



NLS
FINNISH GEOSPATIAL
RESEARCH INSTITUTE
FGI



ProAgria
Etelä-Pohjanmaa

Ohran tähkien paikantaminen kaurakasvustoista drooni- kuvauksella ja tekoälyllä

Drooni luuppina-tapahtuma
21.11.2023

MML FGI:stä projektia edistäneet: Eija Honkavaara, **Roope Näsi**, Stefan Rua, Axel Päivänsalo, Ehsan Khoramshahi, Niko Koivumäki, Heini Kanerva, Helmi Takala, Raquel Oliveira...

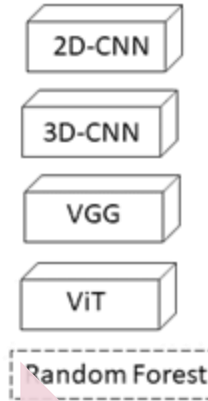


Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Oiva Kuusiston Säätiö
Urmas Pekkalan Säätiö



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Drone data capture

DATA PROCESSING

Images and 3D data

ANNOTATION

Labeled data

TRAINING AND MODEL EVALUATION

AI models for images

Multi-image approach

Detection maps

Datan keräys
-1,5mm resoluutio
-monesta suunnasta
-Fotogrammetrinen prosessointi

Annotointi
-Opetusaineiston luonti
tekoälymalleille

Tekoälymallien koulutus ja testaus (kuvatasolla)

Menetelmä kuva-havainnoista kohdetasolle (maasto-koordinaateiksi)

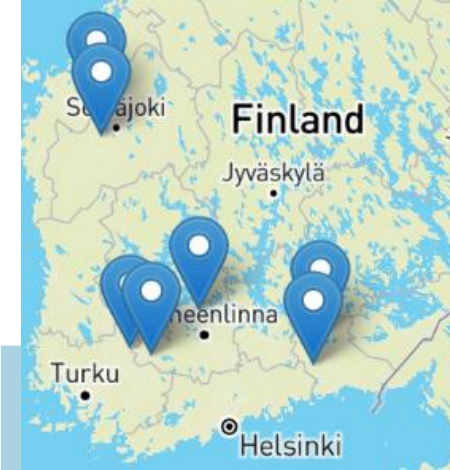
FGI drone-datan keräys 2021

- Paljon datankeräystä: yhteensä 57 nousua ja laskua
- Luken kokeet (Ilmajoki, Jokioinen, Ypäjä)
 - Yhteensä 10 datasettiä
 - RGB (myös viisto)+ multispektri
 - 12 m lentokorkeus (alle 2mm GSD)
- Ruokaviraston lajikekenttä, Loimaa
 - 4 ajankohtaa
 - Hyperspektri + RGB (myös viisto) + multispektri
- Maatilakohteet
 - Yhteensä 6 maatilaa
 - Kuvattu 1-2 osalohkoa (0.5ha)/tila
 - Etelä-Pohjanmaa, Häme, Kaakko
 - RGB (myös viisto)+multispeltri
 - 12-18m lentokorkeus
 - Kuvauksen jälkeen paikannettiin ja kitkettiin vierasviljat usein viljelijän avustamana



Date	N of flights	Place	Trial type
6/14/2021		2Ypäjä, hukkakaura	Luke Trial
6/22/2021	4	Loimaa, ruokavirasto	Ruokavirsto trial
6/28/2021	4	Isokyrö, Kultti-Prusti	Farm
6/29/2021	2	Ylistaro, Hölsö	Farm
6/29/2021	2	Ilmajoki, Seamk	Luke Trial
7.6.2021	4	Hauho, Nokkonen	Farm
7.8.2021	2	Ilmajoki, Seamk	Luke Trial
7.8.2021	3	Lapua, Alasaari	Farm
8.8.2021	4	Ilmajoki, Seamk	Trial
7/13/2021	4	Loimaa, ruokavirasto	Ruokavirsto trial
7/13/2021	1	Ypäjä, hukkakaura	Trial
7/15/2021	3	Jokioinen puhdasvilja	Trial
7/15/2021	1	Ypäjä, hukkakaura	Trial
7/27/2021	5	Loimaa, ruokavirasto	Ruokavirsto trial
3.8.2021	5	Ilmajoki, Seamk	Trial
4.8.2021	3	Jokioinen puhdasvilja	Trial
10.8.2021	4	Loimaa, ruokavirasto	Ruokavirsto trial
12.8.2021		Kouvola, Hasu 4puhdaskaura	Farm

FGI drone-datan keräys 2022



- Paljon datankeräystä: yhteensä 35 nousua ja laskua
- Luken kokeet (Ilmajoki, Jokioinen)
 - RGB (myös viisto)+ multispektri
 - 12 m lentokorkeus (alle 2mm GSD)
- Ruokaviraston lajikekenttä, Loimaa
 - 2 ajankohtaa
 - RGB + multispektri
- Maatilakohteet
 - Yhteensä 4 maatilaa
 - Kuvattu 1-2 osalohkoa (0.5ha)/tila
 - Etelä-Pohjanmaa, Häme, Kaakko
 - RGB (myös viisto)+multispektri
 - 12m lentokorkeus
 - Kuvauksen jälkeen paikannettiin ja kitkettiin vierasviljat usein viljelijän avustamana

Aika	Lentojen lukumäärä	Paikka ja sovellus	Kenttäkoe/maatila
17.kesä	3	Loimaa, ruokavirasto	Kenttä
1.7.2022	3	Loimaa, ruokavirasto	Kenttä
4.7.2022	5	Ilmajoki, Seamk	Kenttä
4.heinä	2	Isokyrö, Kultti	Tila
5.heinä	1	Ilmajoki, ohrat kaurassa	Kenttä
6.heinä	4	Hauho, Nokkonen	Tila
11.heinä	5	Jokioinen puhdasvilja	Kenttä
21.heinä	3	Ilmajoki, kaurat ohrassa	Kenttä
28.heinä	5	Jokioinen puhdasvilja	Kenttä
1.elo	2	Kouvola, Hasu puhdaskaura	Tila
3.elo	2	Kouvola, Helkala	Tila

