Ajankohtaisia teemoja dronehankkeissa

Maatila ilmasta käsin -webinaari (Maatila 2030)
30.11.2021

Panu Korhonen (Luke)
& hankekumppanit Lukessa ja Paikkatietokeskuksessa

Sisältö

1. Dronevaihtoehdot ja käyttökohteet
2. Kamerat, sensorit ja muut hyötykuormat
3. Havaintojen kääntäminen viljelyä tai tutkimusta hyödyttäväksi tiedoksi
4. Käynnissä olevia tutkimushankkeita

Dronetyypit - multikopteri

Kuva: Panu Korhonen/Luke

+ Helposti ja tarkasti hallittavissa (kamerakontrolli erinomainen)
+ Hyvä saatavuus
+ Hinta
+ Joustavuus ja skaalautuvuus (2-xx roottorisia)
+ Mahdollisuus vaihtaa ja lisätä hyötykuormia helpo(hko)sti

- Lentoaika akuilla rajoittunut usein noin 20-50 minuuttiin

Dronetyypit – hybridimultikopteri

+ Suuremmat hyötykuormat
+ Pidempi lentoaika (jopa 10+ tuntia)
+ Tankkaaminen nopeaa

- Hinta
- Myyntimäärät pieniä, joten kehityksessä ei yhtä suuria resursseja
- Monimutkaisempaa ja vika-alttiimpaa tekniikkaa

Kuva: quaternium.com (Quaternium Hybrix 2.1)

Dronetyypit - kiinteäsiipiset

Kuva: sensefly.com (eBee Geo)

+ Lentoaika jopa useita tunteja
+ Sopii laajojen alueiden kartoitukseen
+ Lentonopeus

- Lentoonlähtö ja laskeutuminen hankalampaa sekä vaatii usein tilaa
- Lentotarkkuus/kontrollointi ei multikoptereiden tasolla (sääherkkyys)
- Ei mahdollisuutta leijua
- Hyötykuorman vaihtaminen hankalampaa
- Usein hinta
- Saattaa herättää petolintujen saalistusvietin

Dronetyypit - kiinteäsiipiset VTOL (vertical take-off and landing)

+ Ei tarvitse tilaa lentoonlähtöön ja laskeutumiseen
+ Lentoaika
+ Yhdistää molempien hyviä puolia

- Voivat myös olla huonoja kompromisseja multikopterien ja kiinteäsiipisten väliltä
- Hyötykuormien vaihto multikoptereita hankalampaa
- Hinta ja saatavuus (harvinaisempia)

Kuva: draganfly.com (DraganFly Quantix Mapper)

Mitä droneilla voidaan tehdä maatiloilla?

- **Kasvustojen tarkkailu**
  - kasvuasteen kehitys, sadon määrä ja laatu, kasvi-/kasvustotiheys, typenotto, lajitunnistus, kasvuston korkeusvaihtelu, kuivuus- ja märkyysstressin arviointi
- **Kasviterveyden tarkkailu**
  - tuholais- ja tautipaineiden arviointi
- **Peltomaan ja pellon ominaisuuksien tarkkailu**:
  - 3d-kartat (topografiakartat), pellon kosteuden ja salaojien kunnon tarkkailu, tiivistymisriskien kartoitus, ravinnetilojen ja muiden peltomaan ominaisuuksien arviointi (esim lajitekoostumus)
- Ruiskutukset, kylvöt, vesinäytteenotot ja muut hyötykuormien kantamiset
- Eläinten tarkkailu, tilavuusmittaukset (esim. laakasiilot), erilaiset tarkastukset, paikkatiedon tuottaminen työkoneille

… vain mielikuvitus rajana

Dronetieto vs. satelliittitieto

+ Spatiaalinen resoluutio (kuvatarkkuus)
+ Kuvausten oikea-aikaisuus (esim. juuri ennen sadonkorjuuta)
+ Hyötykuormien vapaa valinta
- Voi olla kallista (ei aina)
- Lentäminen ja aineistojen käsittely vaatii aikaa ja osaamista (helpottuu kokoajan)

