



# FREMTIDENS SMOLTPRODUKSJON 2022

Sundalsøra 26.-27. oktober 2022

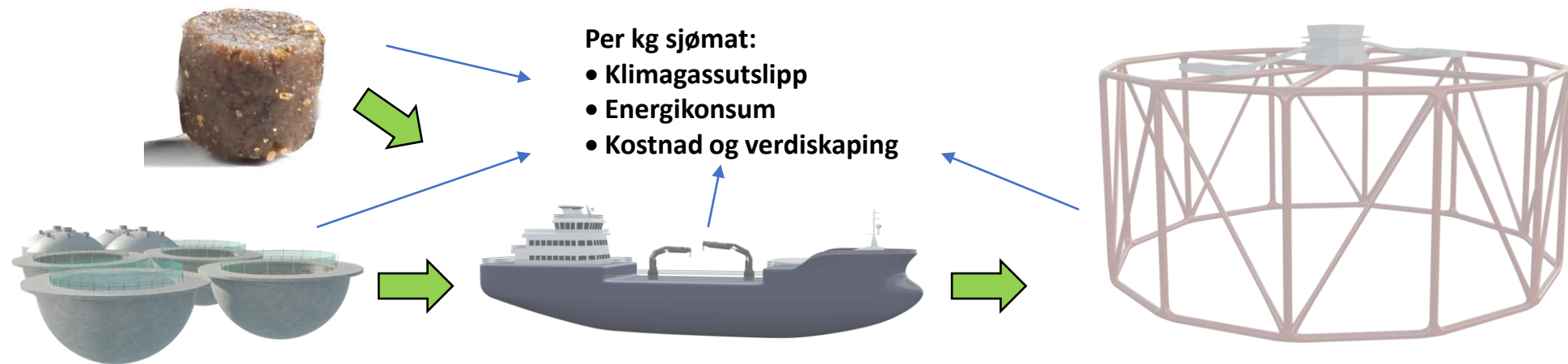
Oppdatering fra Grønn Plattform «Lavutslippsverdikjede for havbruk til havs»

Arne Berge

# Grønn plattform ser verdikjeden i sammenheng

***Nytt marked – Må utvikle nye grønne løsninger gjennom verdikjeden***

Gjensidig avhengighet produksjon og nye løsninger (for, logistikk, autonomi)



Robust postsmolt (DP2)  
Grønn pellets (DP1)

Logistikk til havs (DP6)

Elektrifisering (DP3) Semi-autonom drift (DP4)  
Økt overlevelse (DP5)

**Bedriftseide delprosjektet i hovedprosjektet**

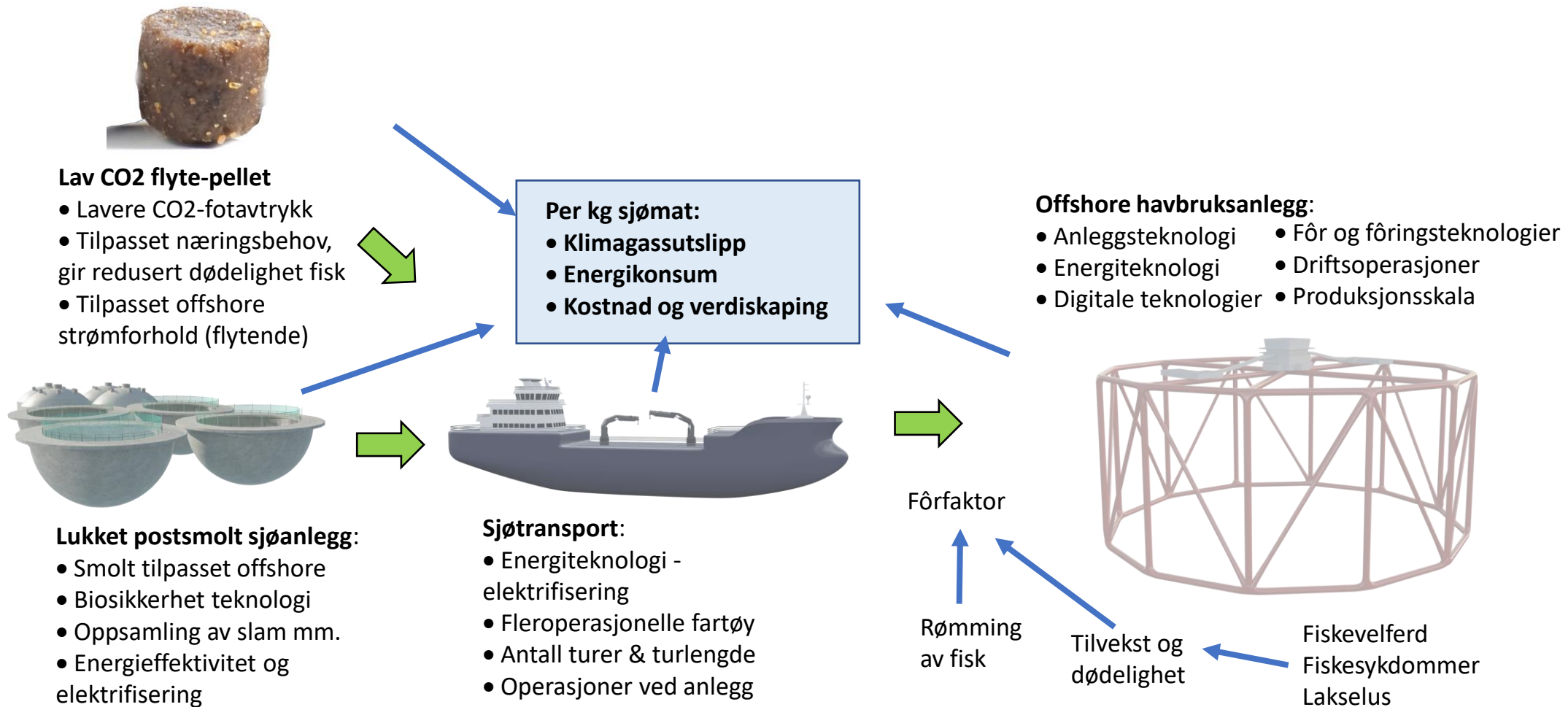
Post-smolt ytelse og velferd (AP5)  
Sikker og robust produksjon (AP4)  
Velferd, adferd & fysiologi i bølger (AP6)

**Kompetanseprosjektet**

Sirkulær bioøkonomi & fornybar energi (AP3)  
Autonom offshore prosessoptimalisering (AP7)  
Miljøets livsløp og økonomianalyse (AP8)  
Ansvarlig innovasjonslaboratorium (RIL) (AP9)

Integrert & digitalisert miljøovervåkning (AP1)  
Forebyggende biosikkerhet (AP2)  
Sikker og robust produksjon (AP4)

# Grønn plattform skal gi en bærekraftig verdikjede

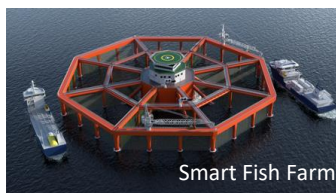


# Bedriftspartnere:

## SalMarAkerOcean



- Omsetning Salmar 2020: 13 Mrd NOK
- Helintegrert multinasjonalt havbruksselskap
- Produksjon av matfisk, postsmolt og settefisk
- Utviklingstillatelser Ocean Farm 1, Smart Fish Farm 1



