

# Effekter av seismikk på torsk i gyteperioden

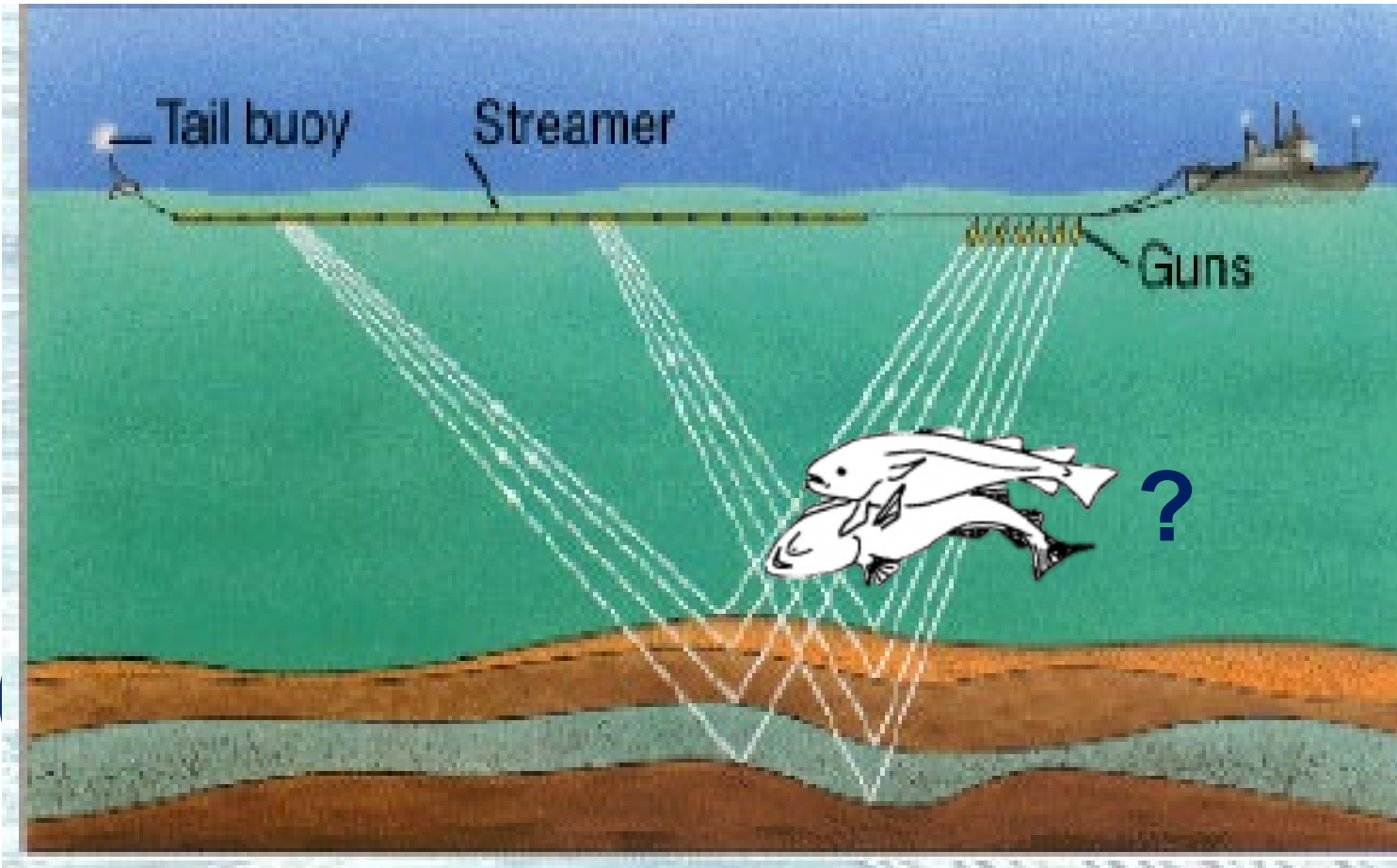
Lise Doksæter Sivle  
Havforskningsinstituttet



# SpawnSeis

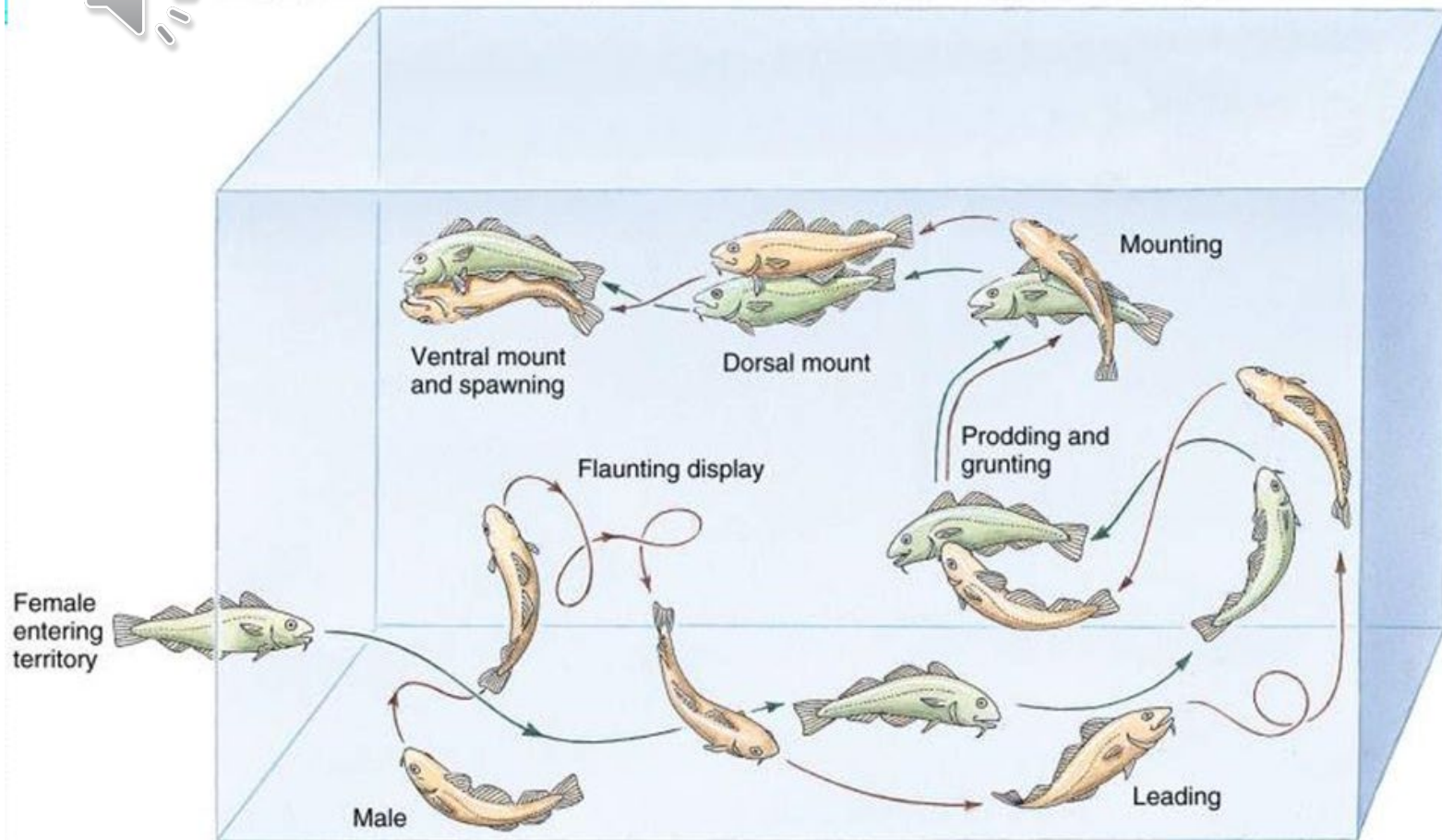
## Effects of seismic sound on spawning behaviour and reproductive success of cod

Vil eksponering til seismikk i gyteperioden påvirke torskens sannsynlighet for vellykket reproduksjon?



- Vellykket gyting og reproduksjon er helt essensielt for rekrutering.
- Torsken har viktige gyteområder i områder med tidvis høy seismikkaktivitet (eks Vikingbanken).

# Hvorfor kan torsk påvirkes av lyd under gyting?



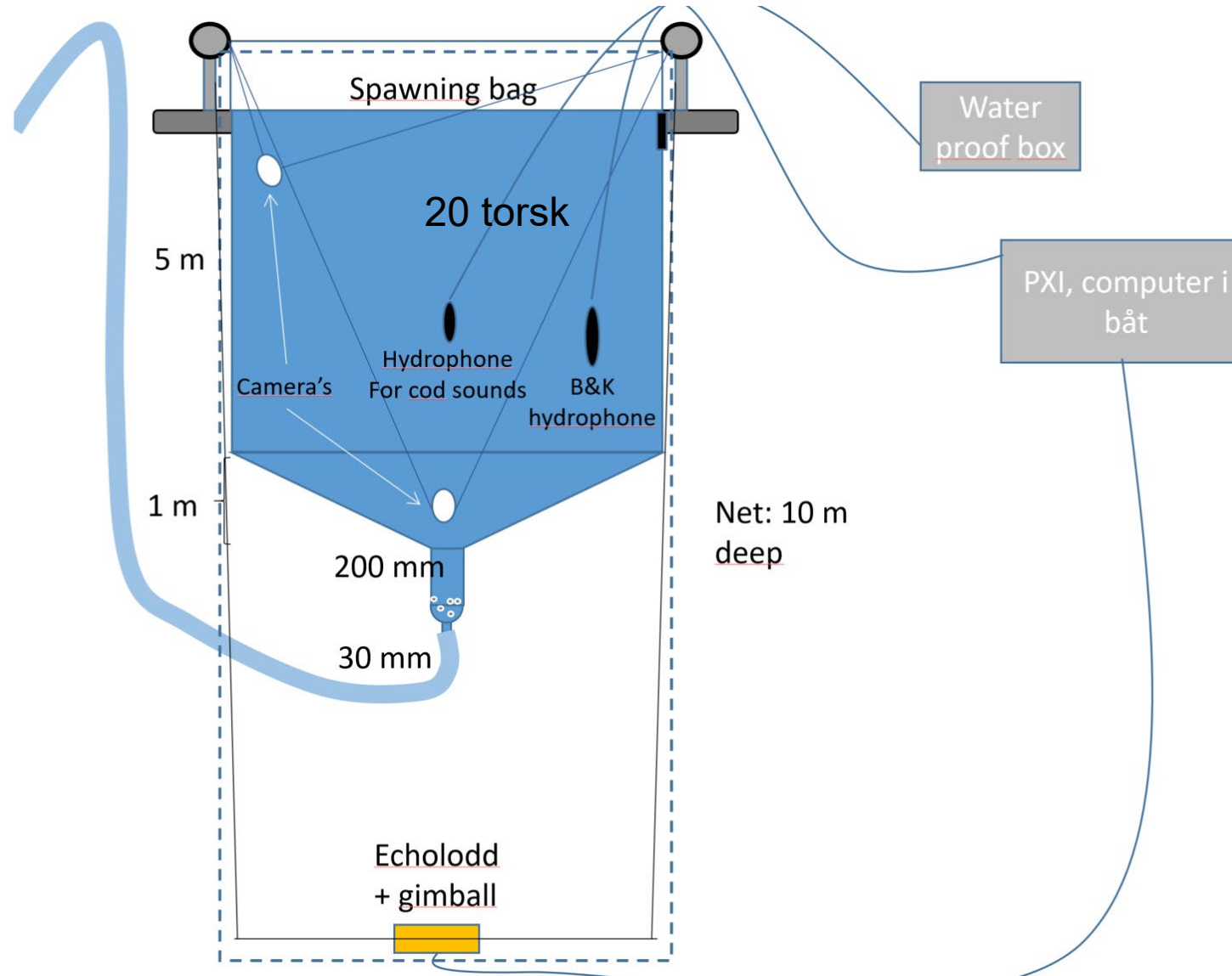
1. Vil lyd fra seismikk forstyrre gyteadfærd og resulterende gyteprodukter?

