

# FinDrones 2023 työpaja: Kuinka saada lisää droonipalveluja maatalouteen?

## Järjestäjähankkeet:

RehuDrooni, DrooniLuuppina, FlexiGrobots

## Yhteyshenkilöt:

Panu Korhonen (Luke): [panu.korhonen@luke.fi](mailto:panu.korhonen@luke.fi)

Roope Näsi (Paikkatietokeskus): [roope.nasi@maanmittauslaitos.fi](mailto:roope.nasi@maanmittauslaitos.fi)



# Tausta, hankkeet ja tavoitteet

## Luke & FGI tutkimushankkeita

### RehuDrooni

2020-2023

”Kaukokartoitus-  
menetelmiä  
rehuntuotannon  
tueksi”

### FlexiGroBots

2020-2023

”Flexible heterogenous  
multi-robot solutions  
for intelligent automation  
of precision agriculture  
operations”

### DrooniLuuppina

2020-2023

”Vierasviljojen  
paikannus puhdaskaura-  
kasvustoista”

### CyberGrass I

2021-2022

”Introduction to remote sensing  
and artificial  
intelligence assisted  
silage production”

### DroneKnowledge

2017-2018

”Kohti tietämysperusteista  
RPAS-kaukokartoitusta”  
Koordinaattorina Paikkatietokeskus

## Työpajan tavoitteita:

- Tiedonvaihto sidosryhmien kanssa kehitteillä olevista menetelmistä ja niiden valmiusasteista
- Uusien keinojen löytyminen palveluiden kehittämisen nopeuttamiseksi
- Yhteistoimintamahdollisuuksien kartoitus ja keskustelun herättely aiheesta

# Ennakkokysely

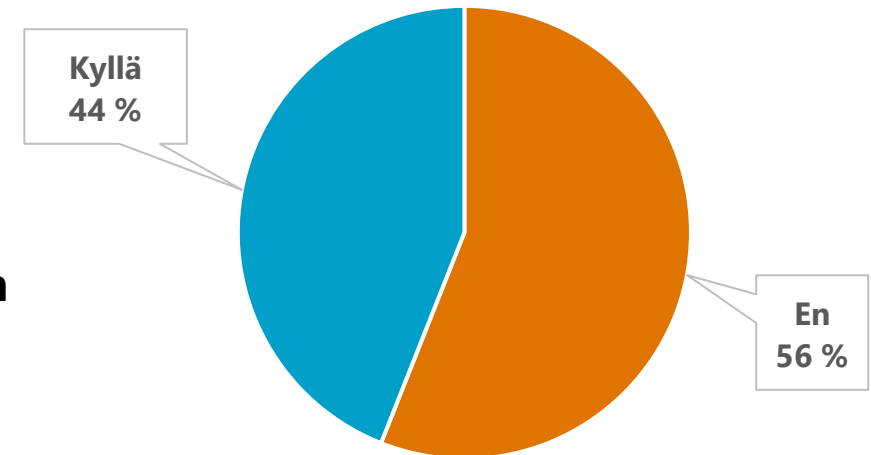
## Top 3 toivotuimmat aiheet

1. Rikkakasvien paikannus
2. Dronet työkoneina
3. Vierasviljojen paikantaminen kasvustosta

## Mitkä asiat estävät käyttämästä tai toteuttamasta maatalouden dronepalveluita?

- Taloudellinen hyöty ei kovin selvä
- Käyttörajoitukset (esim. kasvinsuojelu) ja tekniset rajoitteet (esim. kantokyky)
- Datan vienti käyttökelpoiseen muotoon liian hankalaa/monimutkaista/hidasta
- Palvelutarjonnan puute
- Tiedonpuute menetelmien potentiaalisista hyödyistä

## Oletko hyödyntänyt droneja maataloilla tai maataloustutkimuksen tukena?

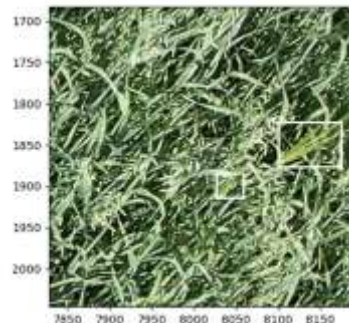


# Päivän teemat

Kohdetunnistus	Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi	Kuva-aineistojen kerääminen ja havainnointi	Kehittyvä teknologia	Dronet työkoneina
Vierasviljojen paikantaminen viljakasvustosta	Peltoviljelykasvien sadon määrä ja laatu	Laidunten kunnan (ml. aitaukset ja juomapaikat) arviointi	BVLOS	Lannoitukset
Seossuhteiden arviointi	Nurmikasvustojen sadon määrä ja laatu	Ojituksen toimivuuden tarkastelu	Autonominen lentäminen	Kasvinsuojelu
Rikkakasvipesäkkeiden paikantaminen	Kevättiheyksien ja täydennyskylvön tarpeen arviointi	Peltolohkojen dokumentointi	Kehittyneet spektrisensorit	Täydennyskylvöt ym.
Kasvintuhoojien kartoitus	Rehusiilojen tilavuusmääritykset ym.			
	Dronet referenssiaineiston tuottajina satelliiteille			