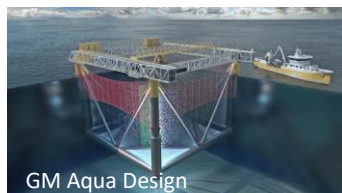
ROOTED IN NATURE



- Omsetning 2020: 4,4 Mrd NOK (uten Shetland)
- Helintegrert internasjonalt havbruksselskap
- Produksjon av matfisk, postsmolt og settefisk
- Utviklingstillatelser BlueFarm



- Omsetning morselskap: 6,8 mrd
- Moreld: Offshore energiservice
- Moreld Aqua: Havbruk, inkl design, digitalisering og autonomi
- GM Aqua Design (Havbruk til Havs)



- Omsetning: 70 mill NOK (B2021)
- Utvikler og leverer lukkede sjøanlegg
- FoU tillatelse og utviklingstillatelse
- Produserer nå post smolt (6. innsett)
- Globalt salgsfokus



OVUM

- Omsetning: 4,4 mill NOK
- Fisk i første postsmolt enhet nå
- Leverer lukkede sjøanlegg
- Grønn tillatelse og 6 utviklingstillatelser



- Omsetning 2020: 7,3 mrd NOK i Norge. 26,5 mrd NOK globalt.
- Globalt ledende fôrleverandør
- Morselskap Nutreco er inne i utviklingstillatelse (Roxel Aqua)
- Postsmolt fôr lukkede sjøanlegg
- Grønt flytefôr for undervannsfôring til havs
- Transport av fôr og skånsom fôrtransport om bord i farvann med store bølgehøyder
- Diagnoseverktøy for store fiskepopulasjoner



- Omsetning: 20 mill NOK
- Kunnskapsleverandør havbruk. Aktiv rolle i kunnskapsdeling for havbruk til havs
- Leder **Stiim Aqua Cluster** med 130 medlemsorganisasjoner, herunder selskapene i dette prosjektet



# Forskningsinstitusjoner:



- Prosjektledelse hovedprosjekt
- Teknoøkonomiske og livssyklus analyser
- Digitalisering infrastruktur
- Responsible Research and Innovation lab
- Beslutningsstøtte



- Ledelse KSP arbeidspakke 2
- Biosikkerhet og overlevelse
- Sanntidsovervåking smitte
- Biomarkører og mikrobiom
- Fiskehelse, velferd og stress



- Fiskevelferd og helse



- Prosjektledelse KSP prosjektet, AP5
- Markører miljøeffekt vannsøyle og bentos
- Fiskevelferd postsmolt
- Santidsovervåking
- Digitalisering og autonome operasjoner



- Digitalisering og satelittbasert overvåking
- Semi autonome operasjoner



- Teknoøkonomisk analyse
- Beslutningsstøtte



- Ledelse KSP AP6
- Fiskevelferd i bølger
- Robust fisk



- Utvikling robust fisk
- Fiskevelferd og helse

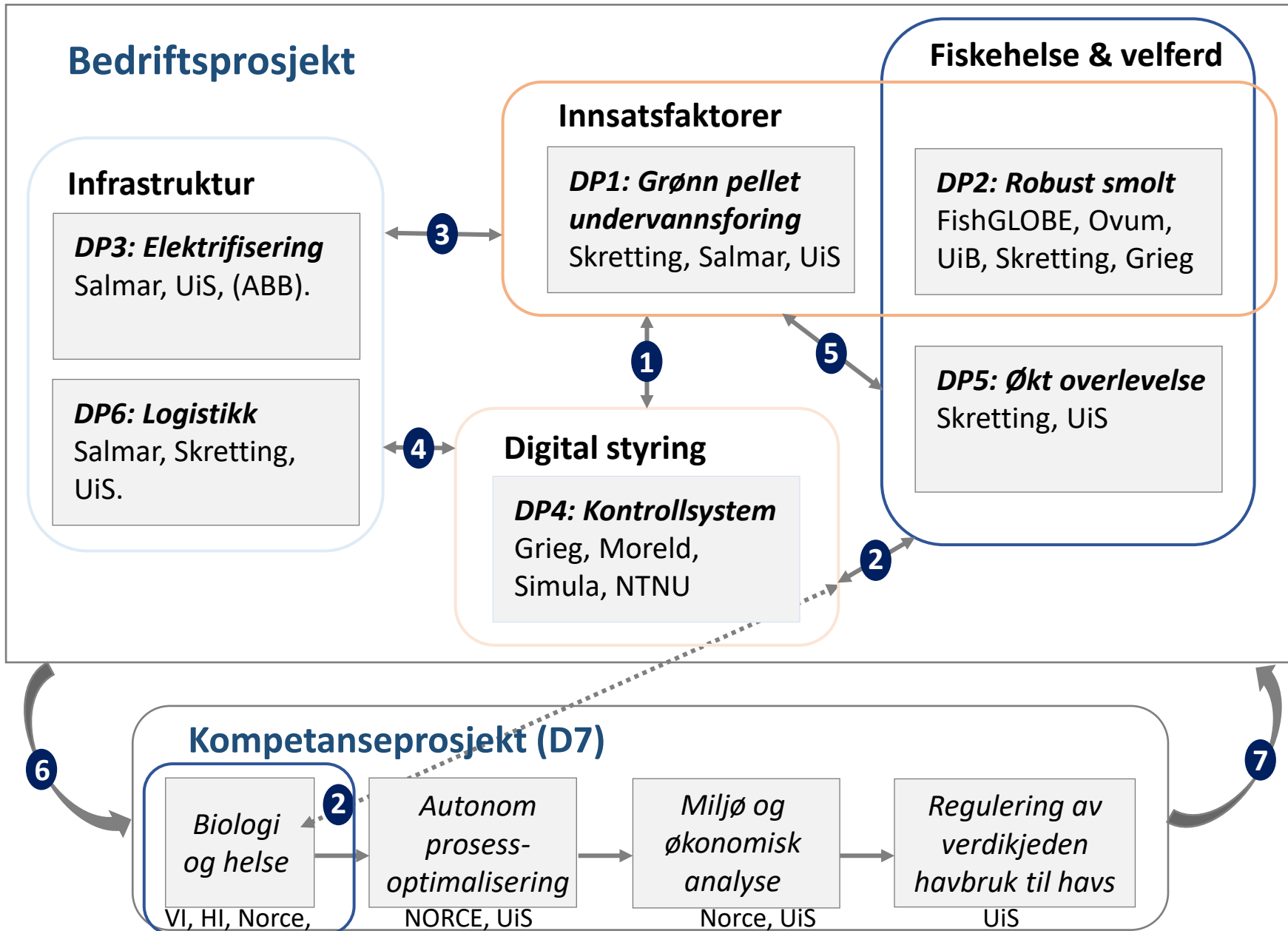


- Biomarkørstudier



- Responsible Research and Innovation
- Risikoanalyser
- Beslutningsstøtte

# Partnerne dekker sammen hele verdikjeden



## Samhandling (utvalgte)

- 1** Kontrollsystem overvåker system for undervannsføring
- 2** Systemer for økt overlevelse integrert med kontrollsystem, med FoU på bedre biosikkerhet, helseindikatorer, velferd og ytelse
- 3** Elektrifisering og logistikk for førsystem og smoltproduksjon
- 4** Digital monitorering og styring av logistikk og elektrifisering.
- 5** Forståelse av overlevelse sees sammen med førutvikling
- 6** Modeller (av bla merder i DP4, operasjoner i DP6, og elektriske systemer i DP3) brukes til underlag FoU.
- 7** Modeller som integrerer energi, biologisk ytelse, CO2, teknologiske valg og offentlige reguleringer benyttes til bla førutvikling i DP1, smoltutvikling i DP2, logisitikk i DP6, og for å bygge kontrollsystemet i DP4.