+ Alueellinen kattavuus
+ Tarjolla ilmaisia aineistoja n. 1-2 kertaa viikossa (esim. Sentinel)
+ Runsaasti erilaisia kaupallisia ja ilmaisia palveluja markkinoilla/kehitteillä
- Resoluutio droneaineistoja heikompi
- Pilvet estävät tiedon tuottamista
- Suppeampi sensori-/kameravalikoima

[1] Kuva: dji.com (zenmuse p1)
[2] Kuva: micasense.com (altum-pt)
[3] Kuva: specim.fi (afx17)

Kamerat ja sensorit

Valokuvakamerat

1

Näkyvä valo (380–750 nm)

Käyttökohteita:
Yleiskartat
Kohteiden tunnistus
3d-mallit (korkeuskartat)

Multispektrikamerat

2

Näkyvä valo + muutamia kapeita aallonpituuskaistoja mielenkiintoisilta alueilta
(~450-850nm)

Käyttökohteita:
Kasvillisuusindeksit

Hyperspektrikamerat

3

Tallentaa satoja aallonpituuskaistoja (esim. Specim AFX10 400-1000nm ja AFX17 900-1700nm)

Käyttökohteita:
Lajitunnistus, kosteus – ja ravinnetilamääritykset, sadon määrä ja laatu, kasvinterveyden seuranta...

Monet sovelluskohteet vielä kartoittamatta

Lisää kameroita ja sensoreita

[1] Kuva: DJI (Zenmuse H20 series)
[2] Kuva: fotonordic.fi (DJI Zenmuse L1)
[3] Kuva: the.medusa.institute (MS-1000)
[4] Kuva: pergam-suisse.ch (Falcon)
[5] Kuva: UGCS (Cobra GPR)
[6] Kuva: TerraRadTech (POLRA (drone))

Lämpökamerat

1

LIDAR

2

Gammaspektrometrit

3

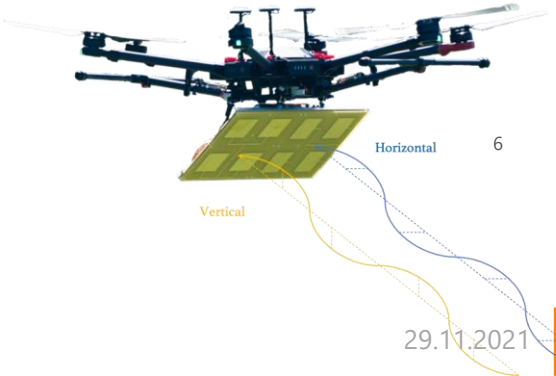
Kaasusensorit (esim. metaani)

4

Maatutkat (GPR)

5

Radiometrit



6

Muita hyötykuormia

[1] Kuva: fotonordic.fi (DJI Agras T30)
[2] Kuva: kuopiowatercluster.fi (Drosens water sampler)
[3] Kuva: fotonordic.fi (DJI T30 spreading system)
4 Kuva: gremsy.com (Gremsy T7)
5 Kuva: damperzen.com (Type A)

Kasvinsuojeluruiskut

1

Vesinäytteenottimet

2

Levittimet

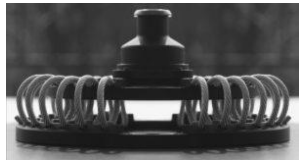
(esim. lannoitteille tai siemenille)

3

Erilaiset kiinnitysratkaisut

(gimbalit, tärinänvaimentimet ym.)

4



5

Esimerkkejä tutkimushankkeissamme käytössä olevista setupeista

Kuvat: Panu Korhonen/Luke

DJI Matrice 600 Pro

mitat: 1,7 x 1,5 m

paino: 10 kg (akuilla), max lentopaino 15,5 kg

lentoaika: 12-38min

lentonopeus: 18 m/s (max. tuuli 8 m/s)

hyötykuorma: Specim AFX10 tai AFX17 hyperspektrikamera, Gremzy T7 gimbal

DJI Matrice 300 RTK

mitat: 0,81 x 0,67 m

paino: 6.3 kg (akuilla), max lentopaino 9 kg

lentoaika: n. 30-55 min

lentonopeus: 23 m/s (max. tuuli 15 m/s)

hyötykuorma: DJI Zenmuse P1 (valokuva) tai L1 (LIDAR) tai H20t (lämpökamera) + MicaSense Altum multispektrikamera

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: Kasvinsuojeluruisku 16 litran tankilla (työleveys 4-6,5 m) tai rae-/siemenlevitin. Ruiskulla työnopeus max 10 ha tunnissa.

