



EFFEKTER AV SEISMIKK- UNDERSØKELSER PÅ FISKERIENE

FiskeriSeis prosjektrapport



Tittel (norsk og engelsk):

Effekter av seismikk-undersøkelser på fiskeriene
Effects of seismic surveys on fisheries

Undertittel (norsk og engelsk):

FiskeriSeis prosjektrapport
Project report FiskeriSeis

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2025-41

Dato:

17.06.2025

Forfatter(e):

Lise Doksæter Sivle, Tonje Nesse Forland, Kate McQueen, Anne Christine Utne Palm, Kotaro Ono, Marte Louise Strømme, Geir Pedersen, Henning Wehde (HI), Nils-Roar Hareide (Runde Miljøsen-ter), Kristian Landmark Skaar (Fiskeridirektoratet), Nina Mikkelsen (Akvaplan-niva), Virgine Ramasco (Akvaplan-niva) og Katie Dunning (Akvapan-niva)

Forskningsgruppelider(e): Rolf Korneliussen (Akustikk og observasjonsmetodikk)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Henning Wehde

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

16050

Oppdragsgiver(e):

FHF

Oppdragsgivers referanse:

901917

Antall sider:

86

Samarbeid med

Sammendrag (norsk):

Petroleumsvirksomhet og fiskeri er to av de viktigste næringene i Norge. Petroleumsvirksomheter avhengig av seismikk-undersøkelser for å lokalisere olje og gass i havbunnen, og slike undersøkelser kan komme i konflikt med fiskeriaktivitet. Seismikk-undersøkelser kan påvirke fiskeri hovedsakelig på to ulike måter; ved arealkonflikt – altså at undersøkelsen beslaglegger et område og fysisk forhindrer et aktivt fiskeri, eller at lyden fra den seismiske luftkanonen påvirker fiskens adferd på en måte som gjør den vanskeligere å fange. I dette prosjektet har vi gjennom en rekke ulike metoder hatt som målsetning å a) kartlegge eksisterende kunnskap om hvordan seismikk påvirker fiskeriene, b) identifisere de viktigste utfordringene som forhindrer god sameksistens og komme med forslag til løsninger c) kartlegge fiskernes erfaringer med seismikk, d) undersøke om fangsten endrer seg som følge av seismikk og e) modellere lydutbredelse for å bedre forstå hvilke avstander en kan forvente påvirkning.

Prosjektet ble innledet med et arbeidsseminar for å identifisere de mest prekære utfordringene for fiskeriene i forbindelse med seismikk med deltagere fra både fiskeri- og oljenæring, samt andre involverte aktører innen regulering og rådgivning.

Basert på dette ble det utarbeidet et spørreskjema som ble publisert som en nettbasert spørreundersøkelse. Denne ble promotert på prosjektets nettside samt oppfordret til deltagelse av flere av de norske fiskeriorganisasjonene. De samme spørsmålene ble også brukt som basis for dybdeintervjuer med et utvalg av fiskere. Ut ifra både arbeidsseminaret og dybdeintervjuene, samt gjennom å følge fiskeripressen, ble fiskeriene etter blåkveite med konvensjonelle redskap og fiskeri etter sild med not og trål trukket frem som fiskerier hvor de de siste årene har vært en del konflikter. Vi valgte derfor ut disse to fiskeriene for å gjøre analyser av fangststatistikk for å få et innblikk i om og evt. hvordan seismikk påvirker fangstrater. Dersom lyden fra seismikk påvirker fiskens adferd, er det viktig å vite på hvilke avstander fra luftkanonen en kan forvente en effekt for å gi anbefalinger om minsteavstand til fiskeri for en seismikkundersøkelse. Hvor kraftig lyden er i en gitt avstand fra luftkanonen avhenger både av kildens størrelse, topografi, dyp, sediment type og temperatur. Vi har derfor modellert lydutbredelse for typiske kilder i ulike havområder, med fokus på områdene for de overnevnte fangstanalysene; altså langs eggakanten i Norskehavet og på fiskebanker i Nordsjøen.

En litteraturgjennomgang viser at for enkelte redskaper og arter har studier vist at adferden kan endres slik at fangbarhet påvirkes. Slike adferdsresponser inkluderer at fisken blir mer aktiv og kan unngå området, og det er også indikasjoner på at fiskens beitemotivasjon går ned. I andre tilfeller er det derimot ikke funnet noen adferdsendring og dette avvier sannsynligvis både med art, habitat og motivasjon/tilstand. Hvordan adferdsendringene påvirker fangst avhenger også av redskap; Garnfangster kan øke dersom fisken blir mer aktiv, mens redskaper som bruker agn, som for eksempel linefiske, vil gi dårligere fangster dersom fisken ikke beiter.

