



Kunnskap for ei betre verd

Nye digitale metoder for overvåkning av miljøforhold i akvakultur

Yngvar Olsen, Prof. em. NTNU (YNO Marine ENK)

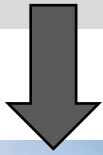
Chun-Deng Wang, PhD student, BIOMAR

Brohodekonferansen høst 2023, Frøya Konferanse
og kultursenter, Sistranda, 26. oktober, 2023



Input:

- ✓ Smolt
- ✓ Fôr
- ✓ Begroingshindrende midler
- ✓ Medisiner



Output:

- ✓ Fiskekjøtt
- ✓ Restråstoff

Avfall fra lakseoppdrett

Utslipp av avfall

Natur-lignende substanser (biogent):

- Organiske partikler - fôrspill og fiskeavføring
- Uorganiske næringsalter, ammonium og fosfat

Syntetiske/miljøgifter

- Medisinrester
- Rester av begroingsmidler

Metode for å estimere **biogent** utslipp fra oppdrett

Utslipp av næringsstoffer kan beregnes ved massebalanse (XL-model, input fôr-forbruk)

Vol. 4: 147-162, 2013 doi: 10.3354/aei00079	AQUACULTURE ENVIRONMENT INTERACTIONS Aquacult Environ Interact	Published online July 25
--	---	--------------------------



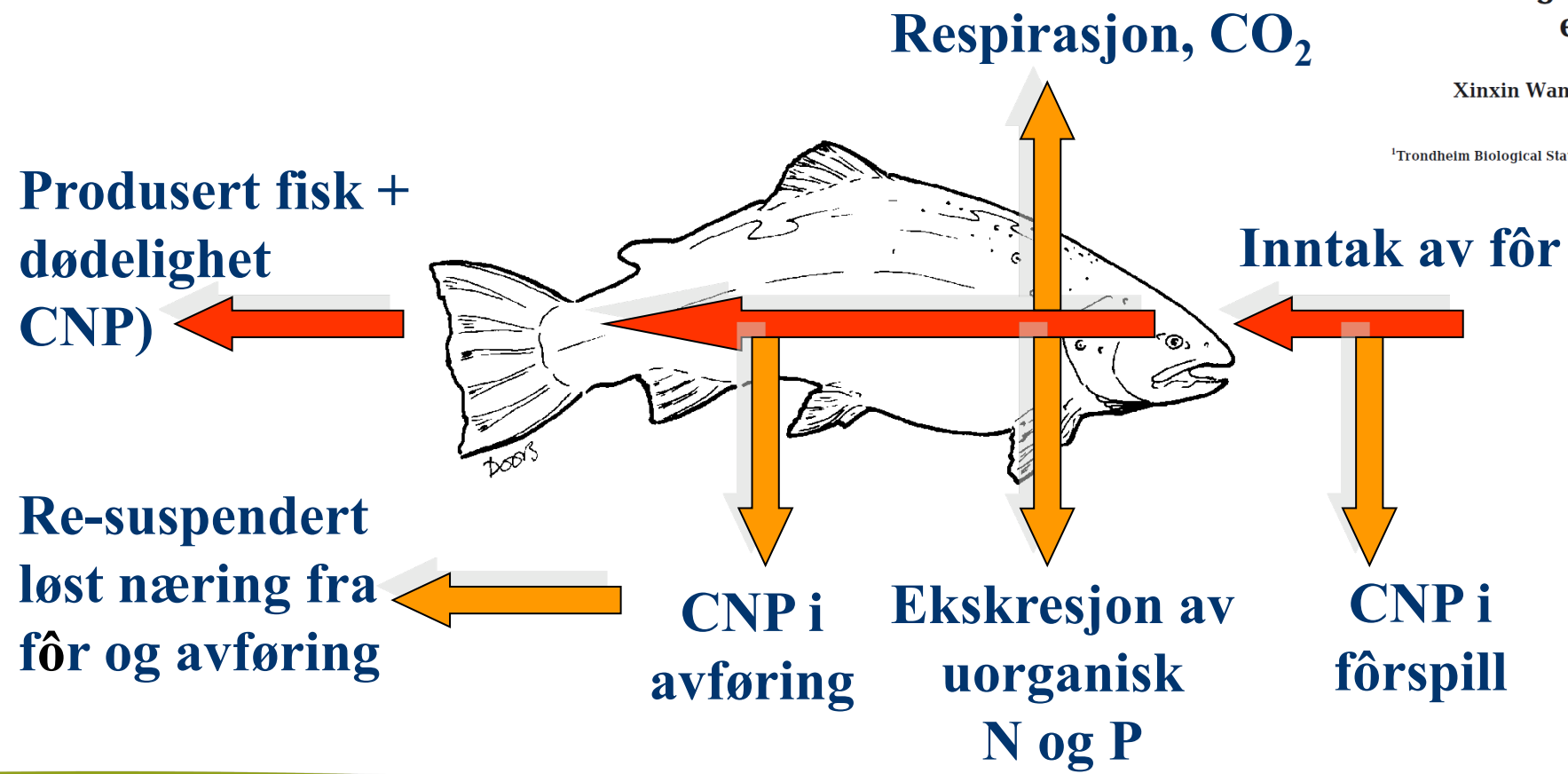
Chemical composition and release rate of waste discharge from an Atlantic salmon farm with an evaluation of IMTA feasibility