➔ Studert i merd

2. Vil lyd fra seismikk skremme torsken bort fra gyteområde eller endre bruken av gyteområdet?

➔ Studert på frittsvømmende fisk vha telemetri

# Del 1: Merdforsøk



# Eksponeringsforsøk



## Eksposering:

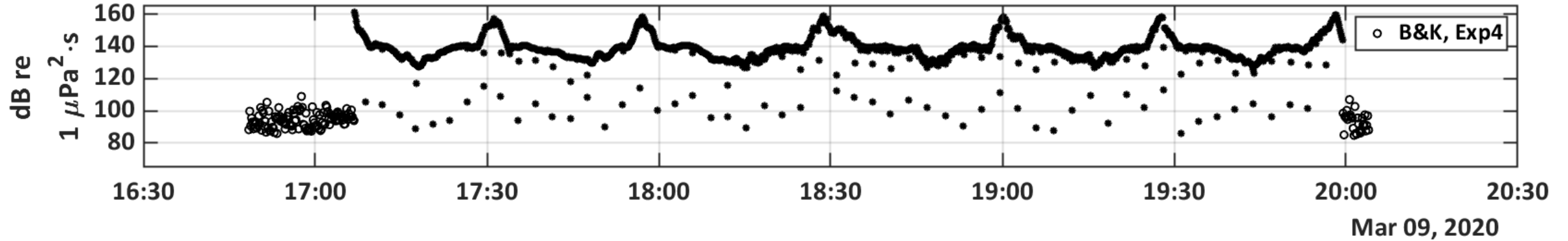
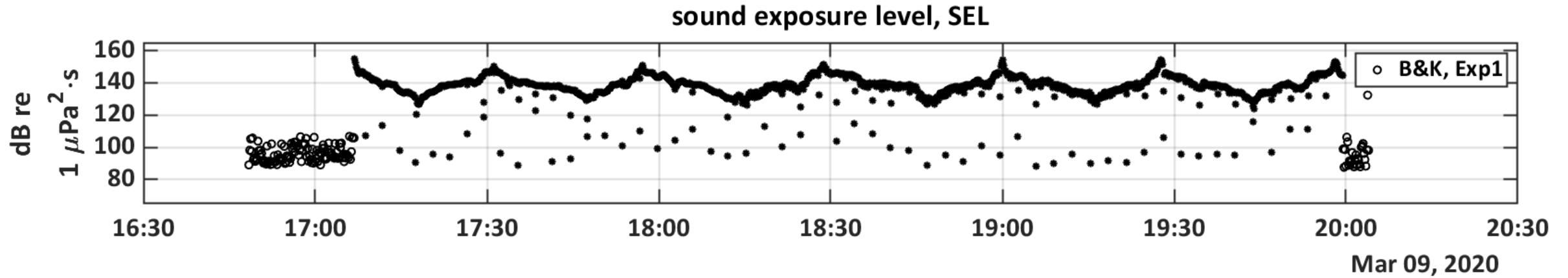
3 t kontinuerlig skyting (økende og synkende nivå).  
En eksponering hver dag på ulike tider på døgnet over  
8 dager.

2019: 8 dager eksponering gjennomført

2020: 3 dager eksponering gjennomført (luftkanon  
problem + covid 19 closedown)



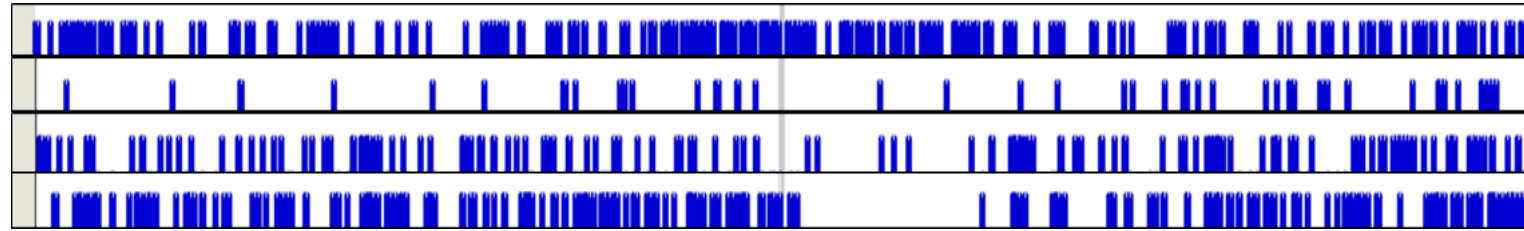
# Lydnivå, målt i merden



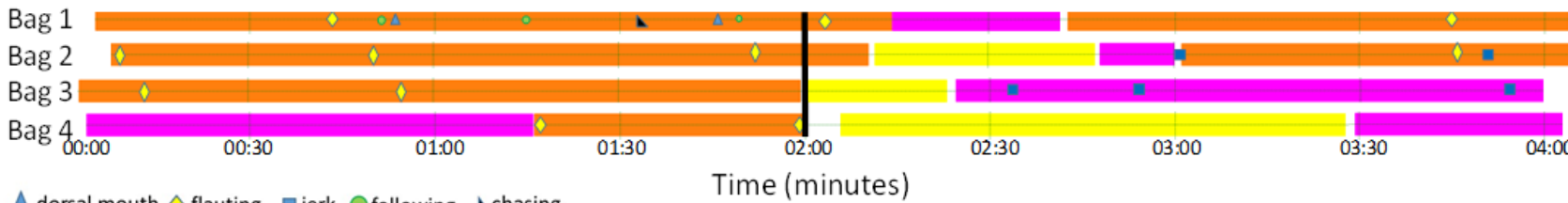
Nivå ved nærmeste passering, SEL på ca 160 dB re  $1 \mu\text{Pa}^2 \text{ s}$ .



# Resultater: Effekter på kort sikt (minutter)



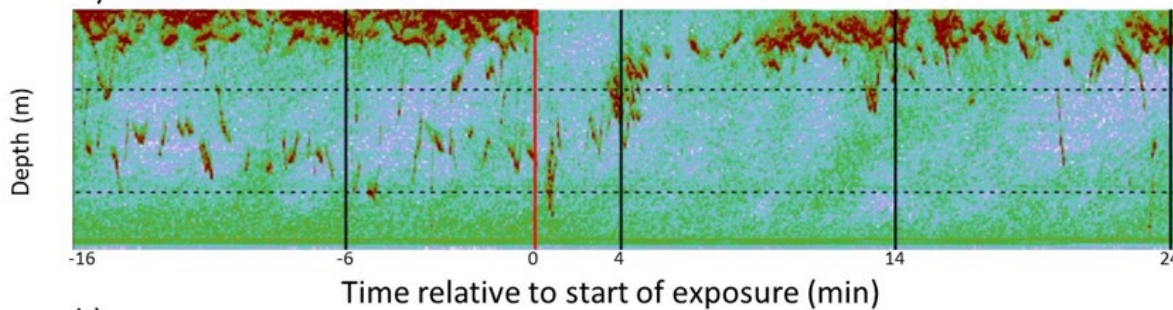
Lydproduksjon



Adferd (videoscoring)

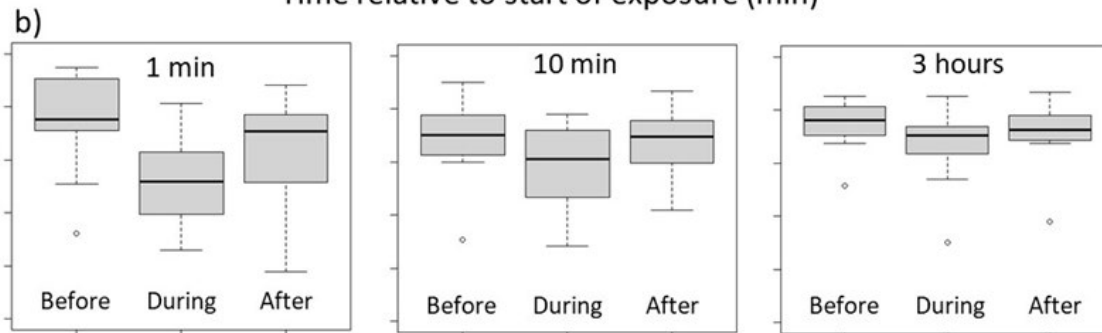
▲ dorsal mouth ◆ flauting ■ jerk ● following ▲ chasing  
■ swimming ■ courtship ■ startle

- Oppstart av seismikk induserer typisk “startle” respons; fisken avbryter pågående aktivitet og svømmer hyrtig nedover i merden.



