



# TEKNOLOGIOVERFØRING TIL HAVBRUKSNÆRINGEN

Jan Tore Fagertun, forsker

Sjømatteknologi, SINTEF Ocean AS

# Agenda

---

- Introduksjon
- Utviklingstillatelser og andre løsninger for eksponert havbruk
- EXPOSED prosjekter
- Konklusjon/ veien videre

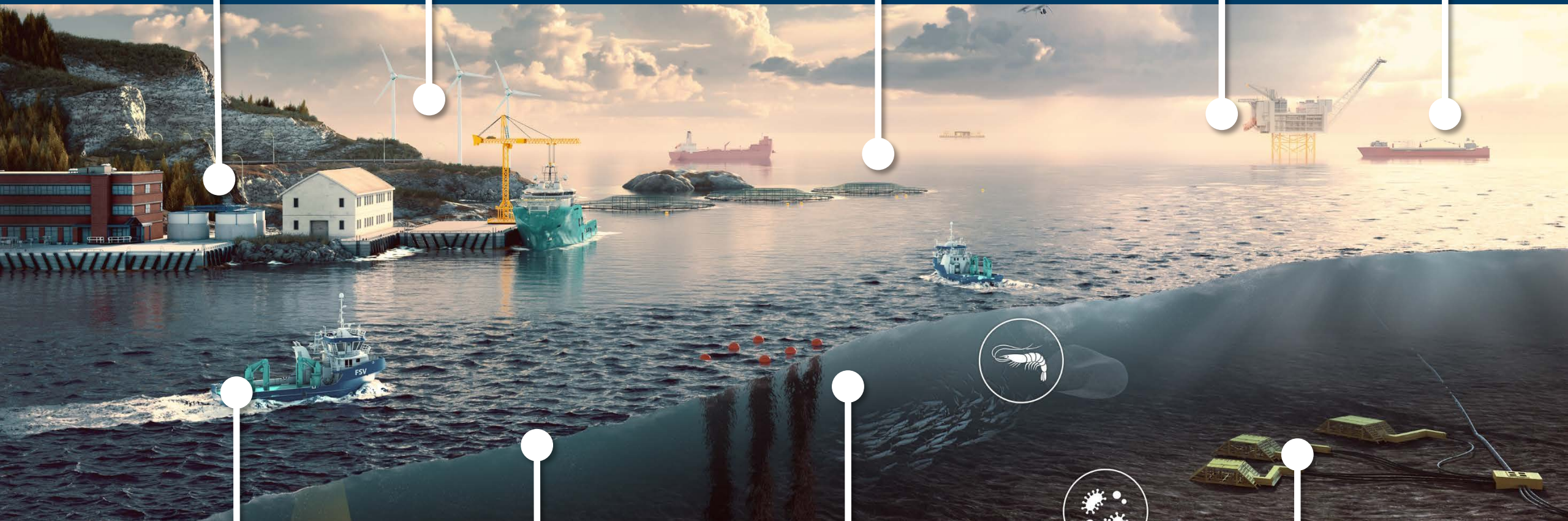
Prosessindustri

Vindkraft

Oppdrett

Olje og gass

Maritim



Fiskeri

Miljøteknologi

Nye marine ressurser

Subsea

# Tradisjonelle løsninger

---

- Flytekrage
- Not
- Forankring
- Annet utstyr
  - Fôrspreder
  - Dødfisk oppsamling
  - Notvask og – vedlikehold
  - Hamsterhjul/ fuglenett



- Attåt-næring til landbruk
- Prøving og feiling
- Håndkraft/ manuelle operasjoner
- Enkle kontrollsystemer