Xinxin Wang^{1,*}, Kjersti Andresen¹, Aleksander Handå², Bjørn Jensen³, Kjell Inge Reitan¹, Yngvar Olsen¹

¹Trondheim Biological Station, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology, 7491 Trondheim, Norway

²SINTEF Fisheries and Aquaculture, 7465 Trondheim, Norway

³Lerøy-Midnor, 7247 Hestvika, Norway



Dagens metoder og erfaring må være grunnlag for ny *in situ* digitalisert metodikk

Dagens kunnskap, basert på gjennomgang av data for bunnundersøkelser

- B- og C-undersøkelser
- Sammenholdt utslipp med produksjonsdata
- 2011–2020, ca 1000 rapporter, Agder - Finnmark

Noen resultater

- Systematiske forskjeller for regioner; **Sørlig** (A+R+V), **Midtre** (M+T) og **Nordlige** (N+T+F)
- Daglig* vekst og fødeopptak, høyest i sør, lavest i nord
- Fôrfaktor varierte med region, ikke med temperatur
- Utslipp lavest i nord, høyest i sør

Quantifying regional feed utilization, production and nutrient waste emission of Norwegian salmon cage aquaculture

Chun-Deng Wang*, Yngvar Olsen

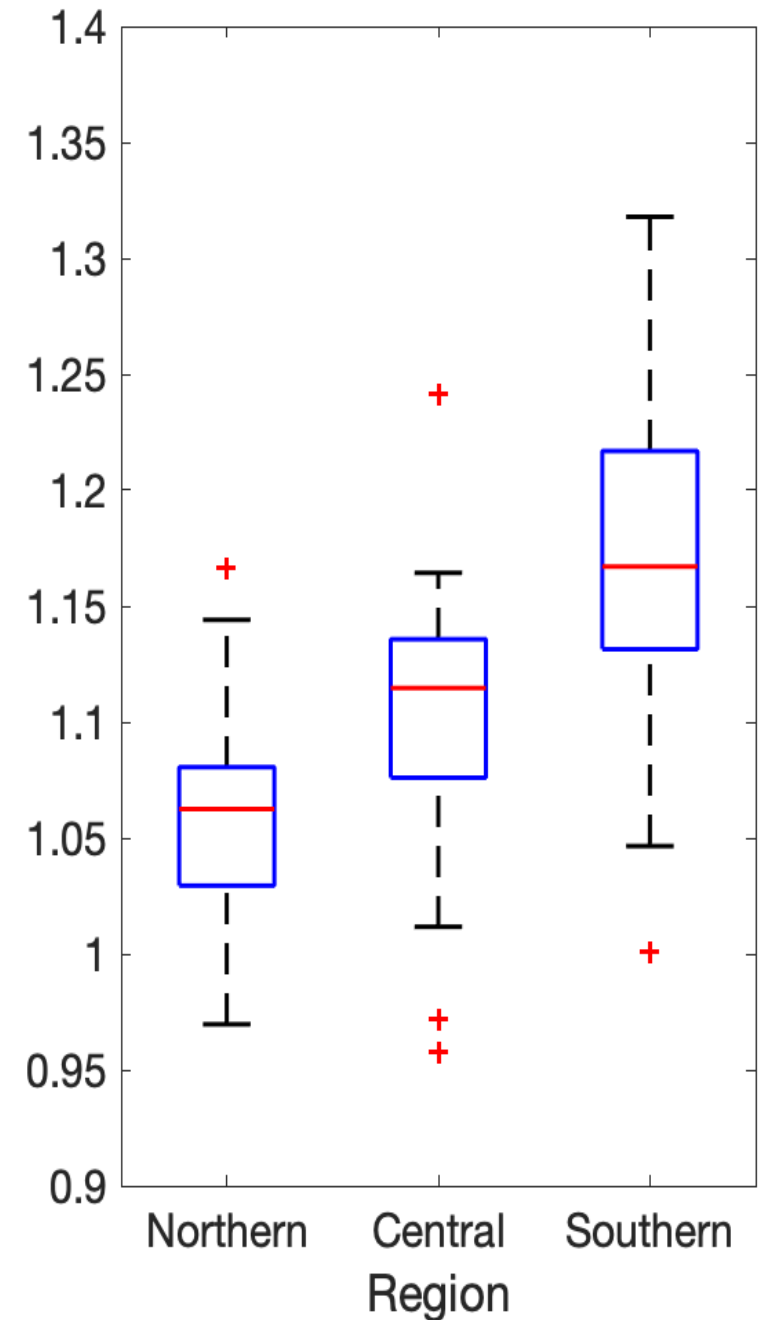
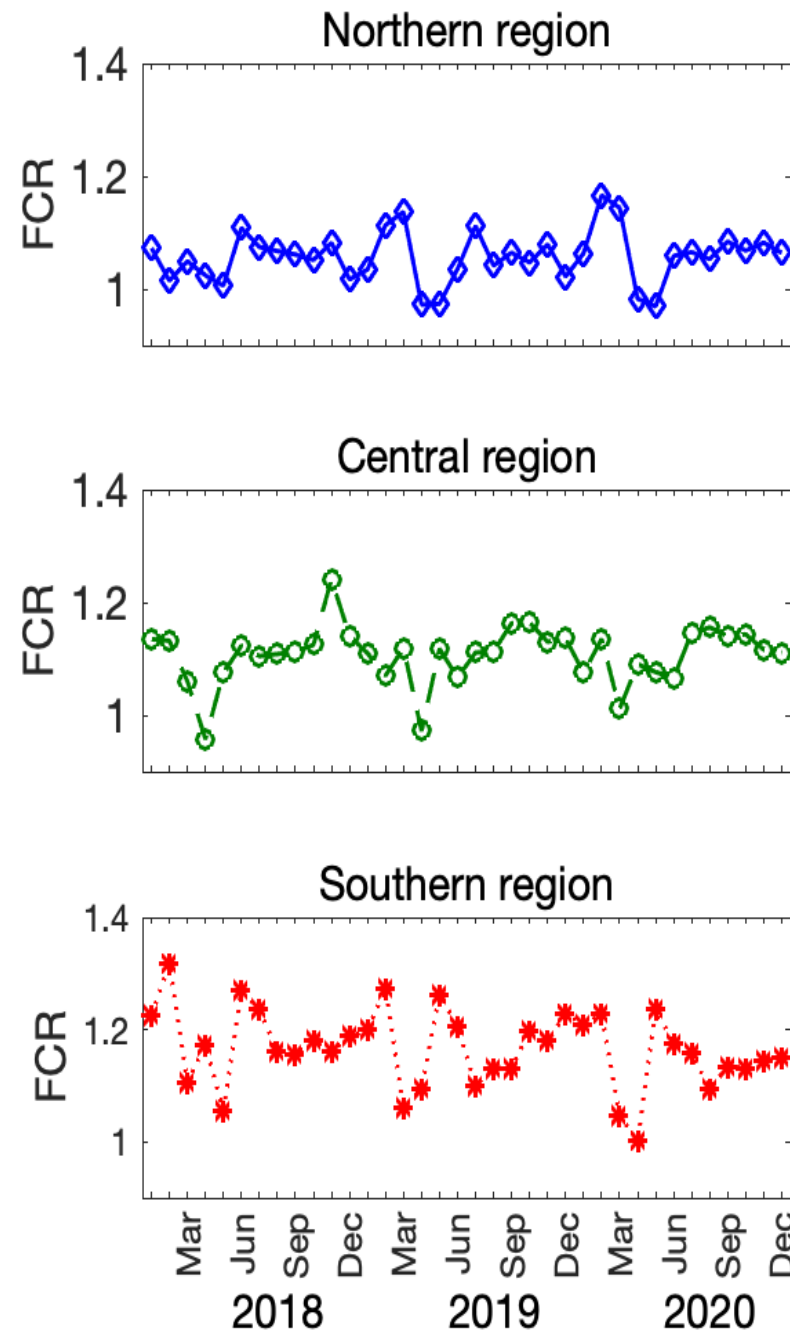
Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Byнесveien 46, 7018 Trondheim, Norway

Wang and Olsen 2023a

**Fôr-faktor ikke
avhengig av
temperatur i en region**

**Varierer mellom
regioner**

**Lavest i nordlig region
(Norland-Finnmark)
og høyest i sørlig
region (Agder-
Vestland)**



B-undersøkelsen

- Sediment-prøve(r) nært merdene (<30m)
- Den forteller mest om **kjemisk tilstand** til det bentiske økosystemet (krav i det europeiske vanndirektivet, WFD)