## Hvordan jobber prosjektet for å løse miljøutfordringer knyttet til havbruk til havs ?

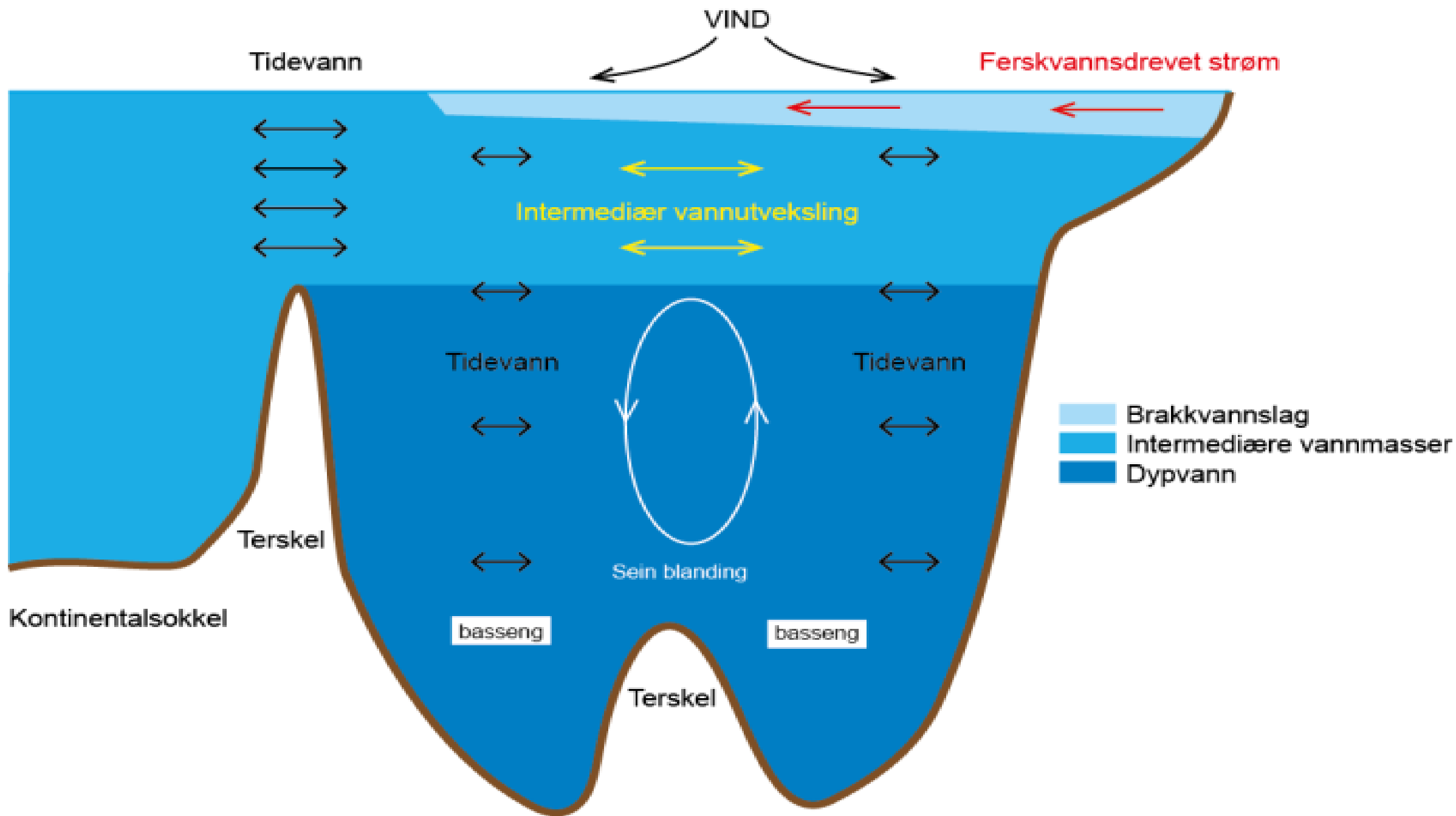
|                   |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                            |                                                                                               |                                                                                                           |                    |                                                                                                            |                                                                                                                                |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Utfordring        | Organisk belastning                                                                                                                                                                                                                                                    | Utslipp medisiner og miljøgifter                                                                                                                                                                                                            | Utslipp næringssalter                                                                                                                                                           | Overlevelse                                                                                                                                                                                  | Rømming                                                                                               | Biosikkerhet                                                                                                                                                                                  | Energibruk                                                                                                                                                                                                        |
| Tiltak            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forbedre fôrfaktor (postsmolt og påvekst)</li> <li>• Sann-tids overvåking og beslutningstøtte</li> <li>• Presise markører for belastning av bunn og vannsøyle overvåking</li> <li>• Oppsamling og gjenbruk pellets</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nye fôr og tilpasset fôring, bedret fôrfaktor</li> <li>• Robust fisk og lavere behov for behandling av fisk</li> <li>• Postsmolt med lite redusert sykdomsutfordring-mindre medisinbruk</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slamoppsamling i postsmolt fase og mulig resirkulering fôr</li> <li>• Sirkulære prinsippr og kopling til biogass produksjon</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale overvåking av alge og manetoppblo mstring – unngår store hendelser</li> <li>• Sikring av fiskevelferd i smolt og påvekst stadie</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digital tvilling for å sikre robust infrastruktur</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ny metodikk patogen screening (eDNA/eRNA)</li> <li>• Mikrobiombaser t overvåking av helse</li> <li>• Fokus tidlig påvisning nye patogener</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modell og analyse alternativ energisystem</li> <li>• Implementere bærekraftige energikilder smoltproduksjon</li> <li>• Elektrifisering av oppdrett til havs .</li> </ul> |
| KSP arbeidspakke* | AP1                                                                                                                                                                                                                                                                    | AP1                                                                                                                                                                                                                                         | AP1, AP3                                                                                                                                                                        | AP5, AP6                                                                                                                                                                                     | AP4                                                                                                   | AP2, AP5                                                                                                                                                                                      | AP3                                                                                                                                                                                                               |
| Hovedprosjekt     | DP1, DP2                                                                                                                                                                                                                                                               | DP1                                                                                                                                                                                                                                         | DP1, DP2                                                                                                                                                                        | DP1, DP2, DP4, DP5                                                                                                                                                                           | DP4                                                                                                   | DP1, DP2, DP5                                                                                                                                                                                 | DP2, DP3, DP6                                                                                                                                                                                                     |