# Tradisjonelle, men moderne løsninger

Cage Farming Aquaculture -  
Complete Solutions Worldwide

PRODUCTS



Steel Cages

Feed Barges

Software

Plastic Cages

Service

Mooring Systems

Feed Systems

Work Boats

Camera Systems

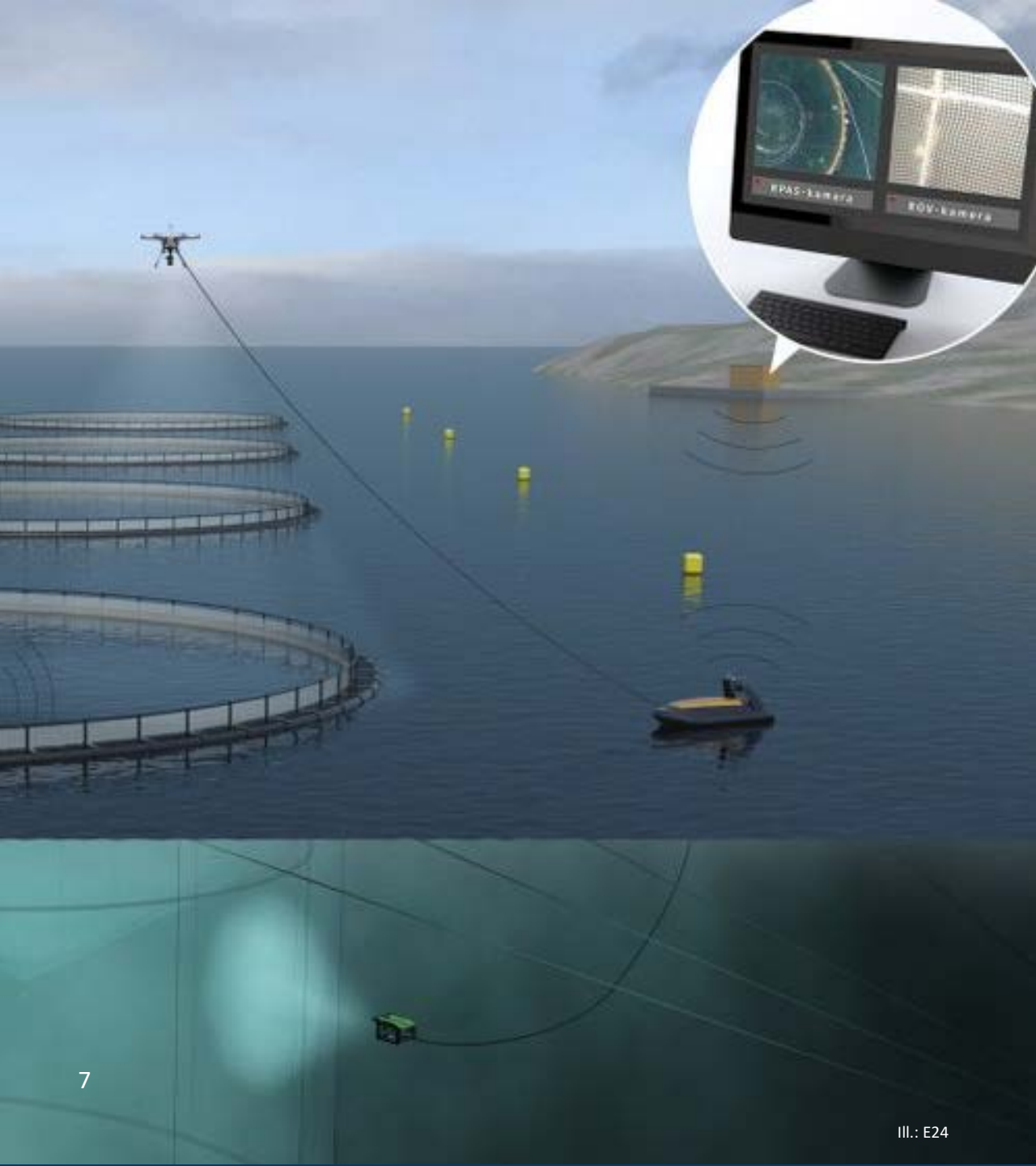
Underwater Lights

Environmental Sensors

Net Cleaning

Nets

From single components  
to complete aquaculture  
solutions with professional  
service and support.



# Dagens situasjon - teknologioverføring

- ROV/ notvask – kontrollsystemer, video, intervensjon/ robotisering
- Monitorering – meteorologiske bøyer, sensorteknologi, droner
- Fjernstyring/ kontrollsystemer – fôrings-/kontrollsentraler
- Kraner/ vinsjer/ capstans – håndtering av nøter/ orrkast
- Og mere..