Dybde fordeling

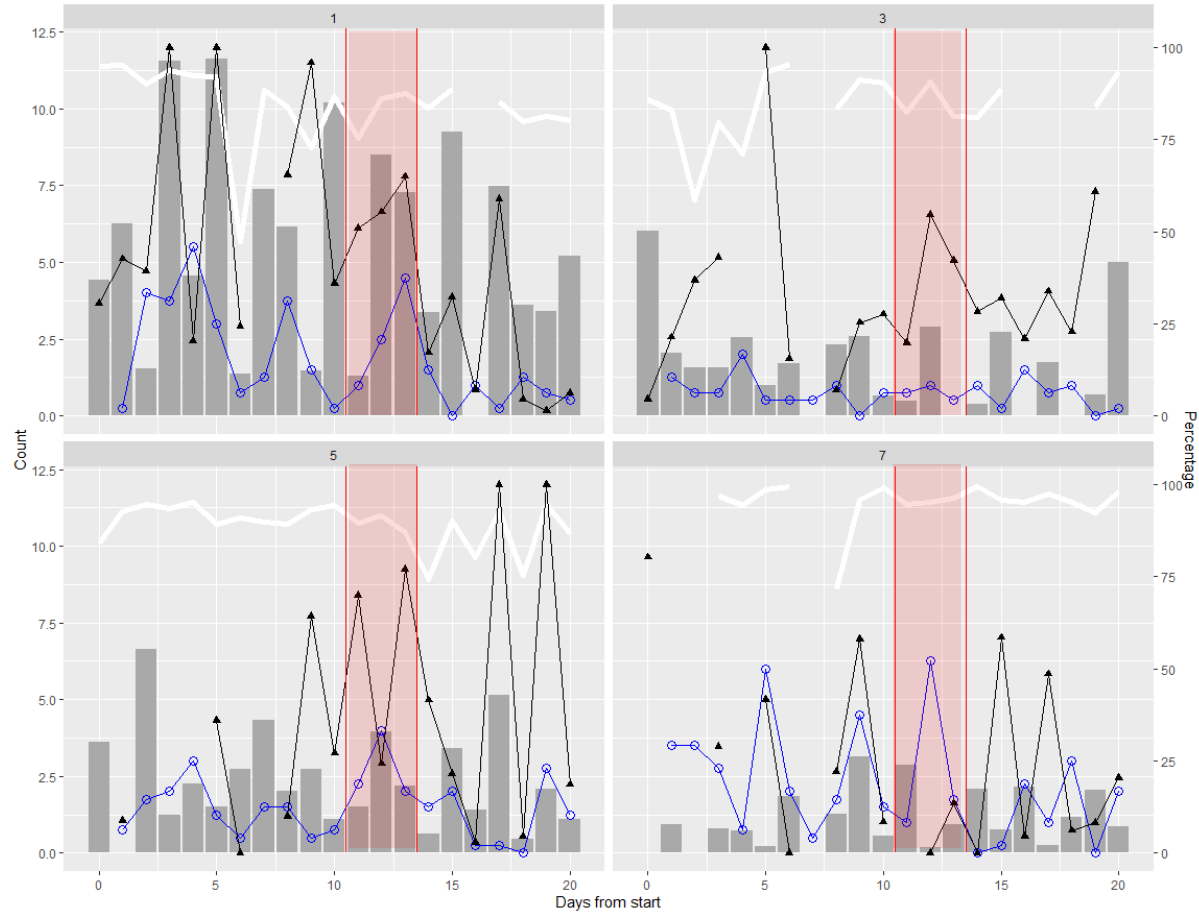
- Vedvarer typisk opp noen minutter.



- Signifikant dypere i eksponeringsfasen når sammenlikner første minutt med tilsvarende før-periode, men ikke for lengre sammenlikningsperioder.



# Resultater: Effekter på lang sikt (over hele gytesesongen)



- Grunt rate
- ▲ Proportion of time spent courting
- ~ Percent of live eggs
- Amount of eggs (in 10 ml) spawned that day

- Ingen signifikant nedgang i hverken eggproduksjon eller overlevelse til eggene, eller kurtiseadferd.
- Analyse av vokalisering pågående.

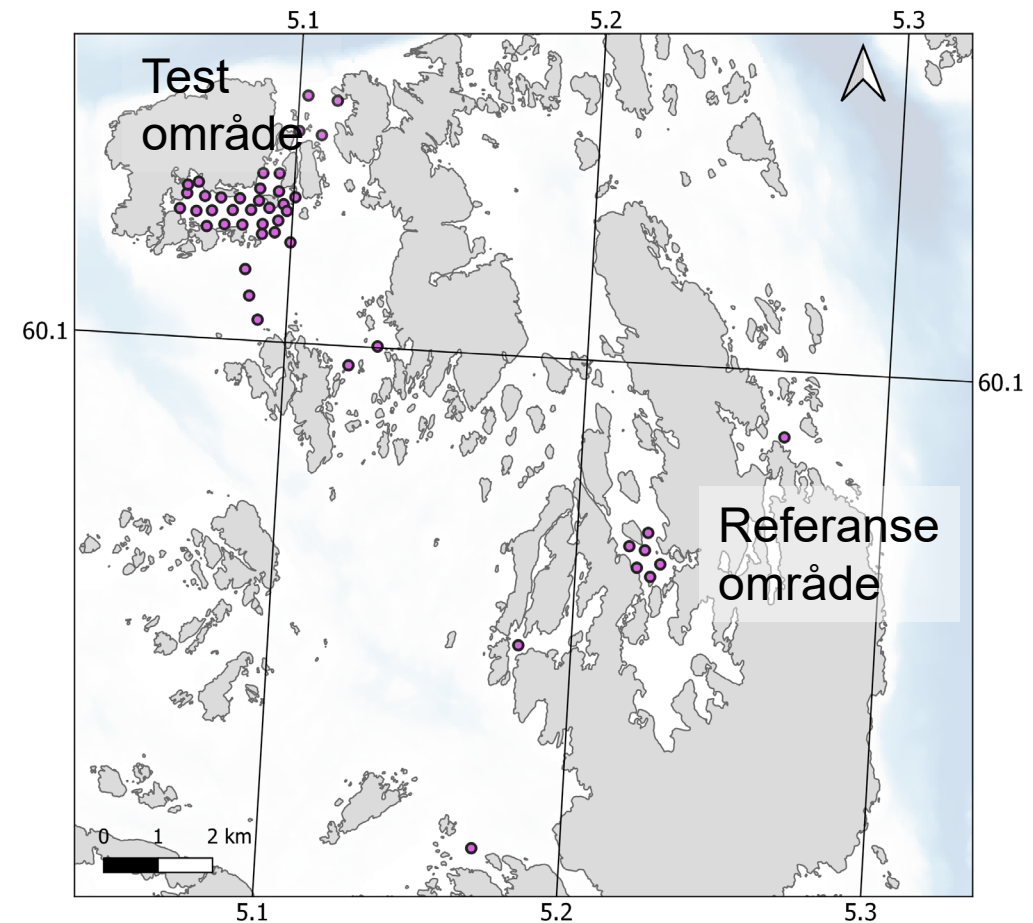
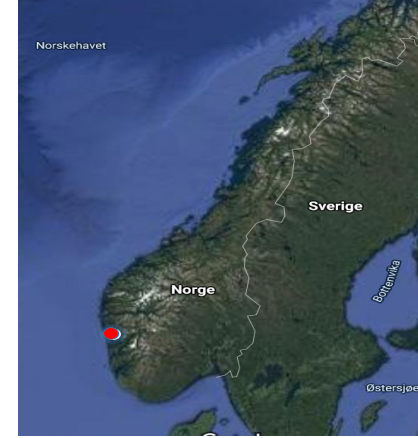
# Del 2: Frittstående fisk studert på gyteområde ved telemetri

1. Forlater torsk gyteområdet som følge av eksponering til seismikk?
2. Dersom den forblir i området, endrer de adferden sin her?



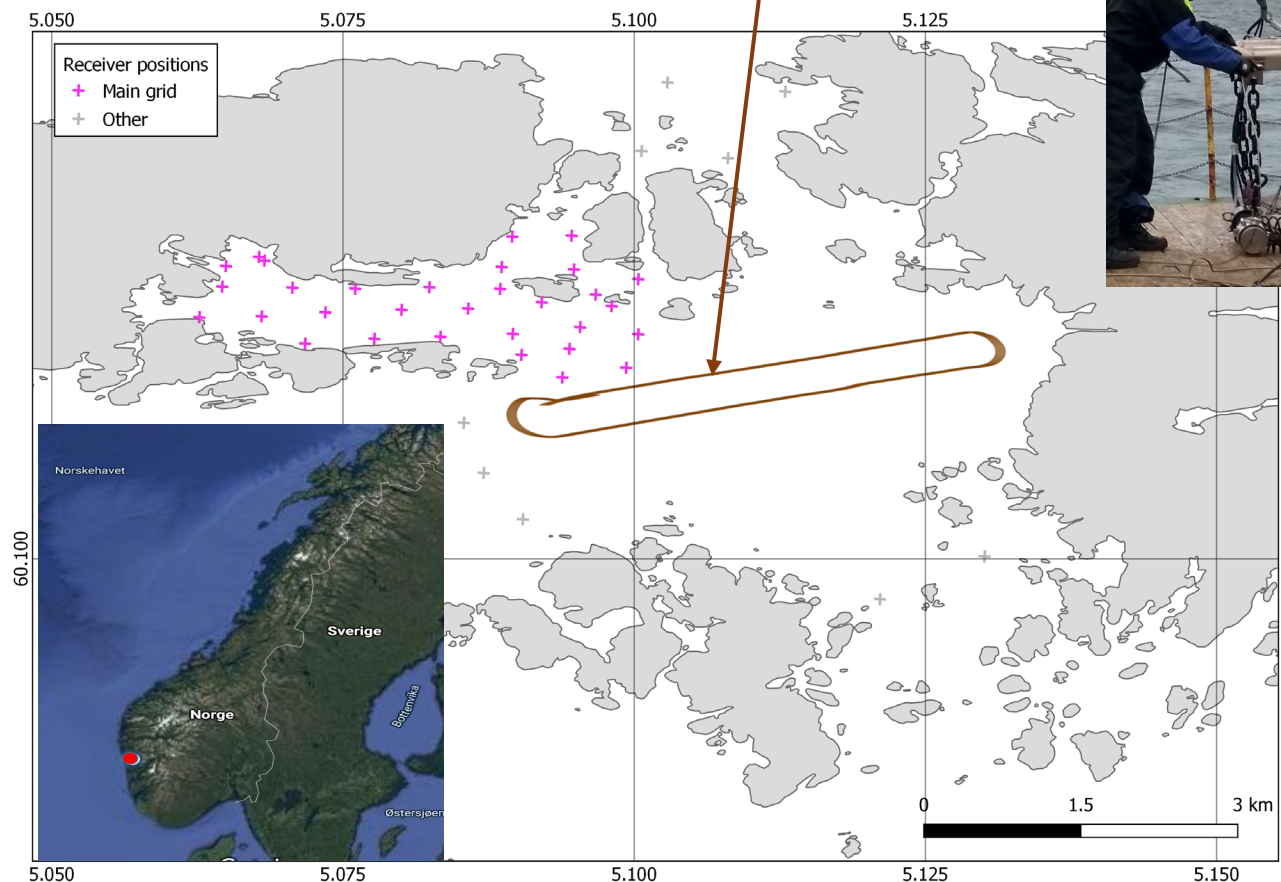
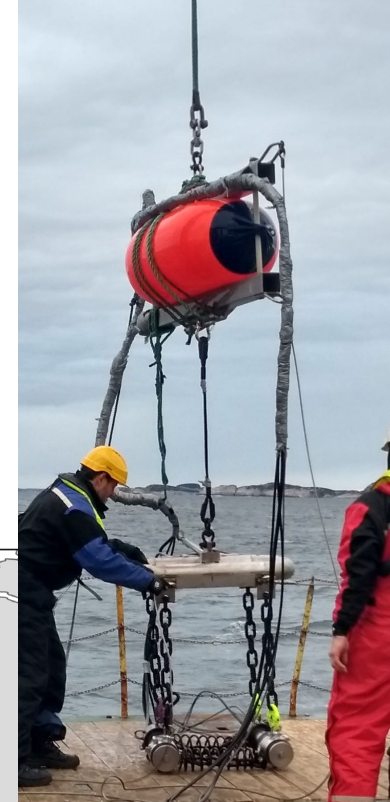
# Akustisk telemetri