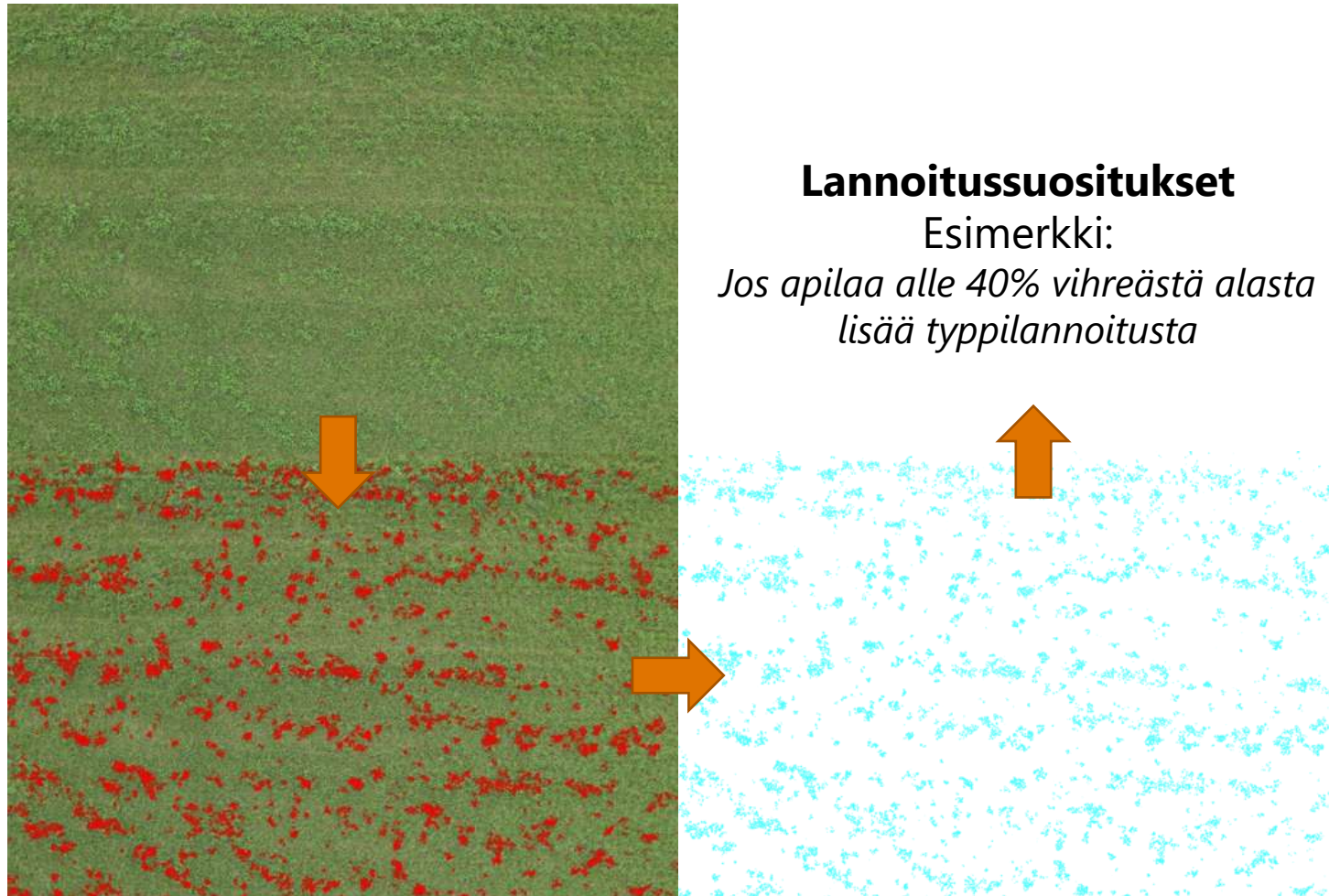
# Kohdetunnistus: Vierasviljojen paikantaminen viljakasvustosta

- Puhdaskauran tuotantoala n. 30 000 ha.
- Vieraat viljat etsittävä ja kitkettävä 2-4 kertaa kesässä.
- Tähkien paikannusta tehty kaurakasvustoista: lentokorkeus 12 m, DJI Matrice 300, Zenmuse P1
- Uusi malli kehitetty kuva-aineiston pohjalta tähkien havaitsemiseen. Tulokset lupaavia!



- Menetelmän käyttäminen soveltuu myös siementuotantoon. Kuvausten yhteydessä on mahdollista kerätä tietoa myös kasvuston kunnosta (kuvausaika kauran juuri tullessa/tultua röyhyille). Maatiloilta kuvattua testiaineistoa tarkastellaan kuluvana vuonna.

# Kohdetunnistus: Seossuhteiden arviointi (case apilapitoisuus)



- Menetelmää testataan ja kehitetään mm. RehuDrooni-hankkeessa.
- Tunnistus toimii jo kohtuullisella tarkkuudella, jos tunnistusta häiritseviä leveälehtisiä rikkakasveja ei ole liikaa.
- Kuvausten oikea-aikaisuus keskeistä.
- Muutama kuva eri puolilta lohkoa koko lohkon kuvauksen sijaan toimivien ratkaisujen?

# Kohdetunnistus: Rikkakasvipesäkkeiden paikantaminen

Nurmikasvustosta:

- Kasvuasteet ja ajoitus
- Sopiva luokittelumenetelmä
- AI tai perinteiset

Riviviljelyssä:

- Rivivälit
- Työkoneratkaisut

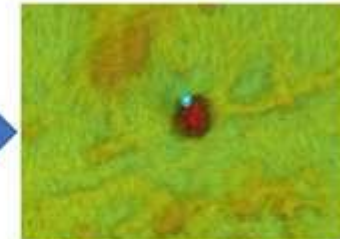
## Rumex mapping



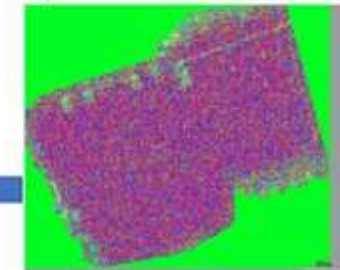
3D-mapping, timing!



Example of a Rumex

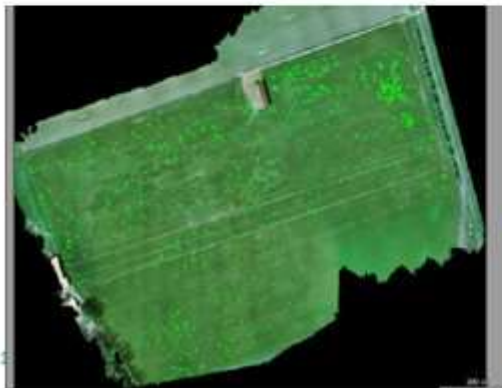


Elevation model, extraction of weeds based on elevation "peaks"



Entire field, thresholds for local highs

Rumex points  
For the path planning



Intelligent automation of precision agriculture operations -

# Kohdetunnistus: Kasvintuhoojien kartoitus

Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

- Tuhojen kartoitus
- Tuholaisten kartoitus
- Lähikuvaus, pikselikoko vs. Spektrit
- Näytteenottomaisesti, myös videostream





# Keskustelu: kohdetunnistus

## Teemat:

Vierasviljojen paikantaminen viljakasvustosta

Seossuhteiden arviointi (case apilapitoisuus)

Rikkakasvipesäkkeiden paikantaminen

Kasvintuhoojien kartoitus

Muita lupaavia mahdollisuuksia hyödyntää kohdetunnistusta?

Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

Miten palveluiden  
tuottaminen voitaisiin  
aloittaa?

Estääkö jokin asia  
käyttämästä menetelmiä tai  
palveluita?

Kuka palveluita  
tuottaisi/käyttäisi?

Mikä on menetelmien  
valmiusaste?

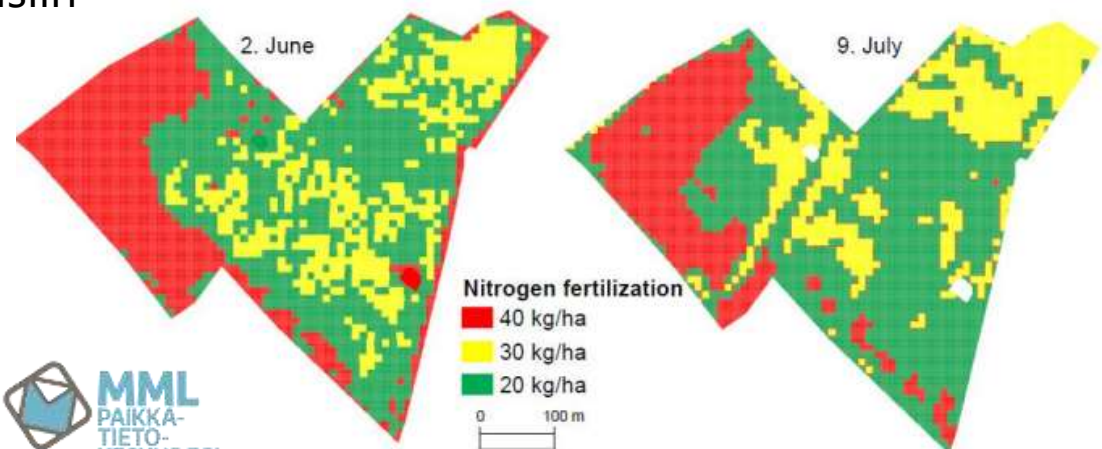
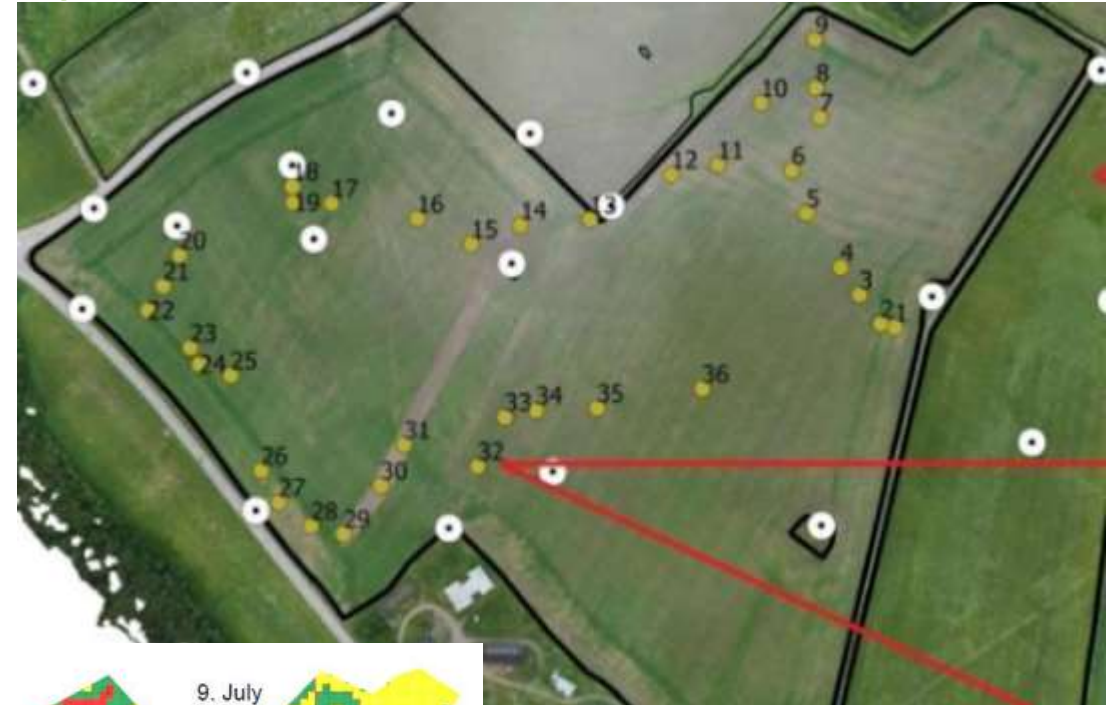
Millä menetelmistä on  
suurin kaupallinen arvo?

Olisiko muilta toimialoilta  
tuotavissa maatalouteen  
toimivia käytäntöjä?

...

# Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi: Peltoviljelykasvien sadon määrä ja laatu

Esimerkiksi mallasohran  
lisälannoituksen optimoinniksi  
tiedot kasvuston biomassasta ja  
typpipitoisuudesta ovat  
olennaisia. Varsinkin biomassan  
määrittämisen tarkkuudesta hyviä  
tuloksia. Typpipitoisuuden osalta  
myös lupaavia tuloksia  
paikallisilla malleilla perustuen  
pellolta otettuihin näytteisiin