# Lokaliteter og tillatelser

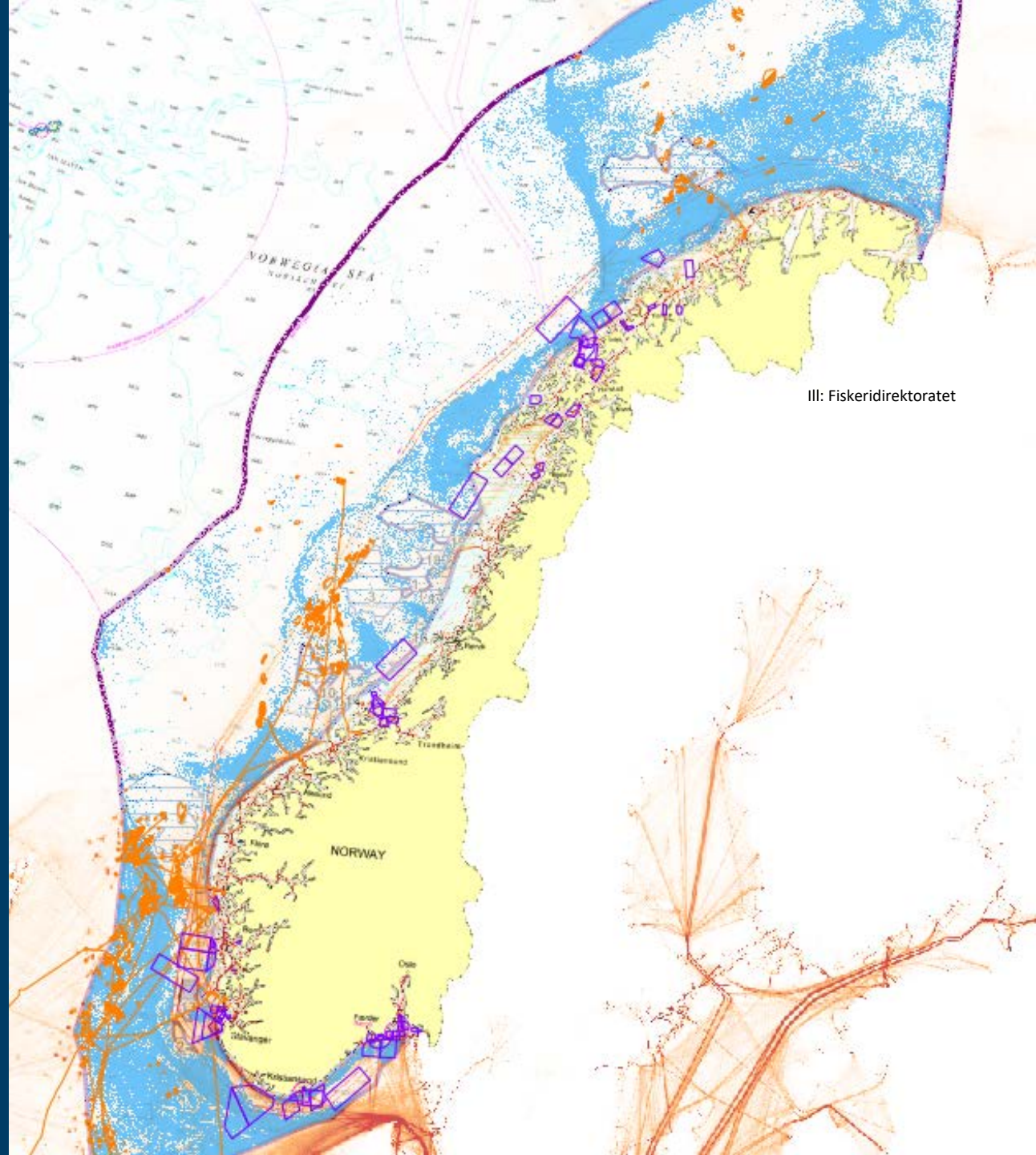
---

- 2018: 1015 lokaliteter med til sammen 1041 tillatelser
  - Nordland: 219 lokaliteter og 214 tillatelser
  - Trøndelag: 165 lokaliteter og 211 tillatelser
  - Hordaland: 188 lokaliteter og 183 tillatelser



# Nye arealer?

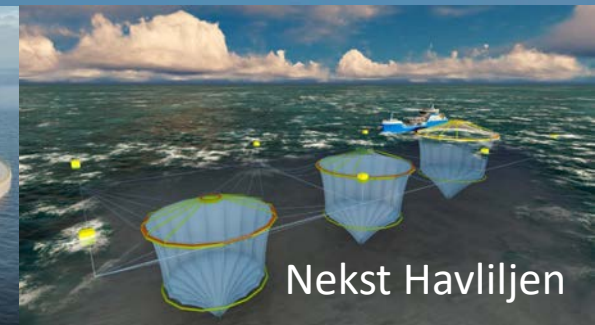
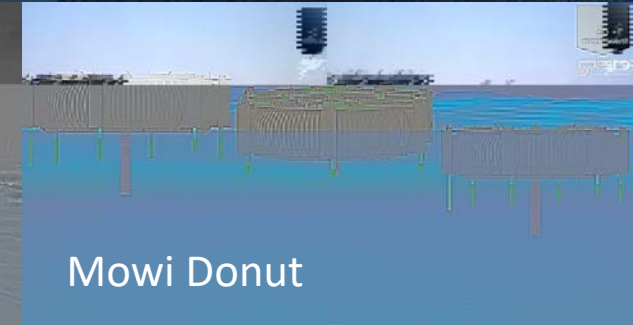
- Områder for fremtidens eksponerte havbruk?
  - Store områder med lite øvrig aktivitet
  - Beredskapsutfordringer
  - Logistikk utfordringer
- Hva kommer først?
  - Produksjon av fisk eller infrastruktur





# Utviklingstillatelser

- Eksponerte konsepter med tillatelser – 9 prosjekter
- Krevende beredskap, operasjoner og logistikk
- "Nye" operasjonsområder



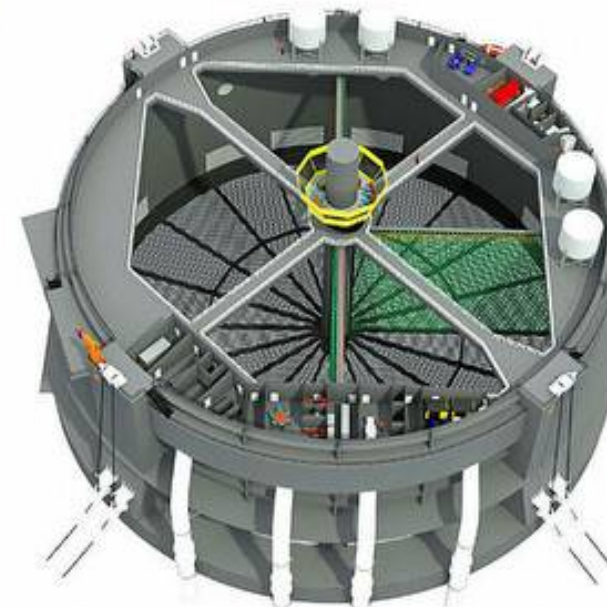
# Aqua Semi

- Måsøval Fiskeoppdrett – fiskeoppdretter og prosjekteier
- Vard – utvikling av konsept/ løsninger
- Haugom Technologies – tekniske konsulenter
- SINTEF Ocean – modellforsøk
- DNVGL – regelverk/ 3. parts verifisering
- M. fl.



Ill: Vard

 Måsøval



Ill: Vard



# Aqua Semi

---

- Ringpontong med egenskaper som halvt nedsenktbar plattform (75.000m<sup>3</sup> innvendig volum)
- Bølger opptil H<sub>s</sub> 3.5m og strømsterke lokaliteter (1-1.5m/s)
- Stiv stålkonstruksjon, stålnett i bunn – sveist konstruksjon
- Landstrøm
- Lugarer for 4-6 personer og døgnbemanning
- Krage (v 11m dybde) styrer vannstrøm rundt anlegget – hydrodynamikk og bevegelseskarakteristikker
- 4x2 kjettingforankring

# Aqua Semi

---

- Vannutskifting/ oksygenering i merden
  - 16 luker som reguleres (åpen, delvis og helt lukket) – kraft, kontroll
  - Vannpumping (25m dybde), direkte oksygenring – pumping, kontroll, monitorering
- Lysregulering i merden
- Testes mellom Hitra og Frøya i Trøndelag fra 2022
- Heve/ senke mekanisme
  - Luftstyrt system presser ut ballastvann
  - Pumping, kontroll, monitorering
- Skyveskott – kraft, kontroll
- Systemer for oppsamling av død fisk og slaktefisk – pumping, monitorering, kontroll
- Boligkvarter; brannsikrin, livredning, evakuering