Havaintojen kääntäminen viljelyä tai tutkimusta hyödyttäväksi tiedoksi

Mitä ohjelmistoja tarjolla?

FluroSense

MEASURE

DroneDeploy

PIX4D

GlobalMapper
GIS – ONLY BETTER.

Metashape

DJI TERRA

MAPPER UgCS

ICAROS
Remote Sensing Solutions

SKYCATCH

PRECISIONANALYTICS
AGRICULTURE

solvi

RAPTOR MAPS

propeller

OpenDroneMap

Bentley

Picterra

Aerobotics

+ kymmeniä muita

Miten valita sopiva ohjelmisto

Viljelypuolella halutaan usein tuottaa esimerkiksi:

- kasvillisuusindeksikarttoja (kasvuston tiheys, sadon määrä ja laatu, kasvuaste jne.)
- kasvuston korkeusvaihtelukarttoja
- 3d-malleja (valokuvista; esim. laakasiilojen tilavuusmittaukset)
- täsmäviljelykarttoja (mm. lannoitus-, ruiskutus-, täydennyskylvö- ja kastelutarvekartat)
- kohdetunnistusta (esim. rikkakasvien paikannusta tai kasvien lkm laskemista)
- … joten ohjelmistojen pystyttävä tuottamaan sitä mitä halutaan

Huomioitavaa

- Prosessin sujuvuus alusta loppuun
  - Osa ohjelmistoista pystyy lennon suunniteluun, lennon hallintaan sekä kuvien tallennukseen ja jatkoprosessointiin
  - Kuvien parsiminen kartoiksi (ortomosaiikeiksi) on usein raskasta, joten pohdittava tekeekö sovellus prosessin pilvessä vai omalla koneella
- Pystyykö sovellus käsittelemään tuottamasi aineiston toivomaasi muotoon (esim. multispektriaineistojen käsittely ei onnistu kaikissa karttoja tekevissä ohjelmistoissa). Joskus ratkaisu voi löytyä myös muista kuin maatalouspuolelle suunnatuista ohjelmistoista (esim. 3d-mallit).
- Tietosuoja (täyttyykö mm. GDPR-vaatimukset)

Esimerkki peltolohkon kartoitusprosessista (1/5)
(DJI P4 Multispectral, DJI GS Pro ja DJI Terra)

1) Varmista tietojesi ajantasaisuus tarvittavista luvista ja rekisteröitymisistä: Droneinfo.fi

droneinfo.fi/fi/eun-dronesaannot

EU:n droneasetus pähkinänkuoressa

Avoin-kategoriassa toiminta tapahtuu aina näköyhteydessä, alle 120 metrin korkeudella, alle 25 kg:n dronella. Dronen käyttäjän on pääsääntöisesti rekisteröidyttävä ja kauko-ohjaajan suoritettava pääsääntöisesti vähintään verkkotentti.