- Test- og referanse område
- Merker sender akustisk signal, mottas til forskjellig tid på ulike mottakere, kan beregne fiskens posisjon.
- Sensormerker (dyp og akslerasjon)

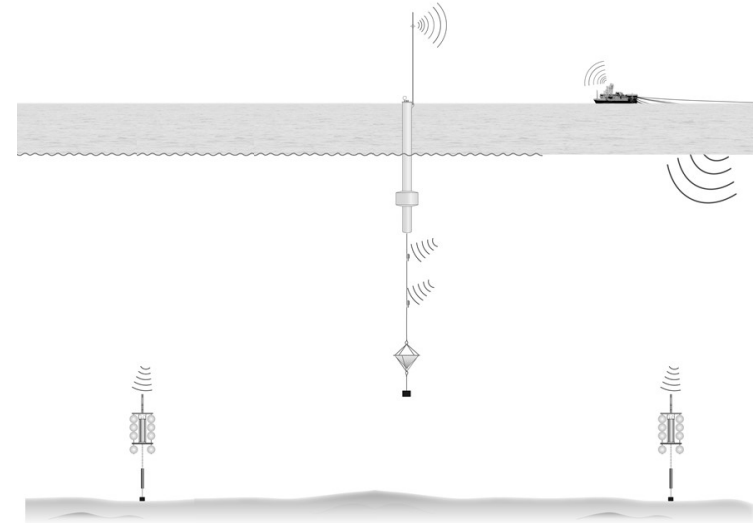
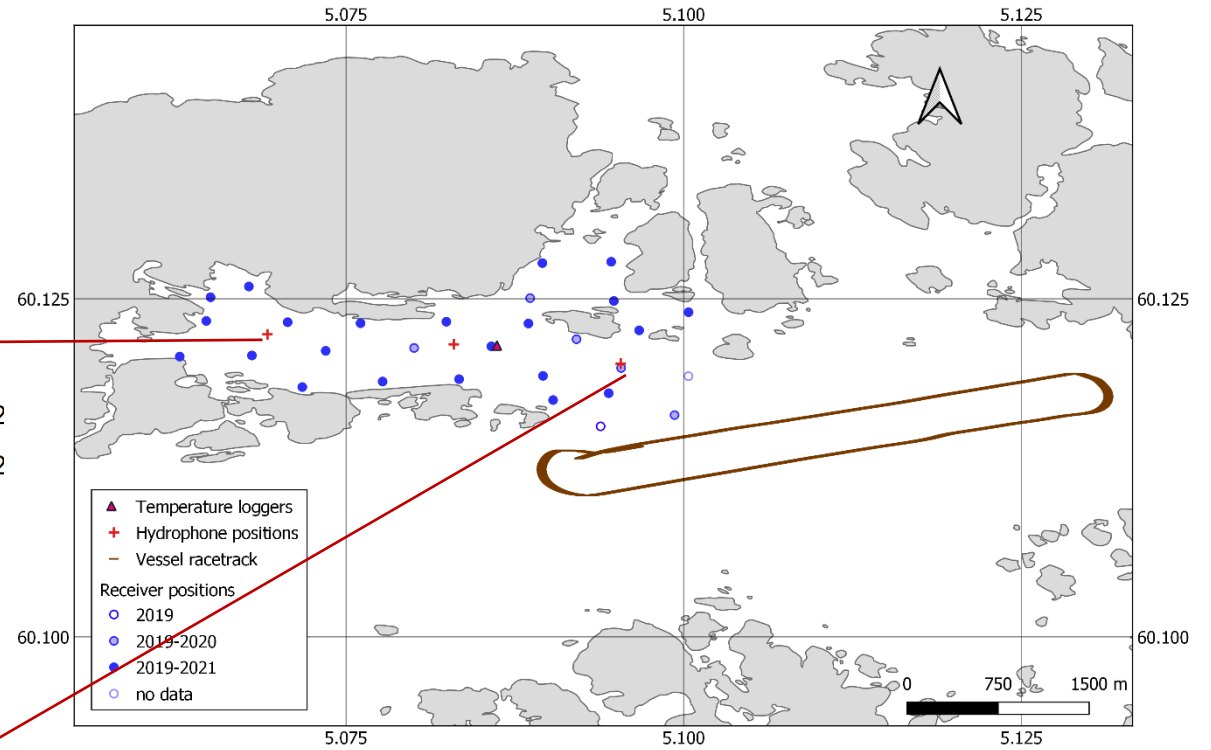
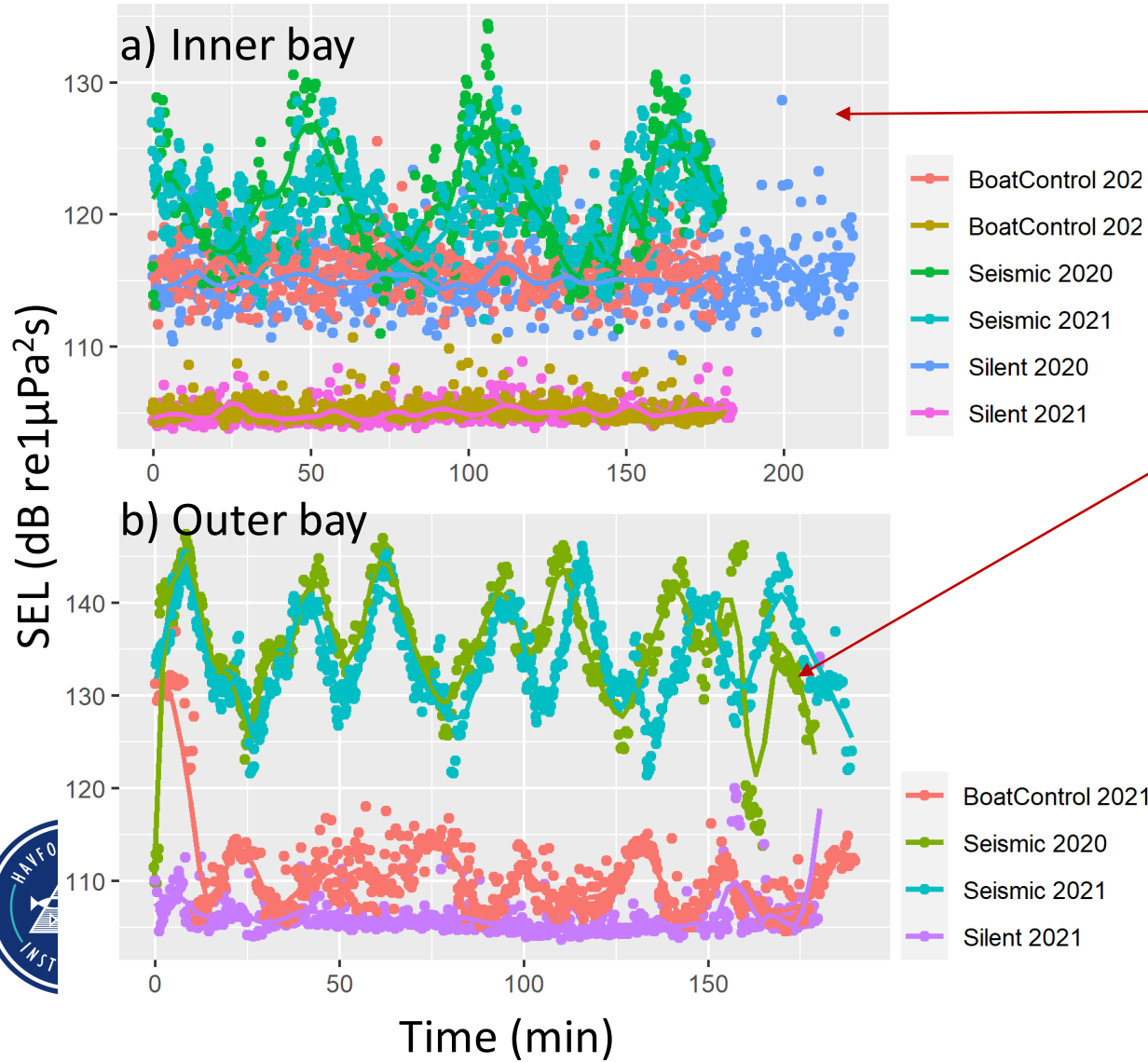