FGI drone-datan keräys 2023

- 24.7.2023 Jokioinen Boreal

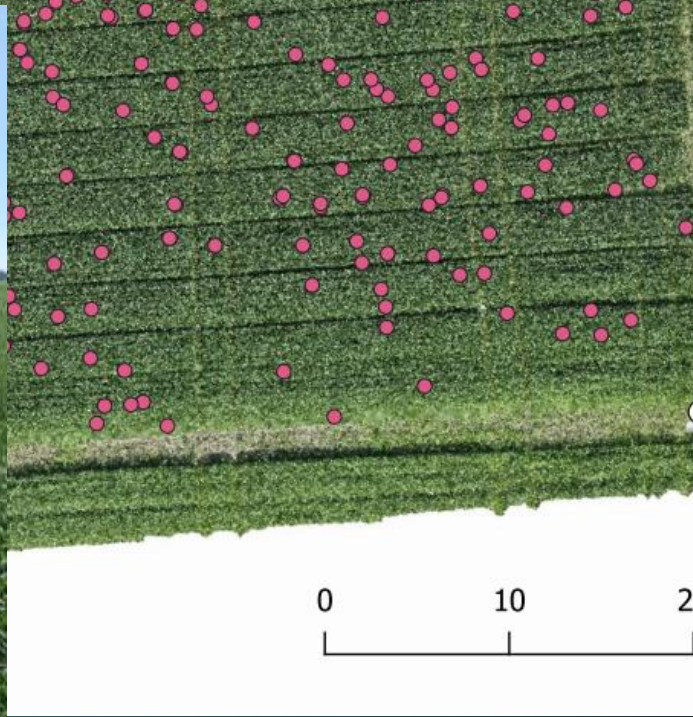




Ilmajoki 4.7.2022

4429 RGB-kuvaa, (viistokuvat 4
suuntaan + nadiiri)

1245 vierasohra- havaintoa



Koneoppimismallit opetusaineiston luonti – ”annotointi”

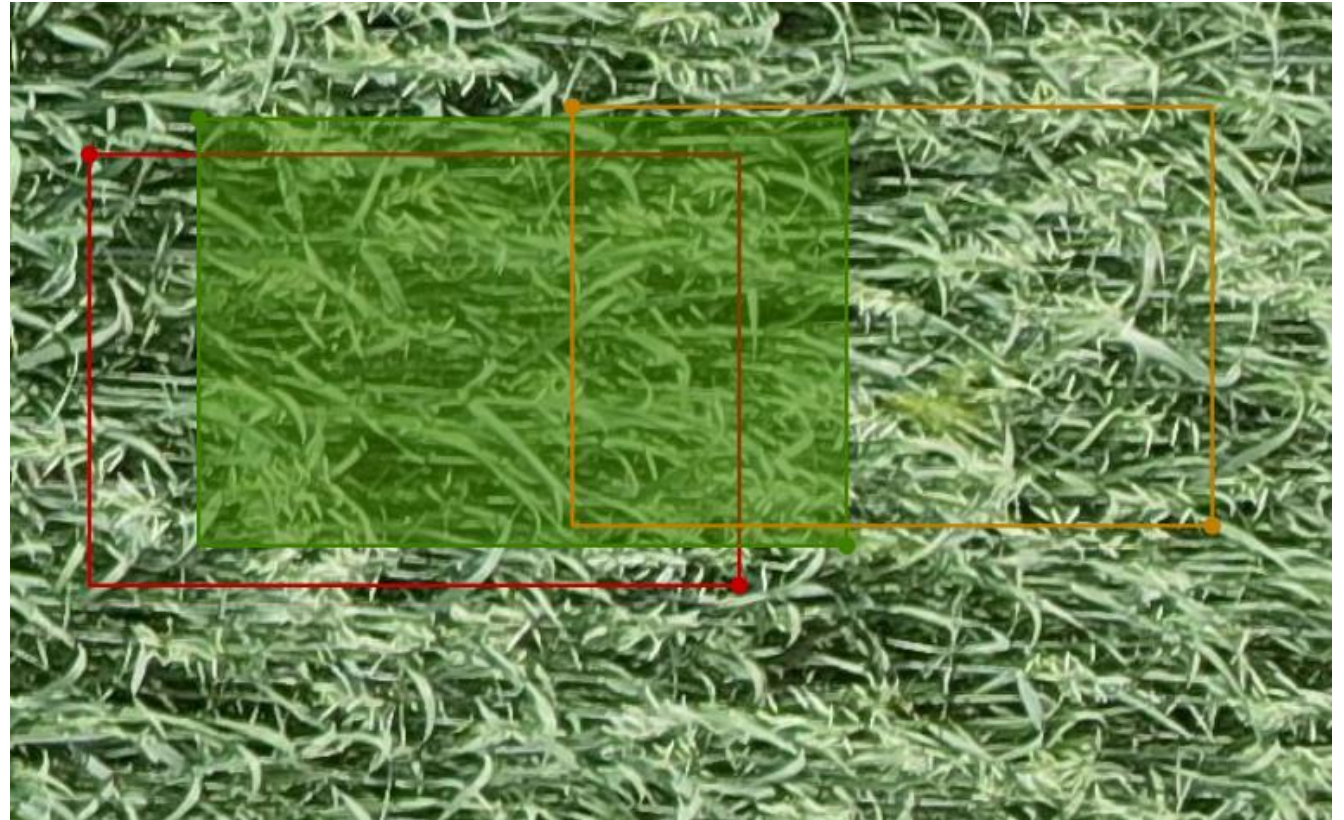
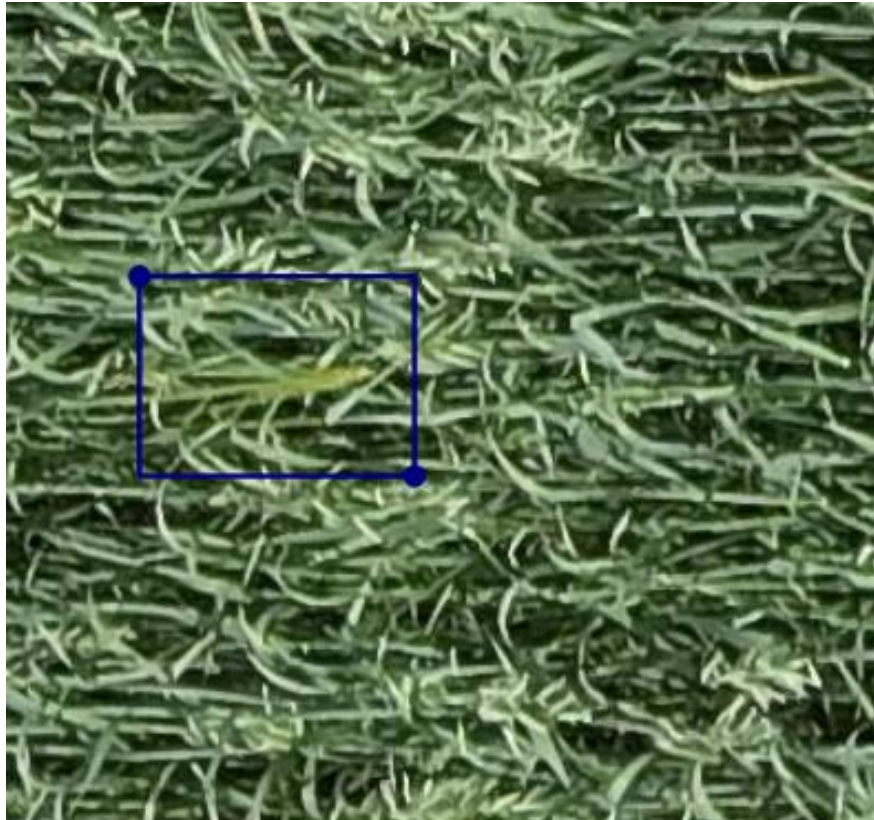
Ohra