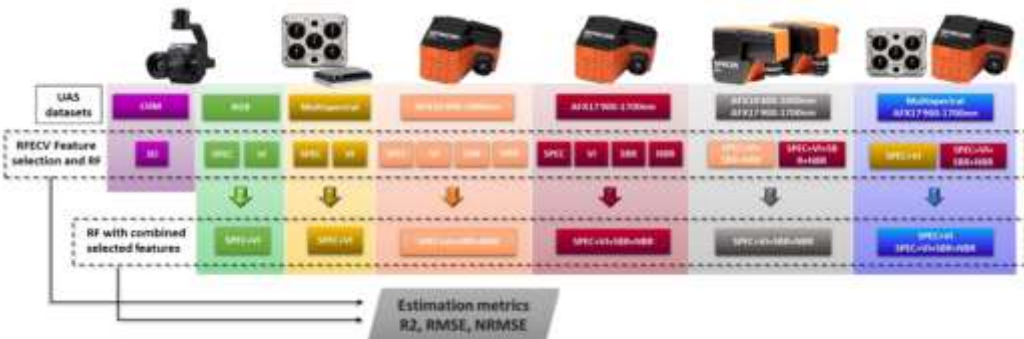
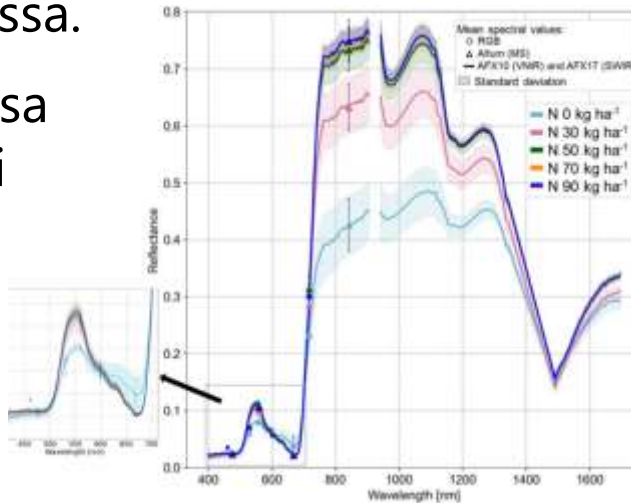
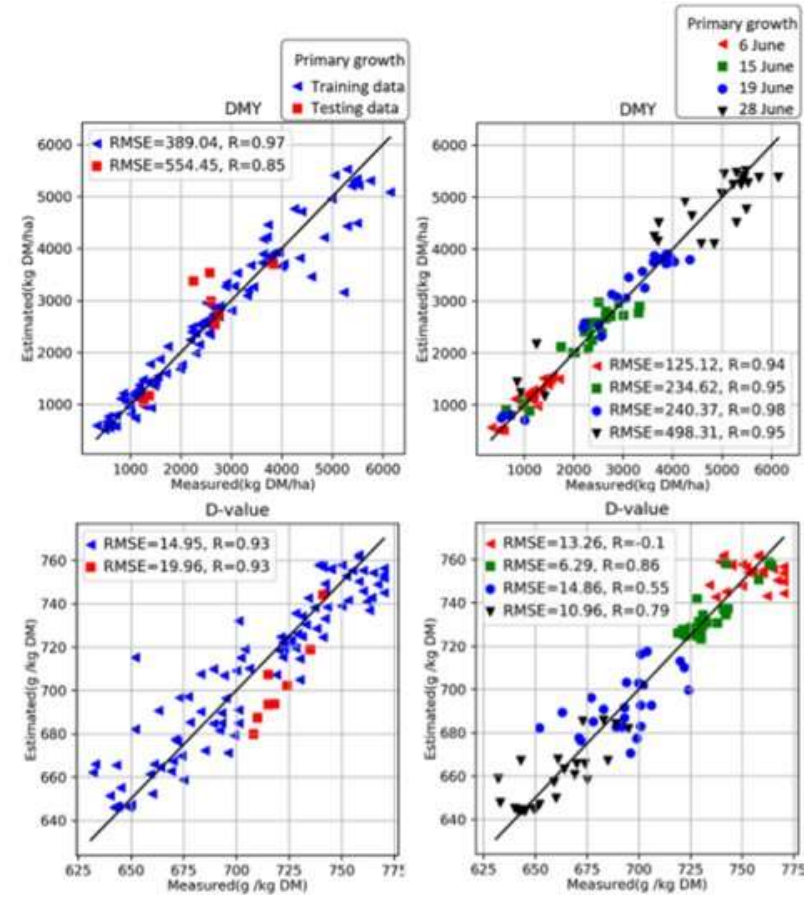
# Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi: Nurmikasvustojen sadon määrä ja laatu

Kysy ja kommentoi!  
menti.com

Kun malli perustuu samaan aineistoon kuin tulkittava kasvusto, ja kasvusto on homogeeninen niin tulokset ovat olleet hyviä sekä määrälle että laadulle. Mallien siirrettävyys uusiin kasvustoihin on toistaiseksi antanut varsin heikkoja tuloksia.

Haasteena/mahdollisuutena on nopea muutos sadon määrässä ja laadussa kevätkasvussa.

Erytisesti laatuparametrien estimoinnissa tarkka spektridata (hyperspektri) eduksi



# Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi: Lannoituksen tasaisuuden ja tarpeen arviointi

- Yhtenä sovelluskohteena voisi olla mm. (maatila)kokeissa eri käsittelyjen erojen todentaminen, kun vain osasta ruuduista otettaisiin verrannenäytteet.
- Perinteiset mittaustavat ovat työläitä.



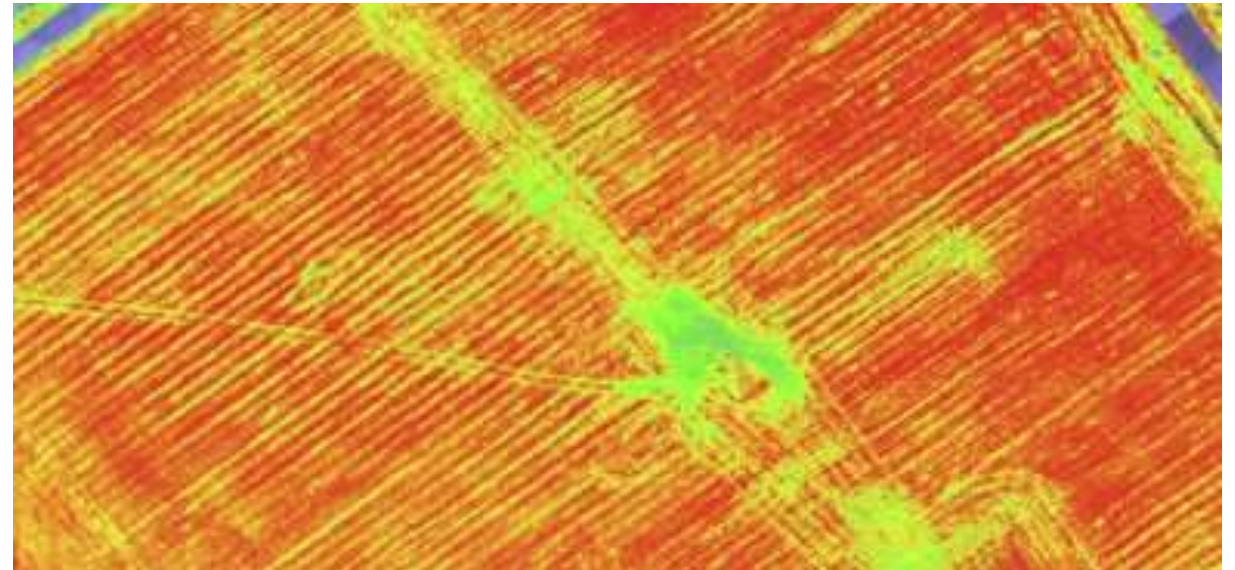
Maatilakoneilla tehdyt kaistat (500 m x18 m), joista otettu näyteniittoja.