\* Arbeidspakker 7-9 i KSP prosjektet er tverrgående arbeidspakker som adresserer nevnte miljøutfordringer gjennom livssyklus analyser, teknøkonomisk analyser og maskinlæring basert autonom drift

# Grønn Plattform del 2

## Identification of “low pathogen risk” water layers



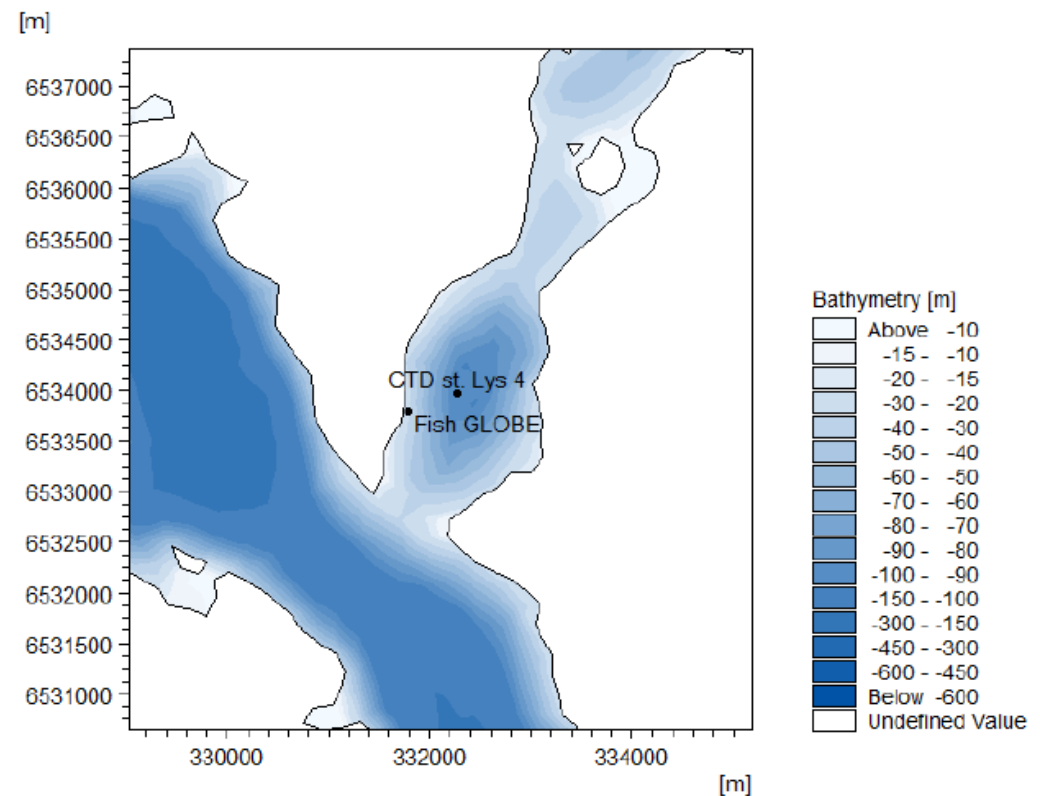


# Validation of the model in Lysefjorden – 2020 data

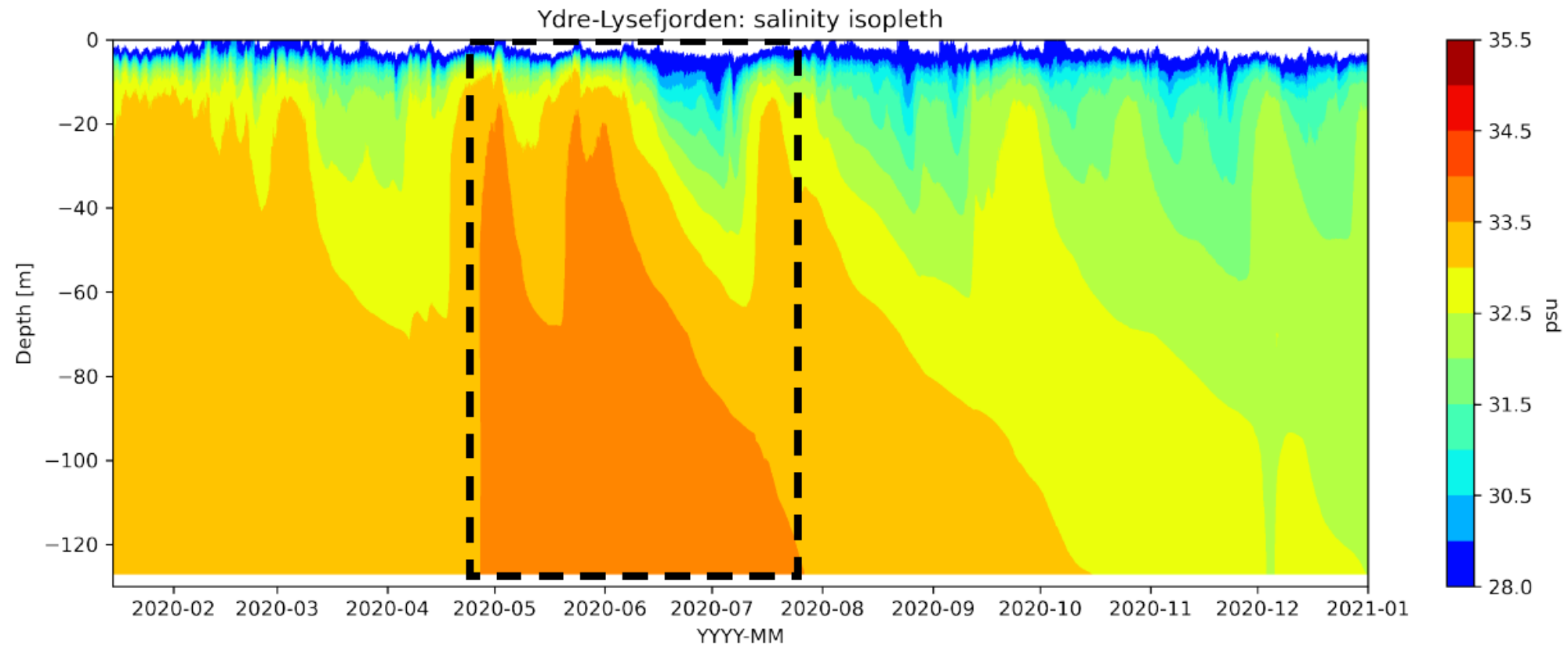
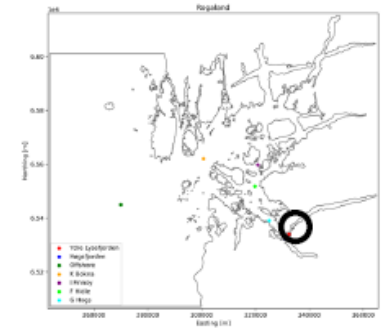
Data provided by Fish Globe

Salinity CTD profiles from:

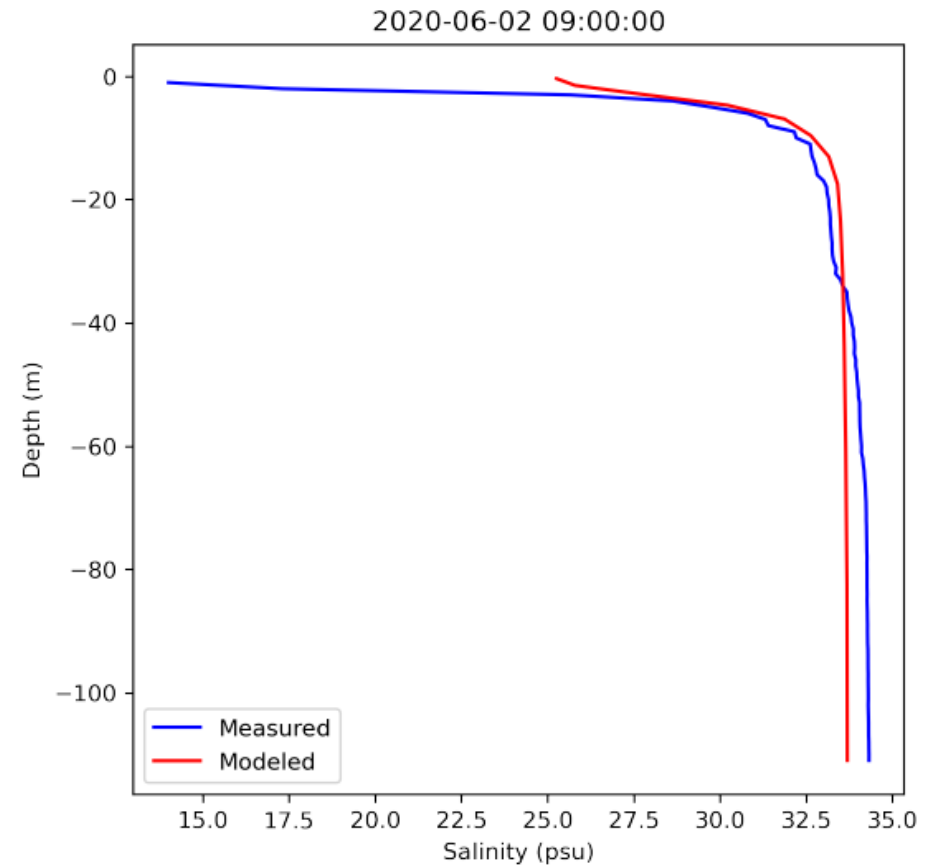
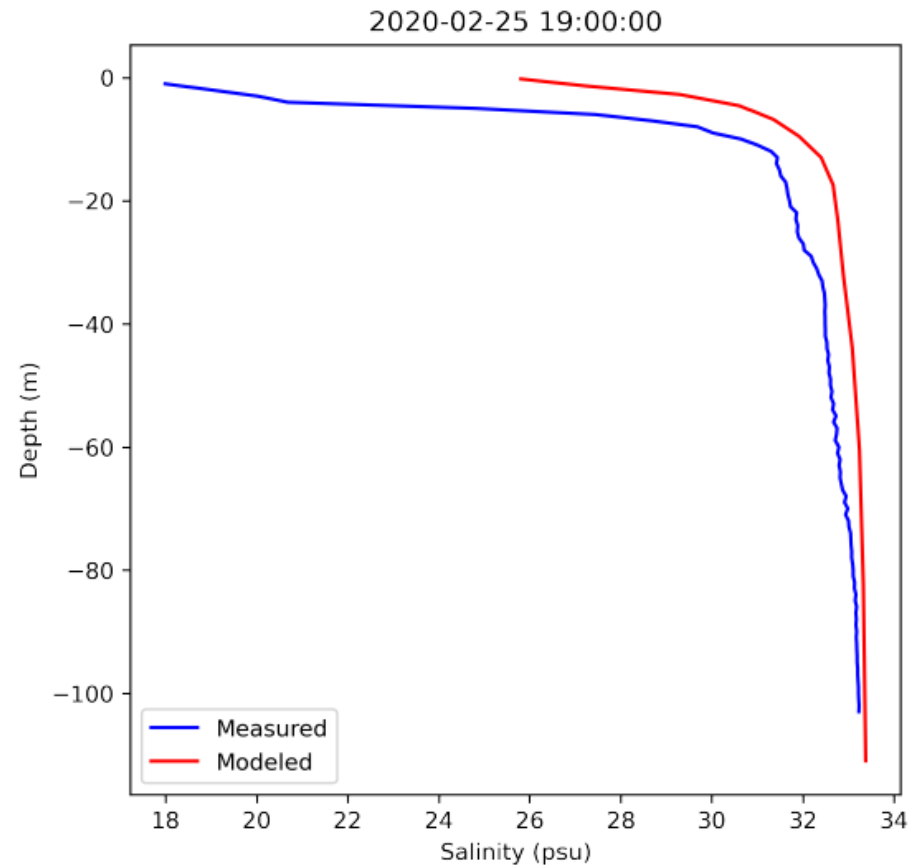
- Lys4\_ST\_2020-02-25
- Lys4\_ST\_2020-06-02
- Lys4\_ST\_2020-09-22
- Lys4\_ST\_2020-11-23