B-undersøkelser – målet variabler som hver gir skår

- pH og Eh
- Bentiske dyr, makrofauna
- Gass bobler
- Farge
- Lukt
- Konsistensen til slammet
- Grabb volum
- Tykkelse av avsetninger

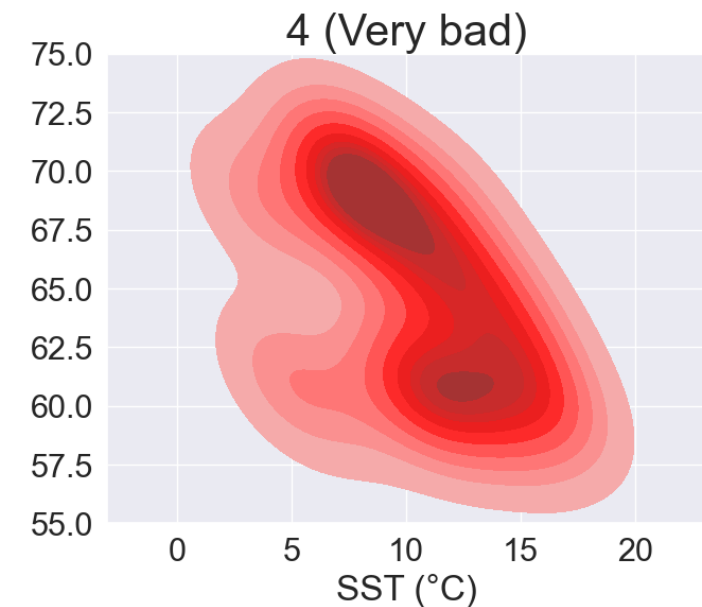
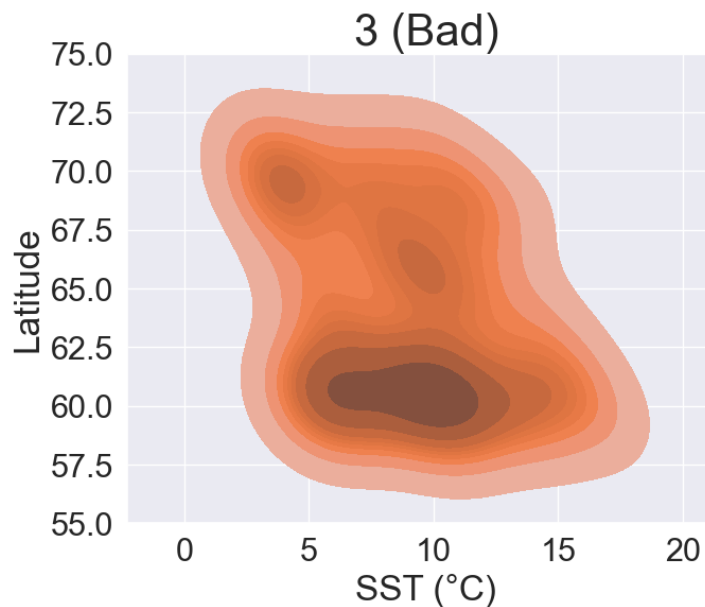
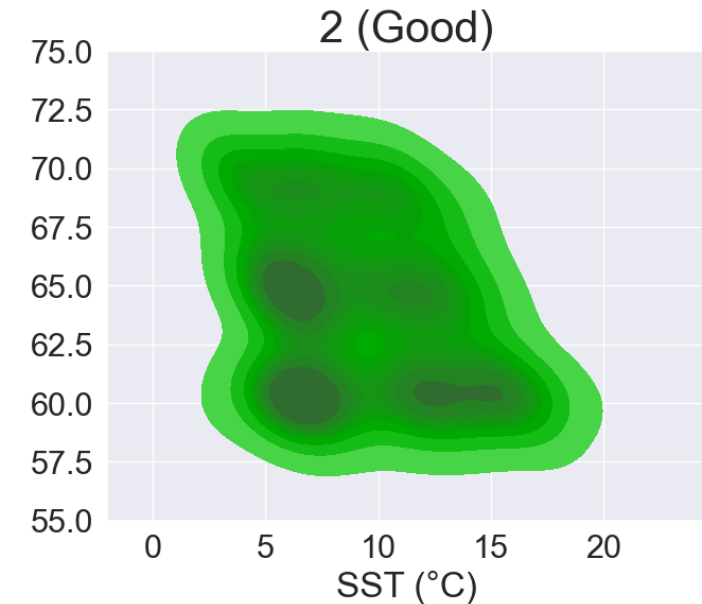
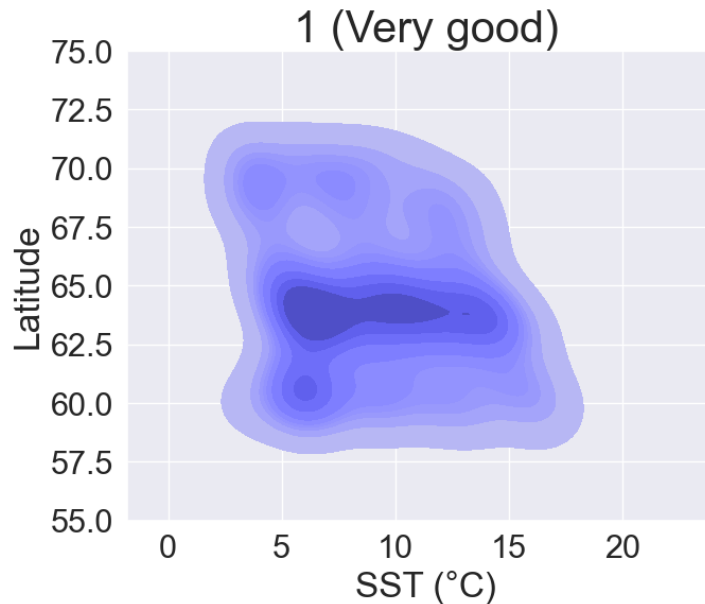
Miljøtilstand gitt av sum skår:

- State 1 Svært god
- State 2 God
- State 3 Dårlig
- State 4 Svært dårlig

Rikets tilstand:

Miljøtilstand som funksjon av temperatur og breddegrad

Wang and Olsen 2023b

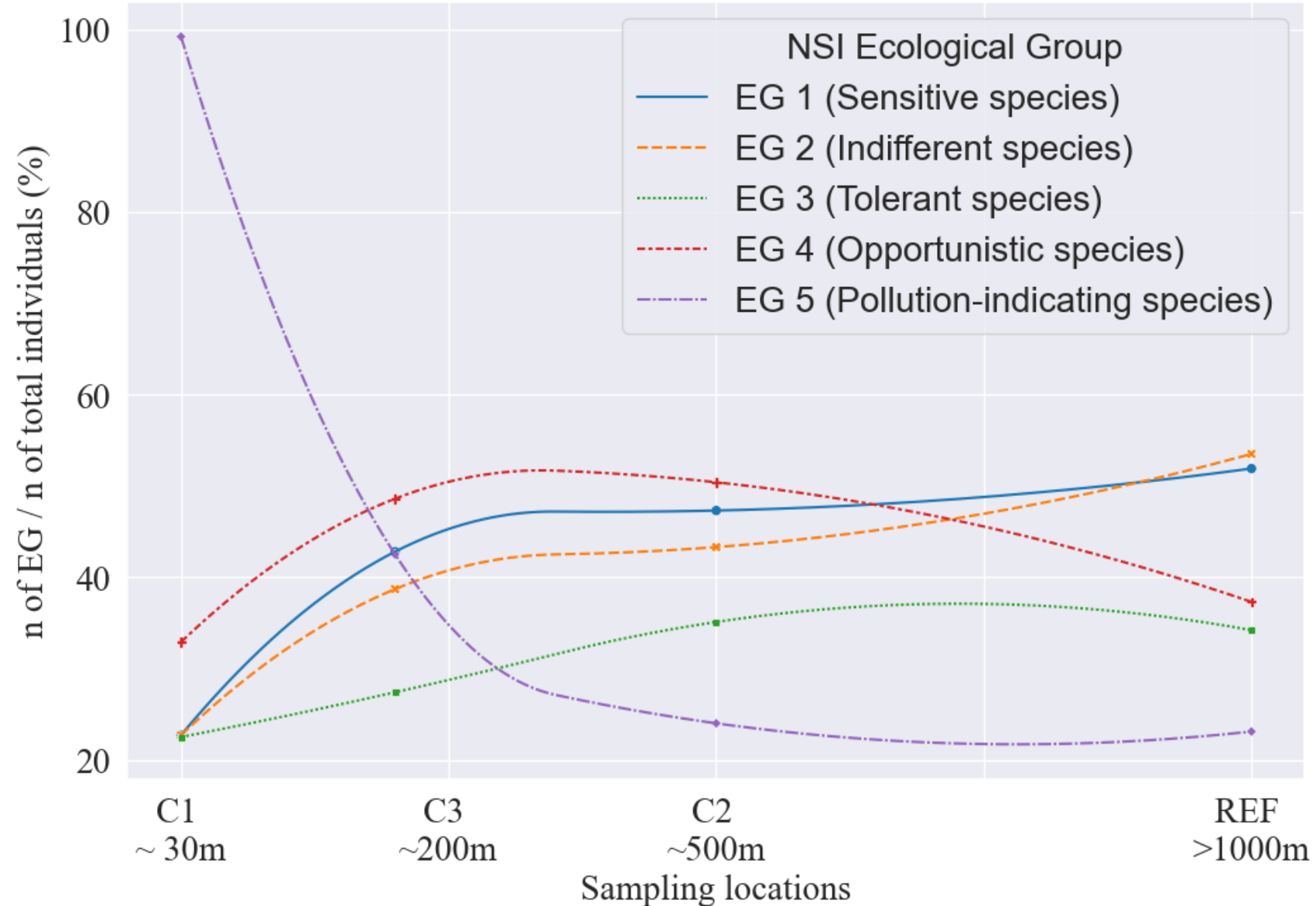


Resultater av c-undersøkelse for utvalgte anlegg på Frøya



C-undersøkelsen

- Flere sediment-prøver nært og inntil 500m fra merdene
- Økologisk tilstand til det bentiske økosystemet (WFD krav)
- Kjemisk tilstand ved ulik avstand



Miljøstatus øvre vannmasser (der fotosyntese skjer)

- Bare oppdrettsnæringen er fristilt WFD miljøkrav
- Krav kommer med havbasert oppdrett
- Kravet er mye likt det for sjøbunn, økologisk og kjemisk tilstand må dokumenteres
- Men, ... organismene flyter med vannstrømmer
- Prøvetakingen blir annerledes enn for bunn
- Andre indikatorer

I dialog om å etablere metode for bestemmelse av vannkvalitet for havbruksnæringen sammen med Åkerblå