# Eksponeeringsforsøk

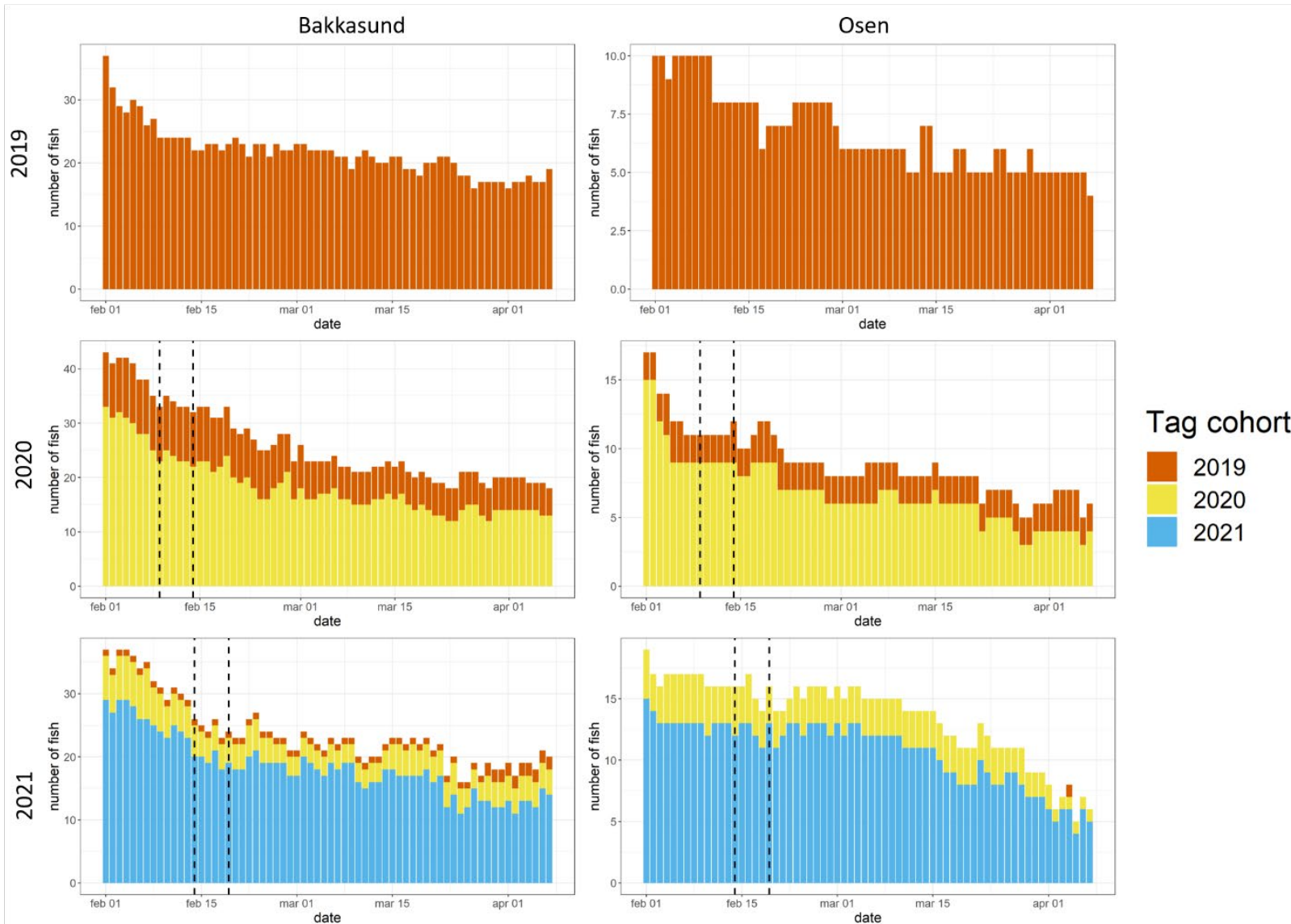
- 1 baseline år, 2 år med eksponering
- Eksponering 5 dager i gyteperioden
- 3 t eksponering, randomisert block design
  - Seismic
  - Boat control
  - Silent control



# Lydnivå i gytebukten



# 1) Forlater torskene gyteområdet under eksponering?



Resultatene viser at det er ikke større sannsynlighet for fisken å forlate gyteområdet under eksponering.

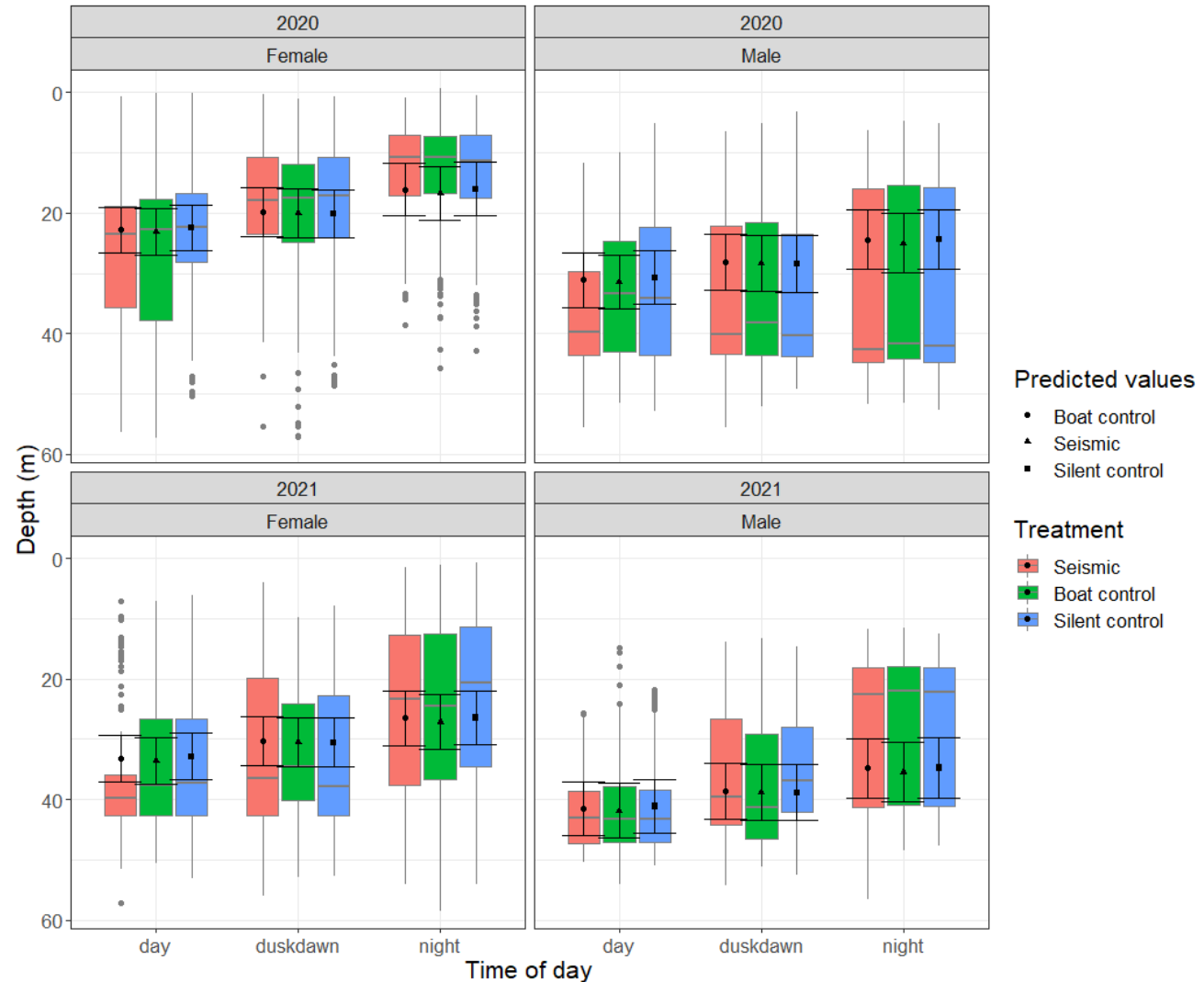
## 2. Dersom torsken forblir i område, endrer de adferden sin her?

- Adferds indikatorer:
  - Svømmedyp
  - Akslerasjon
  - Posisjon (oppholdsoråde og forflytning)
- Tidsaspekt:
  - Medium tids (mellom 3-t eksponering)
  - Lang tids (before-during-after: 4-days)
- Andre faktorer:
  - Døgnvariasjon
  - Kjønn
  - År (2019-20-21)
  - Individuelle variasjoner



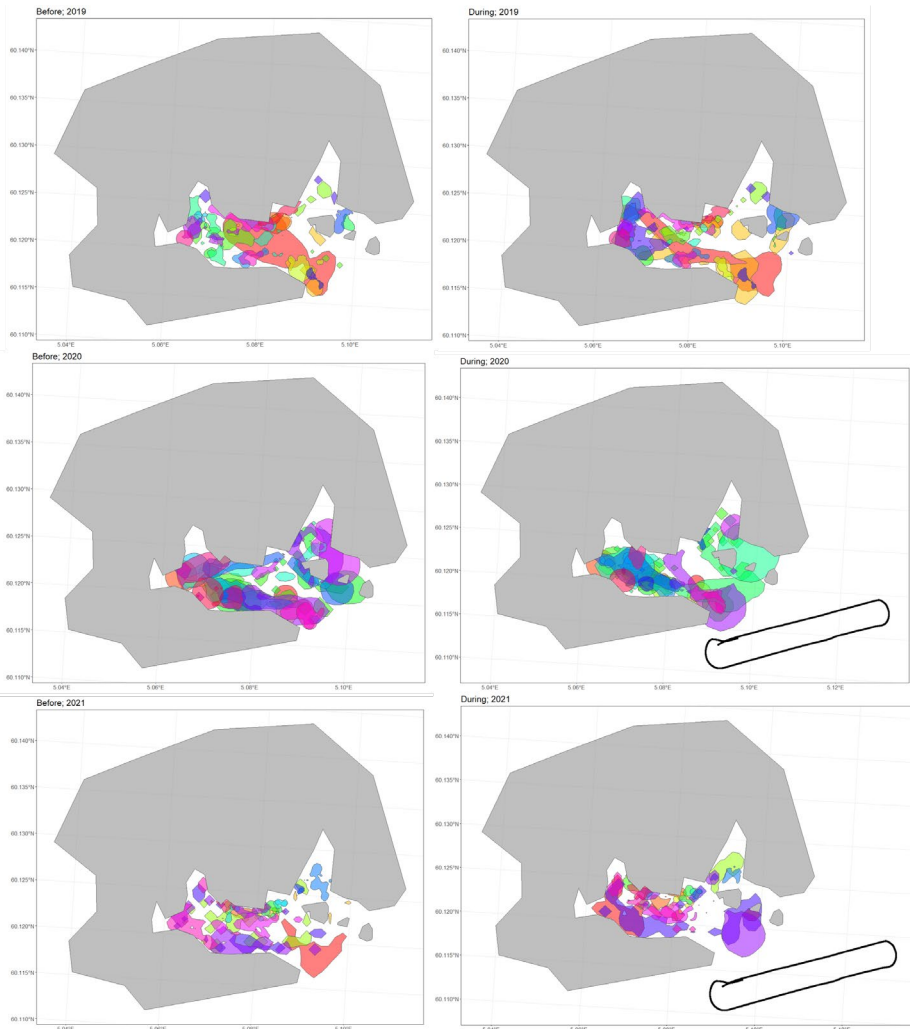
# Endring av svømmedyp?