Det første arbeidsseminaret identifiserte utfordringer fiskeriene opplever i forhold til seismikk; arealbeslag, for dårlig kommunikasjon, manglende kunnskap skremmeeffekt, mangel på FLOer, utydelige retningslinjer og at ikke erstatningsordningen fungerer godt nok. I oppfølgingsseminaret året etter ble det diskutert at løsninger for å forbedre dette og stikkordet er mer informasjon lettere tilgjengelig.

Resultatene fra spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene var i stor grad sammenfallende, og avdekket at størstedelen av informantene hadde opplevd seismikk i nærheten (innen 20 nmi) av der de fisket i stor grad, og at dette i storparten av tilfellene hadde medført beslaglegging av fiskefeltet, samt en opplevelse av lavere fangstrate og at fisken var vanskeligere å fange. Det kommer også frem at fiskerne unngår å dra til områder med innmeldte seismikk-undersøkelser. Erstatningsordningen for tapt inntekt virker å fungere for noen typer fiskeri, som blåkveite, som er svært forutsigbart og dermed lettere å dokumentere tap, mens det i det pelagiske fiskeriet er stor skepsis til denne ordningen.

Sammenlikning av fangststatistikk for blåkveite antyder at seismikk påvirker fiskeriaktiviteten ved at det foregår mindre fiske i perioder med seismikk. Det skyldes kanskje delvis at fiskere unngår seismikkområder, men også at i de årene som var inkludert i analysen ikke foregikk seismikk i de vanligste blåkveiteområdene. For fiskeri etter sild viser analysen at det foregår fiskeri også nært opptil en seismikk-undersøkelse, og vår analyse kunne ikke finne noen signifikant effekt av seismikk på fangst, men vi manglet gode «uten seismikk» perioder. Begge analysene bør gjentas med et større datasett for å gi et mer helhetlig bilde. Gjennomgang av FLO dagbøker for å kartlegge hendelser på feltet viste at det i de fleste tilfeller ikke foregikk fiskeri i nærheten, og at det kun et fåtalls tilfeller endte med konflikt. Gjennomgang av erstatningssøknader viste at det er hovedsakelig fiskeri med faststående redskap som søker, kun et fåtall i det pelagiske fiskeriet. Dette har sannsynligvis en sammenheng med det som kom frem i spørreundersøkelsen om at mange mener det er for vanskelig å dokumentere tap i pelagisk fiskeri.

Lydmodelleringen viser at i området rundt Eggakanten vil lydnivået ved en gitt avstand være høyere enn på fiskebanker i Nordsjøen.

Prosjektet peker også på viktige kunnskapshull og girt forslag til forskningsprosjekter for å tette noen av disse. Bland annet at det bør fokuseres på pelagisk fiskeri, og det foreslås en kombinasjon av feltforsøk og statistiske analyser av store nok mengder fangstdata over flere fiskerisesonger med og uten seismikkundersøkelser.

Sammendrag (engelsk):

Oil and fisheries are among the most important industries in Norway. Oil exploration depends on seismic surveys to locate oil and gas under the seabed, and such surveys may cause conflicts with fishing activities. Seismic surveys can affect fisheries mainly in two different ways: through area occupation – 1) that the survey occupies an area and physically prevents active fishing, or 2) that sound from the seismic airguns affects fish behaviour resulting in difficulties for catching. In the FiskeriSeis project, we have used different approaches to meet the objectives of a) mapping existing knowledge about how seismic surveys affect fisheries, b) identify the main challenges and propose solutions, c) identify fishermen's experiences with seismic surveys, d) investigate whether catches change as a result of seismic surveys, and e) model sound propagation to better understand the impact distance.

The project started with a working seminar to identify challenges, with participants from both fishing and oil industry, as well as stakeholders from research and regulation. Based on topics hereof, a questionnaire was developed and published as an online survey. The survey was promoted on the project's website, and the Norwegian fisheries organizations encouraged participation to their members. The same questions were also used as the basis for in-depth interviews with a selection of fishermen. Based on the seminar and the in-depth interviews, as well as following the fishery press, the fisheries for Greenland halibut along the slope and summer fisheries for North Sea herring were selected for analyses catch statistics to investigate if seismic surveys affected catches.

If seismic sound affect fish behaviour, knowing the sound level at various distance is essential to advice upon minimum distances that should be keep between a survey and an ongoing fishery. It is important to know at what distances from the airgun an effect can be expected in order to provide recommendations on minimum distances to fisheries for a seismic survey. Sound propagation depends on the size of the source, topography, depth, sediment type, and temperature. A sound propagation model was developed and verified with measurements, and applied to the case study areas; shelf break and North Sea banks.