30-40 års NTNU forskning har klarlagt vitenskapelig baserte indikatorer

Indikatorer for økologisk tilstand

- Forhold planteplankton : zooplankton
- Veksthastigheten til planteplanktonet (reflektert ved deres N:P:C forhold)
- Partikulært N og P, det i planktonet
- Klorofyll *a* (mål for planteplankton biomasse)

Indikatorer for kjemisk tilstand

- Partikulært N og P
- Uorganiske næringssaltet?
- O₂ og mange miljøvariabler?
- Miljøgifter om viktig?

Steget videre: *In situ* målemetoder og digitalisering

«Kjekt» og trendy å måle automatisk

..... men vi må måle det riktige, det som kan beskrive økosystemenes tilstand

.... med utgangspunkt i dagens målinger og erfaring ...

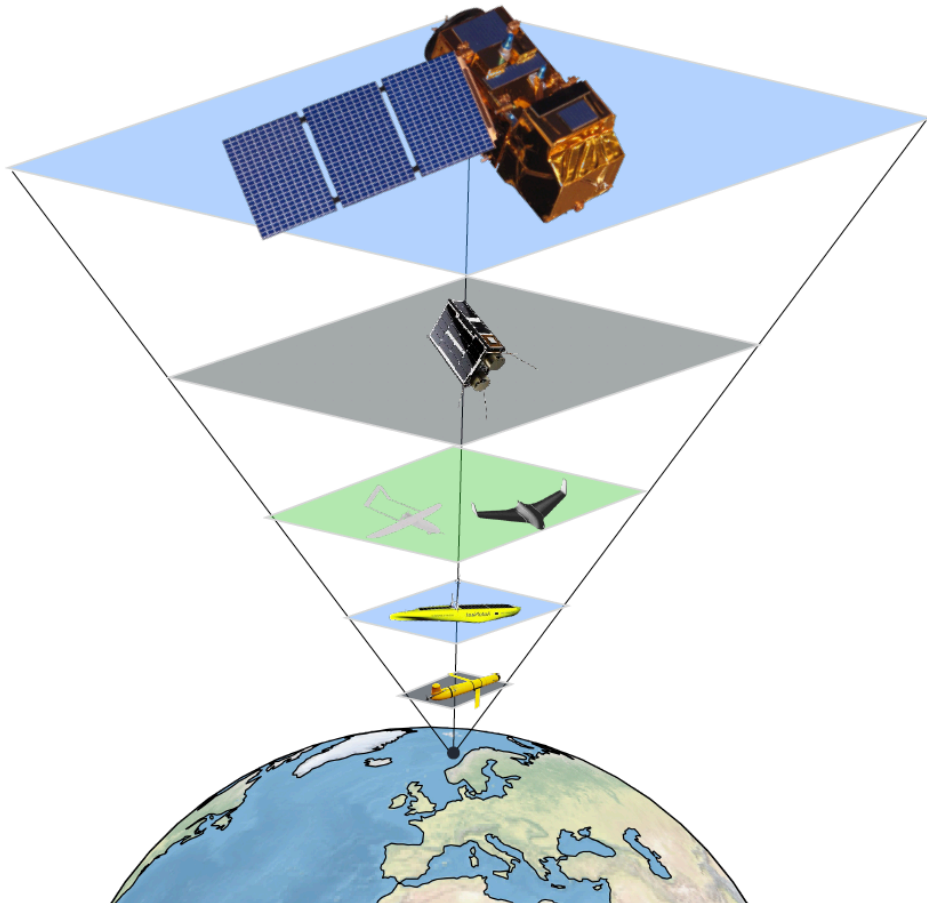
- Big-data og nye behandlingsbehov
- Direkte fra generering av data til rapport?
- Data er tilgjengelige i «all» framtid, gjennbruk ved ny økologisk kunnskap

