

# Levähavainnointi droneavusteisesti

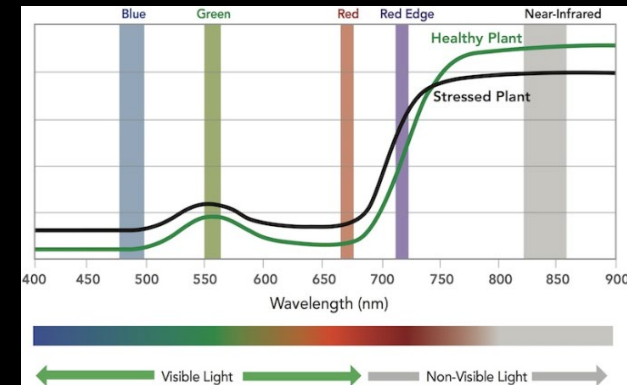
Ympäristöturvallisuutta ja vesiteknologiaa edistämässä-  
webinaari 22.11.2023

WaterPlus-hanke

Henri Kettunen, projektitutkija

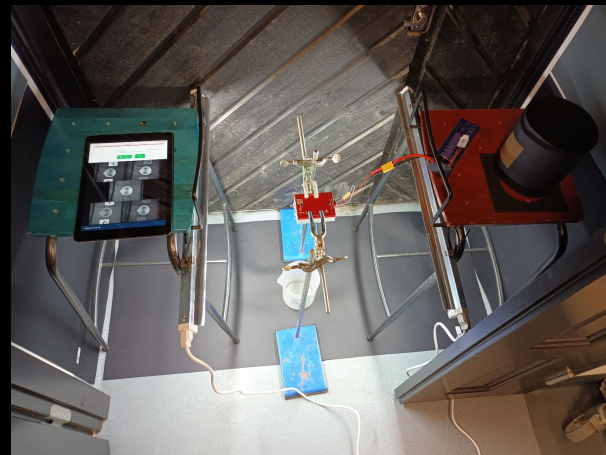
# Taustaa: Spektrikuvaus

- Perinteinen valokuva (RGB): Näkyvä valo, ~400–700 nanometriä
- Spektrikuvaus: Kuvataan useita kapeita aallonpituuskaistoja
  - Myös näkyvän valon ulkopuolelta (>700 nm)
  - Multispektri = yleensä 3–10 eri kaistaa
- Spektrikuvan pikselit = reflektanssiarvoja (aineen heijastuvuus)
- MicaSense RedEdge-MX -multispektrikamera
  - Viisi eri linssiä → Viisi aallonpituuskaistaa
    - Blue, Green, Red, RedEdge, NIR
    - 1 otos = 5 kuvaa



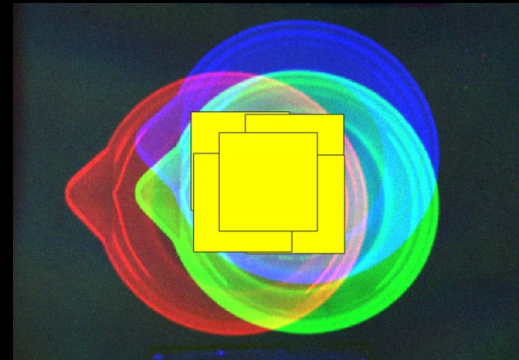
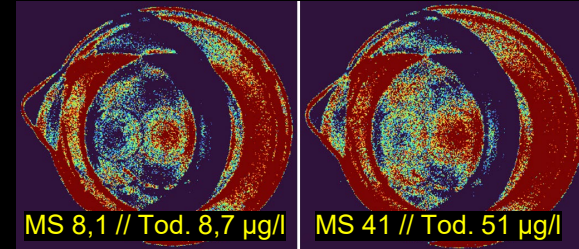
# Klorofyllin määrittäminen vesinäytteestä multispektrikameralla

- Vesistön a-klorofyllipitoisuus toimii leväbiomassan mittarina
  - $<4 \mu\text{g/l}$  karu,  $>10 \mu\text{g/l}$  rehevä,  $>40 \mu\text{g/l}$  ylirehevä vesistö
- Perinteisesti määrittäminen vesinäytteestä
  - Esim. SFS 5772: Etanoliutto → Spektrofotometrillä absorbanssin mittaaminen 665 ja 750 nm
- Voisiko dronella + multispektrikameralla tutkia vesistöjen leväpitoisuuksia ilmakuvauksella?
- Esikokeita laboratoriossa MS-kameralla
  - Kuvattiin erivahvuisia vesi-leväliuoksia spektridatan keräämiseksi
  - a-klorofyllipitoisuus välillä 0–100  $\mu\text{g/l}$   
→ Korrelaatio spektridataan?



