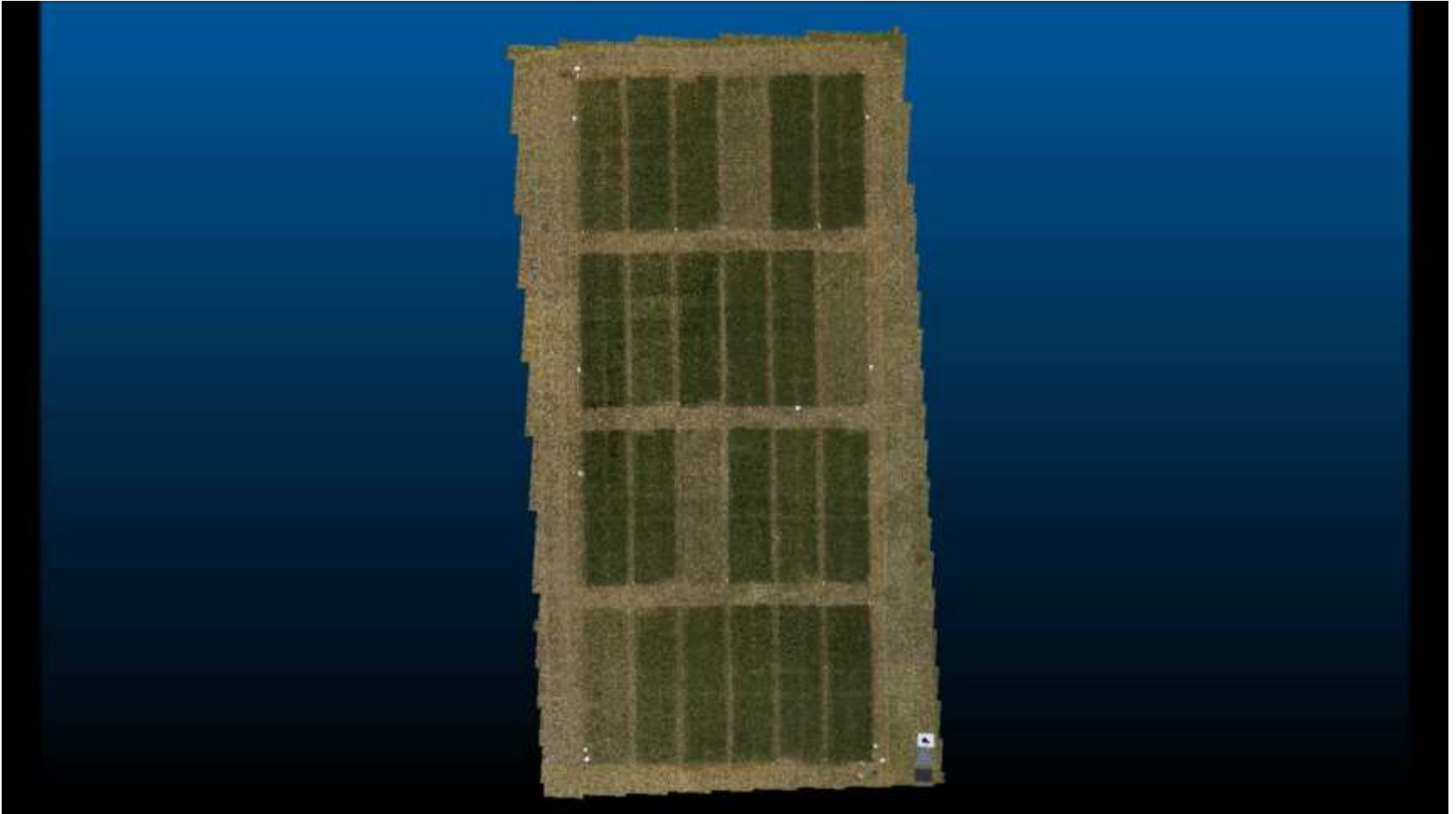
Kuiva-ainesato

1. niitto



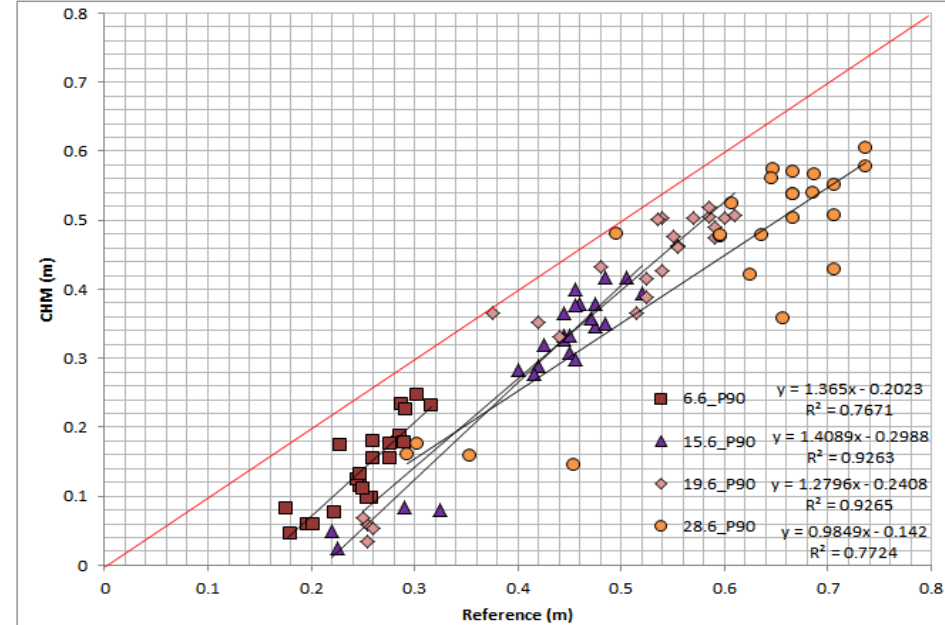
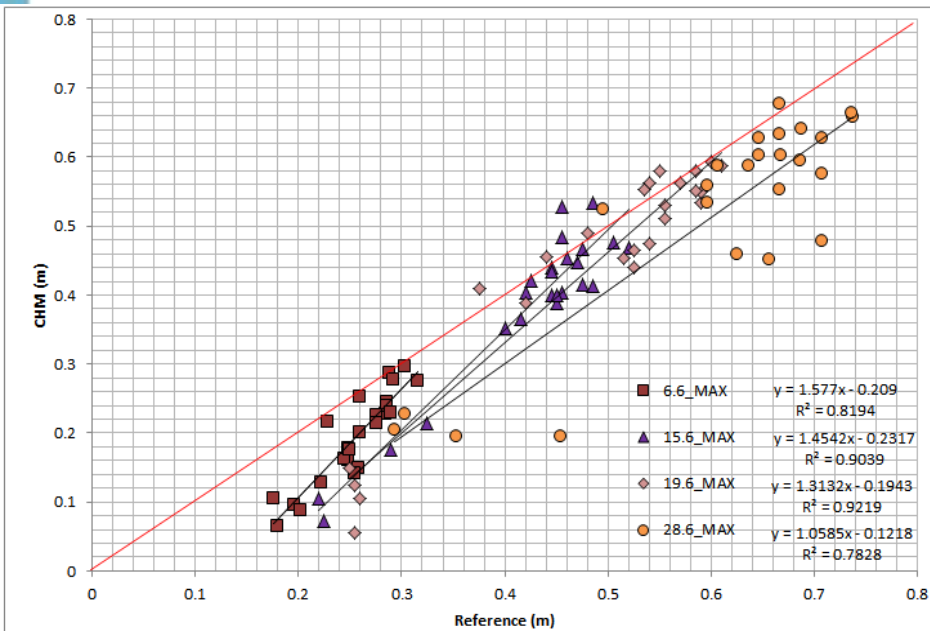
# Fotogrammetrinen 3D pistepilvi

- Drone-kuvista voidaan laskea fotogrammetrisesti 3D-pistepilvet
- Tarkkuus riippuu lento- ja laskentaparametreista



- Pikselikoko: 6.4 mm
- Pistetiheys: 5920 pistettä/m<sup>2</sup>

# Droonipistepilvestä määritetty korkeus vs. Referenssi



2019 AGRICULTURE BEST PAPER  
 **AWARDS**



Viljanen, N.; Honkavaara, E.; Näsi, R.; Hakala, T.; Niemeläinen, O.; Kaivosoja, J. A Novel Machine Learning Method for Estimating Biomass of Grass Swards Using a Photogrammetric Canopy Height Model, Images and Vegetation Indices Captured by a Drone. Agriculture 2018, 8, 70.