Erfaring og effektiv klassisk metodikk som virker må alltid være grunnlaget



Steget videre mot digitalisert måling er mangfoldig

«Observational Pyramid - a new era of remote sensing (RS)»



Other Remote Sensing Satellites

Optical remote sensing and more
Area: $< \sim 300 \text{ km} \times 300 \text{ km}$
Speed: Dependent on orbit

LEO Small Satellites

Optical remote sensing
Area: $< 100 \text{ km} \times 100 \text{ km}$
Speed: 7.7 km/s

Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Optical remote sensing
Area: $< 50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$
Speed: 2-50 m/s

Autonomous Surface Vehicle (ASV)

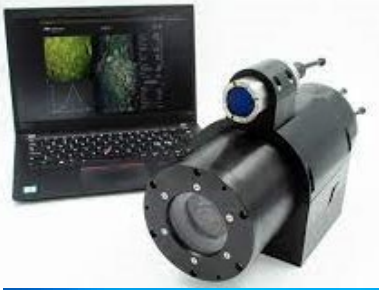
In-situ measurements
Area: $< 10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$
Speed: $< 5 \text{ m/s}$

Autonomous Underwater Vehicle (AUV)

In-situ measurements
Area: $< 5 \text{ km} \times 5 \text{ km}$
Speed: 2 m/s

Sensorene kan plasseres på alt fra skip, bøyer, ROV, AUV, droner som flyr og satellitter

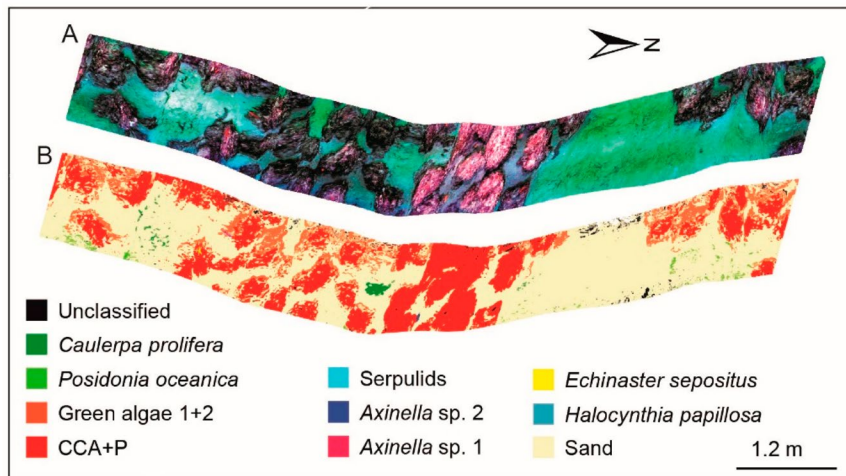
Bakken et al (2023). HYPISO-1 CubeSat: First Images and In-Orbit Characterization. Remote Sens. 2022, 1, 0. <https://doi.org/>



Underwater hyperspektral imaging (UHI)