# Havfarm I

- Nordlaks – oppdretter og prosjekteier
- NSK Ship Design – konseptteier og prosjektutvikling
- SINTEF Ocean – modellforsøk
- Multiconsult – hydrodynamiske analyser
- 7waves – strukturreponsanalyser
- Forankring/ turret – Scana Offshore
- CIMC Raffles – konstruksjon
- DNVGL – krav/reguleringer og verifikasjon

Illustrasjon fra Nordlaks



Foto: Nordlaks

# Havfarm I

---

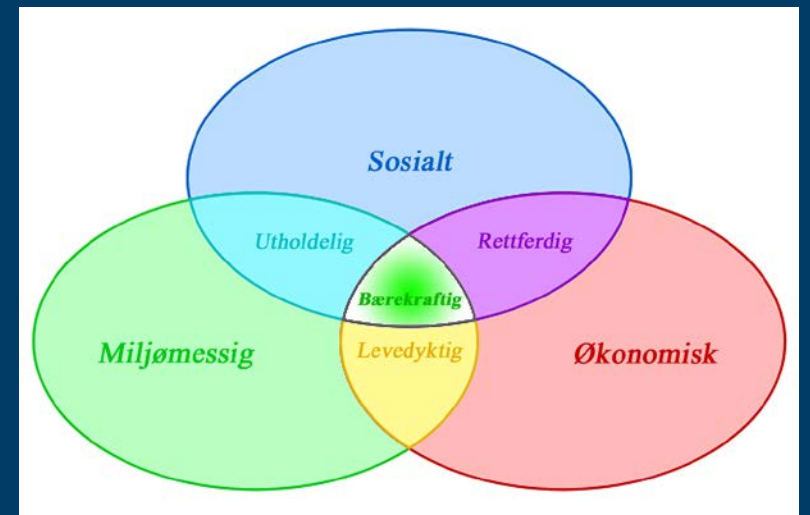
- Storvolum, stiv stålkonstruksjon
  - 6 nøter, tot. 10.000t laks
- Bølger,  $H_s$  6m
- 3x2 forankring med turrett/ svivel
- Boligkvarter, garasjer og verksteder
- Landstrøm og signal via svivel
- Ballastering/ deballastering
  - Operasjons-, storm- og service dypganger
- Vannutskiftingssystem/ strømsetting
- Servicevogner på skinner
  - Håndtering/ daglig drift av fisk

# Havfarm I

---



# Utviklingstillatelser



Ill: Wikipedia

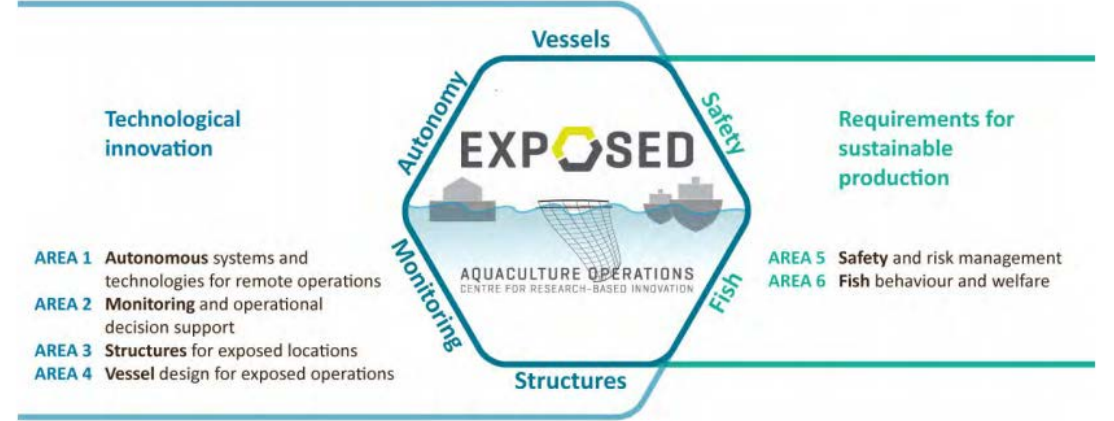
- Så langt har 18 konsepter har fått tilsagn
  - Totalt 89.2 tillatelser: 69.569t
  - 10% av omsøkt mengde godkjent
- 2 avklaringer pågår
- 1 søknad behandles

- Neste generasjon anlegg?
  - Videreutvikling av utviklingstillatelse-konsepter
    - Kunnskapsbase fra de 18 konseptene
    - Kunnskapsbase fra konsepter som ikke fikk tillatelser
  - Utvikling av nye konsepter for egen regning
  - Ny runde utviklingstillatelser?
  - Konsepter for bruk i andre deler av verden
- Bærekraft?