A review of existing literature indicate that seismic may affect fish behaviour, which in turn will affect their catchability. Behavioral responses include increased activity and avoidance, and indications of decreasing feeding motivation. Behavioural responses varies with species, area and life stage, and impact varies with type of fishing gear; e.g. the same species may increase on gill nets and decrease in long lines. The first work-seminar identified challenges that fisheries experience in relation to seismics: area occupation, poor communication, knowledge gaps about avoidance, lack of Fisheries Liaison Officers (FLOs), unclear guidelines, and the compensation arrangement not working optimally. In the follow-up seminar the year after, solutions were discussed. In short, the key is more information made more easily accessible. The results from the questionnaire and the in-depth interviews were largely consistent and revealed that the majority of informants had experienced seismics in the vicinity (within 20 nautical miles) of their fishing grounds, often resulting in area occupation. The majority also said are under the impression that catches are lower during periods of ongoing seismic surveys. Further, many fishers say they avoid going to fishing grounds if there is a nearby planned or ongoing survey. The compensation arrangement is highlighted as well functioning for predictable fisheries, while e.g. in the highly variable pelagic fishery, there is great scepticism towards this arrangement. Comparison of catch statistics for Greenland halibut suggests that seismic surveys affect fishing activity by less fishing occurring during ongoing seismic. This might be explained partly by fishermen avoiding areas of such surveys, but also due to those years included in the analysis, no seismics took place in the most common Greenland halibut areas. For herring fisheries, the analysis shows that fishing takes place close to a seismic survey, and no statistical significant effect of seismics on catch was found, but a proper baseline was missing. Both analyses should be repeated with a larger dataset for a more comprehensive picture. A review of FLO logbooks showed that in a large proportion of the surveys, no nearby fishing took place and only a few conflict situations was described. A review of compensation claims showed that it is mainly fisheries with fixed gear that apply, with only a few in the pelagic fishery. This is likely related what came out both from the questionnaire and seminars that many fishermen think documenting losses in this fishery is very difficult. Sound modelling shows that in continental shelf edge area, the sound level at a given distance will be higher than on fishing banks in the North Sea, resulting in a larger impact area at the shelf edge.

The project has also pointed out some important knowledge gaps and provided suggestions for research projects to fill some of these. Focus should be on pelagic fisheries, and a combination of field experiments and statistical analyses of sufficiently large amounts of catch data over several fishing seasons with and without seismic surveys is proposed.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Problemstilling og formål	8
1.1.1	<i>Effektmål</i>	8
1.1.2	<i>Resultatmål</i>	8
1.2	Rapportens omfang	8
2	Arbeidspakke 1: Litteraturgjennomgang	10
2.1	Kunnskapsgrunnlag om dokumenterte effekter av seismikk på fiskeri	10
2.1.1	<i>Publikasjoner basert på fangststatistikk</i>	10
2.1.2	<i>Publikasjoner basert på følgeforskning</i>	11
2.1.3	<i>Forskning på skade, dødelighet og adferdsendringer</i>	13
2.1.4	<i>Kvalitativ informasjonshenting</i>	14
2.2	Kunnskapsgrunnlag om effektiviteten til ulike tiltak for å begrense påvirkning på fisk og fiskerier	16
2.3	Oppsummering, diskusjon og konklusjoner	16
2.3.1	<i>Kunnskapshull – behov for videre forskning</i>	18
3	Arbeidspakke 2: Kvantitativ kartlegging	19
3.1	Metode og gjennomføring	19
3.1.1	<i>Sammenstilling av fangststatistikk</i>	19
3.1.2	<i>Gjennomgang av rapporter fra fiskerikyndige</i>	22
3.1.3	<i>Gjennomgang av erstatningssøknader</i>	23
3.2	Resultater	23
3.2.1	<i>Sammenstilling av Fangststatistikk</i>	23
3.2.2	<i>Gjennomgang av rapporter fra fiskerikyndige</i>	28
3.2.3	<i>Gjennomgang av erstatningssøknader</i>	28
3.3	Oppsummering og diskusjon	29
3.3.1	<i>Sammenstilling av fangststatistikk</i>	29
3.3.2	<i>Sammenstilling av FLO rapporter og erstatningssøknader</i>	30
4	Arbeidspakke 3: Fiskernes erfaringer – kvantitativ kartlegging	32
4.1	Metode og gjennomføring	32
4.1.1	<i>Nettbasert spørreundersøkelse</i>	32
4.1.2	<i>Dybdeintervjuer</i>	33
4.2	Resultater	34
4.2.1	<i>Bakgrunnsinformasjon</i>	34
4.2.2	<i>Erfaring med seismikk under fiskeri</i>	34
4.2.3	<i>Tiltak for å redusere påvirkning</i>	39
4.2.4	<i>Oppsummerende resultater vist i interaktivt verktøy Kumu</i>	40
4.3	Oppsummering og diskusjon	42
5	Arbeidspakke 4: Påvirkningsmekanismer	44
5.1	Metode og gjennomføring	44
5.1.1	<i>Oppsummering av seismikk lydundersøkelser i Nordsjøen under Glider II prosjektet</i>	44
5.1.2	<i>Valg av beste lydforplantingsmodell: simuleringer og validering</i>	45
5.1.3	<i>Valg av casestudier for simulering for lydforplanting i områder med mulig konflikt</i>	45
5.1.4	<i>Analyser av ekkolodd data fra Glider II prosjektet</i>	46
5.2	Resultater	47
5.2.1	<i>Simuleringsresultater og valg av beste modell</i>	47
5.2.2	<i>Casestudie 1: Barentshavet</i>	49