Eri lannoitustasoja vehnäkoeruuduilla

# Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi: Kevättiheyksien ja täydennyskylvön tarpeen arviointi

- Nurmikasvustoissa riittävän tarkka NDVI-kartta voi sellaisenaankin auttaa talvituhojen ja täydennyskylvötarpeen arvioinnissa.
- Kartoitukseen pohjautuvia täsmätäydennyskylvöratkaisuja ei vielä ole testattu (Suomessa)?
- Myös edulliset RGB-ratkaisut monessa tilanteessa mahdollisesti riittäviä, jos kasvustotuhot laikkumaisia esim. jääpoltteen seurauksena.

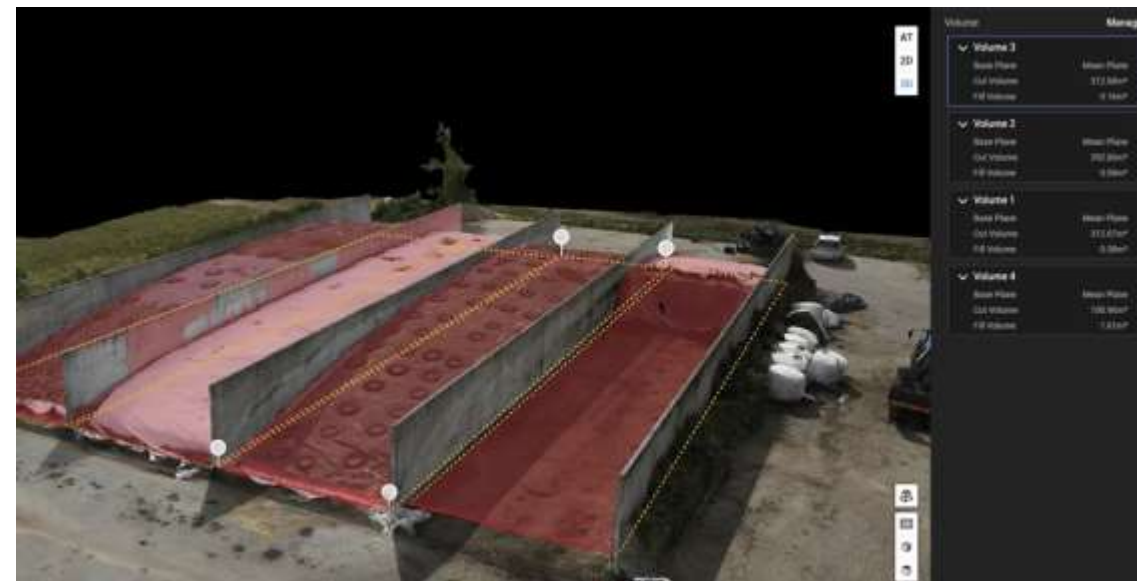


## Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi: Rehusiilojen tilavuusmääritykset ym.

Fotogrammetriset mallit monessa tilanteessa riittävällä tarkkuudella ja löydettävissä myös kaupallisista sovelluksista sekä toteutettavissa edullisillakin RGB-ratkaisuilla.

Mahdollistaa rehusiilon painuman arvioinnin sekä mahdollisten rehutappioiden mittaamisen (jos tiheys tiedossa).

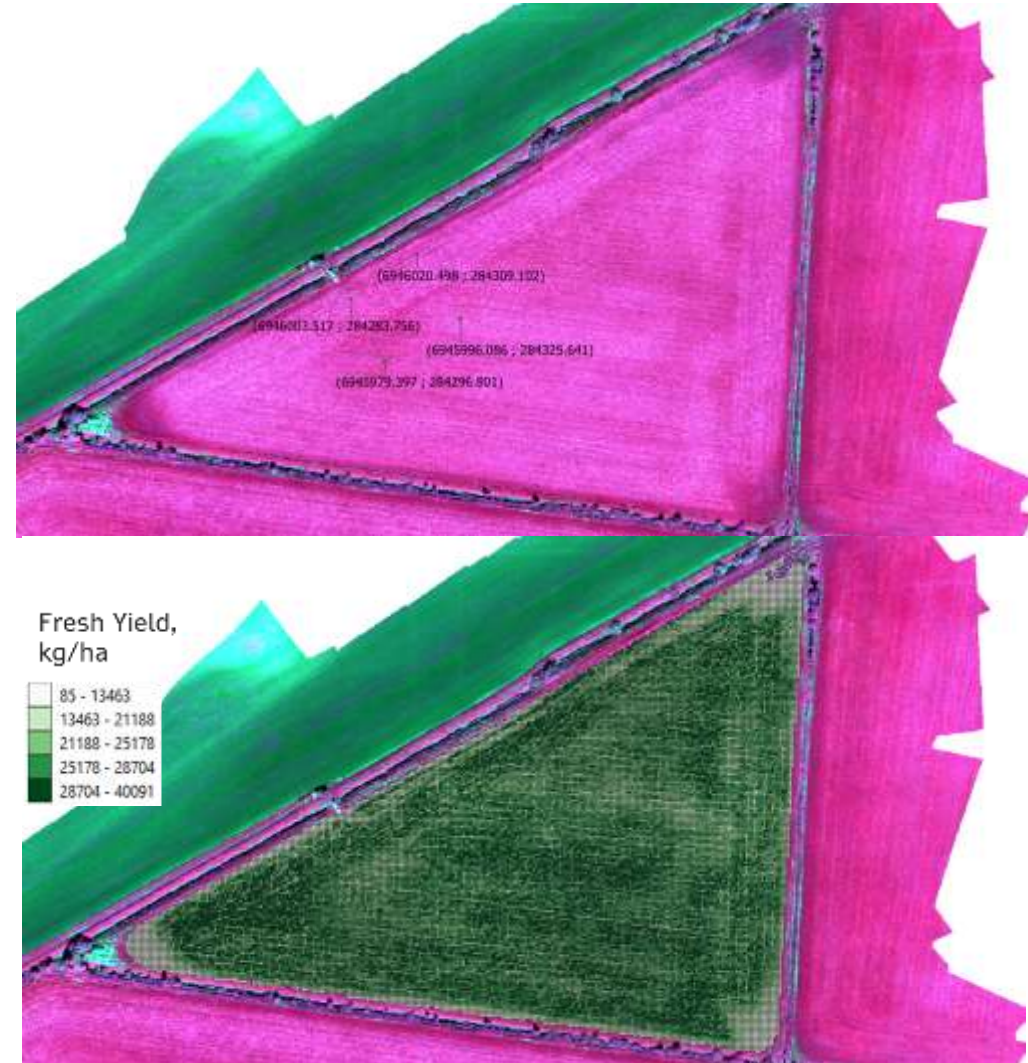
Voisiko tilavuusmittaukset olla muissakin tilanteissa hyödyksi?



# Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi: Dronet referenssiaineiston tuottajina satelliiteille

Dronekartoituksilla mahdollista tuottaa tarkkaa referenssimateriaalia satelliittisovelluksia ajatellen. Aineistot voisivat olla osa palveluntuotantoketjua

Esimerkkinä neljän nurminäytteen avulla tehty biomassakartta koko lohkon alueelle



# Keskustelu: Indeksikartoitukset ja aineiston prosessointi

Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

## Teemat:

- Peltoviljelykasvien sadon määrä ja laatu
- Nurmikasvustojen sadon määrä ja laatu
- Kevättiheyksien ja täydennyskylvön tarpeen arviointi
- Rehusiilojen tilavuusmääritykset ym.
- Dronet referenssiaineiston tuottajina satelliiteille

Miten palveluiden  
tuottaminen voitaisiin  
aloittaa?

Estääkö jokin asia  
käyttämästä menetelmiä tai  
palveluita?

Kuka palveluita  
tuottaisi/käyttäisi?

Mikä on menetelmien  
valmiusaste?

Millä menetelmistä on  
suurin kaupallinen arvo?

Olisiko muilta toimialoilta  
tuotavissa maatalouteen  
toimivia käytäntöjä?

...



# Kuva-aineistojen kerääminen ja havainnointi: Laidunten arviointi

- Kulkureittien suunnittelu
- Lannan jakautuminen ja lannoitustarpeet
- Aitausten kunnon seuranta
- Syönnin seuranta
  - Jos kasvuston korkeuden seurannan kautta, niin tarvitaan prosessointi 3d-malleiksi ja/tai indeksikartoiksi
- Eläinten tarkkailu

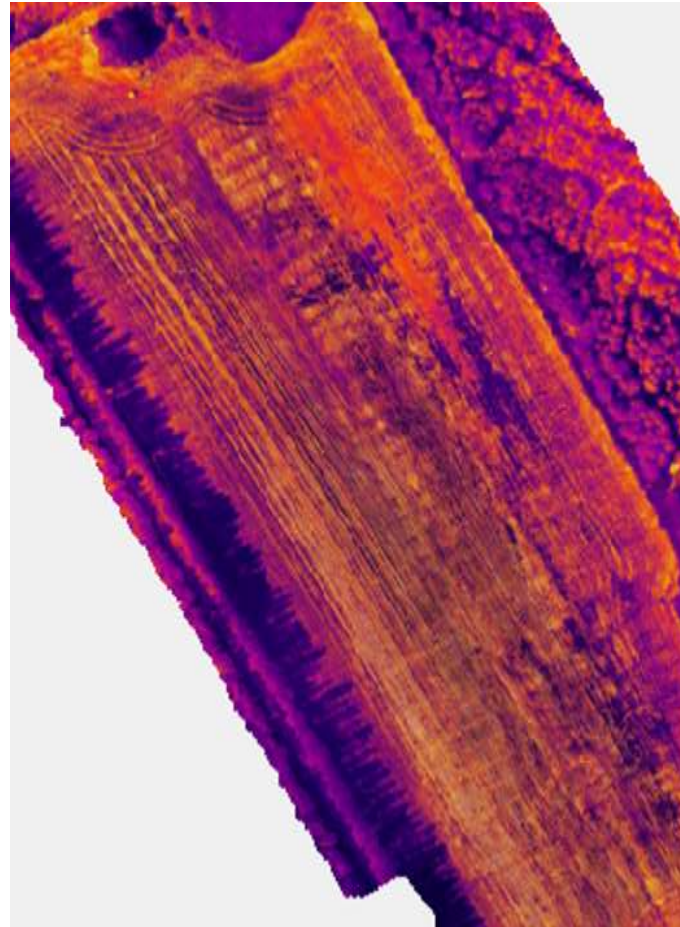


# Kuva-aineistojen kerääminen ja havainnointi: Ojituksen toimivuuden tarkastelu

Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

Ojituksen toimivuutta voidaan tarkastella havainnoimalla pellon kosteutta. **RGB**-kuvilla kosteus näkyy usein tummempana verrattuna kuivempaan, varsinkin paljaalla maanpinnalla ja lyhyessä kasvustossa.

**Lämpökuvat** kertovat potentiaalisesti maanpinnan kosteudesta, sillä kosteammat alueet lämpenevät kuivia alueita hitaammin.



Lämpökamera

RGB

# Kuva-aineistojen kerääminen ja havainnointi: Peltolohkojen dokumentointi

Joskus yksinkertainen visuaalinen dokumentointikin voi olla tarpeen...

- Vedenviipymät
- Kasvustotuhopaikat
- Koneiden työjälki
- Maatilakokeet (esim. lannoituskaistat)
  
- Dokumentointi valvonnan tarpeisiin?
  - Esim. suojavyöhykkeiden toteutuminen, kasvipeitteisyys...



# Keskustelu

## Kuva-aineistojen kerääminen ja havainnointi

### Teemat:

- Ojituksen toimivuuden tarkastelu
- Laidunten kunnon arviointi
- Peltolohkojen dokumentointi

*Missä potentiaalia palveluiden kaupallistamiseen? Sovellukset aineiston hallintaan ja välittämiseen?*



Kenen kannattaa tehdä laitepanostuksia?