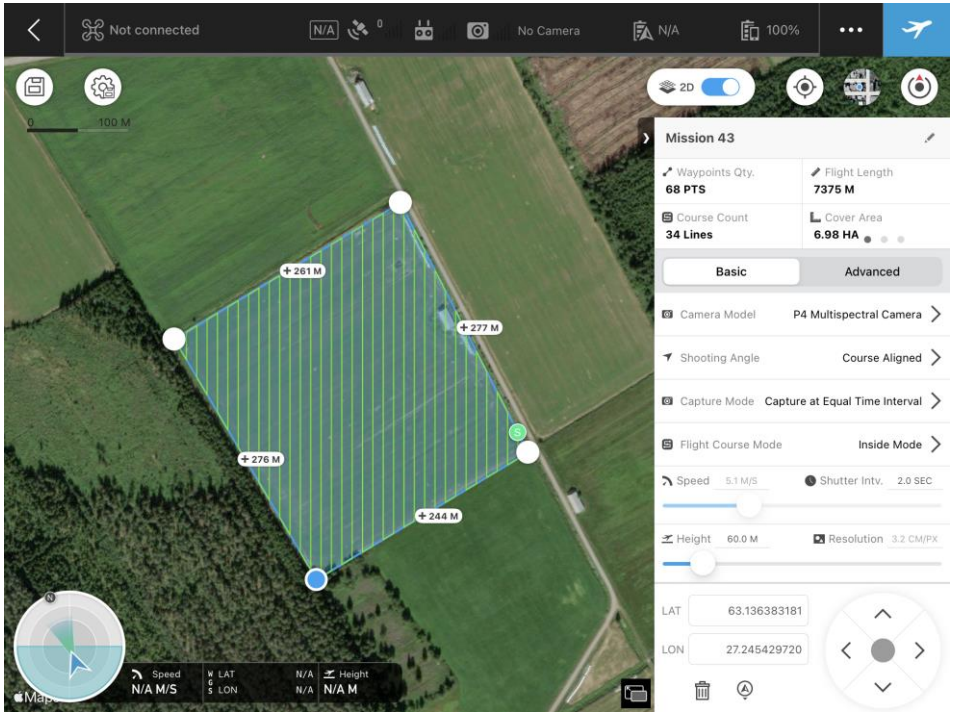
Alakategoriassa A1 sallitaan yksittäisten ihmisten päällä lentäminen kevyillä laitteilla. Kategoriassa A2 sallitaan hieman raskaampien dronejen käyttö, mutta toiminnan on tapahduttava sivussa ihmisistä. Kategoriassa A3 toiminta tapahtuu aina kaukana asutuksesta ja ihmisistä. Tällöin toiminta on mahdollista myös raskaammilla droneilla. Tarkemmat dronejen vaatimukset on esitetty alla olevassa taulukossa:

Kategoria	Avoin A1	Avoin A2	Avoin A3
CE-merkinnät	C0 ja C1	C2	C2, C3 ja C4
Maksimipaino	900 grammaa	4 kg	25 kg
Rajoitukset	Lentäminen sallittu yksittäisten ihmisten yli, mutta ei ihmisjoukkojen päällä UAS-ilmatilavyöhykkeet tulee huomioida	Lentäminen sallittu turvallisella etäisyydellä ihmisistä UAS-ilmatilavyöhykkeet tulee huomioida	Lentäminen sallittu kaukana ihmisistä ja asutuksesta UAS-ilmatilavyöhykkeet tulee huomioida
Koulutusvaatimus	Yli 250 gramman laitteen kauko-ohjaajan tulee olla suorittanut verkkotentti	Verkkotentti ja valvottu lisäteoriakoe	Verkkotentti

Jos toiminta ei ole mahdollista avoimen kategorian säännöillä, tulee se toteuttaa erityinen- tai sertifioitu-kategorioissa.

Esimerkki peltolohkon kartoitusprosessista (2/5)
(DJI P4 Multispectral, DJI GS Pro ja DJI Terra)

DJI GS Pro



2) Lentosuunnitelma

- rajaa kuvattava alue kartalle
- lentokorkeus (halutun tarkkuuden mukaan)
- lentonopeus
- muut lentoparametrit (esim. RTH-korkeus ja lähtöpisteen tallennus)
- kamera-asetukset (kuvaustiheys, kuvien päällekkäisyys)