5.2.3	<i>Casestudie 2: Nordsjøen</i>	53
5.2.4	<i>Adferdsendringer</i>	55
5.3	Oppsummering og diskusjon	60
6	Arbeidspakke 5: Løsninger	62
6.1	Metode og gjennomføring	62
6.1.1	<i>Arbeidsmøter</i>	62
6.1.2	<i>Interaktivt verktøy</i>	62
	6.2. - Resultater	62
6.2.1	<i>Arbeidsmøter: Utfordringer og løsninger</i>	62
6.2.2	<i>Interaktivt verktøy</i>	67
6.2.3	<i>Forslag til forskningsprosjekt</i>	68
7	Oppsummering	70
7.1	Arealbeslag	70
7.2	Effekter på fangst og fangsteffektivitet	70
7.2.1	<i>Effekt på ulike redskaper</i>	70
7.3	Tiltak for å redusere effekter av seismikk på fiskeri	72
7.3.1	<i>Erstatningsordningen for tapt inntekt</i>	72
7.3.2	<i>Fiskerikyndig (FLO)</i>	72
7.3.3	<i>Andre tiltak</i>	72
8	Hovedfunn	74
9	Referanser	75
10	Takk	79
	Vedlegg 1: Spørreundersøkelse	80
	Vedlegg 2: Ekstra figurer for AP 2	83
	Vedlegg 3: Ekstra figurer for AP 4	85

1 - Innledning

Seismikkundersøkelser brukes til kartlegging og forståelse av geologien i havbunnen. Data om geologi og sediment-egenskapene nedover i havbunnen er avgjørende for å gjøre nye funn av olje og gass, men gjør det også mulig å få ut mer olje og gass fra allerede produserende felt. Derfor samles det inn seismiske data i ulike faser av utvinningsvirksomheten.

I en seismikkundersøkelse brukes luftkanoner, som danner kraftige lydsignaler ved at trykkluft slippes hurtig ut fra et trykkammer. Disse lydbølgene trenger ned i undergrunnen, og reflekteres mellom geologiske lag i berggrunnen, og ulike lag reflekteres forskjellig. De reflekterte lydbølgene blir fanget opp av mottakere (lyttekabler) som enten taues etter seismikkskipet eller ligger på havbunnen. Denne lyden er overlappende med frekvensområdet hvor så å si alle fiskearter i norske farvann hører best.

Områdene hvor det samles inn seismikk overlapper også i stor grad med de områder det utøves fiskeri i Norge. Seismikk kan hovedsakelig påvirke fiskeriet på to måter; 1) gjennom arealbeslag og 2) ved at lyden fra seismikk påvirker adferden til fisken og dermed fangbarheten.

Arealbeslag oppstår når en seismikk undersøkelse foregår i et område og en periode som overlapper med et pågående eller planlagt fiskeri. Seismikkskipet krever relativt stor plass grunnet et stort slep. Fiskeriet krever også plass til å følge og fange fisken. Dette kan føre til konflikt dersom overlapper i tid og rom.

Seismikk-lyden kan utløse endringer i fiskens adferd som kan endre fangbarheten. I de pelagiske fiskeriene uttrykker fiskerne bekymring for at stimer virker å løse seg opp og svømme unna (eks. [Fiskeribladet 30.08.2018](#), [Fiskeribladet 08.09.22](#)). Det er også fra fiskernes side rapportert om reduserte fangster i blåkveitefiskeri som foregår tidlig på sommeren langs eggakanten ([Fiskeribladet 14.08.2019](#)), slikt tap er dokumentert og det er utbetalt erstatninger ([Fiskeribladet 2.03.20](#)). Det er derimot gjort lite systematisk kunnskapsinnhenting om hvor omfattende dette problemet er, og hvilke fiskerier som er mest påvirket.