Rehunkorjoo-urakoitsijan, erillisen droneurakoitsijan vai maatalousyrittäjän itsensä? Vai jonkun muun?

Miten palveluiden tuottaminen voitaisiin aloittaa?

Estääkö jokin asia käyttämästä menetelmiä tai palveluita?

Kuka palveluita tuottaisi/käyttäisi?

Mikä on menetelmien valmiusaste?

Millä menetelmistä on suurin kaupallinen arvo?

Olisiko muilta toimialoilta tuotavissa maatalouteen toimivia käytäntöjä?

...

# Kehittyvä teknologia: BVLOS, autonominen lentäminen, kehittyneet spektrisensorit

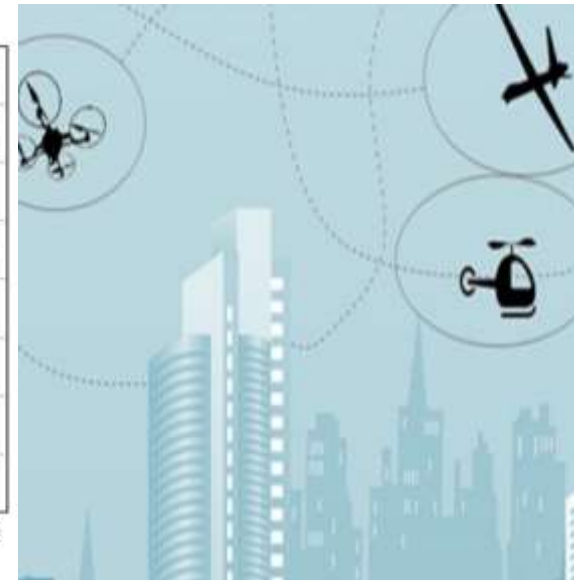
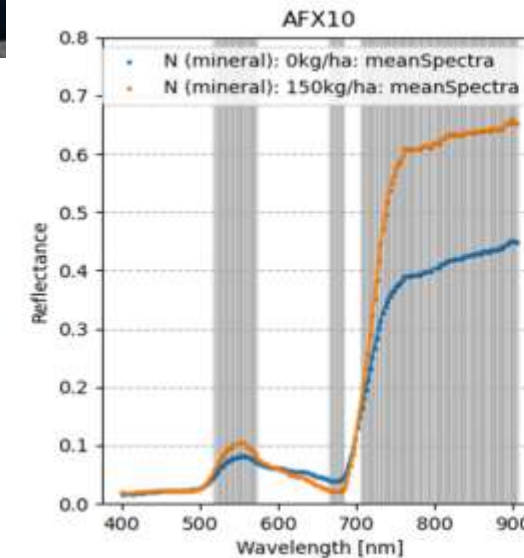
Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

Autonomiset droonit tulevat

- EU:n uudet U-space –säädökset sovellettaviksi 26.1.2023
- Droonien tehokkuuden, kapasiteetin, älykkyyden, turvallisuuden ja palvelutoiminnan kehittyminen
- Miehitämättömän ja miehitetyn lentämisen yhdistäminen
- BVLOS - Näkökentän ulkopuolella tapahtuva lentäminen
- Parvet
- Lentäminen metsän sisällä

Sensortechnologia kehittyä

- Spektrisensorit entistä kehittyneempiä ja helppokäyttöisempiä



# Keskustelu: Kehittyvä teknologia

## Teemat:

- BVLOS
- autonominen lentäminen
- kehittyneet spektrisensorit

Muita lupaavia kehitteillä olevia mittauslaitteistoja?

Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

Miten palveluiden  
tuottaminen voitaisiin  
aloittaa?

Estääkö jokin asia  
käyttämästä menetelmiä tai  
palveluita?

Kuka palveluita  
tuottaisi/käyttäisi?

Mikä on menetelmien  
valmiusaste?

Millä menetelmistä on  
suurin kaupallinen arvo?

Olisiko muilta toimialoilta  
tuotavissa maatalouteen  
toimivia käytäntöjä?

...

# Dronet työkoneina: täydennyskylvö ym.

Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

## DJI AGRAS T16

**mitat:** 2,5 x 2,2 m

**paino:** 18.5 kg (ilman akkuja), max lentopaino 42 kg

**lentoaika:** 10-18min

**lentonopeus:** 7/10 m/s (max. tuuli 8 m/s)

**hyötykuorma:** 16 litran tankki + rae-/siemenlevitin



## Testejä Lukella

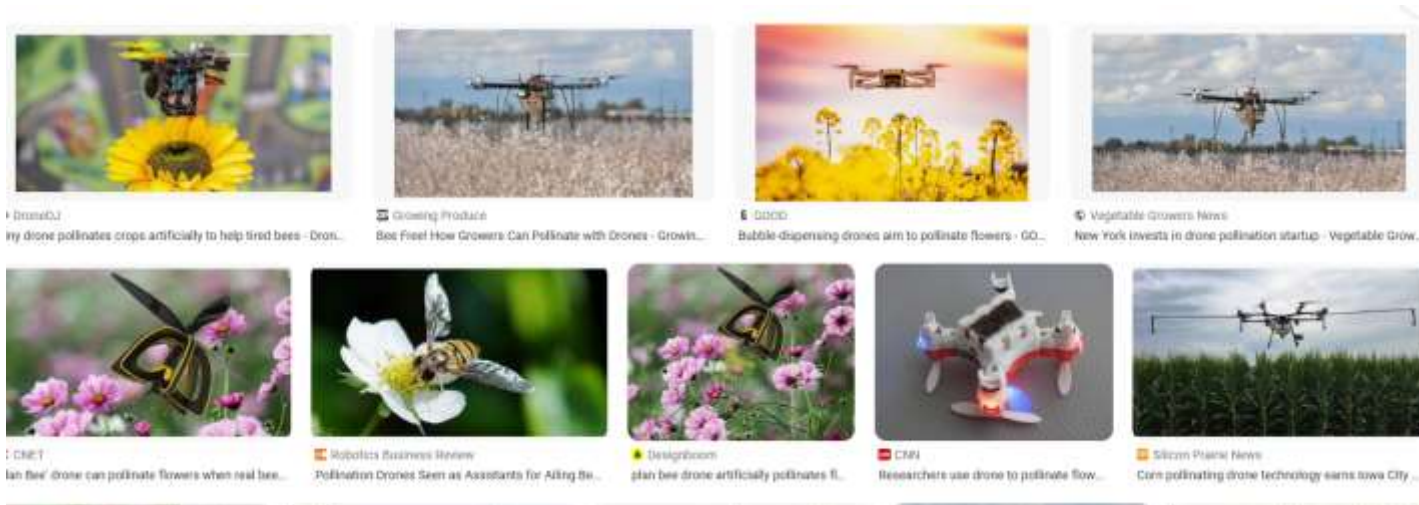
2 peltolohkoa

Täydennyskylvö persianapilalla

Kylvömäärän tarkempi kontrollointi vaatii testailua, mutta on mahdollista ensin luoda täsmälevityskartta esim. P4MS:llä ja viedä se Agras T16 käyttöön.