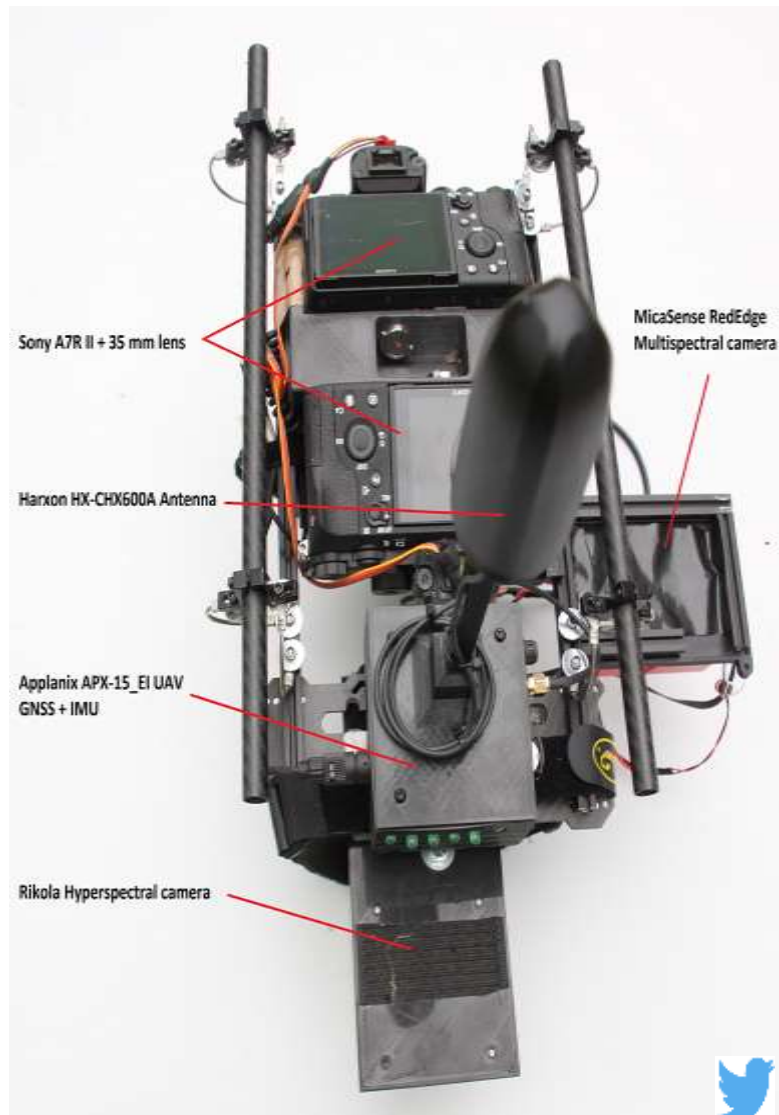
# Spektrikuvauskameroita



Sony A7R II



Rikola Hyperspectral camera



Sequoia multispectral camera

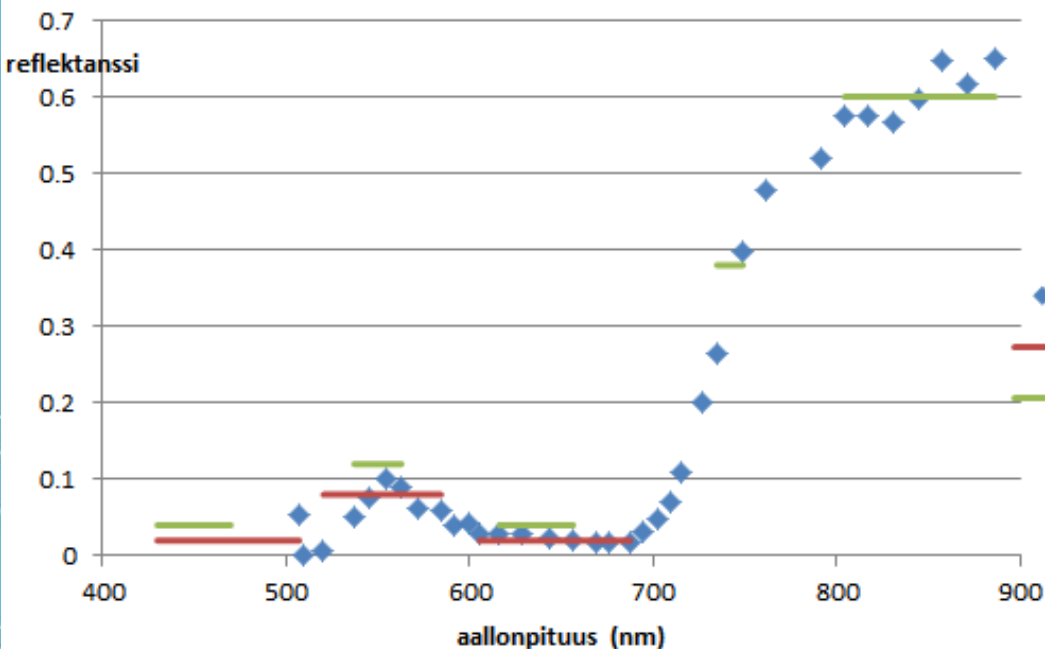
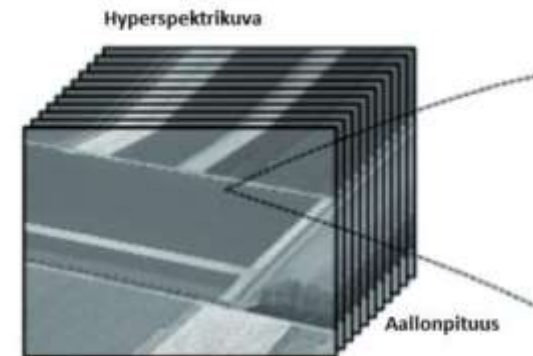
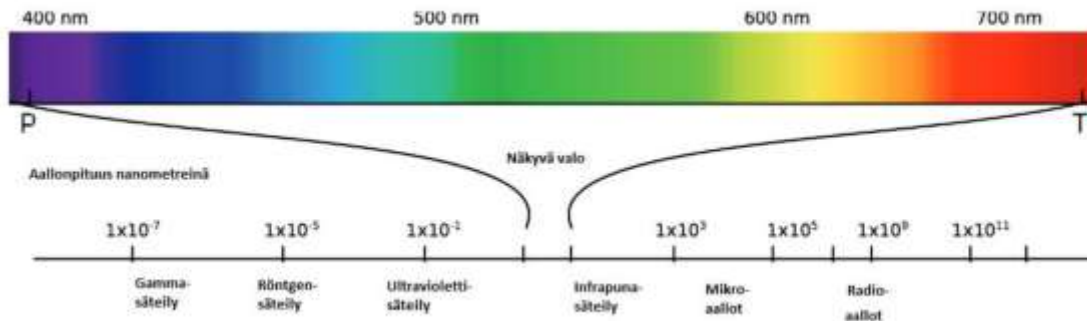