Avstand mellom fisken og et seismikkskip brukes i mange sammenhenger som en antagelse for hvor en kan forvente at fisken er påvirket. For eksempel brukes 20 nmi som antatt påvirkningsradius både i Havforskningsinstituttets råd (Forland *et al.*, 2024) og som krav for å få erstatning for tapte fangster ([Lovdata 1996](#)). Imidlertid vil lydnivået på 20 nmi avstand fra et luftkanonarray være høyst varierende; avhengig av både hvor mange og hvor store luftkanoner som brukes, samt områdets topografi, bunntype og temperatur (Farcas *et al.*, 2016). Det er derfor viktig å vite mer om hvordan lyden var i områder hvor fiskerne erfarer påvirkning i form av adferdsendringer hos fisken, for å forstå hvilke lydnivåer eller nivåer av andre egenskaper ved lyden som ikke bør overstiges for å unngå negativ påvirkning på fiskeriene.

Seismikkundersøkelser meldes til Sjøkeldirektoratet og alle undersøkelser sendes på høring hos Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet, som skal gi råd om henholdsvis påvirkning på marine økosystemer og fiskeriaktivitet. Rådene baseres på eksisterende kunnskap og vil stadig forbedres dersom ny kunnskap kommer til. Det er derfor svært viktig å kartlegge hvilke erfaringer fiskerne har i forbindelse med fiskeri i områder og perioder med seismikk, både gode og dårlige, for å kunne ta lærdom av hva som var bra i de situasjoner hvor erfaringene var gode – og hva som gikk galt i de situasjoner hvor det ikke gikk så bra. Dette vil gi mulighet for bedre og mer presise råd fra fiskeridirektoratet om hvordan seismikken skal kunne opereres uten å komme i konflikt med pågående fiskeri.

Videre er erfaringen fra fiskerne og deres observasjoner av fisketilgjengelighet svært viktig for å forstå hvordan fiskens adferd påvirkes av seismikk. Eksempelvis erfaringer med at fisken forsvinner fra området etter en

seismikkundersøkelse. Slike erfaringer er svært viktig for forsøks-design i forskernes systematiske undersøkelser av adferdsendringer knyttet til seismikk. Havforskningsinstituttet gir råd om hvordan fiskebestander og økosystem kan påvirkes av seismikk lyden, og ønsker derfor å gjennomføre forskningsprosjekter som kan bidra til økt kunnskapsgrunnlag for bedre rådgivning.

Seismikkindustrien er også opptatt av å forbedre den eksisterende teknologien, både for å minske miljøpåvirkning og for å effektivisere data-innsamlingen. Dersom ny teknologi kan utvikles som bedrer aspekter for begge parter, bør slike initiativer løftes frem som mulige veier til bedre sameksistens.

Dette ettårige prosjektet, kalt FiskeriSeis, sammenstiller tilgjengelig kunnskap, påpeker kunnskapshull og skisserer mulige veier mot bedre sameksistens. Prosjektet har vært ledet av Havforskningsinstituttet (HI) med partnere fra forskningsinstitusjonene Runde Miljøsentor (RM) og Akvaplan-niva (APN)), samt fra direktoratsektoren ved Fiskeridirektoratet (FiskDir) og representanter fra næringene (seismikk; Equinor, Fiskeri: Fiskebåt). I tillegg har prosjektet en referansegruppe bestående av aktive fiskere fra ulike fiskerier (pelagisk og bunnfisk; not, line, garn og trål), fiskeriorganisasjonene (Pelagisk forening og Norges Fiskarlag), Sjøkeldirektoratet og et oljeselskap (Conoco Phillips).

1.1 - Problemstilling og formål

Prosjektets hovedmål er å kartlegge kunnskap og erfaringer om konsekvenser av skyting med seismikk for fiskeriene.

1.1.1 - Effektmål

Prosjektet vil bidra med en samlet oversikt over eksisterende kunnskap om effekter av seismikk på fisk og fiskeri, samt peke på viktige kunnskapshull som kan stimulere videre forskning.

Gjennom dette prosjektet ønsker vi å gi oversikt over rapporterte hendelser i fiskeri, fangstreduksjon og erstatningssøksmål, sammen med faktiske erfaringer fra et bredt utvalg av fiskere. Dette vil danne et grunnlag for økt forståelse av hvordan fiskeriet påvirkes av seismikk, samt påpeke "hvor skoen trykker mest"; i hvilke fiskerier seismikken oppleves som mest utfordrende.