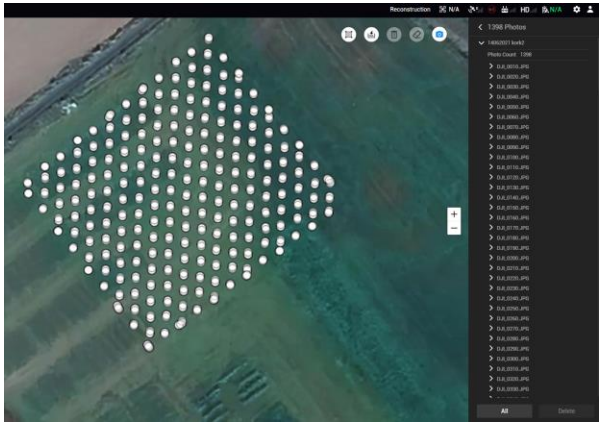
Esimerkki peltolohkon kartoitusprosessista (3/5)
(DJI P4 Multispectral, DJI GS Pro ja DJI Terra)

3) Lento

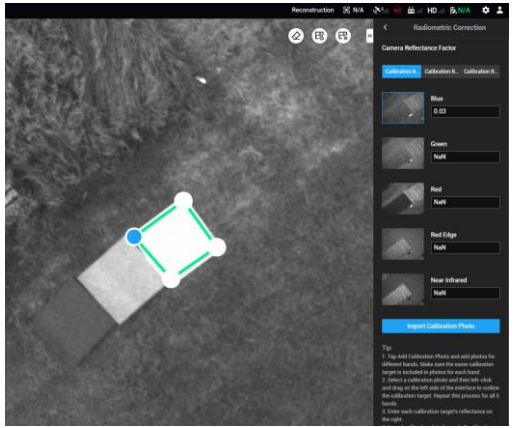
- Tee tarvittavat valmistelut pellolla (esim. maatukipisteiden merkitseminen ja reflektanssipaneelien laittaminen, RTK-tukiaseman asentaminen)
- Varmista, ettei lennolle ole esteitä (esim. ilmatilarajoitukset)
- Tee tarvittavat kalibroinnit jos tarvetta (IMU, kompassi)
- Drone lentää suunnittelemasi reitin autonomisesti, joten vastuullesi jää tarkkailla, että kaikki sujuu suunnitellusti
- Pura kuvat dronen sd-kortilta haluamaasi sovellukseen

Esimerkki peltolohkon kartoitusprosessista (4/5)
(DJI P4 Multispectral, DJI GS Pro ja DJI Terra)

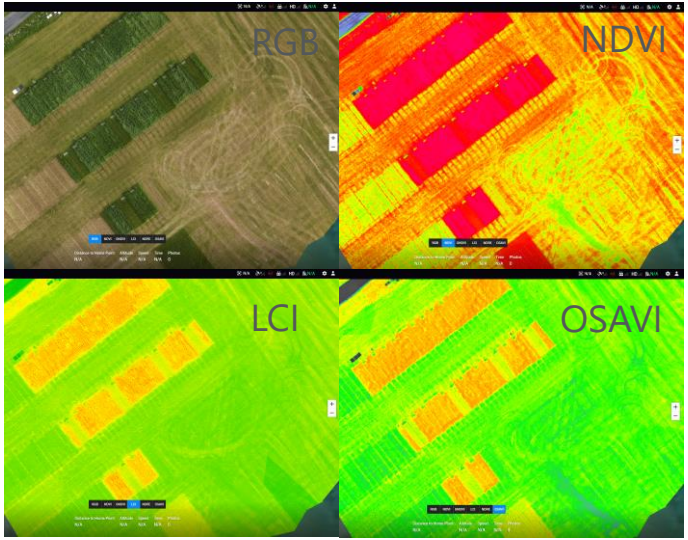
4) Karttojen luonti (esim. DJI Terra)



1) Kuvien tuonti ohjelmistoon (usein tuhansia, ~20+Gt)



2) Prosessoinnin esitietojen syöttäminen (radiometric corrections, tarvittavat sijaintikorjaukset ja aluerajaukset)



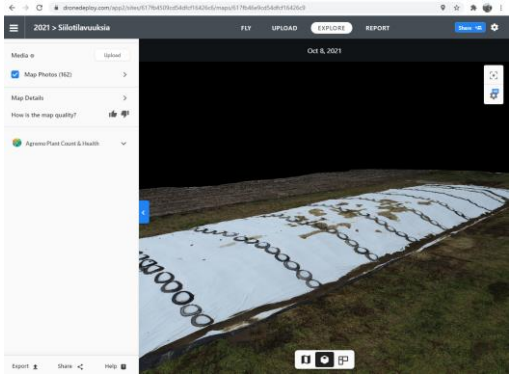
3) Kuvien parsiminen (indeksi)kartoiksi (tässä tapauksessa tietokoneella, joten voi kestää).