Micasense multispectral camera



@DroneFinland

# Spektraalinen resoluutio

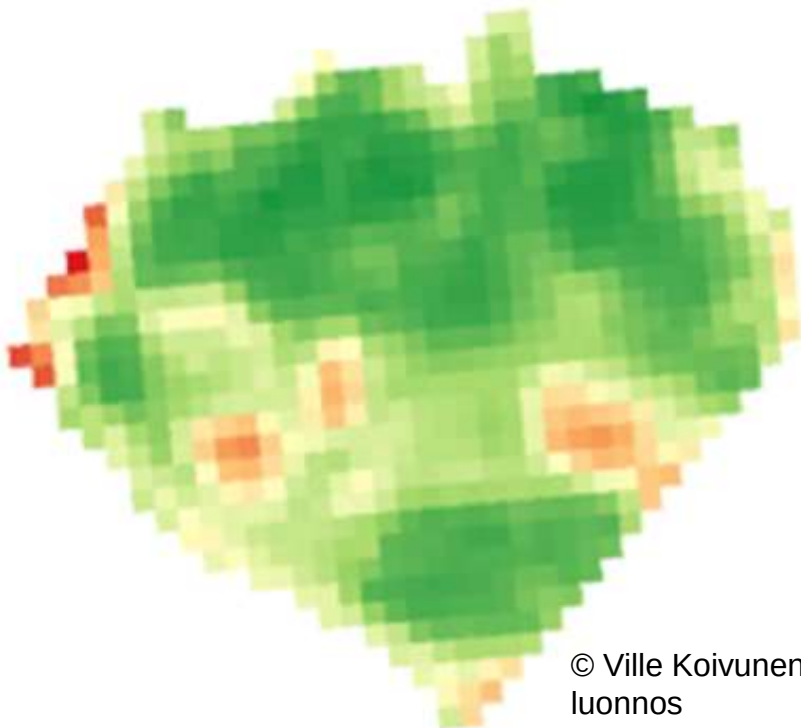


- ◆ FPI -Hyperspektri, esim Rikola 40 kanavaa
- RGB -RGB, 3 kanavaa
- MS -Multispektri (n.5-10) Micasense, Sentinel-2 satelliitti