Videre vil denne kunnskapen bli brukt til å skissere mulige tiltak for forbedring, som er gjennomførbare i praksis gjennom dialog mellom både fiskere og andre næringsaktører.

1.1.2 - Resultatmål

Prosjektet vil utvikle en lydforplantningsmodell som kan anvendes til å beregne lydnivåer ved ulike avstander fra en gitt seismikkundersøkelse med en gitt kildestørrelse for ulike havområder og perioder. Dette vil være nyttig for å forstå adferdsendringer og ved hvilke avstander disse kan forventes.

Prosjektet vil utvikle et digitalt verktøy basert på prosjektresultatene som kan fungere som beslutningstøtte.

Prosjektresultater vil bidra inn mot rådgivning fra Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet.

1.2 - Rapportens omfang

Denne rapporten er prosjektets hoved-leveranse til FHF og oppsummerer arbeidet som har vært gjort i prosjektet. Da arbeidet er inndelt i 5 arbeidspakker har vi valgt å strukturere rapporten på samme måte, med arbeidspakkene gitt som egne kapitler. For hvert av disse delkapitlene er det gitt en beskrivelse av problemstillinger, prosjektgjennomføring med beskrivelse av metodikk og oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon. Helt til slutt i rapporten har vi laget en generell oppsummering og diskusjon på tvers av

arbeidspakkene, fordelt på ulike temaer.

Denne rapporten er skrevet for et prosjekt med hovedmålsetning om å kartlegge erfaringer om konsekvenser av seismikk for fiskeriene, og fiskeri og fiskere har derfor naturlig nok hovedfokus. Det er verd å merke seg at vi i dette prosjektet derfor har sett på arealproblematikk, sameksistens og påvirkning fra fiskernes ståsted.

Seismikknæringen kan ha en annen oppfatning av for eksempel hendelser på feltet, men det har ikke vært tema i dette prosjektet.

2 - Arbeidspakke 1: Litteraturgjennomgang

Denne arbeidspakken hadde 3 delmål:

- i. Sammenstille eksisterende kunnskap fra vitenskapelige publikasjoner og rapporter om dokumenterte effekter på fiskeri.
- ii. Sammenstille kunnskap om effektiviteten til ulike avbøtende tiltak (eks ramp up, områdebegrensninger) fra vitenskapelige publikasjoner og rapporter.
- iii. Avdekke kunnskapsbehov og forskningsspørsmål for videre forskning.

For å svare opp på disse delmålene har vi laget en sammenstilling av vitenskapelig litteratur som belyser hvordan seismikk kan påvirke fiskeri og fangstrater. Siden prosjektet har fokus på norske havområder og fiskerier, har vi fokusert på studier gjort i Norge. Vi har gruppert litteraturen i 4 deler basert på hvordan kunnskapen er innhentet; 1) Fangststatistikk; studier som har sammenliknet kommersiell fangst med og uten seismikk i samme område, 2) Følgeforskning; vitenskapelige undersøkelser av fiskemengde eller fiskeadferd i sammenheng med en pågående seismikkundersøkelse, 3) Annen forskning; vitenskapelige studier som ikke er knyttet til reelle seismikkundersøkelser, men der en undersøker enkelte parametere som skade, dødelighet eller adferdsendringer knyttet til kontrollerte eksponeringer med seismikk, og 4) Kvalitativ informasjonshenting; vitenskapelig arbeid hvor forskerne har brukt informanter fra aktuelle grupper til å undersøke erfaringer med seismikk ifm. fiskeri.

Delmål iii) er et overordnet mål for hele prosjektet. Det pekes på kunnskapshull under denne litteraturgjennomgangen, samt også i de andre arbeidspakkenes delkapitler. Forskningsspørsmål til videre forskning er gjennomgått grundig i kapittel 6.3 .

2.1 - Kunnskapsgrunnlag om dokumenterte effekter av seismikk på fiskeri

2.1.1 - Publikasjoner basert på fangststatistikk

Denne typen studier kan gi nyttig informasjon om fangster i ulike områder/avstander fra en seismikk-undersøkelse, og at en kan bruke allerede tilgjengelige data, og derfor krever mindre ressurser enn å samle inn data i felt. Svakheter er at en som regel ikke vet noe om fangstinnsats og dermed ikke kan beregne fangst pr. innsats, og det kan tidvis være noe dårlig oppløsning i tid og rom i forhold til seismikk-eksponering.