- Semi-automaattinen opetusaineiston luonti dronen frame-kuvista syväoppimisalgoritmeja varten
- Projektissa kehitetty: ”LabelMe”
 - Syöte
 - Kuvan orientointitiedot
 - Kohteen koordinaatit
 - Kuvan koko
 - Vaste
 - Kohteen sijainti ”laatikkona” alkuperäisellä frame-kuvalla



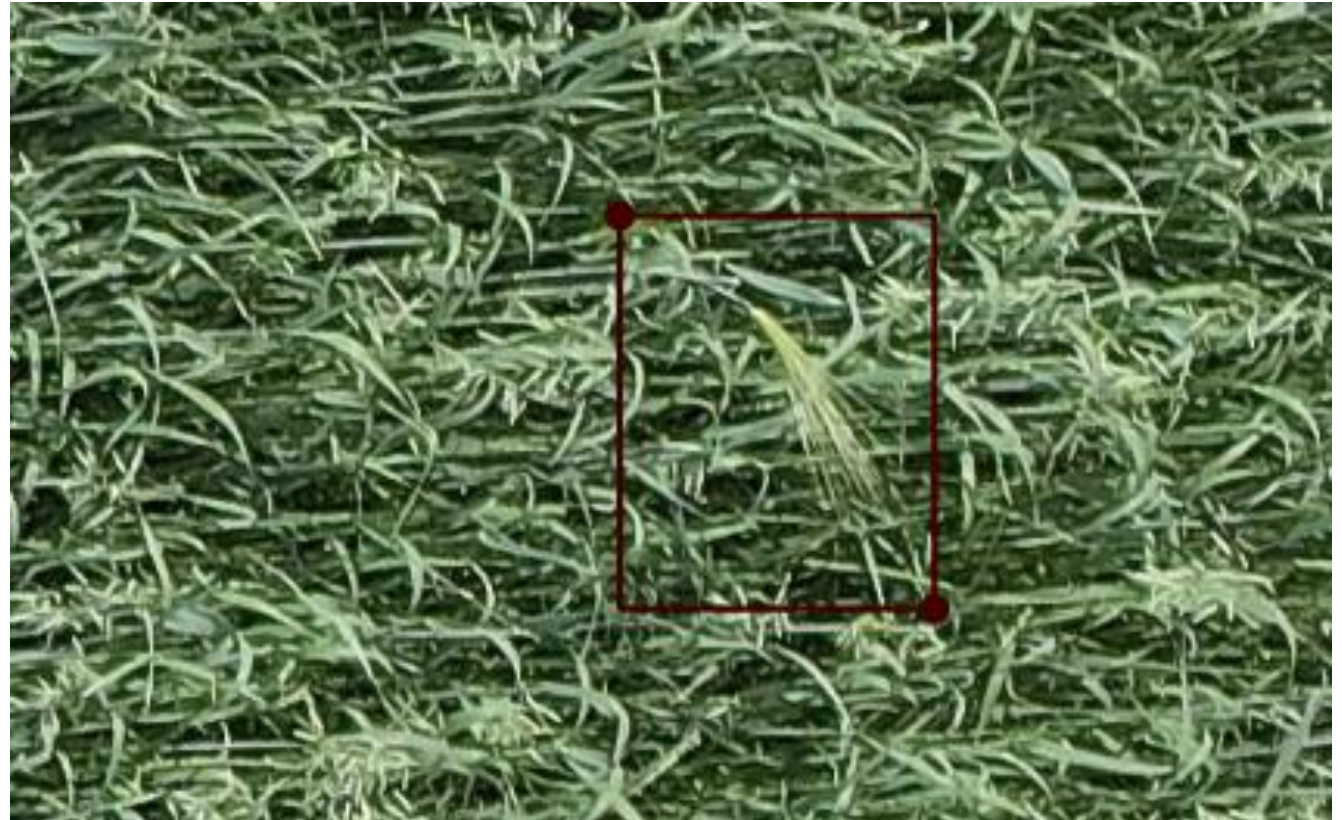
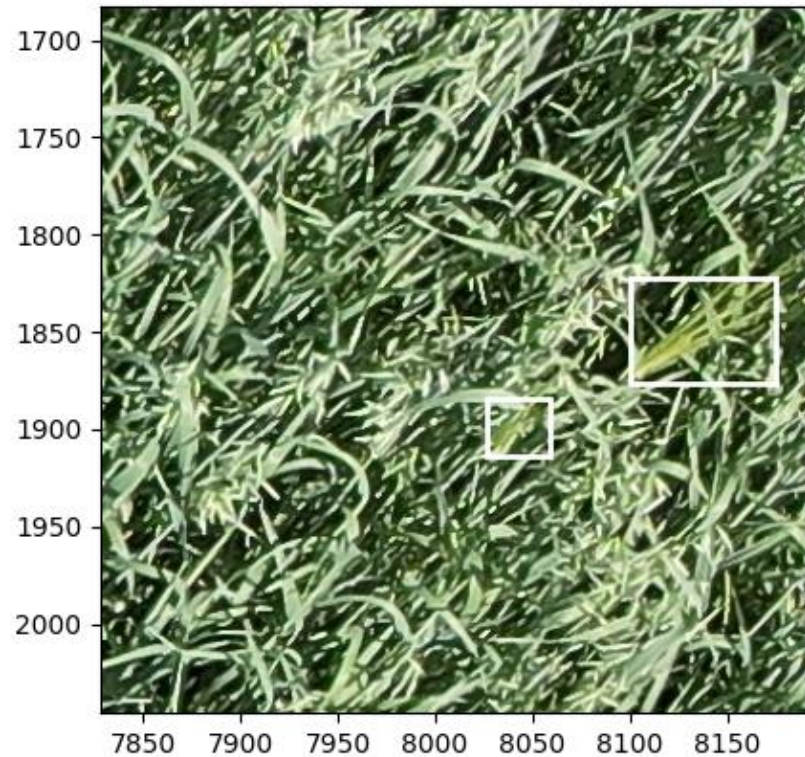
Esimerkkejä automaattisesta annotoinnista