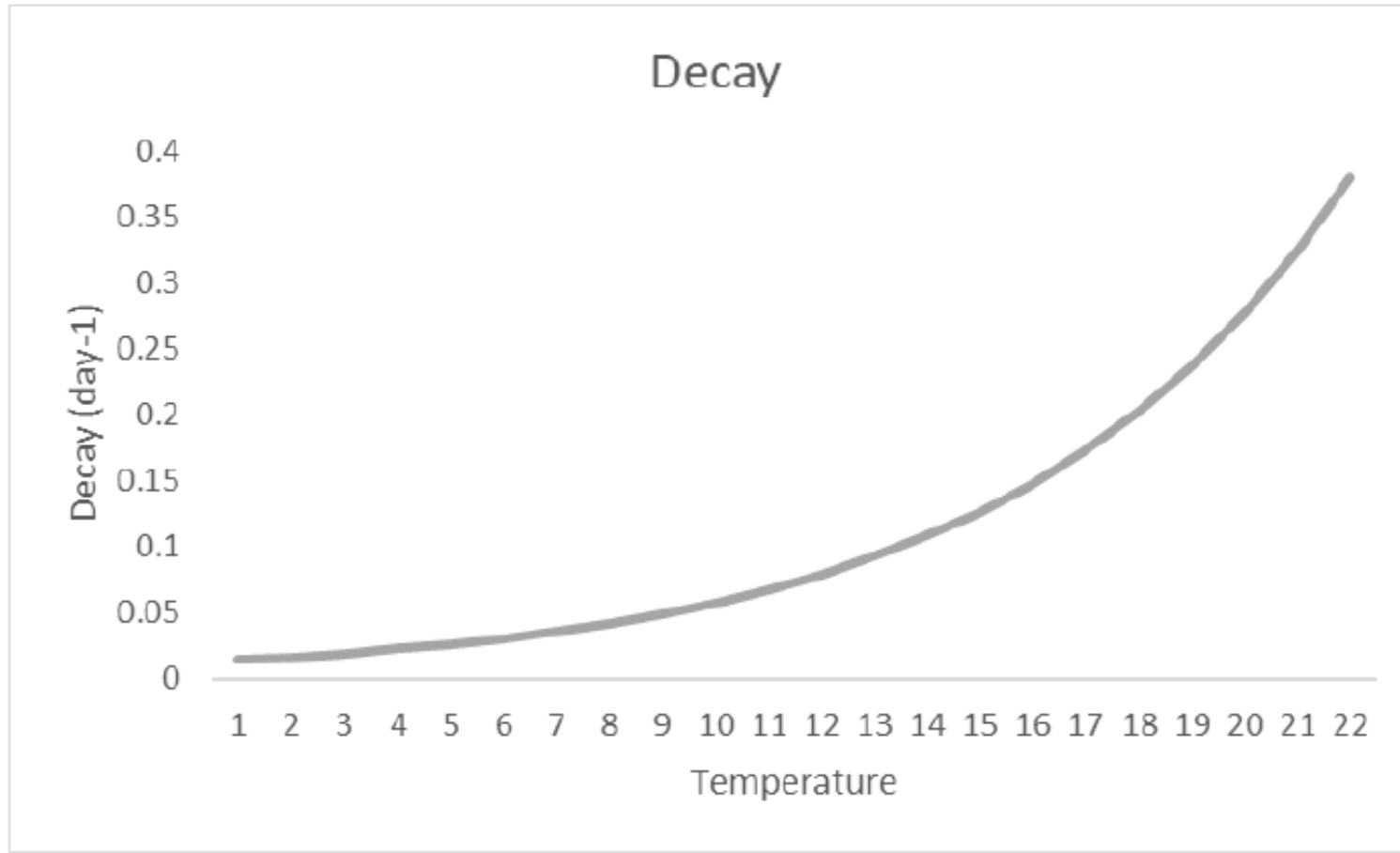
# Ytre Lysefjorden - (see map for location)



## Comparison of model vs. measured salinity at Ytre Lysefjorden (Lys4)



# Decay PD



$$0.277 * \text{Power}(1.17 * T - 20)$$

***Relationship between viral dose and outcome of infection in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., post-smolts bath-challenged with salmonid alphavirus subtype 3*** (J. Jarungsriapisit, U. Moore<sup>1</sup>, S. Mæhle, C. Skå, AC Einen, IU Fiksdal, HC Morton, SO Stefansson, GL Taranger and S. Patel)

***Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts challenged two or nine weeks after seawater-transfer show differences in their susceptibility to salmonid alphavirus subtype 3 (SAV3)*** (J. Jarungsriapisit, L. J. Moore, G. L. Taranger, T. O. Nilsen, H. C. Morton, I. U. Fiksdal, S. Stefansson, P. G. Fjellidal, Ø. Evensen and S. Patel)

***The effect of temperature on the survival of salmonid alphavirus analysed using in vitro and in vivo methods*** (J. Jarungsriapisit, N. Nuñez-Ortiz, J. Nordbø, L.J. Moore, S. Mæhle, S. Patel)

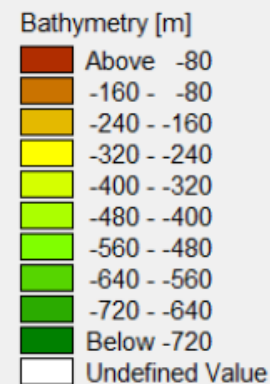
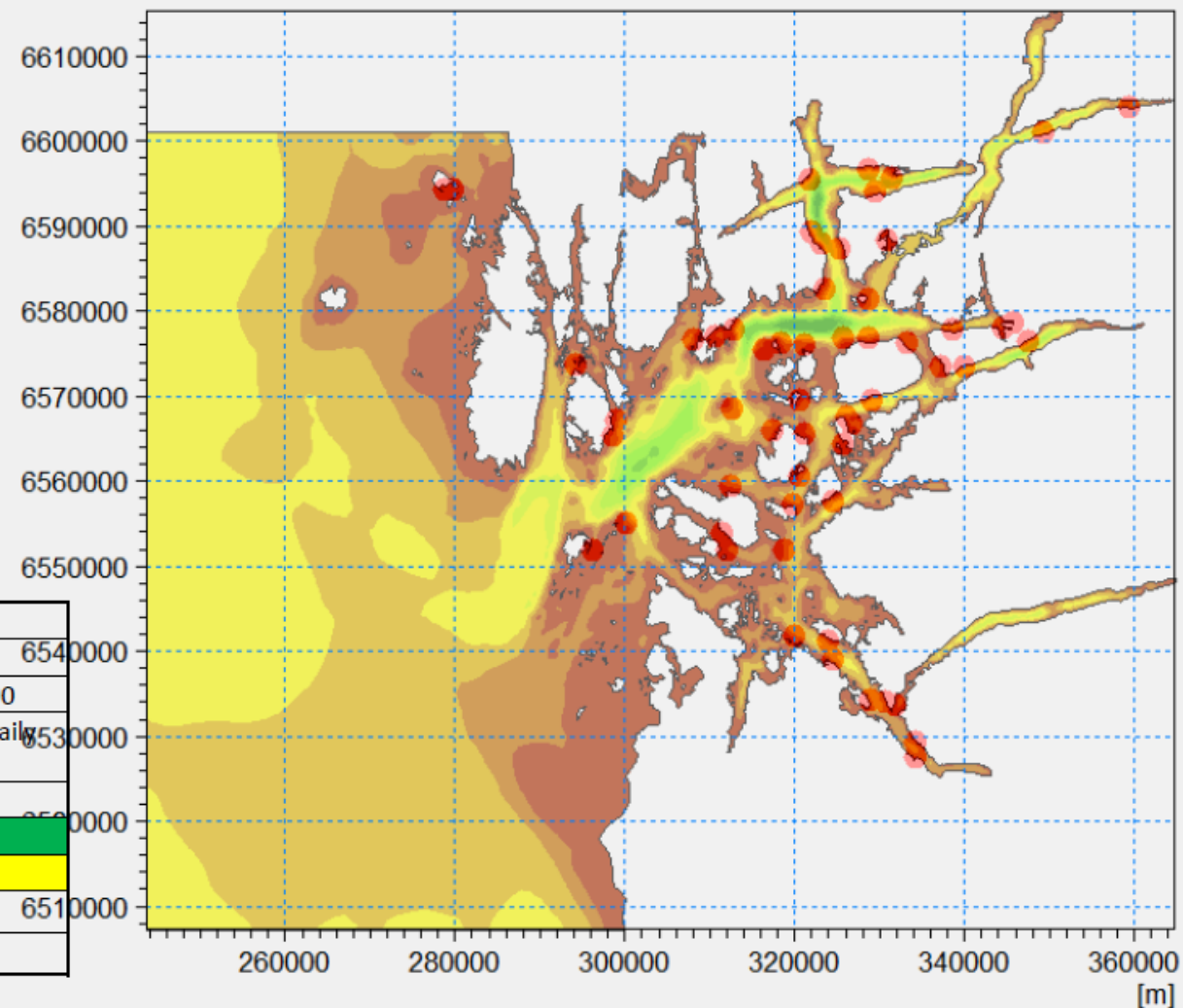
***Biophysical properties of salmonid alphaviruses: influence of temperature and pH on virus survival*** (DA Graham, C Staples, CJ Wilson, H Jewhurst, K Cherry, A Gordon and HM Rowley)