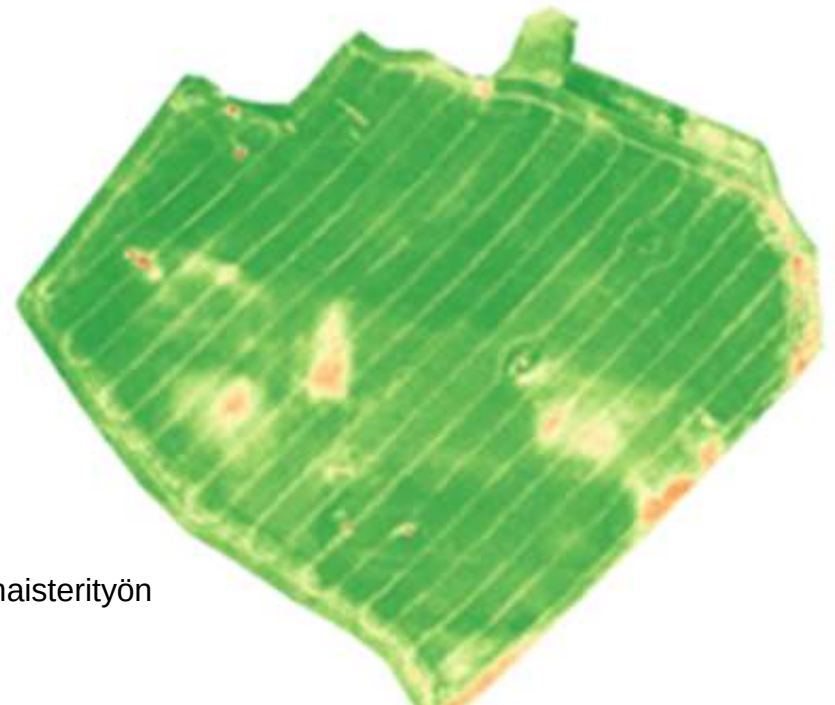
# Spatiaalinen resoluutio

- Pikselikokoon maassa vaikuttavat
  - Sensorin ominaisuudet: (mm. kennonkoko, polttoväli ym.)
  - Lentokorkeus