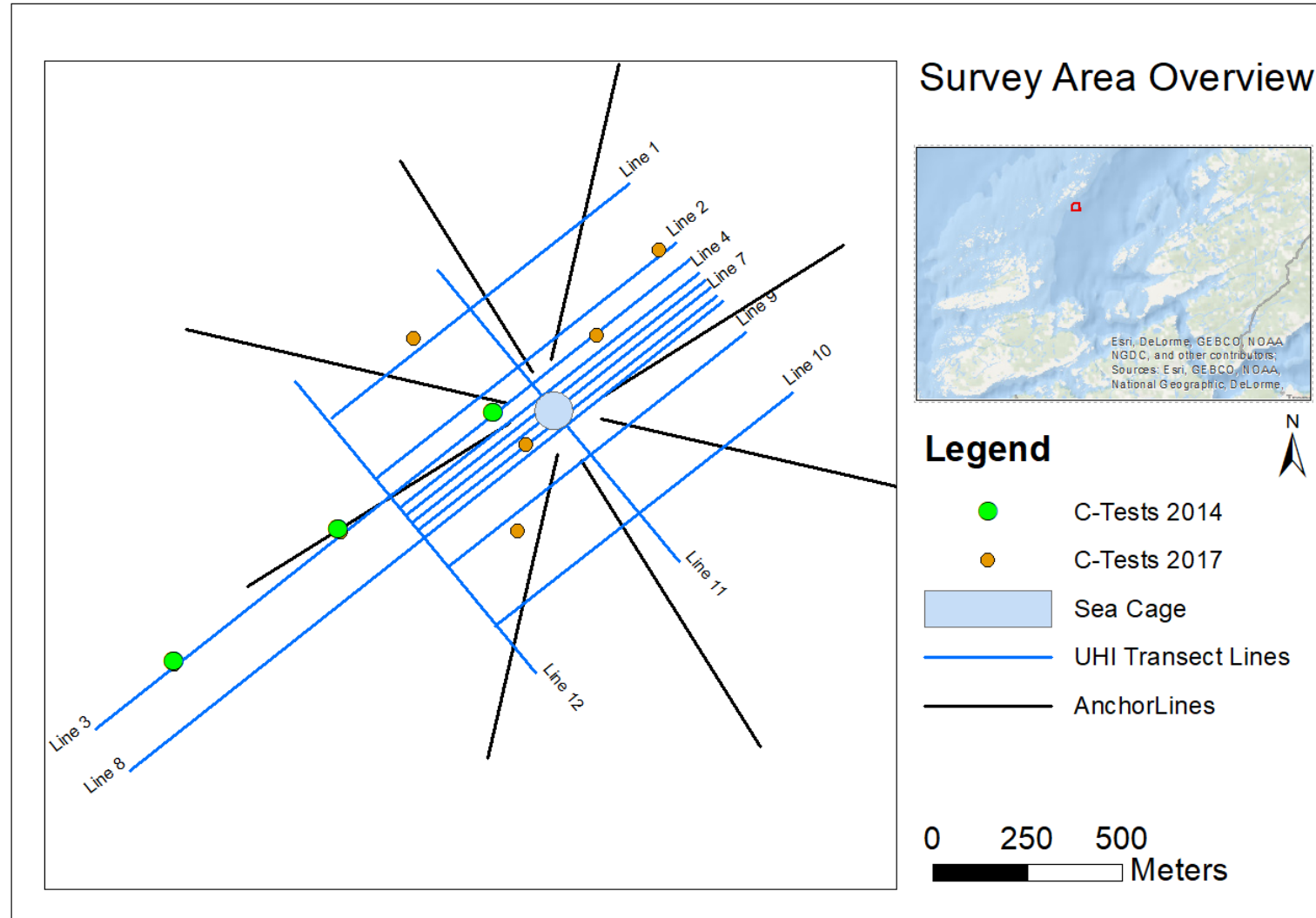
Jeg tror UHI kan anvendes for bestemmelse av både kjemisk og økologisk tilstand til bentisk økosystem

- Biologiske og kjemiske komponenter kan identifiseres basert på deres kjente optiske signaturer
- Kan støtte både b- og c- undersøkelser, med andre påmonterte sensorer i tillegg
- Behov for nye målevariabler/indikatorer
- Dette krever sammenligner av metoder



Forskningsbehov

- ❑ Data fins, sammenligning av UHI og b-c undersøkelser
- ❑ For større lakse-anlegg
- ❑ Coronaen «tok» prosjektet!



In situ undersøkelser av vannmassene

Fjord-lab-bøye i Trondheimsfjorden

For vannmassene

- Måling av planteplankton biomasse og vekst med et sett av sensorer
- Måling av partikler i vannmassene (zooplankton)
- Måling av næringssalter er kjent teknologi.
- En utfordring er måling av N og P i partikler
- Støtte i hyperspektral analyse bli viktig



**Digitale miljødata er i
skuddet, men mye er
usikkert**

**Som alltid blir verden til
mens vi går!**

**Takk for
oppmerksomheten**