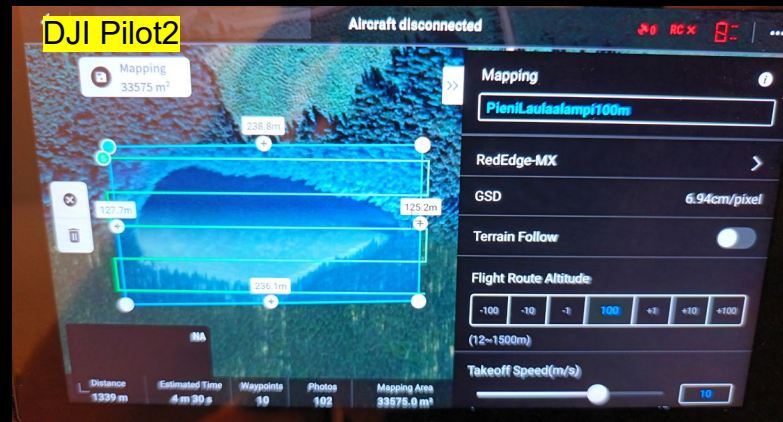
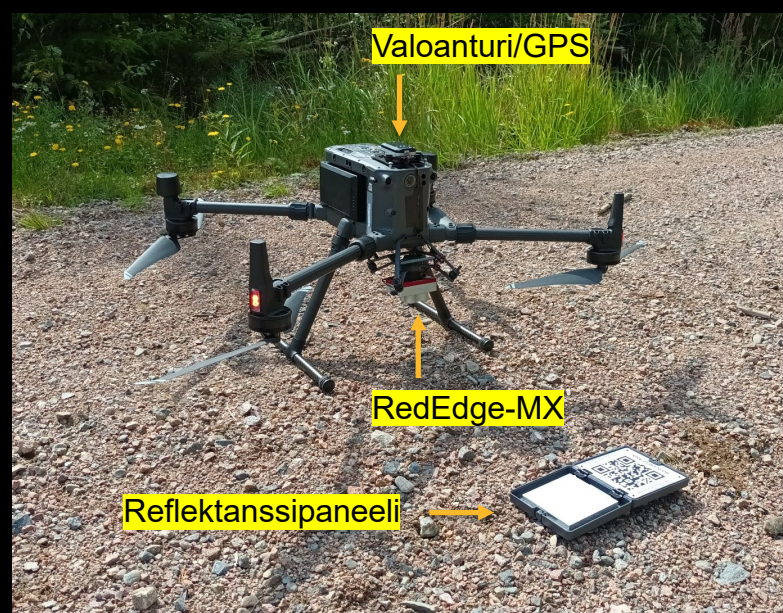
# Klorofyllin määrittäminen vesinäytteestä multispektrikameralla

- Esikokeissa klorofyllin pitoisuusvaihtelut näytteissä pystyttiin tunnistamaan spektridatasta
  - Red/NIR-suhde: Korrelaatiokerroin  $r^2 = 0,86$
- MS-kameran käyttö laboratoriossa ei ole suositeltavaa
  - 5-linssisen kameran kuvat eivät kohdistu keskenään
  - Datankäsittely vaatii Python-skriptien hyödyntämistä
  - Työlästä, virhealtista → Kaipaa automatisointia
- Tutkimusta jatkettiin lennättämällä multispektrikameraa dronella vesistöjen päällä



# Kuvausmenettely kenttätutkimuksissa

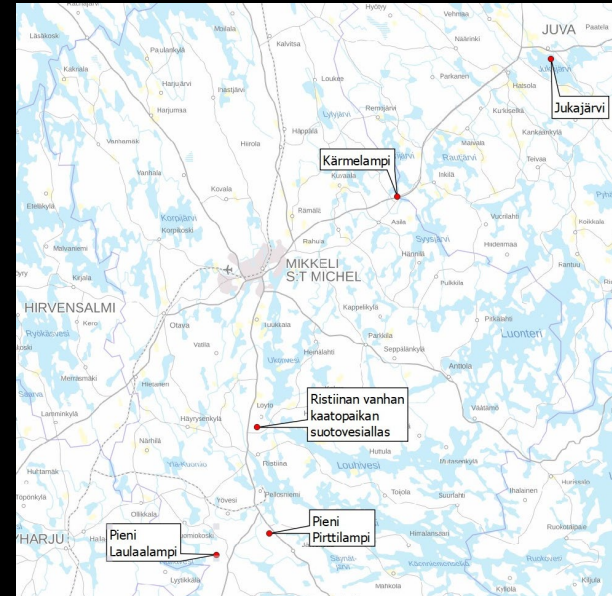
- Kopteri: DJI Matrice 300 RTK
  - MS-kamera kiinnitetty kiinteästi kopterin alle kuvaamaan suoraan alaspäin kopterin edetessä (nadir)
    - Valoanturi/GPS kopterin päällä  
→ Korjausdataa hetkellisestä valaistuksesta
  - Kuvien radiometristä kalibrointia varten reflektanssipaneeli kuvataan lennätyksen yhteydessä
  - Kopterin automaattisen grid-lennätyksen ohjelmointi DJI Pilot2-sovelluksella → kuvien sivulimittäisyys > 80 %
  - Kameran kaappausten ohjelmointi tabletin kautta web-API:lla  
→ kuvien etulimittäisyys > 80 %
- Laadukas kuva-aineisto fotogrammetriseen prosessointiin eli punotaan kuvat yhteen → Ortokuva (PIX4Dmapper)