**Sentinel satelliitti 10x10 m resoluuto**



**Drooni 4x4 cm resoluutio**

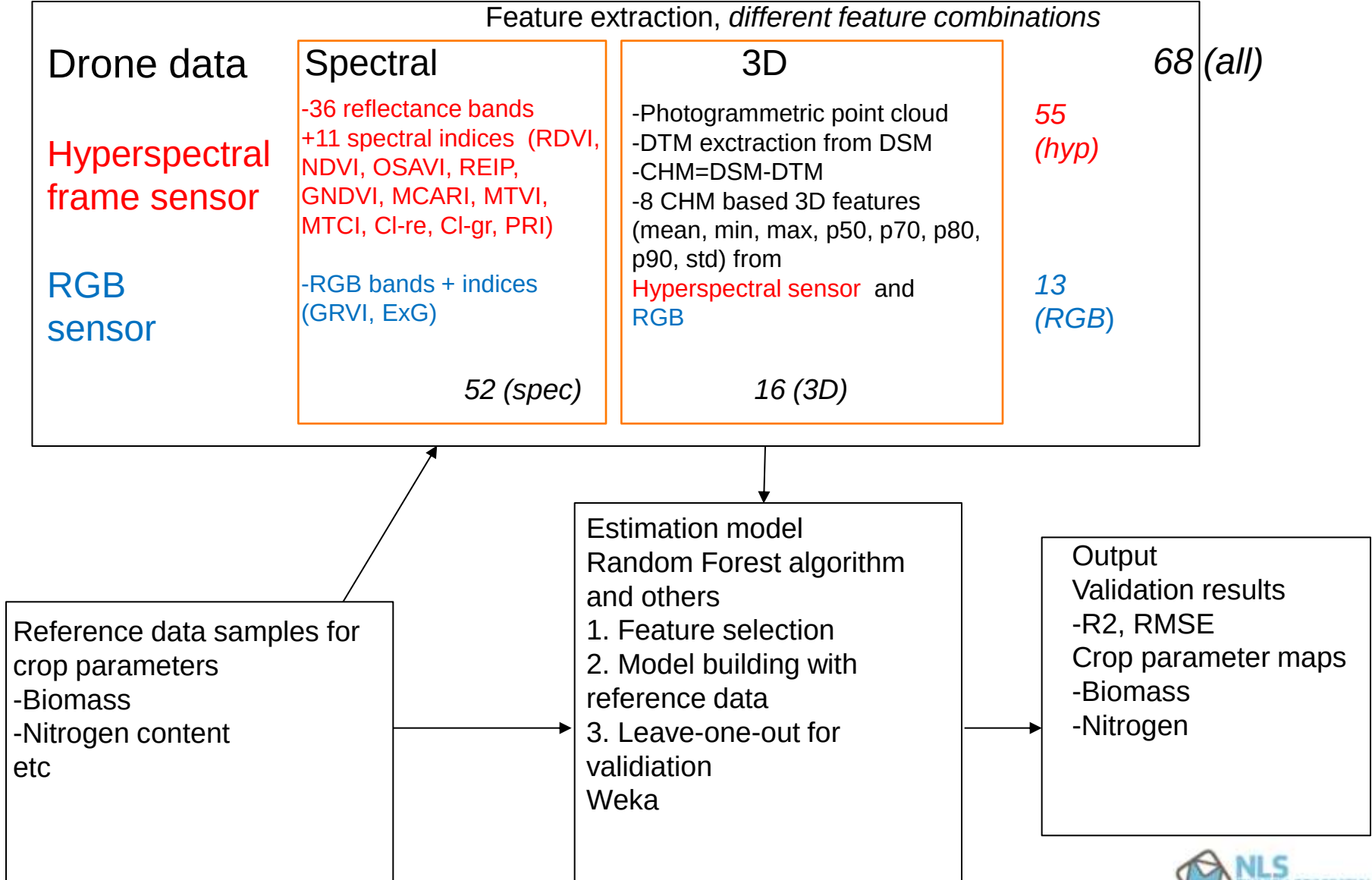




**Mitä ja miten tällaista dataa  
voidaan hyödyntää  
maataloudessa?**

**Miten resoluutiot  
vaikuttavat lopputulokseen?**

# Kasvien määrä- ja laatuparametrien estimointi konenäöllä





# **Lisälannoituksen optimointi mallasohrapellolla kesken kasvukauden**

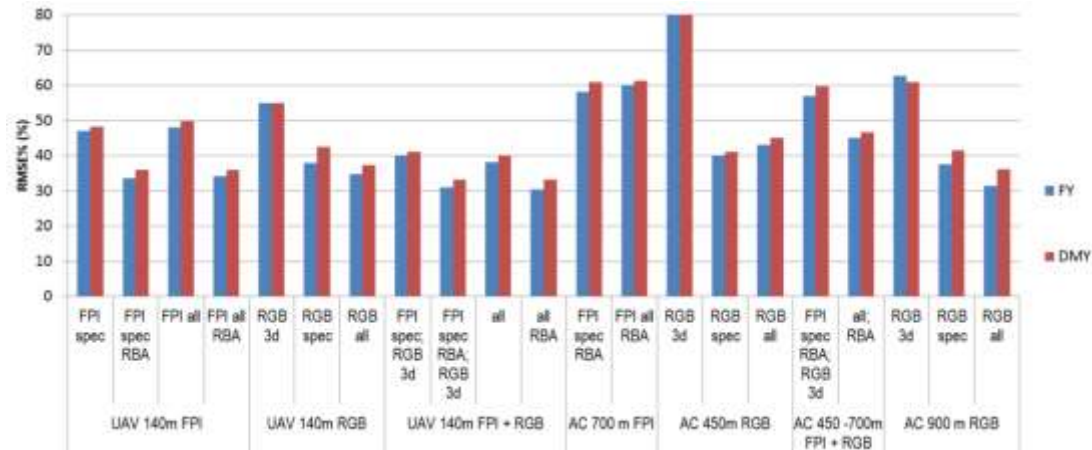
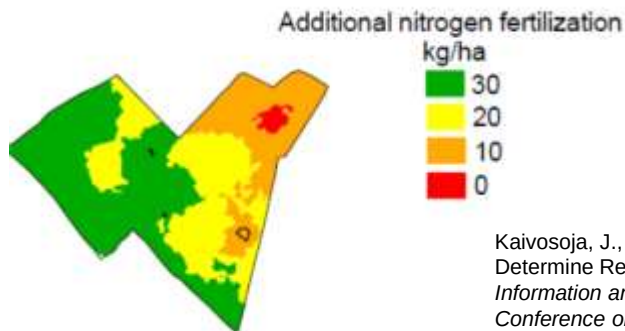




# Mallasohran biomassan ja typpipitoisuuden estimointi



- Comparison of UAV and Aircraft Based Spectral and Photogrammetric 3D Features
- Biomass easier to estimate than nitrogen
- Generally, the best results were obtained when integrating hyperspectral and 3D features.
- Better resolution (spatial, spectral) -> more accurate estimation results
- The integration of RGB and 3D features also provided nearly as good results as the hyperspectral features.
- The radiometric calibration improved the estimation accuracy



Kaivosoja, J., Näsi, R., Hakala, T., Viljanen, N., & Honkavaara, E. (2017). Applying Different Remote Sensing Data to Determine Relative Biomass Estimations of Cereals for Precision Fertilization Task Generation. In *HAICTA 2017: Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment: Proceedings of the 8th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2017)*, Chania, Crete Island, Greece, September 21-24, 2017/eds. Michail Salampasis, Alexandros Theodoridis and Thomas Bournaris

Näsi, R., Viljanen, N., Kaivosoja, J., Alhonoja, K., Hakala, T., Markelin, L., & Honkavaara, E. (2018). Estimating Biomass and Nitrogen Amount of Barley and Grass Using UAV and Aircraft Based Spectral and Photogrammetric 3D Features. *Remote Sensing*, 10(7), 1082.