- -Ohrat näkyvät pääosin hyvin mutta laadukkaan opetusaineiston tekemiseksi tarpeen käydä vielä yksitellen läpi ja rajata laatikko mahdollisimman pieneksi -> paljon työtä!



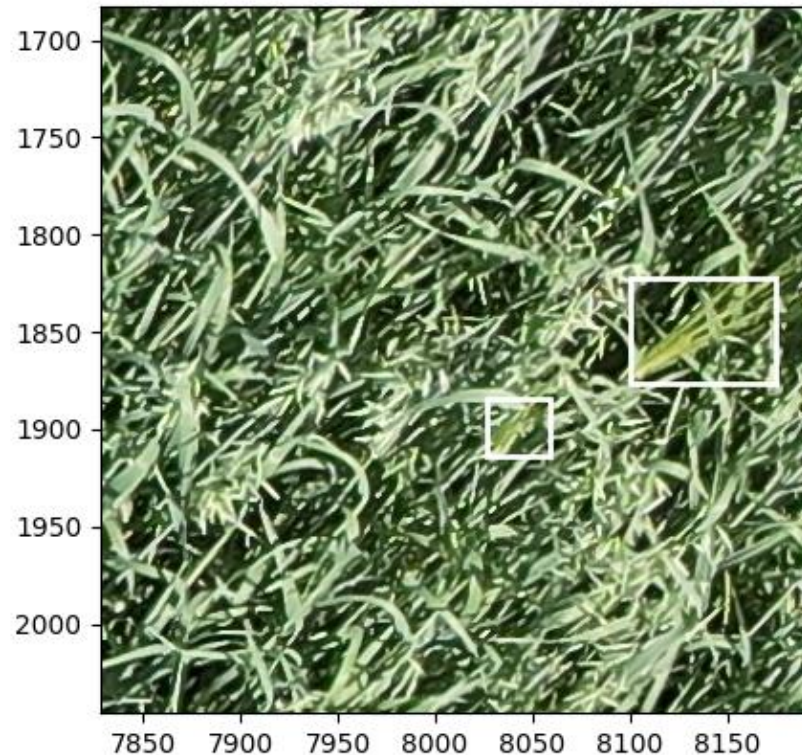
Esimerkki tarkistetusta annotoinneista

- Data: Ilmajoki 9.7.2021
- 529 vierasohraa
 - Jokainen ohra näkyvissä kymmenillä kuvilla ->
 - N. 40 000 havaintoa opetusdataan
- 3000 havaintoa tarkistettu käsin
 - 10% jätetty testiaineistoksi (274 havaintoa)



Tekoälymalli

Unbiased Teacher v2, Faster
R-CNN (Liu et al. 2022)
Koulutus CSC:n supertietokoneilla



- Data: Ilmajoki 9.7.2021
- 529 vierasohraa
 - Jokainen ohra näkyvissä kymmenillä kuvilla ->
 - N. 40 000 havaintoa opetusdataan
- 3000 havaintoa tarkistettu käsin
 - 10% jätetty testiaineistoksi (274 havaintoa)

Dataset	Unlabeled data	AP50	AR50
Train	No	95.2%	99.6%
Train	Yes	97.7%	100.0%
Test	No	94.5%	98.0%
Test	Yes	95.8%	98.3%

AP = Average Precision (kuva prosentteina paljonko algoritmin löytämistä havainnoista oikeita)

AR = Average Recall (kuva prosentteina, montako alkuperäisistä havainnoista löydettiin)