# SFI Exposed

- Monitorering og automatiske operasjoner
- Fiskevelferd
- HMS
- Simuleringer/ numeriske beregninger
- + flere



- Prosjekt 1: Fremtidens konsepter
- Prosjekt 2: Multioperasjons robotsystem for inspeksjon og intervensjon i merd
- Prosjekt 3: Fartøysstrukturinteraksjon
- Prosjekt 4: Sikkerhet til sjøs
- Prosjekt 5: Lakseadferd og velferd i eksponerte havbruksoperasjoner
- Prosjekt 6: Systemer for beslutningsstøtte
- Prosjekt 7: Pålitelige konstruksjoner
- Prosjekt 8: e-Infrastruktur
- Prosjekt 9: Fremtidige scenarier
- Prosjekt 10: Standardisering og regulering
- Prosjekt 11: Fremtidige løsninger for eksponert havbruk
- Prosjekt 12: DEMO Tilstandsestimering og operasjonsplanlegging i sanntid
- Prosjekt 13: Operasjonsplanlegging
- Prosjekt 14: DEMO Kontaktfri operasjon ved bruk av robotarm ombord i fartøy
- Prosjekt 15: Strukturell analyse av oppdrettsanlegg
- Prosjekt 16: Lakseadferd og velferd i eksponerte havbruksoperasjoner
- Prosjekt 17: MS Exposed – Servicefartøy for eksponerte havbruksoperasjoner
- Prosjekt 18: e-Infrastruktur

# Nye konsepter må løse...

---

1. Mer krevende eller utsatte operasjoner
2. Mer krevende daglig drift
3. Fisken får vanskeligheter – (Større fiskepopulasjoner)
4. 1 av 3 rømte laks rømmer under uvær
5. Havbruk er allerede et utsatt yrke – krevende forhold forsterker dette

... også **eksisterende** utfordringer

... samtidig som vi i større eller mindre grad **forlater** kjent teknologi og prosedyrer

... uten å introdusere **nye** utfordringer



## FYSISK BELASTNING:

23% utfører tunge løft ofte eller svært ofte



27% må løfte med overkroppen vridt eller bøyd ofte eller svært ofte

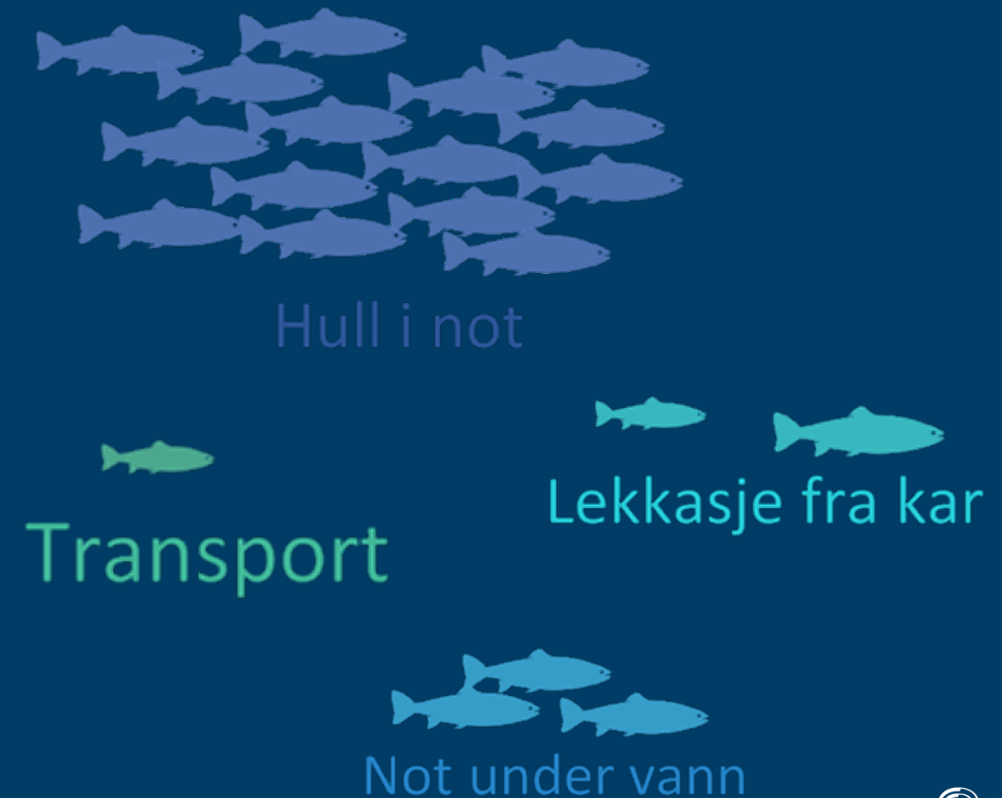
26% utfører gjentatte og ensidige arbeidsoperasjoner ofte eller svært ofte

76% sier at de eller deres kolleger har opplevd nestenulykker (hendelser som kunne ha ført til personskade) i løpet av de to siste årene



# Årsaker til rømming av fisk i perioden 2010 -2016

- **1.770.000** rømt fisk over en periode på 7 år
- Størst risiko: Hull i not
- Transport og mistet fisk: Mange hendelser, lite antall