| LOK_NAVN             | No fish at LOK_KAP | Source load (100% MTB) (pr day) | PD_all   | PD_Høegsfjorden |
|----------------------|--------------------|---------------------------------|----------|-----------------|
| ÅDNAHOLMEN           | 1040000            | 4E+17                           | 4.62E+12 | 0.00            |
| ÅDNØY SØ             | 650000             | 2.496E+17                       | 2.89E+12 | 2.89E+12        |
| BASTLI               | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| BJELKAVIK            | 1300000            | 4.992E+17                       | 5.78E+12 | 0.00            |
| BORGARLIFLOT         | 1560000            | 5.9904E+17                      | 6.93E+12 | 0.00            |
| BRYGGELANDSHOLMANE   | 1100000            | 4.224E+17                       | 4.89E+12 | 0.00            |
| DALE II              | 520000             | 1.9968E+17                      | 2.31E+12 | 0.00            |
| DIJUPEVIK            | 1820000            | 6.9888E+17                      | 8.09E+12 | 0.00            |
| DYRHOLMEN            | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| EIME                 | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| FLATHOLMEN           | 1560000            | 5.9904E+17                      | 6.93E+12 | 0.00            |
| FOLDØY Ø             | 260000             | 9.984E+16                       | 1.10E+12 | 0.00            |
| FOSSÅ                | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| GRÅTNES              | 333333             | 1.28E+17                        | 1.48E+11 | 0.00            |
| HALSAVIKA            | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| HÅØYA NØ             | 780000             | 2.9952E+17                      | 3.47E+12 | 0.00            |
| HELGØY               | 200000             | 7.68E+16                        | 8.89E+11 | 0.00            |
| HERØY                | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| HESBYGRUNNEN         | 1560000            | 5.9904E+17                      | 6.93E+12 | 0.00            |
| HESTHOLMEN Ø         | 1560000            | 5.9904E+17                      | 6.93E+12 | 0.00            |
| HETTANESET           | 520000             | 1.9968E+17                      | 2.31E+12 | 0.00            |
| HIDLEKJERRINGA       | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| HØGÅS                | 260000             | 9.984E+16                       | 1.10E+12 | 0.00            |
| Hundaneset           | 780000             | 2.9952E+17                      | 3.47E+12 | 0.00            |
| INDRE SLETTAVIKNESET | 780000             | 2.9952E+17                      | 3.47E+12 | 0.00            |
| JØRSTADSKJERA        | 1200000            | 4.608E+17                       | 5.33E+12 | 0.00            |
| KALHAG               | 780000             | 2.9952E+17                      | 3.47E+12 | 0.00            |
| KILANESET            | 520000             | 1.9968E+17                      | 2.31E+12 | 0.00            |

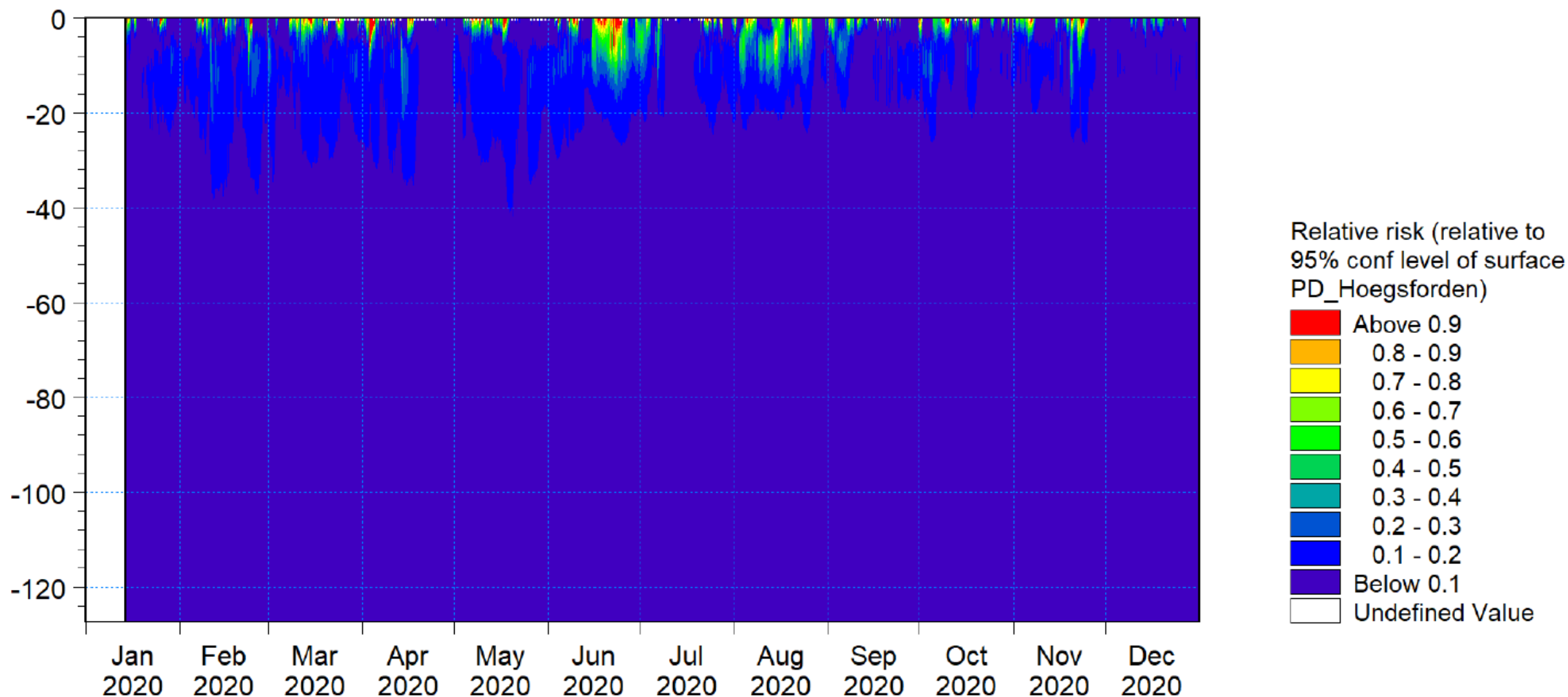
|                    |         |            |          |      |
|--------------------|---------|------------|----------|------|
| KILAVÅGEN SJØ      | 33333   | 1.28E+16   | 1.48E+11 | 0.00 |
| KJEAHOLA           | 2340000 | 8.9856E+17 | 1.04E+13 | 0.00 |
| KJERINGÅ           | 780000  | 2.9952E+17 | 3.47E+12 | 0.00 |
| KOBBAVIKA          | 1200000 | 4.608E+17  | 5.33E+12 | 0.00 |
| KUNES              | 1040000 | 3.9936E+17 | 4.62E+12 | 0.00 |
| LÅDERSKJERA        | 1200000 | 4.608E+17  | 5.33E+12 | 0.00 |
| LANGAVIKA          | 2240000 | 8.6016E+17 | 9.96E+12 | 0.00 |
| LANGØYNA Ø         | 1560000 | 5.9904E+17 | 6.93E+12 | 0.00 |
| LÅUPI ANDSHOI MFEN | 1200000 | 4.608E+17  | 5.33E+12 | 0.00 |

| Constants                                                       |         |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| avg fish size (kg) = 3 kg                                       | 6540000 |
| Shedding (no. pfu fish-1 h-1) = 160000000000                    | 6530000 |
| The release of virus is applied as a constant daily source load | 6520000 |
| Release depth = 5 m                                             | 6510000 |
| Enclosed sites = No virus release                               |         |
| Høegsfjord sites                                                |         |
| Horizontal model dispersion = 0.1 m <sup>2</sup> /s             |         |
| Vertical model dispersion = 0.001 m <sup>2</sup> /s             |         |