- Svak effekt på svømmedyp
  - Torsken står signifikant dypere under seismikk sammenliknet med stille perioder (ingen seismikk eller fartøy)
- MEN, ingen forskjell mellom seismikk og båt kontroll, noe som kan tyde på at fartøy støy samme effekt.
- Kun dag og natt denne effekten inntreffer, ikke dusk/dawn.
- Dybdeforskjell ~ 1 m.





# Endring i oppholdsområde? (homerange)

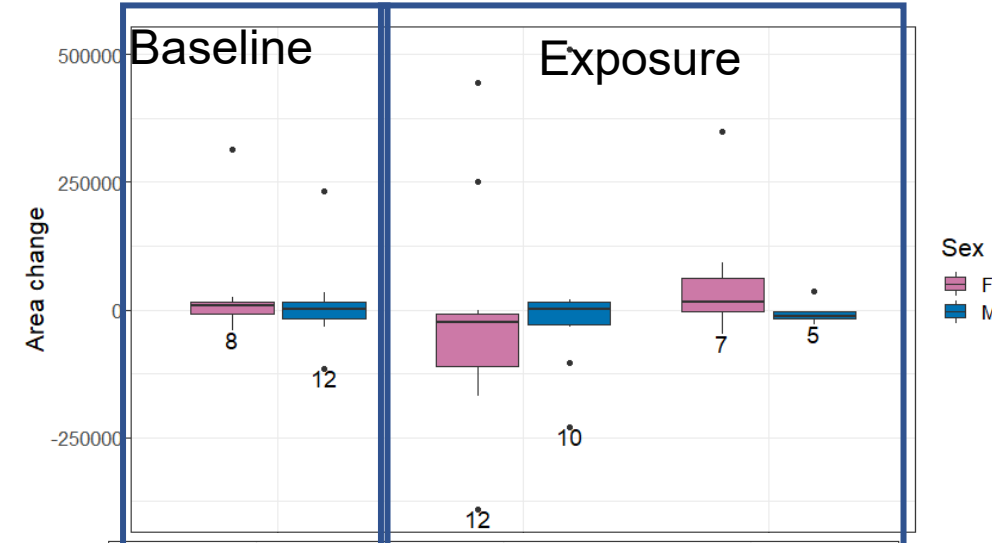


- Minker eller øker område torsken bruker under eksponering?

Nei

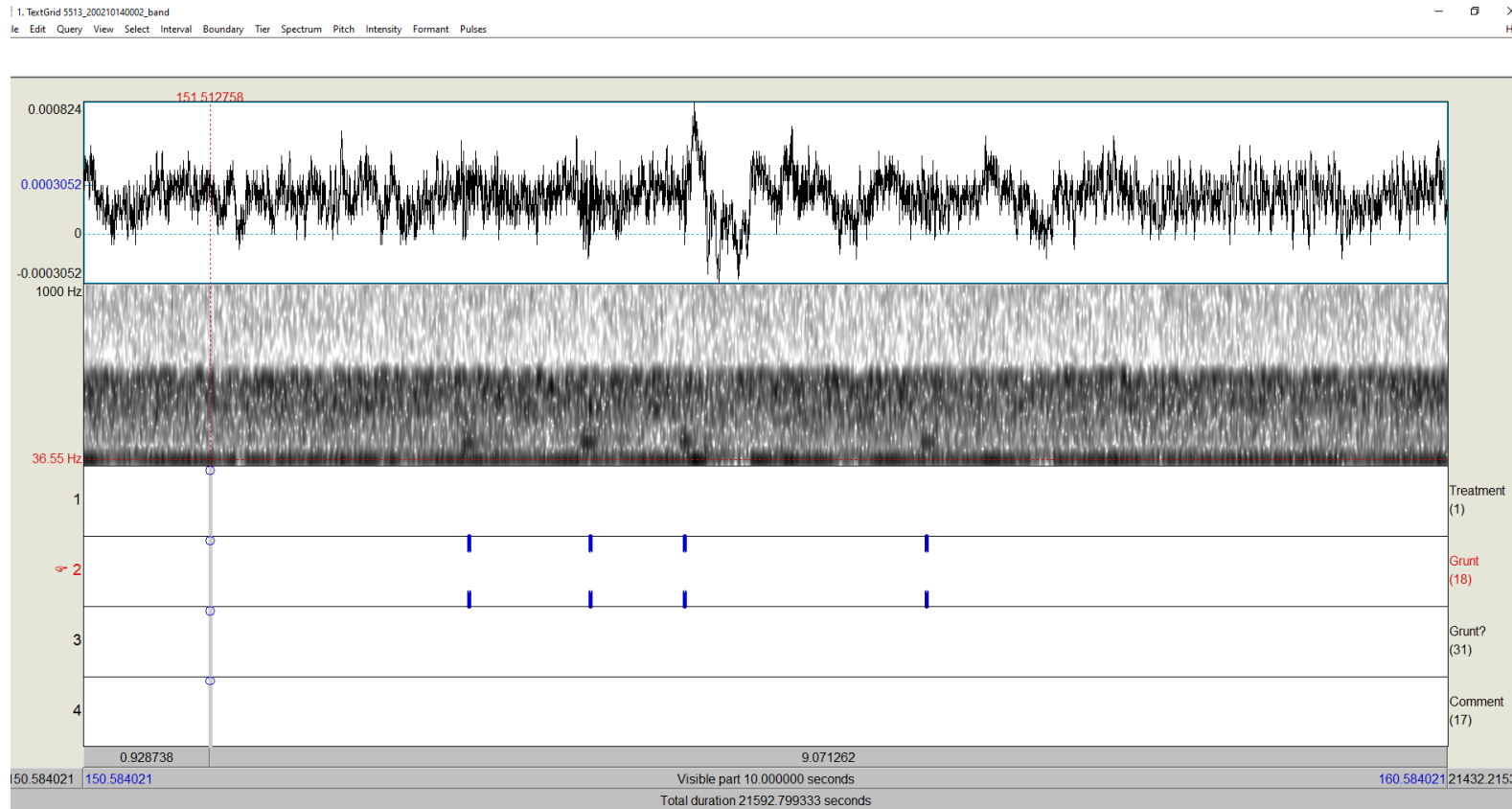
- Forandrer lokalisering av oppholdsområde seg?

Nei



# Pågående – analyser av torskens lydproduksjon

- «Grynt» indikerer gyte aktivitet
- Slike «gryntelyder» gjort opptak av på hydrofoner gjennom uken med seismikk



# Oppsummering av resultater

- Skudd fra luftkanon kan indusere “startle” responser og kortvaring opphold i gyteadferd, men ingen signifikant effekt over tid på gyteprodukter eller adferd i merd.
- Fritt svømmende fisk forlater ikke gyteområdet i respons til seismiske eksponering på de nivåer eksponert for her.
- Svømmedyp eneste signifikante endring for fritt svømmende fisk, men dette også i respons til kun fartøy, og endringen er liten.
- Startle respons mulig også her, men ikke god nok oppløsning i data til å se.
- Kan ikke utelukke effekter ved høyere nivåer enn dem studert her.