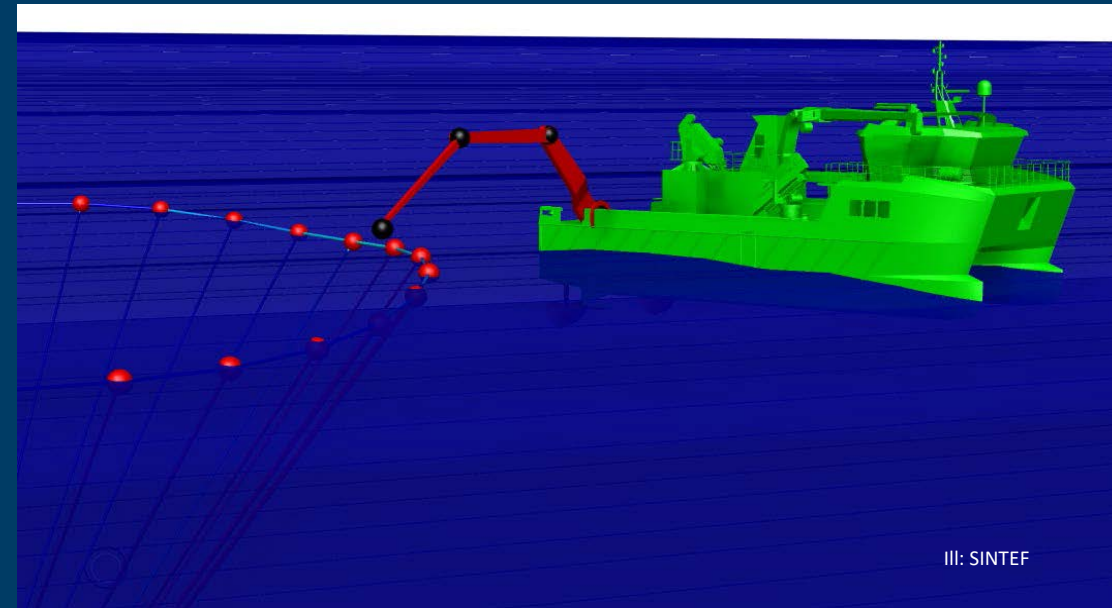
# Kontaktfri operasjon med robotarm

- Hovedmål:
  - demonstrere ved simuleringer hvordan servicefartøy kan utføre operasjoner for akvakulturvirksomhet uten kontakt med anlegg
- Relative bevegelser mellom et typisk oppdrettsfartøy for oppdrettsanlegg er beregnet for sjøtilstander med 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m og 2,5 m signifikant bølgehøyde og konstant strøm på 0,3 m/s.



# Kontaktfri operasjon med robotarm

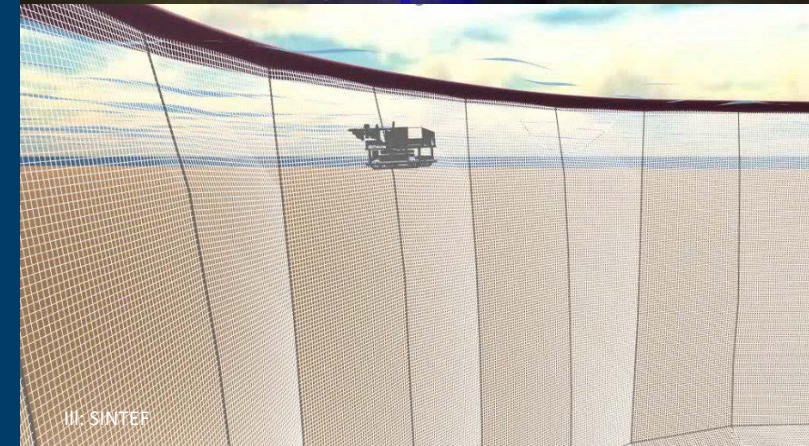
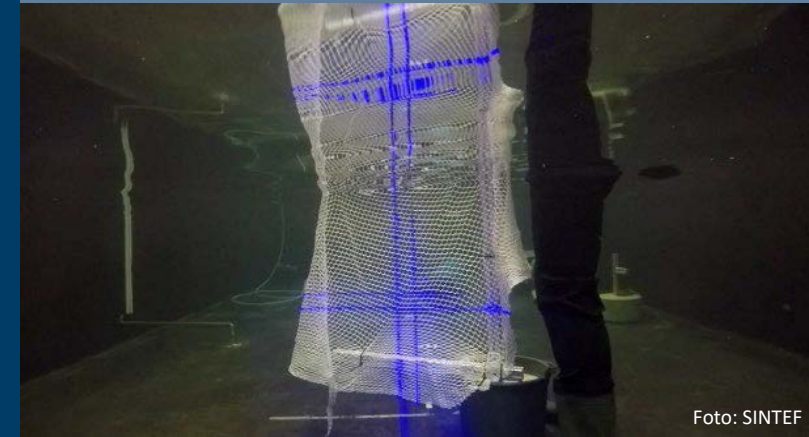
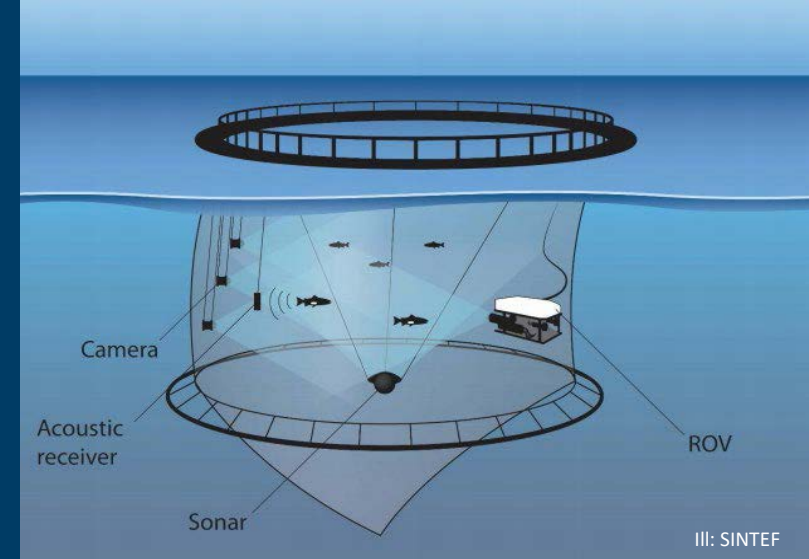
- Fartøyets RAO'er ble beregnet med VERES
- Merdebevegelsene ble beregnet med FhSim
- Eksporte til SIMO for simulering av begge
  
- En av de neste aktivitetene skal ta for seg interaksjoner mellom fiskemerden og et fartøy i DP-modus.