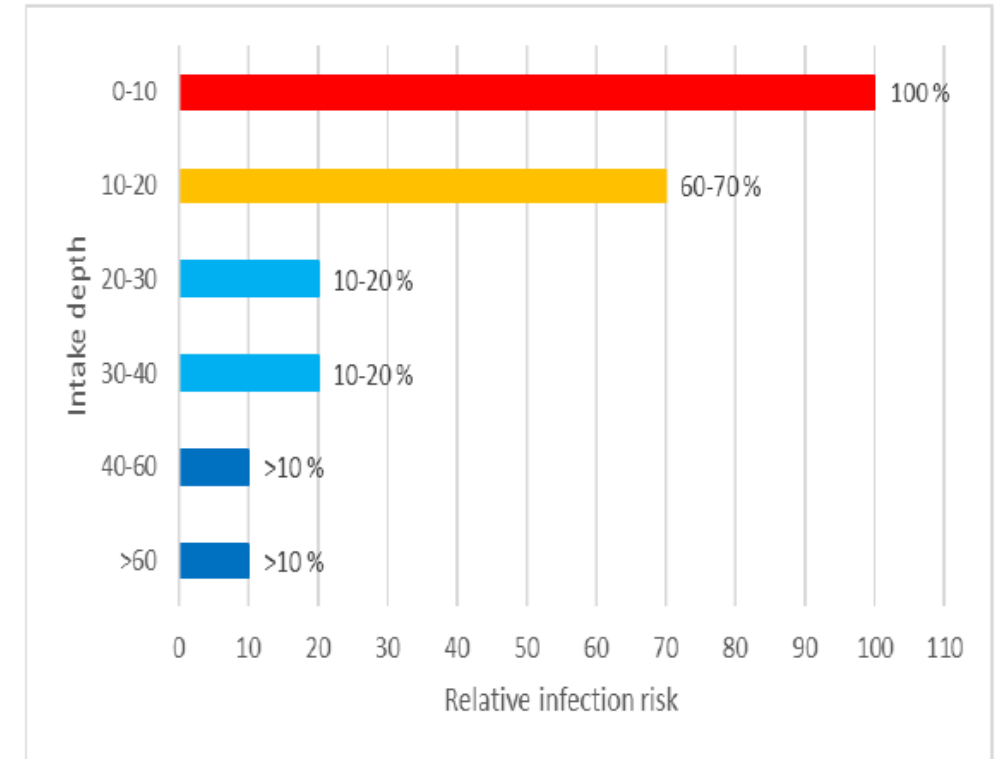
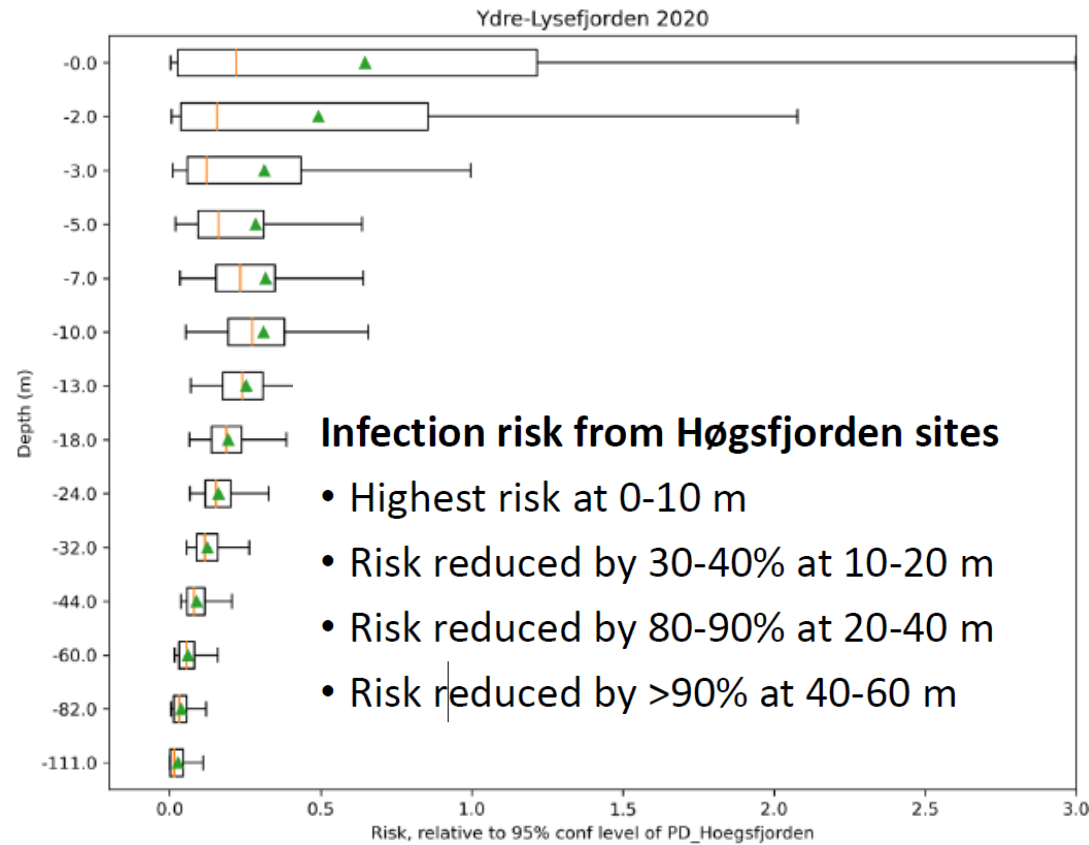
[m]



# Relative risk in Lysefjorden – from Høgsfjorden sites only



# Depth risk statistics in Lysefjorden – from Høgsfjorden sites



# Validering av patogen konsentrasjon

Aktivitet nå på å definere oppsett:

- Vannprøver på ulike dyp (0, 5, 15, 30, 60 m dyp)
- Ulike avstander fra Lysefjorden
- Finne aktuelle patogener å analysere for

# Lavutslippsverdikjede for havbruk til havs



ROOTED IN NATURE



**MORELD**  
Aqua



Veterinærinstituttet  
Norwegian Veterinary Institute