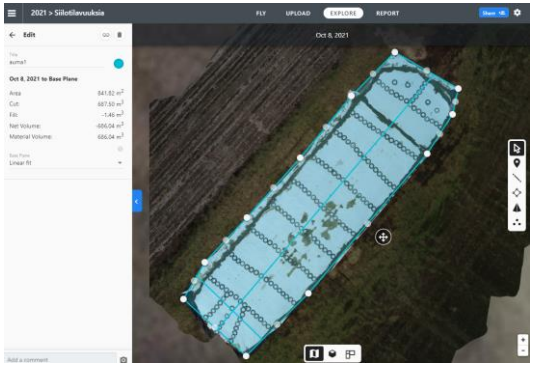
Esimerkki peltolohkon kartoitusprosessista (5/5)
(DJI P4 Multispectral, DJI GS Pro ja DJI Terra)

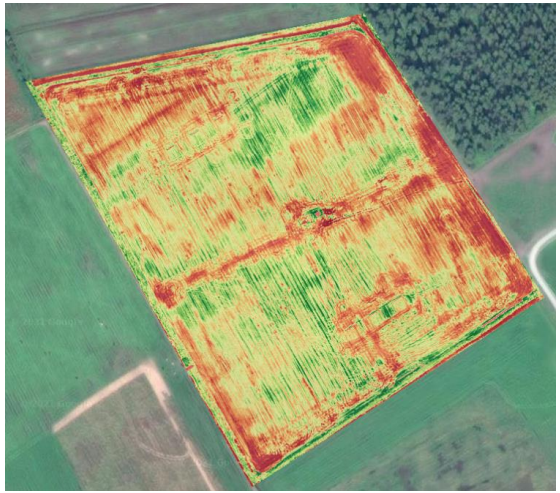
5) Tiedon vienti hyötykäyttöön

Esim. täydennyskylvö-, kasvinsuojelu- tai lannoitustarvekartta täsmäviljelysovelluksiin

- Tieto on tässä vaiheessa usein vielä suhteellista. Tulevaisuudessa pyritään enenevässä määrin absoluuttisiin arvoihin (esim. kg ka/ha) koneoppimismenetelmiä hyödyntämällä.







Yllä esimerkki auman tilavuusmittauksesta, joka tuottaa absoluuttista mittaustietoa.

Droneteemaisia tutkimushankkeita

Luken ja Paikkatietokeskuksen maatalouteen liittyviä dronetoimintaa kehittäviä hankkeita:
RehuDrooni (2021-2022)
CyberGrass I (2021-2022)
DrooniLuuppina (2021-2022)
Flexigrobots (2021-2023)
NC-Grass (2021-2023)
Peltopiste (2020-2023)
Opal Life (2015-2021) (painottuu enemmän satelliittiaineistoihin)
FUAVE - Finnish UAV Ecosystem (2020-2021)

Päättyneitä tutkimushankkeita:
DroneKnowledge (2016-2018)
GrassQ (2016-2019)

Suomen Akatemian rahoittama verkostoitumishanke, jonka tavoite on kehittää droonitutkimukseen TKI-ekosysteemi (tutkimus, kehitys, innovaatio)

Ekosysteemissä on tällä hetkellä >60 jäsentä. Hanke järjestää aktiivisesti erilaisia sidosryhmätapahtumia.

Hankkeessa kehitetään erityisesti TKI-toimintaa tukevia testialueita. Tällä hetkellä toiminnassa ovat Oulu-West, Oulu-East ja Helsinki-East (Pyhtää) testialueet. Kehitteillä ovat testialueet Helsinki-West, Helsinki-Jätkäsaari ja Savukoski/Itä-Lappi.