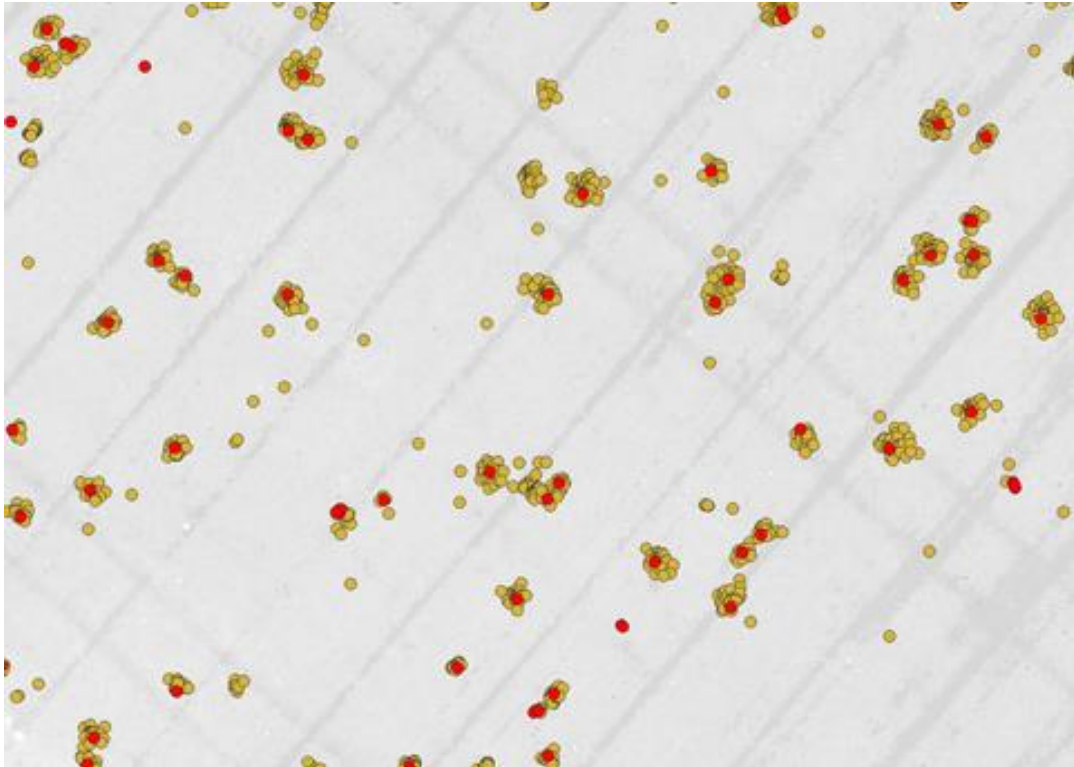
Unlabeled data = lisää opetusaineistoa automaattisella annotoinnilla

Liu, Y. C., Ma, C. Y., & Kira, Z. (2022). Unbiased Teacher v2: Semi-Supervised Object Detection for Anchor-Free and Anchor-Based Detectors. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 9819-9828).

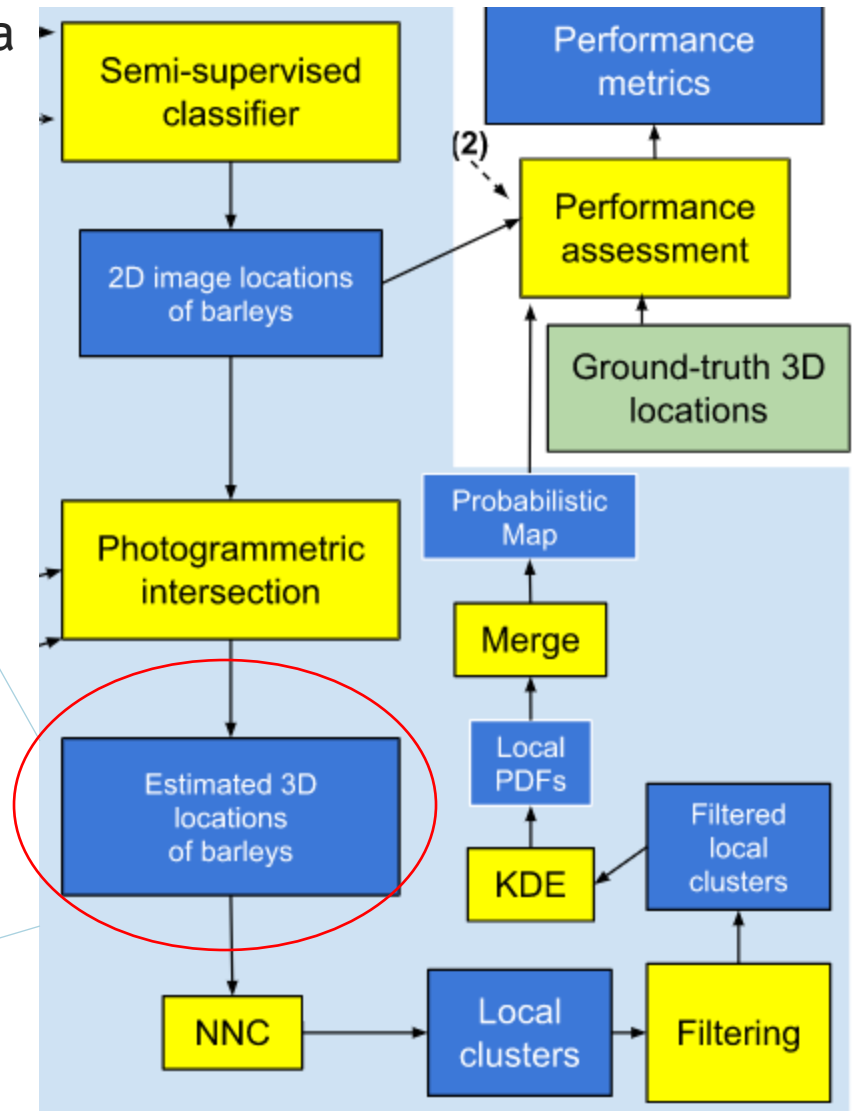
Khoramshahi, E.; Näsi, R.; Rua, S.; Oliveira, R.A.; Päivänsalo, A.; Niemeläinen, O.; Niskanen, M.; Honkaväara, E. A Novel Deep Multi-Image Object Detection Approach for Detecting Alien Barleys in Oat Fields Using RGB UAV Images. *Remote Sens.* **2023**, *15*, 3582. <https://doi.org/10.3390/rs15143582>