# Nurmirehun korjuuajankohdan optimointi



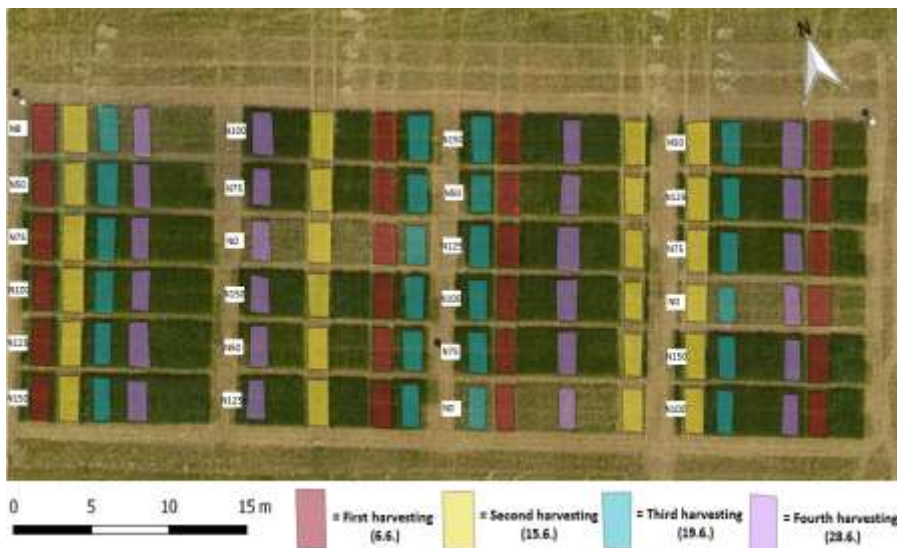
Olvera, R., Kasi, R., Niemeläinen, O., Nyholm, L., Alhonoja, K., Kaivosoja, J., Viljanen, N., Hakala, T., Nezami, S., Markelin, L., Jauhainen, L., & Honkavaara, E. (2019). Assessment of RGB and Hyperspectral UAV Remote Sensing for Grass Quantity and Quality Estimation. ISPRS GSW 2019, UAV-g conference 10-12 June 2019.

Olvera, R., Kasi, R., Niemeläinen, O., Nyholm, L., Alhonoja, K., Kaivosoja, J., Viljanen, N., Hakala, T., Nezami, S., Markelin, L., & Honkavaara, E. Machine learning estimators for the quantity and quality of grass swards used for silage production using drone based imaging spectrometry and photogrammetry. Accepted scientific research article to Remote Sensing of Environment.



# Nurmirehukoe Jokioisilla

- 2. vuoden nurmi
- Typpilannoituksen vaihtelulla (0, 50, 75, 100, 125, 150 kg/ha) saatu variaatioita biomassaan
- 4 näytteenottokertaa 06.06., 15.06., 19.06. ja 28.06.
- 96 näytettä



## Reference measurements

|                                                       | Average |
|-------------------------------------------------------|---------|
| Quantity                                              |         |
| DMY - Dry Matter Yield (kg DM/ha)                     | 2653    |
| D-value - Digestibility (g /kg DM)                    | 710     |
| iNDF - Indigestible Neutral Detergent Fibre (g/kg DM) | 52.0    |
| NDF - Neutral Detergent Fibre (g/kg DM)               | 538     |
| WSC - Water Soluble Carbohydrates (g/kg DM)           | 139     |
| Ash concentration (g/kg DM)                           | 65.1    |
| Ncont - Nitrogen concentration in DM (g N/kg DM)      | 22.1    |
| NU - Nitrogen uptake (N kg/ha)                        | 53.6    |

Oliveira, R., Näsi, R., Niemeläinen, O. Nyholm, L., Alhonoja, K., Kaivosoja, J., Viljanen, N., Hakala, T., Nezami, S., Markelin, L., Jauhiainen, L. & Honkavaara, E. (2019). Assessment of RGB and Hyperspectral UAV Remote Sensing for Grass Quantity and Quality Estimation. ISPRS GSW 2019. UAV-g conference 10-12 June 2019.

Oliveira, R., Näsi, R., Niemeläinen, O. Nyholm, L., Alhonoja, K., Kaivosoja, J., L., Jauhiainen, L., Viljanen, N., Hakala, T., Nezami, S., Markelin, & Honkavaara, E. Machine learning estimators for the quantity and quality of grass swards used for silage production using drone based imaging spectrometry and photogrammetry. Accepted scientific research article to Remote Sensing of Environment.

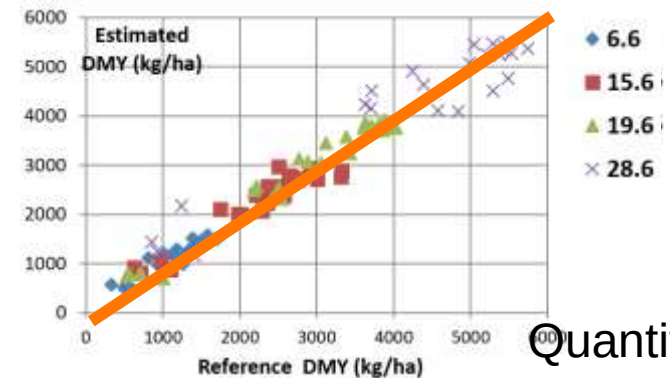
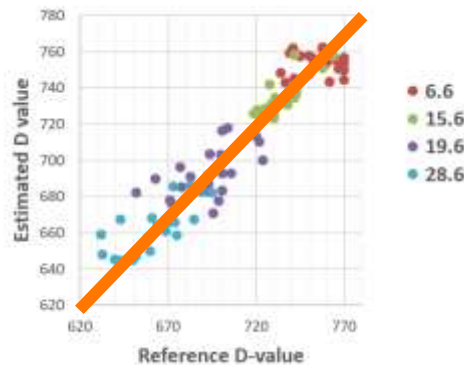
Kuivabiomassa (DMY)  
Sulavuus (D-arvo)





# Korjuuajankohdan optimointi

- Työkalu viljelijälle koska pallolle kannattaa lähteä
  - Kohdearvot:
    - $D > 680$
    - $DMY > 3000$