# Sammenliknet med «ekte» seismikk-undersøkelse

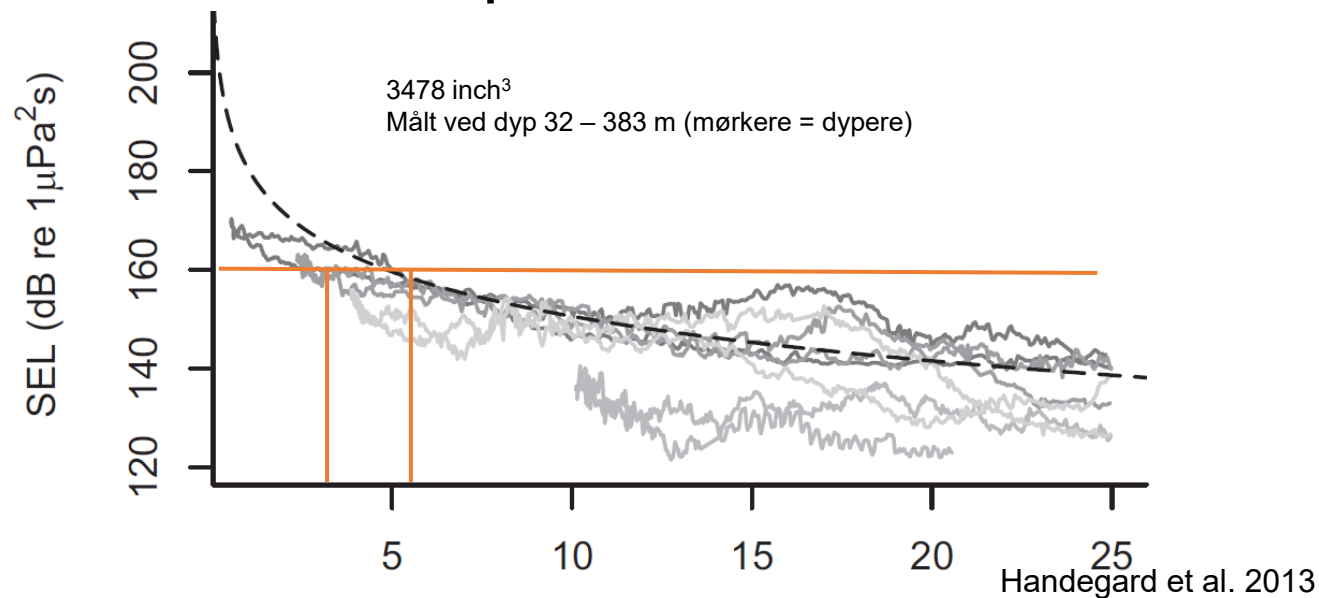
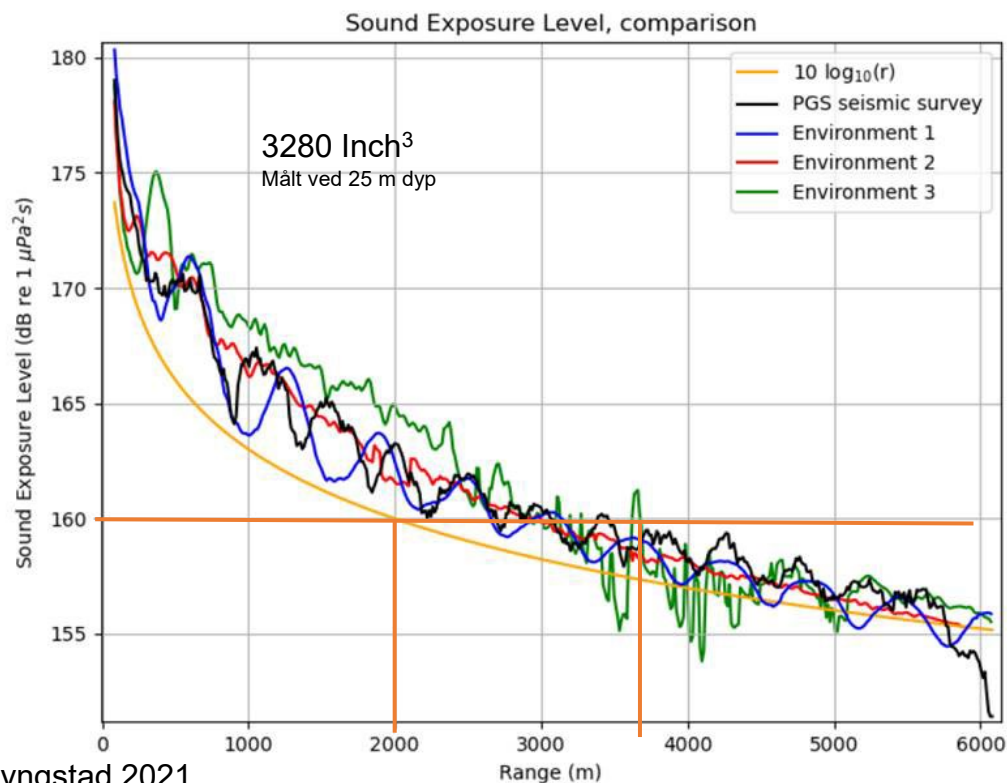


- Vi har brukt nedskalerte kilder både i merd og felt.
- Merd: 10 inch<sup>3</sup>, Frittsvømmende fisk: 2 x 40 inch<sup>3</sup>, ordinær seismikk undersøkelse gjerne >3000 inch<sup>3</sup>.



# Sammenliknet med «ekte» seismikk-undersøkelse

- For merd eksperiment, målt SEL ca 160 dB re  $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$  i merden.



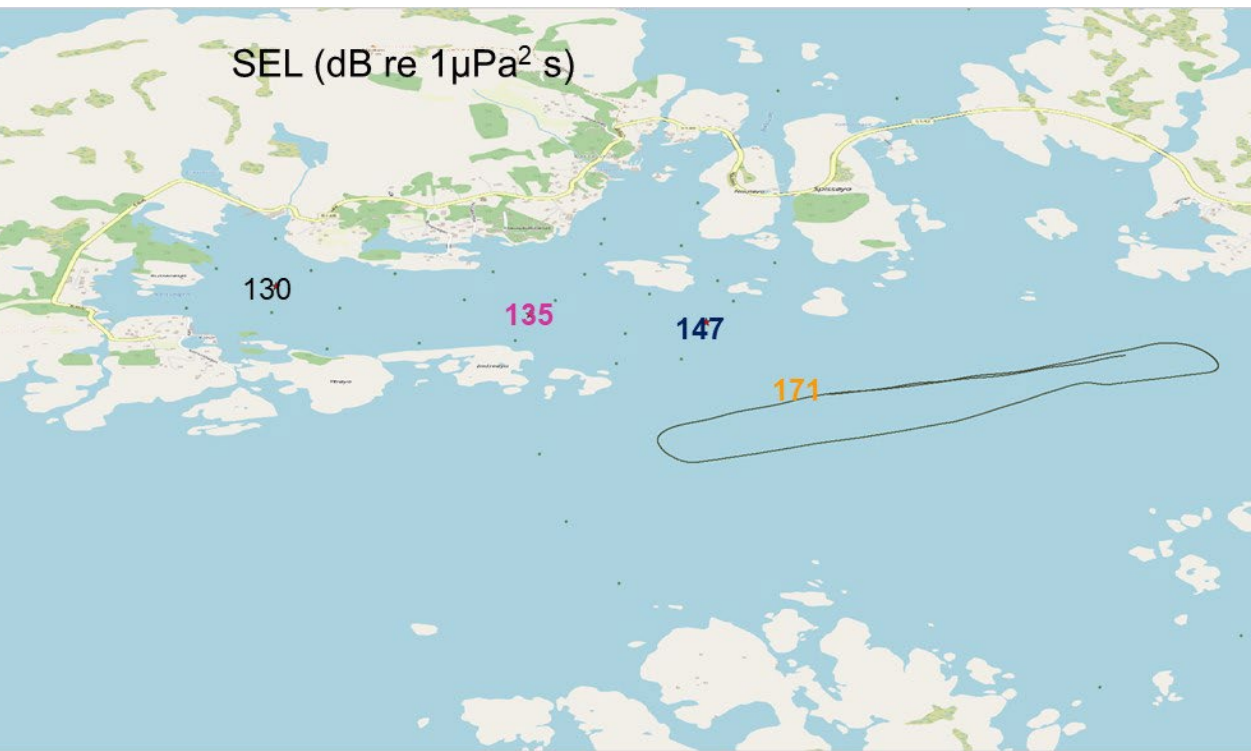
Distanse mellom 2 og opp mot 4 km.

Tilsvarende distanse mellom 3-6 km unna

Lyngstad 2021

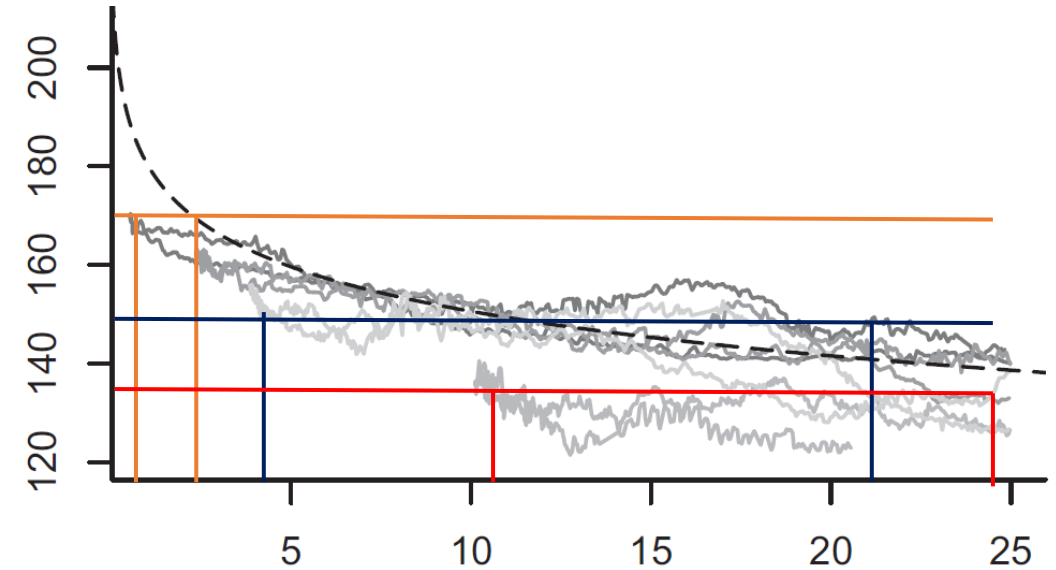


• Torsk i merd ble eksponert for nivåer tilsvarende 2-6 km unna et fullt seismikk-array.



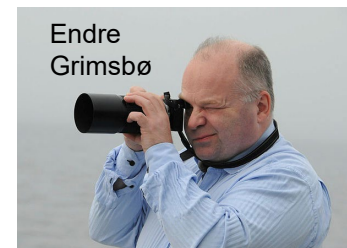
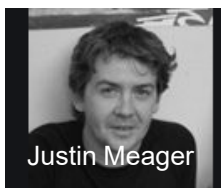
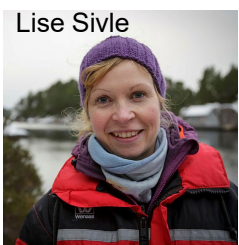
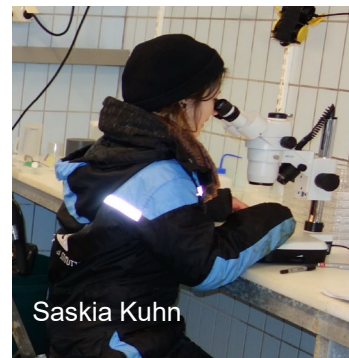
SEL (dB re  $1\mu\text{Pa}^2\text{ s}$ )

- For telemetri eksperiment varierer målt lydnivå (SEL) mellom 130 (innerst) og opp til 171 dB re  $1\mu\text{Pa}^2\text{ s}$  (ved kilden), men torsk med i analyse ikke eksponert for mer enn max 147 dB re  $1\mu\text{Pa}^2\text{ s}$ .