III: SINTEF

# Undervannskamera notdeteksjon/ - inspeksjon

- Mål:
  - utvikle og demonstrere autonom funksjonalitet for et robotisert undervannsfartøy for å utføre hyppige operasjoner på eksponerte anlegg.
- I dag brukes i stor grad dykkere for slike operasjoner





# Undervannskamera notdeteksjon/ - inspeksjon

- Utvikling og forbedring av algoritmer for automatisk å finne hull i not
- Modell- og datadrevet tilnærming



Foto: SINTEF



Foto: SINTEF

# MS Exposed – fartøy for fremtidens eksponerte oppdrett

---

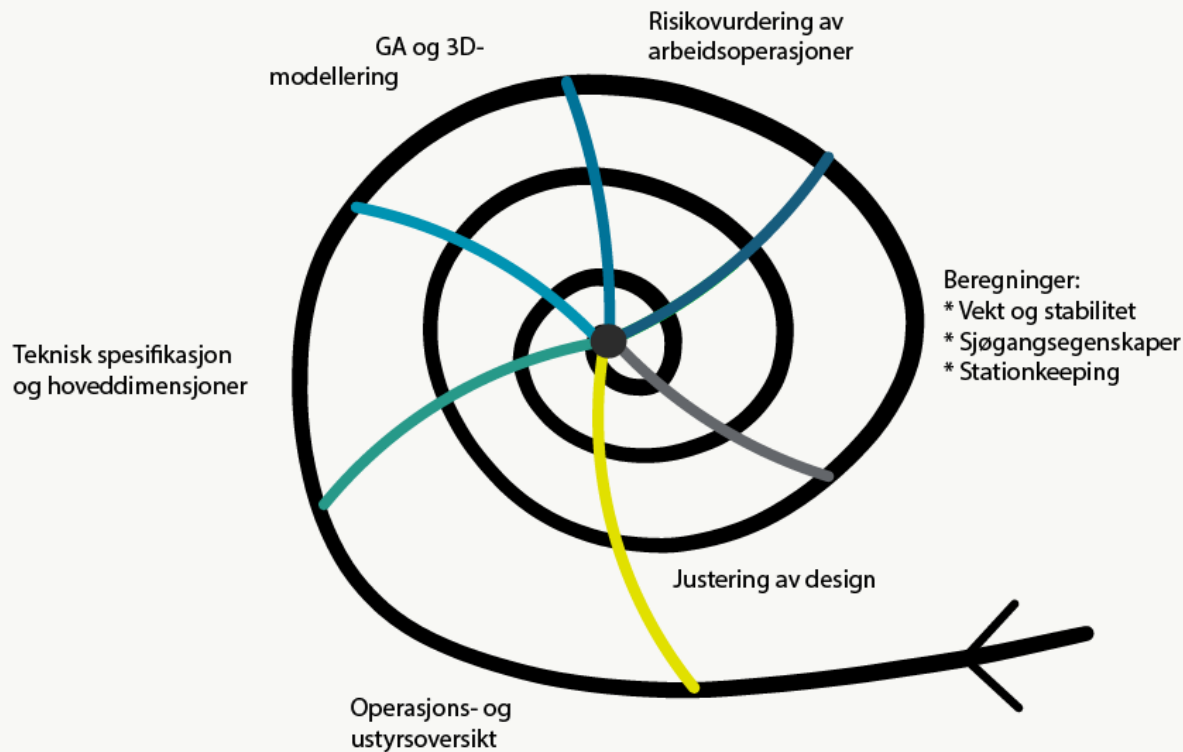
- Mål:
  - utvikle en helhetlig designmetodikk for servicefartøy som kobler fartøysdesign, dekkutrustning og operasjonell sikkerhet
- Det er et betydelig potensial for innovative fartøysdesign:
  - Fartøysdesign
  - Sikkerhetsbarrieretenking

# MS Exposed – fartøy for fremtidens eksponerte oppdrett

- Økt kunnskap om havbruksoperasjoner og operasjonenes innflytelse på fartøysdesign
- Bidra til flere godt dokumenterte design av servicefartøy for havbruk i eksponerte områder



# MS Exposed – fartøy for fremtidens eksponerte oppdrett



- Kunnskap som forbedrer designmetodikk for neste generasjons servicefartøy
- Kobling av fartøysdesign, dekksutrustning og sikkerhetsbarrierer