Quality:  
D-value

Quantity:  
DMY  
(kg/ha)



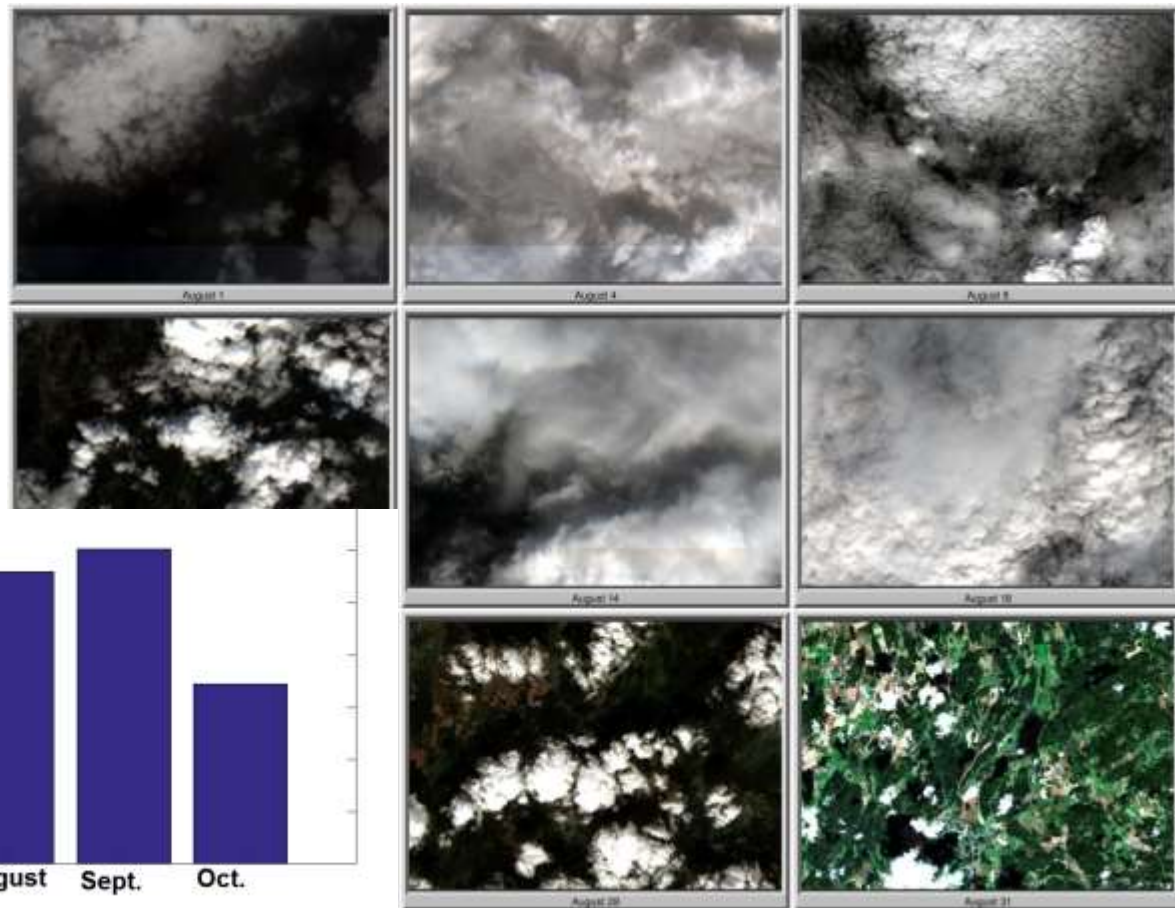
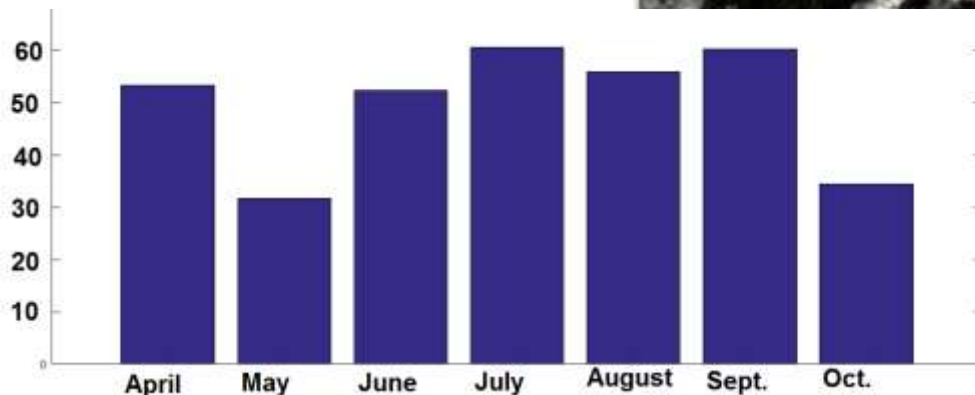
Oliveira, R., Näsi, R., Niemeläinen, O., Nyholm, L., Alhonoja, K., Kaivosoja, J., Viljanen, N., Hakala, T., Nezami, S., Markelin, L., Jauhainen, L. & Honkavaara, E. (2019). Assessment of Hyperspectral UAV Remote Sensing for Grass Quantity and Quality Estimation. ISPRS GSW 2019. UAV-g conference 10-12 June 2019.

Oliveira, R., Näsi, R., Niemeläinen, O., Nyholm, L., Alhonoja, K., Kaivosoja, J., Viljanen, N., Hakala, T., Nezami, S., Markelin, L. & Honkavaara, E. Machine learning estimators for the quantity and quality of grass swards used for silage production using drone based imaging spectrometry and photogrammetry. Accepted scientific research article to Remote Sensing of Environment.