Menetelmä kuvatasolta kohdetasolle

1. Projisointi kuvakoordinaateista maastokoordinaateiksi (fotogrammetrinen eteenpäinleikkaus)

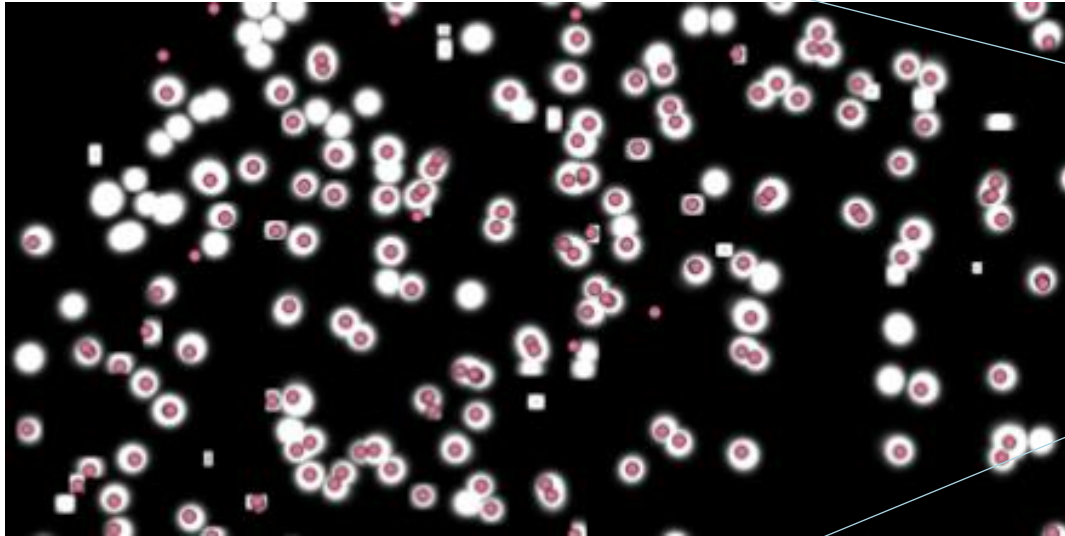


Punainen: GPS-mittaukset
Kellertävä: Useista kuvista löydetyt projisoituna maastokoordinaatteihin



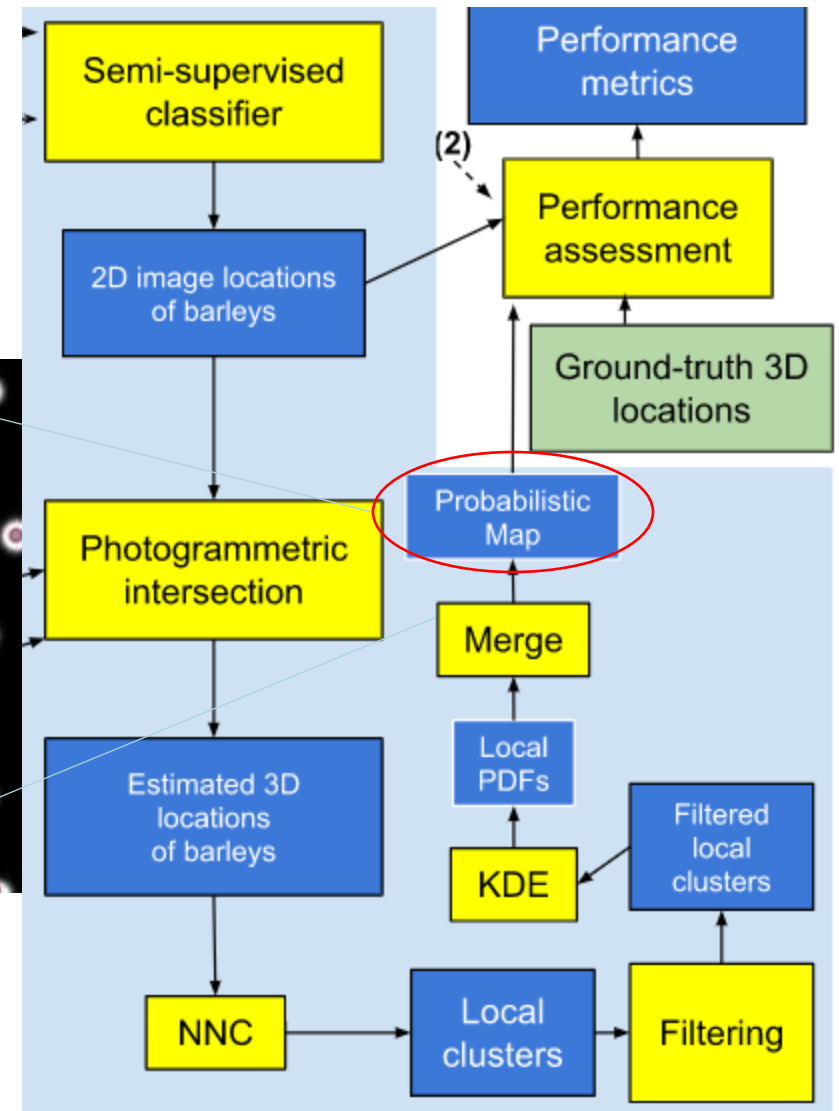
Menetelmä kuvatasolta kohdetasolle

- 2. Klusterointi (NNC)
- 3. Filteröinti
- 4. Kernel-tiheysfunktio



-> Todennäköisyyskartta vierasohrien sijainneista

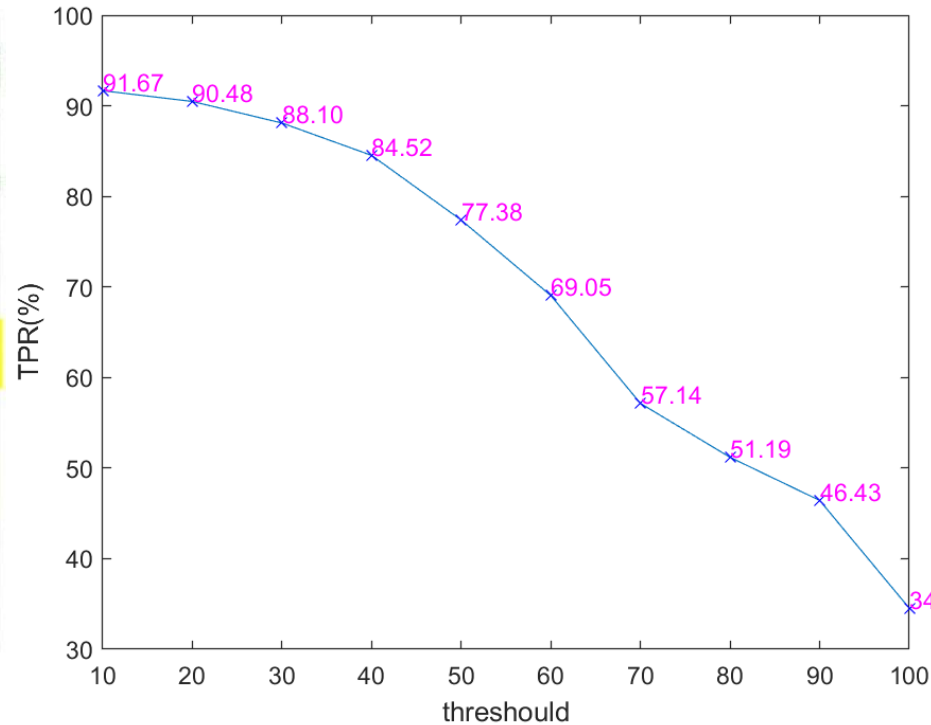
Punainen: GPS-mittaukset
Valkoinen tausta: todennäköinen alue, jossa vieraslaji