Keskeisenä tutkimustavoitteena monitieteellisellä tutkimusryhmällä on autonomisen-, "beyond line of sight"- ja parvilentämisen ja niiden sovellusten tutkimus.

Lisätietoja ja liittyminen:

www.fuave.fi

PeltoPiste

Kaukokartoitusmenetelmät peltojen laadun arviointiin ja pisteytykseen – Kohti kestävää peltoreformia

(2020-2023)

PELTOPISTE-hanke hakee keinoja tilusjärjestelyn tehostamiseen sekä objektiivisia ja tehokkaita menetelmiä peltojen arviointiin ja pisteytykseen.

Hankkeessa selvitetään

- PeltoOptimi-työkalun hyödyntämistä ja kehitystarpeita tilusrakenteen parantamisen yhteydessä, ja kehitetään
- drooneihin ja satelliitteihin perustuvia mittausmenetelmiä keskeisten peltojen tuotantokykyyn vaikuttavien parametrien määrittämiseksi (mm. pellon pinta-ala ja muoto, kuivatusolosuhteet, tiivistyminen, maalaji, tuotantokyky ja topografia)

Tavoitteena vauhdittaa taloudellisesti kannattavien ja ympäristöllisesti hyödyttävien tilusjärjestelyjen sekä vapaaehtoisten maakauppojen ja tilusvaihtojen syntymistä ja näin edistää maatalouden kannattavuutta ja kestävyyttä.

RehuDrooni

Kaukokartoitusmenetelmiä rehuntuotannon tueksi

(2021-2022)

Nurmirehun tuotannon kehittämisen merkittävänä **pullonkaulana peltojen tuottavuuden vaikea arviointi** → johtaa tuotantopanosten epäoptimaaliseen käyttöön, kun niistä saatavia vasteita ei voida todentaa.

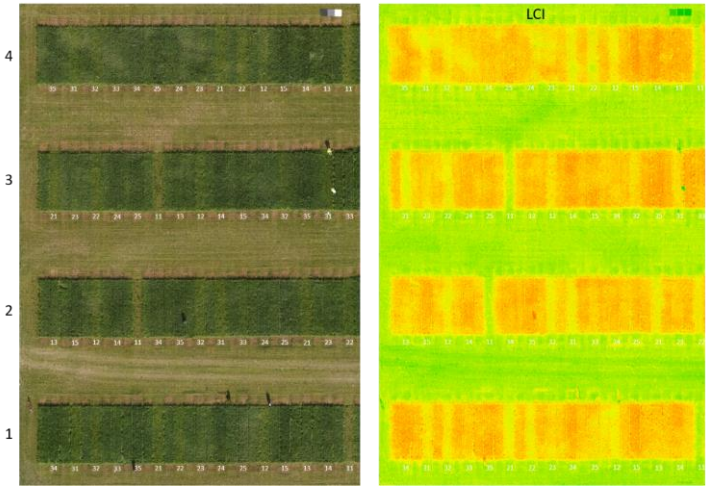
Hankkeessa:

1) kuvataan aikasarjoja nurmiruutukokeilta (mm. typpilannoituskokeita) valokuva-, multispektri- ja hyperspektrikameroilla

2) tuotetaan referenssiaineiston pohjalta uusia kuvantulkintamenetelmiä rehun laadun ja määrän arviointiin

3) testataan uusia menetelmiä laajemmassa peltomittakaavassa

Lisäksi hanke tuottaa toimintasuositukset karjatilojen dronepalveluiden tuottamiseen ja hankintaan sekä perehdyttää maatilayrityksiä, neuvojia ja muita sidosryhmiä kaukokartoitustekniikoiden hyödyntämiseen.



Kuva: Panu Korhonen/Luke

CyberGrass I

Introduction to remote sensing and artificial intelligence assisted silage production

(2021-2022)

Hankkeessa tutkitaan säilörehunurmen sadon määrän ja laadun arviointia ja ennustusta kaukokartoitus- ja mallinnusmenetelmillä.