# Kohteet kenttätutkimuksissa

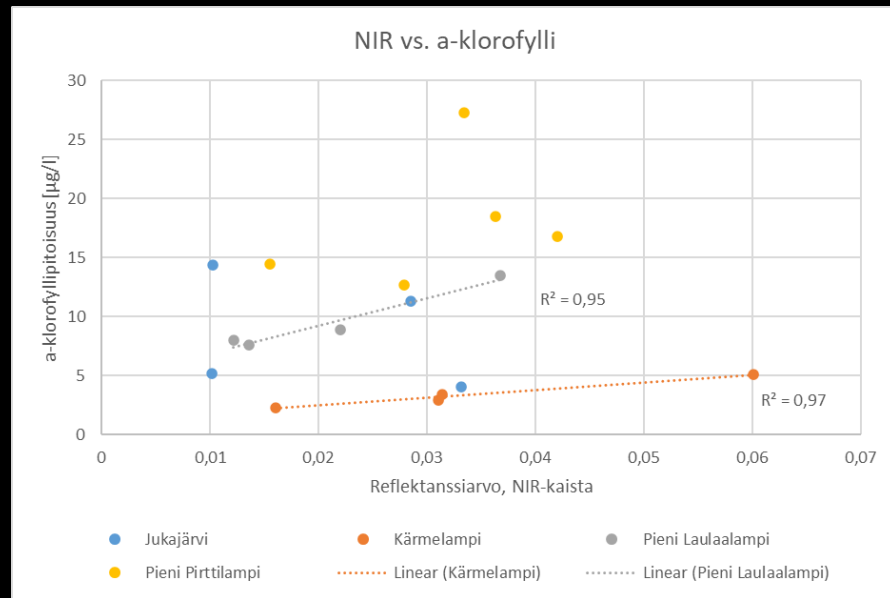
- Neljää luonnonvesikohdetta kuvattiin kesällä 2023 (yht. 4 kertaa kutakin)
  - Jukajärven veneranta
  - Kärmelampi
  - Pieni Lauaalampi
  - Pieni Pirttilampi
- Lisäksi kuvattiin viikoittain Ristiinan vanhan kaatopaikan suotovesiallas (yht. 10 kertaa)
- Kohteiden vesinäytteistä määritettiin laboratoriossa a-klorofyllipitoisuus
- Ortokuvista poimittiin näytteenottokohdasta reflektanssin keskiarvo
  - Klorofyllipitoisuuksia verrattiin eri kaistojen reflektanssiarvoihin
  - Korrelaatio?



# Kenttätutkimusten tuloksia: Mallit

- Tuloksena vesistökohtaisia laskentamalleja suuntaa-antavan klorofyllipitoisuuden arvioimiseksi spektrikuva-aineistosta
- Jos kaikkea dataa käsiteltäisiin universaalisti, korrelaatio olisi huono

Kohde	Laskentamalli kohteen klorofyllipitoisuudelle [ $\mu\text{g/l}$ ]	$r^2$
Jukajärvi	$-41,2 * \text{Green/RedEdge} + 47,9$	0,75
Kärmelampi	$64,4 * \text{NIR} + 1,2$	0,97
Pieni Lauaalampi	$235,1 * \text{NIR} + 4,5$	0,95
Pieni Pirttilampi	$57,1 * \text{Blue/RedEdge} - 40,9$	0,41
Ristiinan allas	$77,6 * \text{Green/Red} - 63,1$	0,57