# Sentinel-2 satelliitti data

- Satelliittien etuna laaja kattavuus
- Kaikki Suomen peltolohkot saadaan viikossa kuvattua
  - Jos ei ole pilviä!

Keskimääräinen pilvisuus %  
vuonna 2016



# Sentinel-2 satelliitti data

- Isoilla monen vuoden datamäärillä merkittäviä tuloksia:
- Sateelliittipohjaisten NDVI-arvojen ja lajitietojen yhdistäminen monelta vuodelta
- >Kattavasti esikasviarvoja suurelle joukolle eri esikasvi-seuraava kasvi - yhdistelmiä
- >monipuoliset viljelykierrot tuottavat paremman tuloksen

## ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

Front. Plant Sci., 09 April 2019 | <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00462>



## Pre-crop Values From Satellite Images for Various Previous and Subsequent Crop Combinations

 [Pirjo Peltonen-Sainio<sup>1\\*</sup>](#),  [Lauri Jauhiainen<sup>2</sup>](#),  [Eija Honkavaara<sup>3</sup>](#),  [Samantha Wittke<sup>3,4</sup>](#),  [Mika Karjalainen<sup>3</sup>](#) and  [Eetu Puttonen<sup>3</sup>](#)

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke), Helsinki, Finland

<sup>2</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke), Jokioinen, Finland

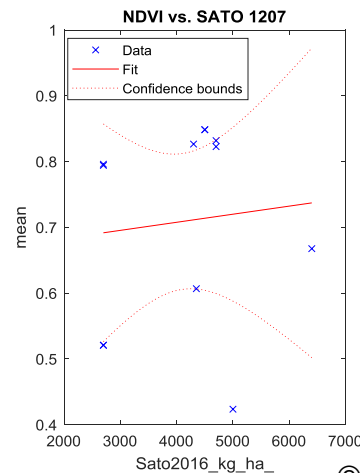
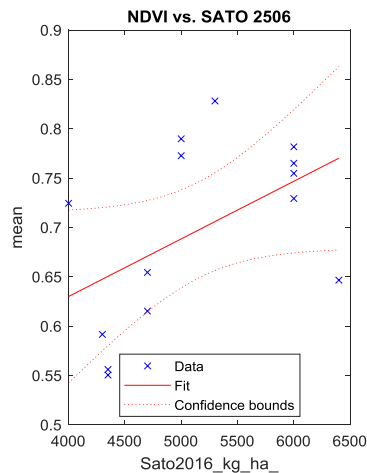
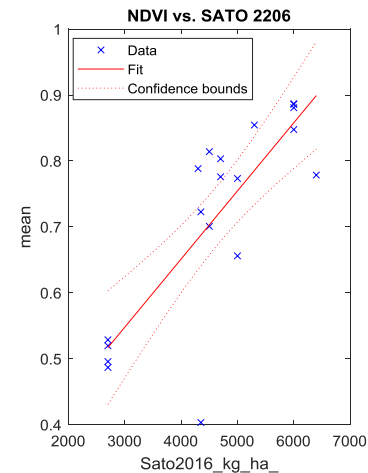
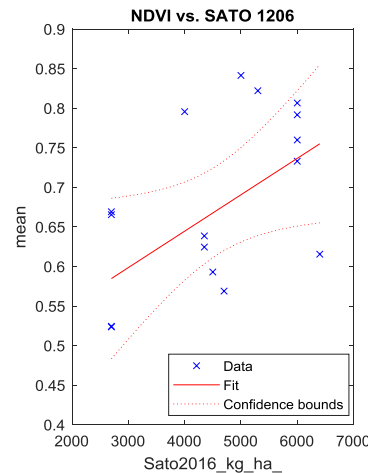
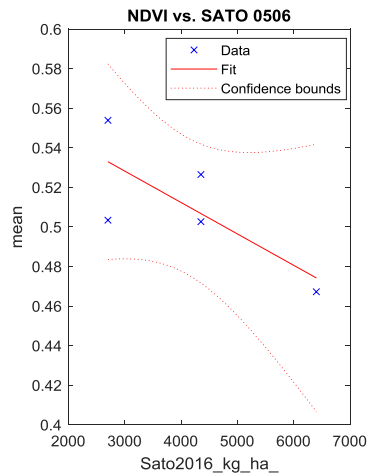
<sup>3</sup>Finnish Geospatial Research Institute (FGI), National Land Survey of Finland (NLS), Masala, Finland

<sup>4</sup>Department of Built Environment, Aalto University, Espoo, Finland





# Sadon arviointi satelliittien avulla lohkotasolla kevätilviljoilla



- Korrelaatio vahvimmillaan juhannuksen aikaan eli korrenkasvuvaiheessa/lippu lehtivaiheen alussa
- Samanlaisia tuloksia maailmalta
- Haasteena referenssisatojen saanti

# Loppupäätelmät

- Jo pelkkiä dronekuvia katsomalla viljelijä saa nopeammin pellon kasvustosta kokonaiskuvan kuin koko lohkolla kävelemällä
- Automaattiset ja suoraan koneisiin integroitavat järjestelmät kehittyvät koko ajan (konenäkö, tekoäly..)
  - Nopeus ja helppokäyttöisyys edellytyksiä siihen että ne otetaan laajasti käyttöön
  - Tällä hetkellä eri sovelluksiin haetaan tutkimus- ja yritysmaailmassa parhaita ratkaisuja (satelliitit, droonit, traktoriin kiinnitetyt sensorit, robotit, kaikki yhdessä?)



# Lisätietoja

[roope.nasi@nls.fi](mailto:roope.nasi@nls.fi)

[eija.honkavaara@nls.fi](mailto:eija.honkavaara@nls.fi)