Løkkeborg og Soldal (1993) brukte fangstdata fra 4 linebåter og sammenliknet med avstand fra en seismikk-undersøkelse. I tillegg så de på trålfangst av torsk, samt bifangst av torsk og blåkveite i rekestrål. Forsøkene med linefiske etter torsk ble gjort på Finnmarkskysten i januar, med en seismikk-kilde. Trålforsøkene var fordelt på tre perioder/områder; Finnmarkskysten i juni, ved Bjørnøya i august og ved Møre-kysten i april.

For line var fangstene lavere jo nærmere man kom seismikk-undersøkelsen. For trålfangstene var det en signifikant reduksjon i bifangst av torsk i Barentshavet (nedgang på 79% i Finnmark, 83 % ved Bjørnøya), mens fangstratene for blåkveite var uendret. Ved Møre-kysten økte fangstene under eksponeringen, men det trekkes frem at denne undersøkelsen var svært kortvarig. I alle områder var fangstene tilbake til normalt etter ca. et døgn.

Resultatene forklares med at torsken skremmes og svømmer unna området. Økning i fangst ved Møre forklares ved at fisken startet å unngå ved å svømme nedover i vannsøylen og derfor ble fanget lettere i trålen, og at eksponeringen var kortvarig.

Vold *et al.* (2009) undersøkte fangster for ulike redskap rundt Lofoten/Vesterålen; et område hvor det i 2008 ble gjort en omfattende 2D undersøkelse. Sammenliknet fangster fra 2008 med de 5 foregående år uten seismikk. Resultatene var ikke entydige; nedgang i fangst av sei og hyse, men kun på garn, ikke på line, snurrevad og juksa. Andre fiskerier hadde stor variasjon og ingen klare trender.

Sammenlikning av totalfangst med alle redskaper for alle arter, viser at fangstene for 2008 frem til april høyere enn snittet, mens for juni, juli og nov er de betydelig lavere. Seismikken foregikk 25.mai-14.september, så kan muligens forklare juni-juli, men vanskelig november. Det er også stor variasjon mellom fangster de ulike år, og juni 2008 er ikke blant de laveste juni når sammenlikner med andre år, som poengterer viktigheten av å se på store datasett i denne typen analyser.

Garnfangst av sei var det eneste statistisk signifikante nedgang. Fangstene av sei i Vesterålen ble redusert med 45% sammenliknet med året før. Garnfangst av sei i Lofoten hadde derimot ikke noen merkbar endring, men det påpekes at seismikken her var mer spredt i tid og rom. Sei tas også som bifangst på juksa og line, og disse fangstene skilte seg ikke fra tidligere år.

Det ble ikke funnet noen endring i fangst av uer eller breiflabb. Studiet konkluderer med at det er mulig at seismikken påvirket garnfangst av sei, men ikke for noen andre arter eller redskaper.

2.1.2 - Publikasjoner basert på følgeforskning

I denne typen studier er det forskere som samler inn data og derfor kan gjøre det på en kontrollert og systematisk måte. Ulempen er at en bruker en allerede planlagt seismikkundersøkelse som eksponering, og derfor ikke kan være sikkert på at det faktisk er fisk i området på det tidspunkt undersøkelsen pågår.

Dalen og Raknes (1985) gjennomførte en akustisk kartlegging i Nordsjøen rett før og 6 dager inn i en seismikkundersøkelse i juni 1984. De observerte en reduksjon i bunnfisk (torsk, hyse), noe de forklarte med at fisken enten la seg så nært bunn at de ikke kunne observeres med ekkolodd, eller at den svømte bort fra området. Pelagisk kolmule viste stor variasjon, men generelt kunne det se ut som disse vandret ut av undersøkelsesområdet. Små pelagisk fisk viste også stor naturlig variasjon, og vanskelig å påvise noen endring.

Engås *et al.* (1996) kartlagte forekomster av torsk og hyse med ekkolodd, samt fanget disse artene med med trål og line før, under og etter en seismikkundersøkelse. Viste at mengde torsk og hyse ble redusert (sammenliknet med i forkant av eksponering) med 45% under seismikk eksponering, og med 64% i etterkant. Det var hovedsakelig den største fisken som forsvant. Trålfangst var hovedsakelig (90%) torsk, og fangstene var signifikant redusert under og etter eksponering. Reduksjon på 69% i sentrale området (inne i selve undersøkelsesområdet), og 45-50% utenfor sentrale områder (1-18 nmi fra undersøkelsen). Det var ingen økning de påfølgende 5 dagene. Hysefangsten ble også signifikant redusert; med 50-71%.

Linefangster var rundt 75% torsk og 25% hyse. Nedgangen i mengde torsk var 45% i selve eksponeringsområde, men ikke like stor utenfor; 16 og 25%, og ikke noen reduksjon lengst unna. For hyse var det reduksjon på alle avstander, men størst i sentrale deler (67%). Fangstene av torsk tok seg opp igjen etter eksponeringen, men ikke fangst for hyse.