Soveltuvia nurmiruutukokeita kuvataan ja kartoitetaan referenssiaineistoksi erityisesti Ylistaron ja Uumajan alueilla.

Demonstroidaan **rehun laadun ennustejärjestelmä**, jossa kaukokartoitusmenetelmien avulla tarkennetaan rehun laadun mallinnettua ennustetta sadonkorjuun ajankohdan optimoimiseksi

→ Onnistuessaan systeemi voitaisiin ottaa käyttöön esim. olemassa oleviin viljelysuunnitteluohjelmistoihin

NC-Grass

Dairy and beef industries in Finland: Progressing pathways to carbon-neutrality by 2035

(2021-2023)

A-Tuottajat Oy, HKScan Oyj, Yara Suomi Oy, Valio Oy, Snellmans Köttförädling Ab Snellmanin Lihanjalostus Oy

Keskeisenä tutkimuskysymyksenä voidaanko kivennäismaiden ja turvemaiden nurmituotannolla sitoa hiiltä peltomaahan ja missä määrin sitä eri olosuhteissa tapahtuu?

Drooneihin liittyvässä osiossa selvitetään miten uusia drone- ja satelliittitekniikoita pystytään hyödyntämään khk-taseiden hallinnassa ja kartoittamisessa.

Hankkeen tutkimusalustana toimii mm. Luke Kuopion Maaningan toimipaikan khk-taseseurantalohkot, joista kerätään referenssitietoa kaukokartoitukseen pohjautuvien menetelmien kehitykseen.

Kuva: Panu Korhonen/Luke

Päättyneet

DroneKnowledge (2016-2018)

Towards knowledge based export of small UAS remote sensing technology

GrassQ (2016-2019)

Development of ground based and Remote Sensing, automated ‘real-time’ grass quality measurement to enhance grassland management information platforms

Tarkemmin nurmien sadon kartoituksesta seuraavassa esityksessä…

DrooniLuuppina

Vieraat lajit droonilla esiin siemen- ja puhdaskauraviljelyksiltä

(2021-2022)

Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto: Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Vieraiden viljalajien esiintyminen puhdaskauraviljelmillä on merkittävä riski ja taloudellinen haitta viljelijälle.

Hanke kehittää droonihavainnointimenetelmiä siemenlisäyksen, ja puhdaskauran ja gluteenivapaan kauran ja ohran tuotantokustannusten alentamiseksi.

Tavoitteena:
- kehittää ja ottaa käyttöön droonipohjainen kaukokartoitusmenetelmä vieraslajien tunnistukseen
- kehittää kartoitustiedon käyttöä viljelytekniikassa mm. lannoituksessa ja kasvitautien torjunnassa.
- edesauttaa korkealaatuisen siemenmateriaalin ja erikoisviljaraaka-aineen tuotantoa
- tuottaa tietoa ja ohjeistusta parhaista käytännöistä drooniaineistojen kaupalliseen hyödyntämiseen siemenlisäyksessä ja puhdasviljatuotannossa

FLEXIGROBOTS

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

(2021-2023)

flexigrobots-h2020.eu/

Projektissa tutkitaan monipuolisia ja monikäyttöisiä robottiratkaisuja maataloudessa. Keskiössä ovat eri kokoiset peltorobotit sekä dronet. Tavoitteena on edistää robotiikkaa ja AI-palveluita.

Monirobottijärjestelmiä sekä robotiikan tiedonhallintaa pilotoidaan kolmessa pilottiympäristössä:

viininviljelyssä, pensasmustikkaviljelmillä, sekä maatilatasolla rapsin ja rehunurmen viljelyssä. Suomen pilotointi keskittyy maatilatasoon, jossa toimii robotisoitu ISOBUS-traktori, pieniä peltorobotteja, kuvausdroneja, sekä ruiskudrone.

Lisää aiheesta viimeisessä esityksessä…

Kiitos!

MML PAIKKA-TIETO-KESKUS FGI

Luke LUONNONVARAKESKUS