# Kenttätutkimusten tuloksia: Luonnonvesistöt

- Syyskuun lopulla testilennätykset mallien toimivuuden testaamiseksi
  - Kolmella kohteella saatiin malleista  $\pm 2 \mu\text{g/l}$  pitoisuusarvio vs. vesinäyte
  - Pienen Pirttilammen tuloksessa kuitenkin suuri heitto; mallin korrelaatio oli heikohko
  - HUOM. vain yksi testikerta

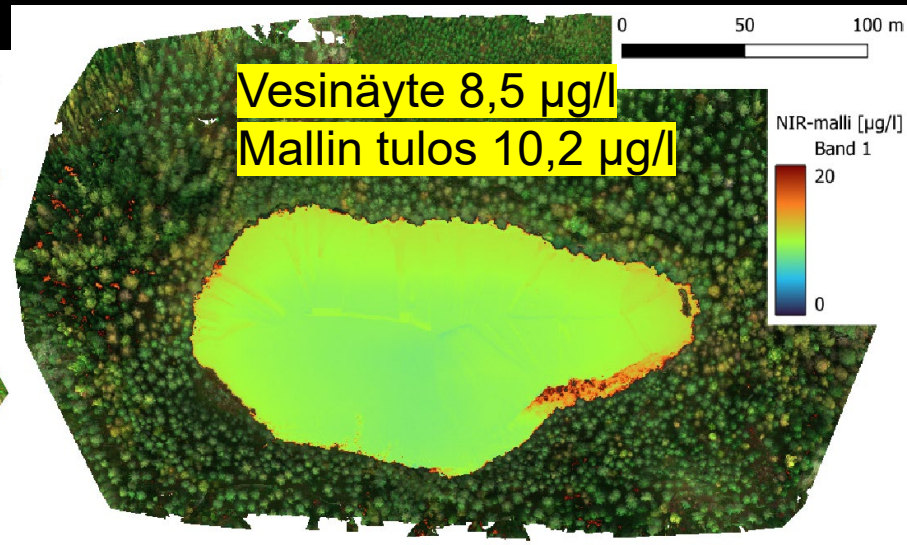
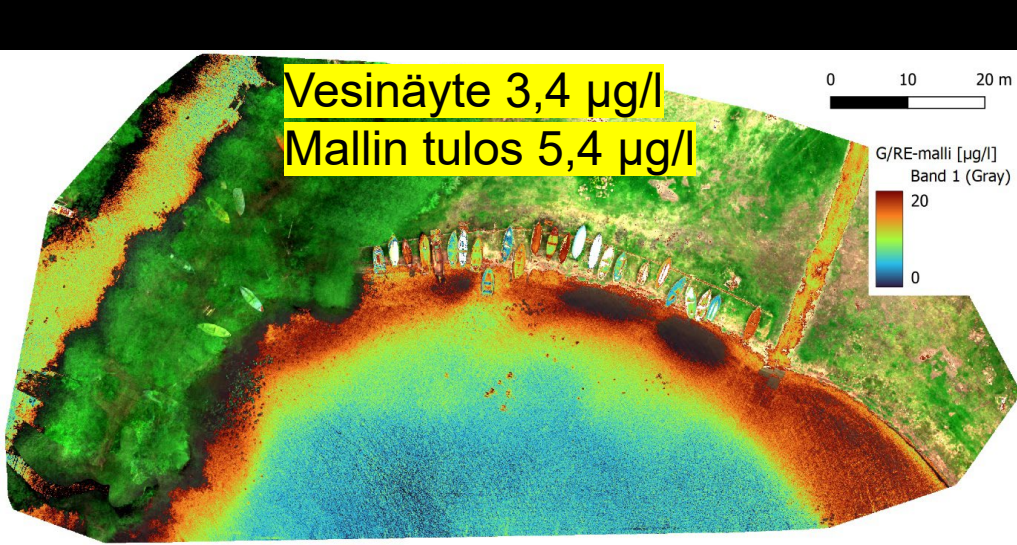
Kohde	Chl-a, näyte [ $\mu\text{g/l}$ ]	Chl-a, malli [ $\mu\text{g/l}$ ]	Heitto [ $\mu\text{g/l}$ ]	$r^2$
Jukajärvi	7,3	5,4	-1,9	0,75
Kärmelampi	4,2	3,5	-0,7	0,97
Pieni Laulaalampi	8,5	10,2	1,7	0,95
Pieni Pirttilampi	11,7	36,9	25,2	0,41

- Luotettavuuden parantamiseksi tarvittaisiin lisää dataa korjaamaan mallien kertoimia
  - Tulokseen voivat vaikuttaa valaistus, tuuli (pinnan aaltoilu/kimaltelu) ym. ympäristötekijät ja kohteen optiset ominaisuudet: syvyys, sameus, väri...