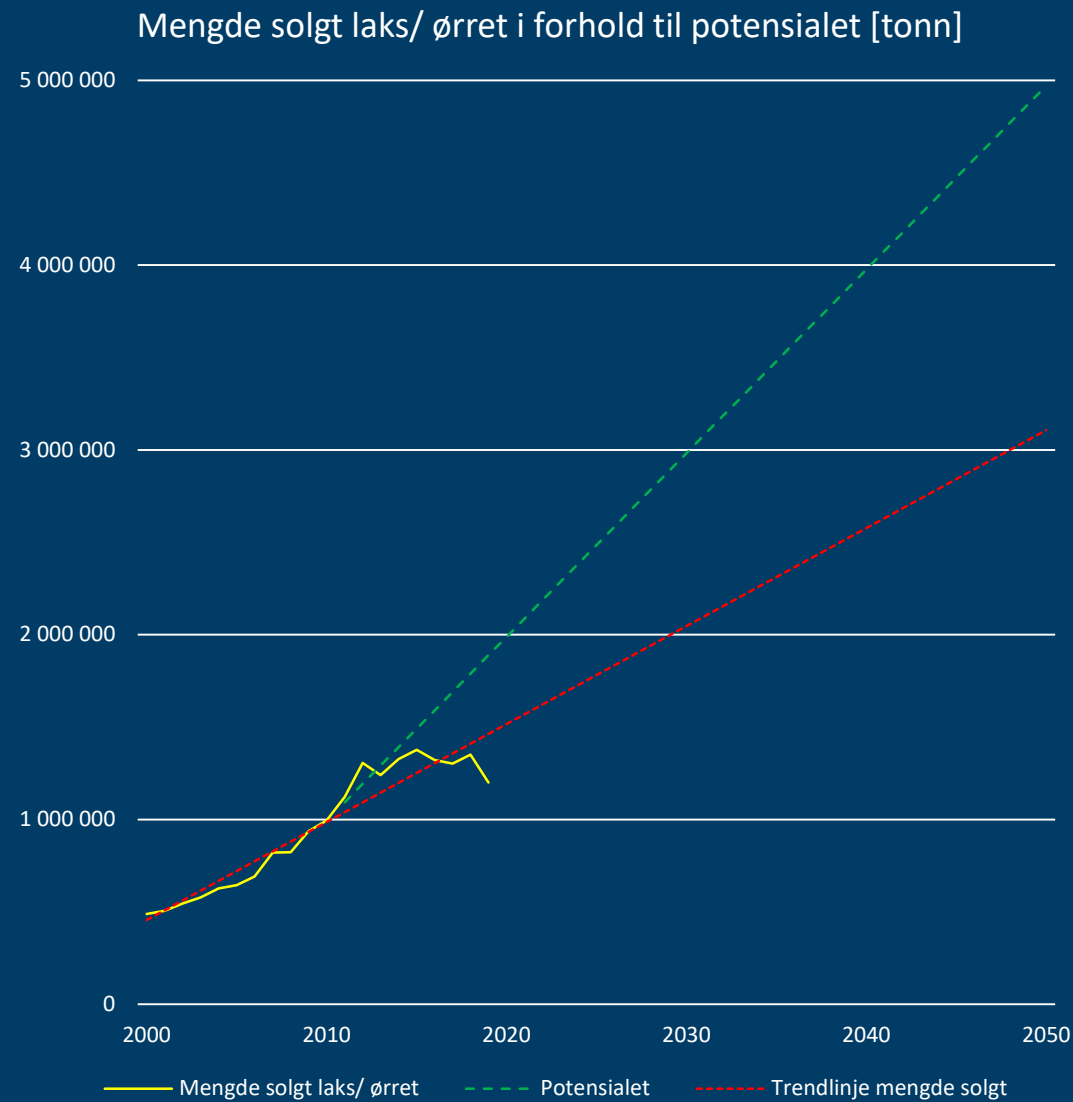


Veien videre...

---

# Bakteppe

- Potensiell vekst i næringen
  - Produksjonsøkning til 2050
    - 5 millioner tonn laks
    - Omsetningsverdi 238 MRD NOK
- Reell vekst siden 2010 (Fiskeridirektoratet):
  - 2010: 994.000t laks og ørret solgt
  - 2019: 1.200.000t laks og ørret - økning på 21%
  - 2010: total verdi salg: 30.24 MRD NOK
  - 2019: total verdi salg: 76.2 MRD NOK - økning på 152%



# Utfordringer

---

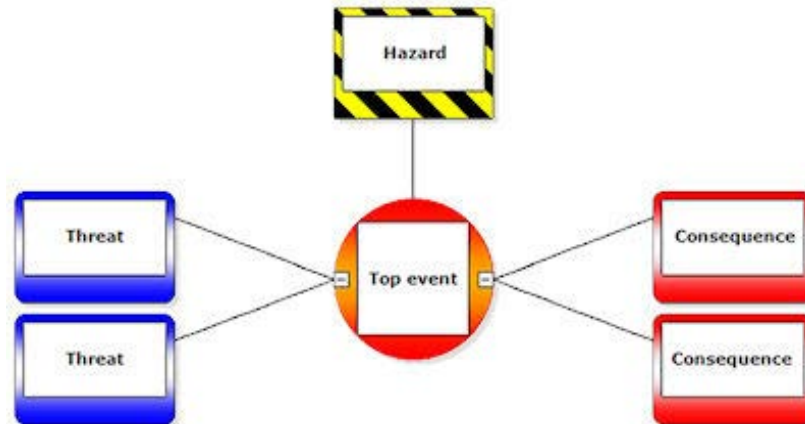
- Lakselus
- Fiskevelferd og -helse
- Tap/ produksjon
- Fôrkilder/ klima-fotavtrykk
- Vekst og tilgang til produksjonsareal
- Rømming og annen miljøpåvirkning
- Biomasseestimering
- Begroing
- Logistikk
- Energi
- Kommunikasjon



# Utfordringer (forts.)

## Tradisjonelle løsninger

- Enkle barrierer (not)
- Stor bruksslitasje
- Mye håndtering av not
  - Behandling
  - Utsett
  - Slakt
- Vedlikeholdsoperasjoner
  - Manuelle operasjoner/ dykkere
  - Operatørstyrte verktøy: ROV/ notvaskere



III: Civil Aviation Authority

## Nye løsninger

- Mer solide barrierer/ flere barrierer
- Mindre håndtering av innhengning
  - Skyveskott/ trengeskott dedikert til oppgave
  - Mindre behov pga mindre sykdom/ lus
- Slitasjenivå er uavklart
  - Nye/ andre materialer
- Mer krevende vedlikeholdsoperasjoner
  - Eksponerte forhold
  - Automatiske funksjoner
  - Større enheter





Ill.: Næringsforeningen i Kristiansandsregionen

# Take away..

---

- Betydelig overføring av teknologi og kompetanse til havbruksnæringen
- Forventning om vekst
- Nye arealer og nye løsninger krever nye metoder og ny teknologi
- utfordringer med lus og fiskevelferd



Teknologi for et bedre samfunn