# Dronet työkoneina: kasvinsuojelu, pölytys, yms.

Kysy ja kommentoi!  
**menti.com**





## **Dronet työkoneina: lannoitus**

Kun lannoitettava määrä on vähäinen - hivenravinteet? Tai tarkasti kohdistuva tiettyihin paikkoihin.

Rakeinen ja nestelannoitus?

Suomessa metsälannoitusta jo saatavilla dronesta käsin tehtynä

# Keskustelu: Dronet työkoneina

## Teemat:

- Kylvö, täydennyskylvö
- Kasvinsuojelu, pölytys yms.
- Lannoitus

Muita lupaavia sovelluskohteita?

Kysy ja kommentoi!  
[menti.com](https://www.menti.com)

Miten palveluiden  
tuottaminen voitaisiin  
aloittaa?

Estääkö jokin asia  
käyttämästä menetelmiä tai  
palveluita?

Kuka palveluita  
tuottaisi/käyttäisi?

Mikä on menetelmien  
valmiusaste?

Millä menetelmistä on  
suurin kaupallinen arvo?

Olisiko muilta toimialoilta  
tuotavissa maatalouteen  
toimivia käytäntöjä?

...

		TRL	Quality	Eco. via
Nutrient map	Free satellite	9	4	7
	Accurate satellite	7	5	6
	3D	4	4	3
	Close range sampl	# 4	9	6
	RGB	7	5	7
	Multispectral	7	6	6
	Sensor integration	6	8	6
	Hyperspectral	5	8	5
Anomaly map	Free satellite	9	6	8
	Accurate satellite	9	7	7
	3D	6	7	6
	Close range sampl	5	5	2
	RGB	9	6	7
	Multispectral	9	8	4
	Sensor integration	6	8	3
	Hyperspectral	7	9	3
Weed map	Free satellite	7	3	6
	Accurate satellite	7	3	5
	3D	6	7	6
	Close range sampl	6	5	6
	RGB	8	5	5
	Multispectral	6	7	5
	Sensor integration	# 6	9	6
	Hyperspectral	5	8	5
Disease map	Free satellite	5	2	4
	Accurate satellite	5	3	2
	3D	2	1	1
	Close range sampl	5	8	5
	RGB	7	5	4
	Multispectral	5	6	3
	Sensor integration	4	8	2
	Hyperspectral	4	7	2

Mixture map	Free satellite	5	4	6
	Accurate satellite	5	4	4
	3D	4	3	4
	Close range sampl	# 4	8	7
	RGB	6	7	7
	Sensor integration	5	8	5
	Multispectral	5	6	5
	Hyperspectral	6	8	3
Quality map	Free satellite	7	6	6
	Accurate satellite	7	6	4
	3D	6	4	4
	Close range sampl	7	8	5
	RGB	7	4	4
	Multispectral	7	7	6
	Sensor integration	6	8	5
	Hyperspectral	7	8	4
Quantity map	Free satellite	6	6	6
	Accurate satellite	6	7	5
	3D	# 6	8	7
	Close range sampl	5	8	4
	RGB	8	6	5
	Multispectral	7	7	5
	Sensor integration	# 6	9	6
	Hyperspectral	6	8	4
Stack volume	Free satellite	3	1	2
	Accurate satellite	3	2	2
	3D	# 7	9	7
	Close range sampl	3	4	1
	RGB	3	3	3
	Multispectral	3	3	2
	Sensor integration	5	9	3
	Hyperspectral	3	2	1

Quantity change	Free satellite	7	6	6
	Accurate satellite	7	7	5
	3D	4	9	5
	Close range sampl	3	8	6
	RGB	9	5	5
	Multispectral	7	7	4
	Sensor integration	5	8	2
	Hyperspectral	6	8	3
Quality change	Free satellite	7	6	5
	Accurate satellite	7	7	5
	3D	3	2	2
	Close range sampl	7	8	6
	RGB	5	5	4
	Multispectral	7	7	5
	Sensor integration	5	8	5
	Hyperspectral	6	8	5
Relative index between fields	Free satellite	# 9	8	7
	Accurate satellite	9	9	4
	3D	5	7	4
	Close range sampl	5	8	6
	RGB	7	7	5
	Multispectral	5	8	3
	Sensor integration	5	8	1
	Hyperspectral	5	8	2
Other crop model updates	Free satellite	# 8	8	9
	Accurate satellite	7	8	6
	3D	7	8	3
	Close range sampl	3	3	2
	RGB	7	7	5
	Multispectral	5	6	3
	Sensor integration	5	6	2
	Hyperspectral	5	6	2

# Jatkoaskeleet

Yhteydenottoja toivotaan kaikilta, joita kiinnostaisi viedä asiaa eteenpäin!

Kasvukaudella 2023 mahdollista tehdä yhteistyötä mm. seuraavien tutkimushankkeidemme puitteissa:

**FlexiGrobots:** Jere Kaivosoja ([jere.kaivosoja@luke.fi](mailto:jere.kaivosoja@luke.fi))

**RehuDrooni:** Panu Korhonen ([panu.korhonen@luke.fi](mailto:panu.korhonen@luke.fi))

**DrooniLuuppina:** Oiva Niemeläinen ([oiva.niemelainen@luke.fi](mailto:oiva.niemelainen@luke.fi))

...

**Liity yhteisöihin!**



**Pyhtää LIFT**  
Future  
Aerospace  
Center

# Löydä meidät verkosta

➤ [luke.fi](https://luke.fi)

Tilaa uutiskirjeemme ja pysy jyvällä!  
[luke.fi/uutiskirje](https://luke.fi/uutiskirje)



Luonnonvarakeskus (Luke)  
Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki



# Kiitos!