# Klorofyllipitoisuuden visualisointi

- Pitoisuuden visualisointi ortokuvaan halutuin värikoodauksin esim. QGIS:lla (tosivärikuvan päälle)
- Kuvien tulkinnessa huomioitava poikkeavuudet (mm. matalikot, varjot, vesikasvit) sekä fotogrammetriaprosessin virheet (artefaktit)
  - Voivat näyttää paikoittain virheellistä pitoisuutta



# Kenttätutkimusten tuloksia: Ristiinan vanhan kaatopaikan suotovesiallas

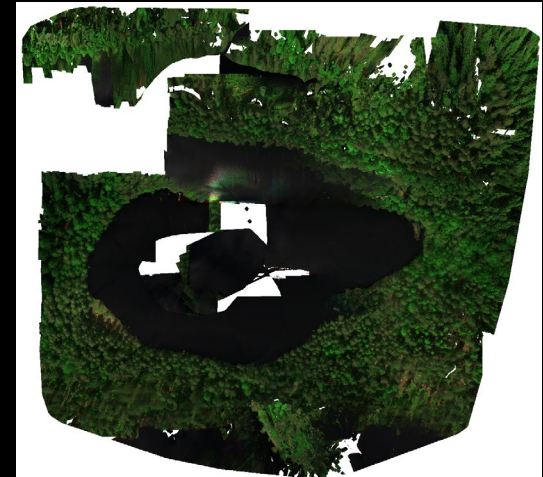
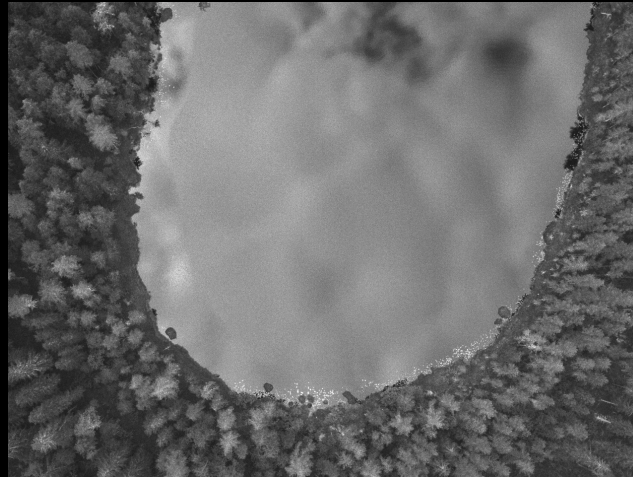
- Kohteen vesi oli poikkeuksellisen ruskeaa eikä allas ollut varsinainen luonnonvesistö
- Mallin tulokset aineiston sisäisesti tarkasteltuina karkeasti suuntaa-antavia ( $r^2 = 0,57$ )  
→ Erittäin suuret pitoisuudet alkukesästä eivät tulleet mallilla ilmi



Pvm	Chl-a, näyte [ $\mu\text{g/l}$ ]	Chl-a, G/R-malli [ $\mu\text{g/l}$ ]	Heitto [ $\mu\text{g/l}$ ]
10.5.	5,2	8,7	3,5
16.5.	678	27,1	-651
22.5.	632	27,1	-605
29.5.	29	20,1	-8,9
5.6.	3,4	11,6	8,2
12.6.	2,9	5,2	2,3
19.6.	1,8	3,8	2,0
26.6.	4,7	0,4	-4,3
31.7.	2,7	6,5	3,8
7.8.	4,8	-1,7	-6,5

# Menetelmän hyödyntäminen jatkossa

- Vesistöjen ilmakehuvaamisessa ilmeni monia haasteita
  - Veden pinnan heijastukset ja aallot, toisaalta vesialueiden samankaltaisuus  
→ Kuvien prosessointi on fotogrammetriaohjelmistolle vaikeaa
- Droneja koskeva lainsäädäntö: Tällä hetkellä toiminta käytetyllä kalustolla mahdollista vain yli 150 m etäisyydellä ihmisistä ilman erityislupaa (A3-lennätys)
- Tulevaisuudessa pitoisuuden arviointi reaaliajassa droonin ohjaimesta?
  - Nopeuttaisi vesistöjen laatusurantatyötä



# Kiitos!

- Tarkemmin aiheesta luettavissa WaterPlus-hankkeen loppujulkaisussa
  - Julkaistaan loppuvuoden aikana

Henri Kettunen

[henri.kettunen@xamk.fi](mailto:henri.kettunen@xamk.fi)





**Tunne huominen - All for the future.**