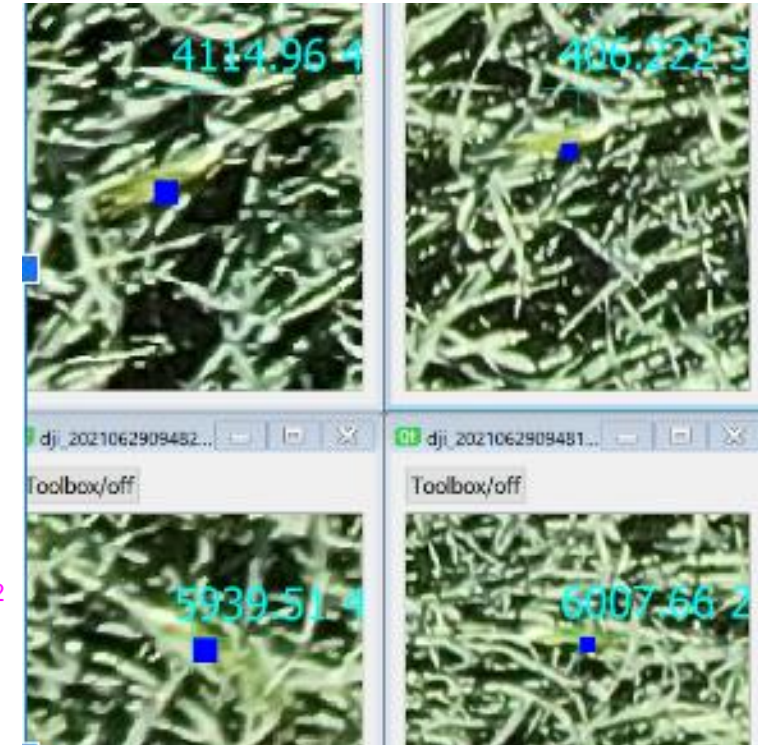
Tulokset- kohdetaso



Keltaisella havainnot, jotka löydetty myös kentällä, punaisella epäillyt uudet, jotka havaittu vain

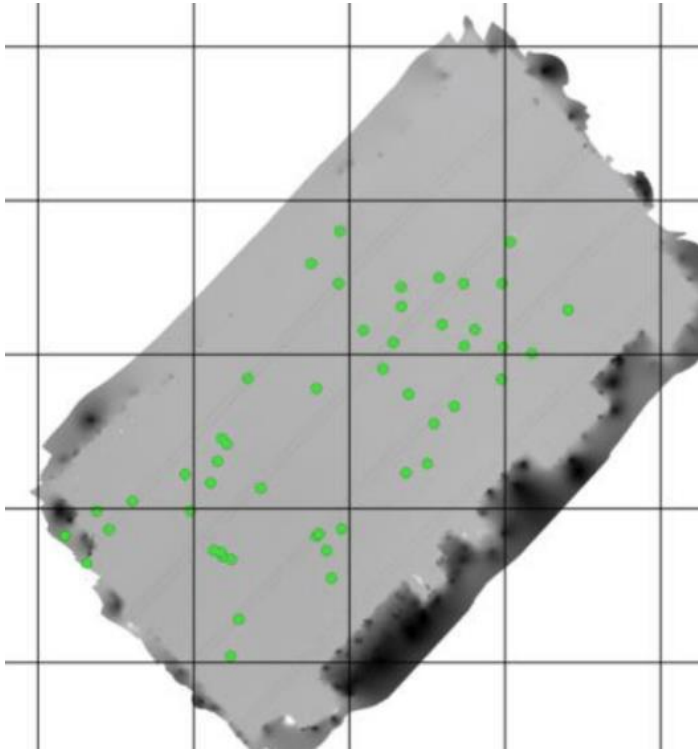


AR: jopa 90%, kuvassa testattu miten muuttuu eri kynnyksarvoilla Ilmajoen opetuskentällä

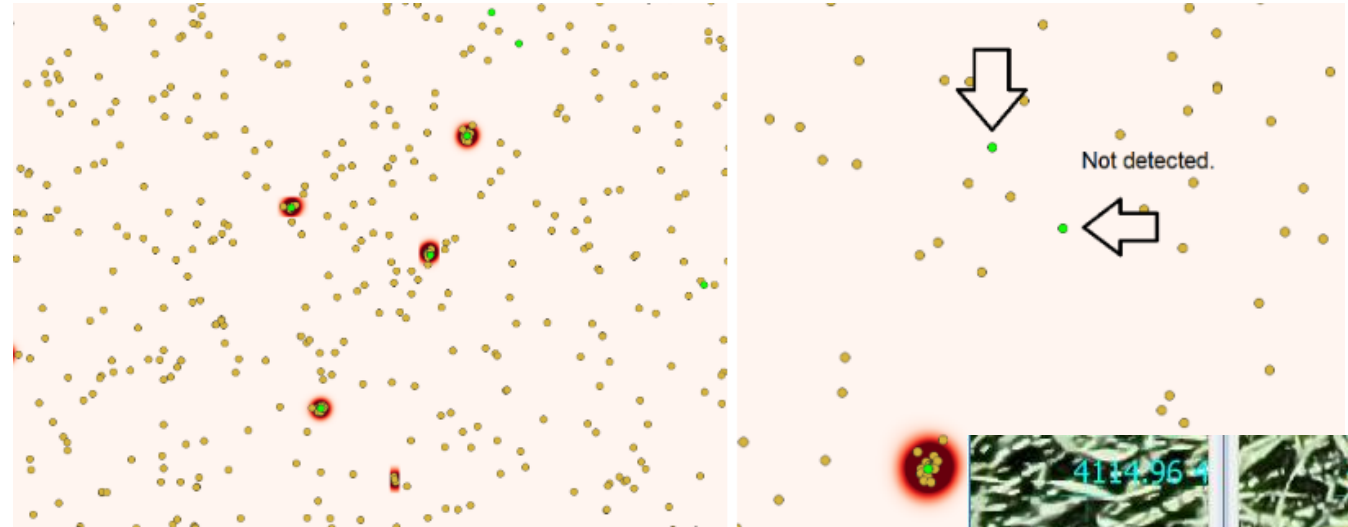


AR = Average Recall (kuvaa prosentteina, montako alkuperäisistä havainnosita löydettiin)