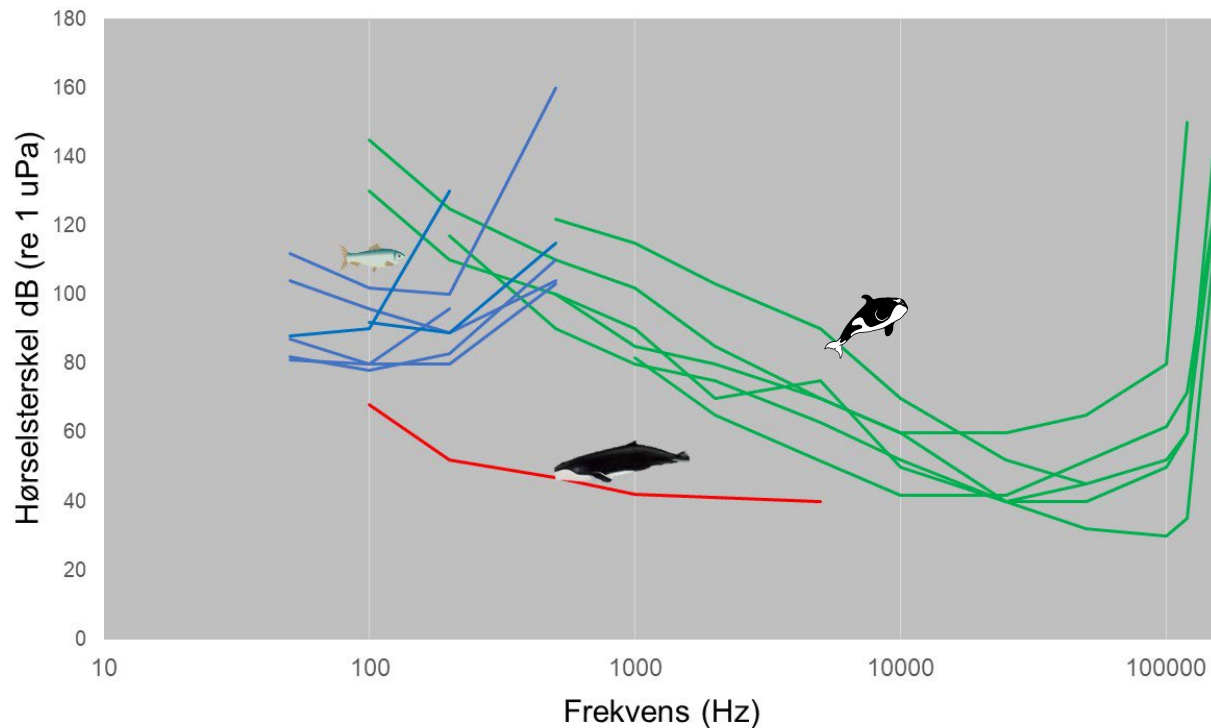
Avhengig av hvor i bukten fisken oppholder seg, eksponert for nivåer tilsvarende 3 (ved kildefartøy) til over 25 km unna et seismikkfartøy med reell kildestørrelse.

# SpawnSeis har vært en suksess takket være:



# Nye seismikk-kilder i anmarsj...

- Marine vibratorer: ny metodikk for å undersøke undergrunnen
- Lavere lydnivå og mye mindre energi i frekvensområdet over 200 Hz.



- Bra for fleste sjøpattedyr, men fisk best hørsel i dette området.
- Kontinuerlig lyd: gir ingen “pause” mellom skuddene. Derfor større muligheter for å maskere kommunikasjon og andre viktige lyder.

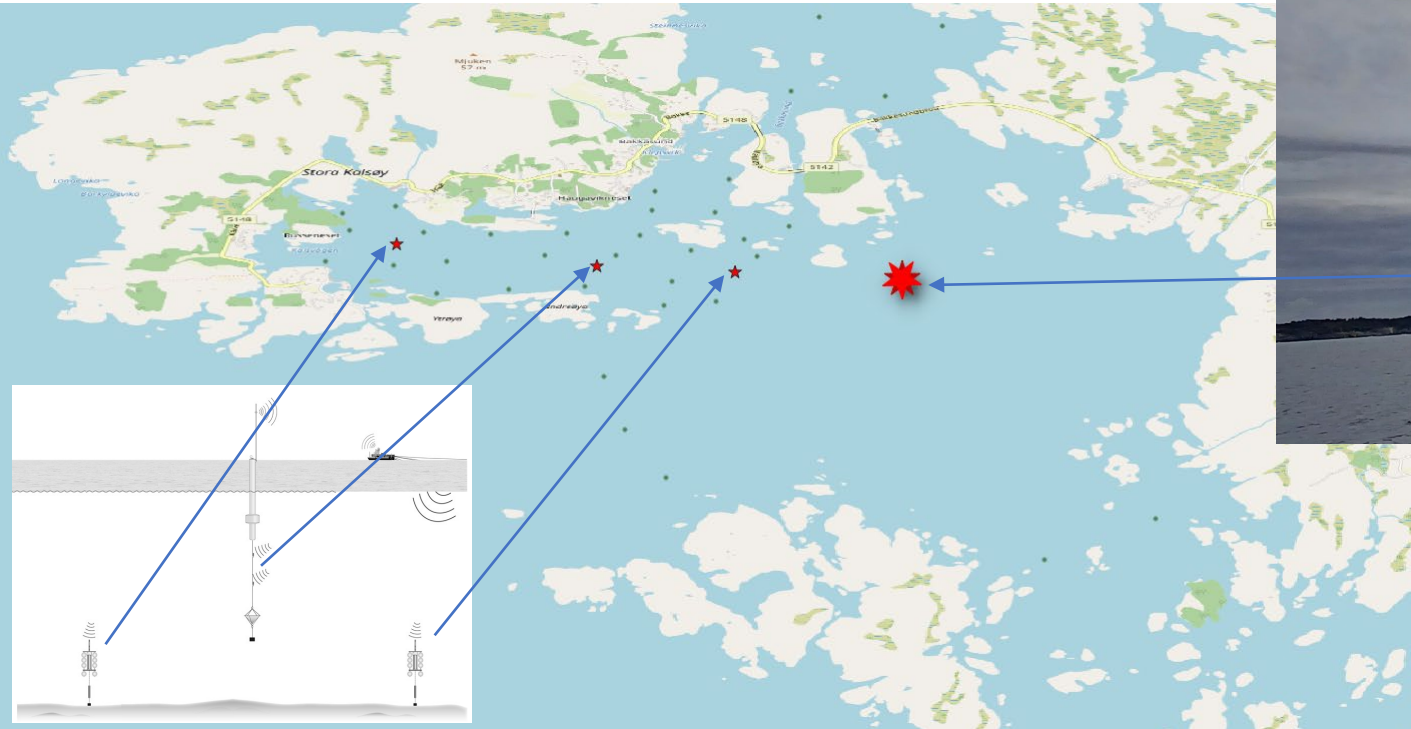


# Fra SpawnSeis til SpawnSeis MV

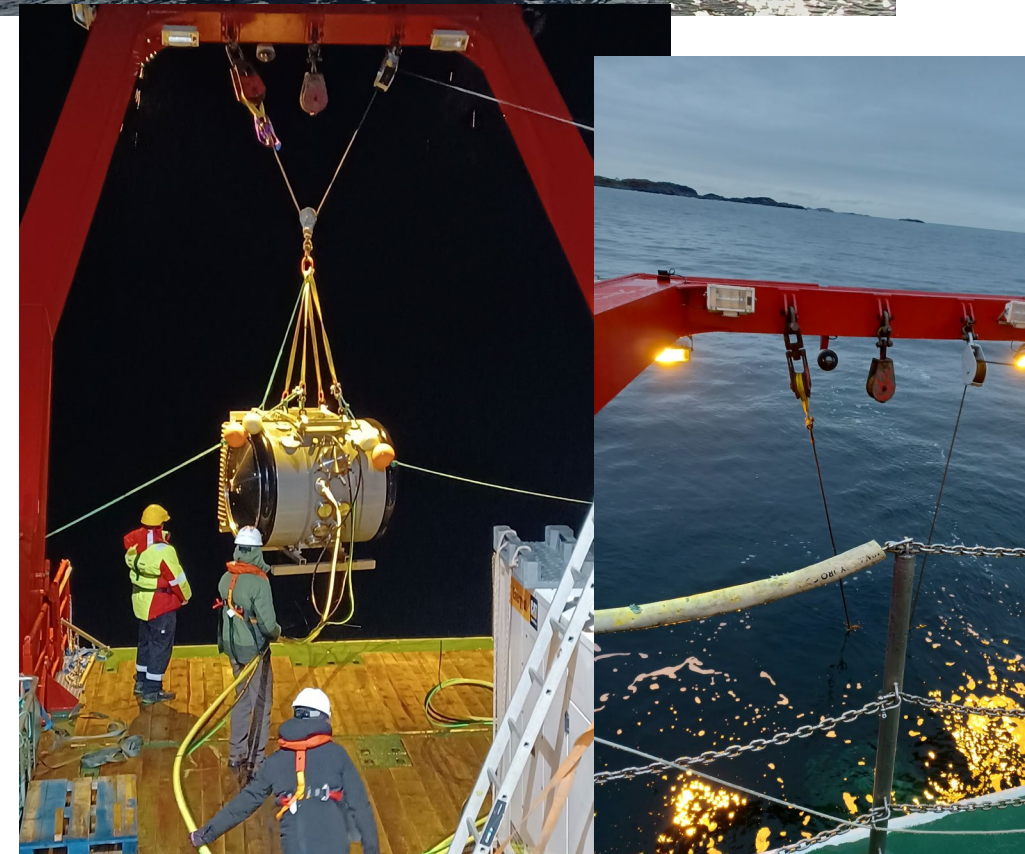
- **Målsetning:** Gjennomføre eksponeringseksperiment med en marin vibrator (MV) på gytende torsk under samme forhold og samme område som tidligere forsøk med luftkanoner.
- Første noensinne (etter vår kunnskap) eksponerings forsøk med denne type lydkilde til fisk.



# Eksponeeringsforsøk 12-18.feb 2022



- Vil se om kontinuerlig lyd (med tilsvarende nivå) gir endringer i adferd, forflytning eller vokalisering.
- Data om torskens bevegelser vil bli hentet inn i juni 2022.





FFI Forsvarets forskningsinstitutt