Tulokset- kohdetaso



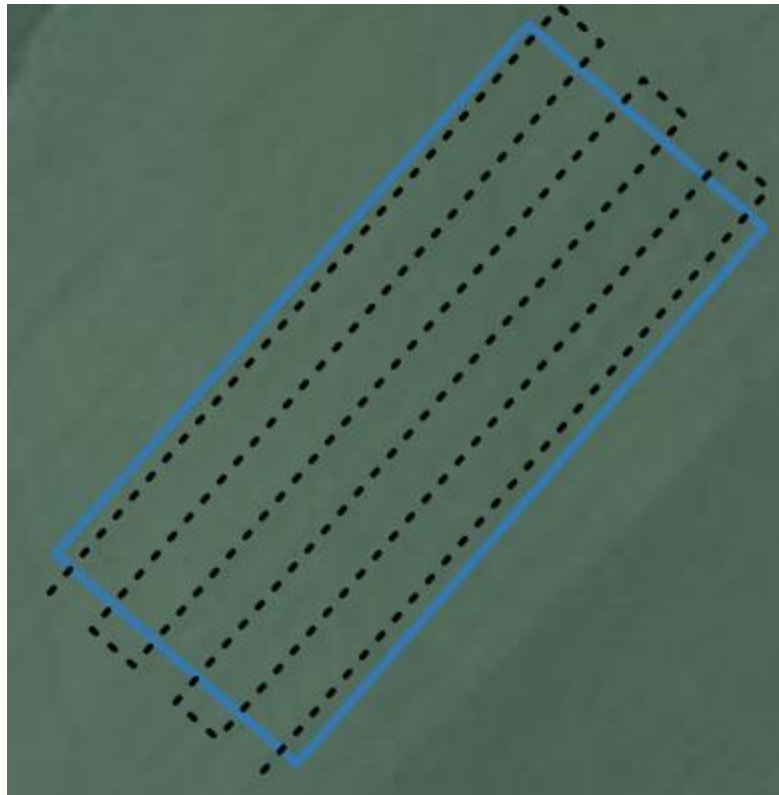
AR = Average Recall (kuvaa prosentteina, montako alkuperäisistä havainnosista löydettiin)



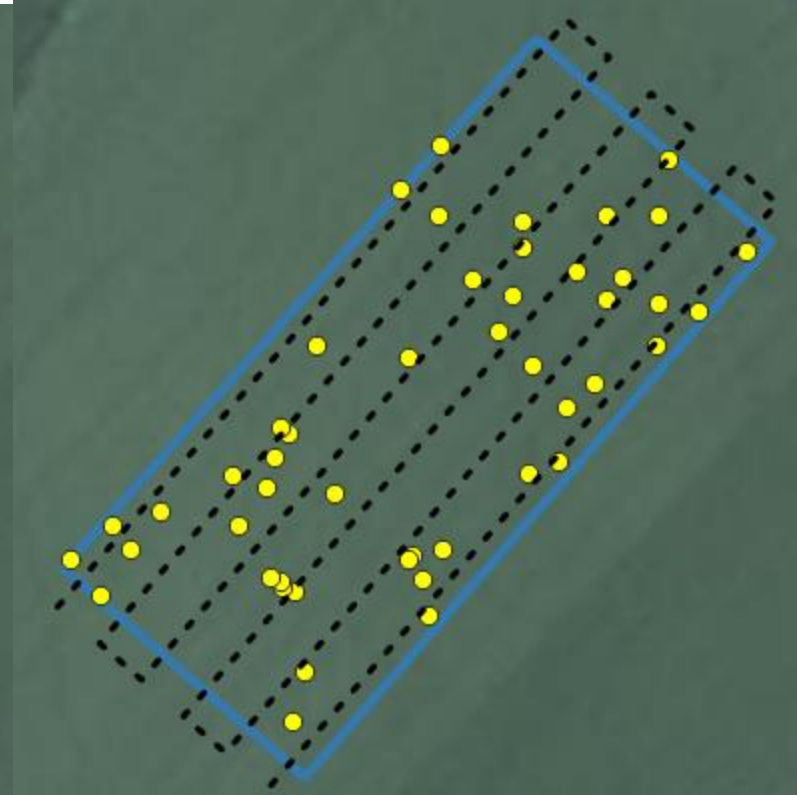
AR: $14/23=61\%$ maatilakohteella (Ylistaro, Hölsön tila)
-Vierasohria enemmän kauran (Avenue) alla, kuvauspäivämäärä hieman liian aikainen, kuitenkin vain 9 jäi löytymättä



Perinteinen vs avustettu kitkentä



0,8 ha, havaintourat
10m välein, 942 m
käveltävää niitä pitkin



49 löydetty vierasviljaa
löydetty + 271m urilta
poistumiseen = 1213m
käveltävää



Sijainnit valmiiksi tiedossa ja
optimoitu keruujärjestys:
617m käveltävää, **vain 50%**
alkuperäisestä

Perinteinen vs avustettu kitkentä

Perustiedot				Perinteinen			Dronen ja tekoälyn löytämät jo tiedossa		
	Ala (ha)	Vieraat viljat (kpl)	kpl/ha	Käveltävä 10m välein	Lisämatka poistetta- viin	Yhteen sä	Optimoitu reitti	Säästetty matka	
Tila 1	0,5	74	148	640	163	803	426m	46,9%	
Tila 2	0,85	49	58	942	271	1213	617m	49,1%	
Tila 3	0,3	23	77	485	136	621	246m	60,4%	
Tila 4	0,42	23	55	785	121	906	294m	67,5%	
Tila 5	0,5	0	0	650	0	650	0m	100%	

Kiitos mielenkiinnosta!