Studiet fant også en størrelse-effekt; før seismikken startet var lengdefordelingen til fisken jevn, men under og etter var det nedgang i stor fisk, særlig fisk over 60 cm nærmest forsvunnet for begge redskaper (trål og line).

Det ble ikke gjort systematiske lydmålinger i ulike avstander som kan si noe om eksponeringsnivåene som fisk var utsatt for på disse avstandene.

Konkluderer med at både torsk og hyse reagerer på seismikken ved å svømme bort, og at større fisk har større svømmekapasitet og derfor kommer seg unna først.

Slotte et al. (2004) fulgte en kommersiell seismikk-undersøkelse i Norskehavet i et område med store forekomster av sild og kolmule på vandring mot beiteområde. De kartla med ekkolodd før, under og etter undersøkelsen. I tillegg undersøkte studien den samme seismiske linjen rett før og rett etter seismikk for å se på korttidseffekter. Resultatene viste at kolmule sto ca. 10 m dypere under seismikkeksponering, men ikke noen signifikant endring i mengde fisk. Generelt var det mindre fisk der enn forventet i området, også i forkant av undersøkelsen. Ingen endring på kort sikt basert på linjene før og etter seismikk ble observert. Når en ser på fordeling av fisk på hele området, var det minst fisk nært seismikken, mest lengst unna, noe som kan tyde på en viss skremmeeffekt.

Hassel et al. (2004) overvåket tobis i bur før og under eksponering til seismikk, og i et tilsvarende oppsett i et kontrollområde 35 km unna. I tillegg ble seismikkområdet kartlagt med ekkolodd før og etter undersøkelsen, og fangster ble tatt i forhåndsbestemte områder hver natt før, under og etter seismikk-undersøkelsen. De fant ingen dødelighet, hverken i bur eller fangst, og ingen endring i fangster før og etter seismikk. For fisk i bur ble det observert svømmemønster som lignet C-start/»startle» (overraskelses eller skremselsrespons) respons mens det pågikk seismikk, og hovedsakelig rett etter oppstart og når seismikkfartøy var nærmest. Dette ble aldri observert i forkant, og kun en gang i etterkant av eksponering. Fangststatistikk fra området indikerte en liten reduksjon 1-2 dager etter endt seismikk (men dette var 16-17.mai, kanskje mange fiskere tok fri i anledning nasjonaldagen, og mottaket var stengt). Studiet indikerer at seismikk ikke påvirker dødelighet hos tobis, og heller ikke noen storskala unnvikelsen, men at kortvarige adferds effekter forekommer, her sett i form av startle responser.

Løkkeborg et al. (2012) fulgte en seismikk-undersøkelse i Vesterålen i juni-aug. 2009, ved å fiske med innleide fiskefartøy, samt kartlegging med ekkolodd. Resultatene viste at fangst av blåkveite på garn økte signifikant, mens linefangst av blåkveite hadde en signifikant nedgang. Garnfangst av uer økte under seismikk, sank noe i etterkant, men var fortsatt høyere enn før seismikken startet. Lange, tatt som bifangst i garn økte umiddelbart etter at seismikken startet, men fangstene falt igjen etter noen dager, og var da signifikant lavere enn før seismikken startet. Garnfangst av sei og linefangst av hyse viste ikke noen signifikante endringer, men for hyse var det en gjennomsnittlig nedgang i perioden under seismikk, og noe lavere fangster i nærheten av seismikkfartøyet. Det var også en signifikant endring av størrelsen på både sei og hyse; fisk fanget i perioden med seismikk var signifikant mindre sammenliknet med før undersøkelsen startet, og fisken som ble tatt mot slutten av seismikkundersøkelsen var mindre enn de som ble tatt i starten. Dette ble forklart med at den største fisken svømmer vekk. Analyser av mageprøver viste at nesten all blåkveite hadde tomme mager over hele fangstperioden. For sei var det en gradvis økning i andel tomme mager etter hvert som undersøkelsen pågikk. Kartlegging med ekkolodd viste at mengden bunnfisk i både kontrollområdet og seismikkområdet ikke endret seg fra perioden før til perioden under seismikkundersøkelsen. Men artssammensetningen i de to områdene var noe ulik, så det var derfor ikke helt sammenliknbart. For sei var det en signifikant nedgang i seismikkområdet under undersøkelsen sammenliknet med samme område i forkant. Sei viste altså en nedgang både i fangster og ved ekkolodd kartlegging, samt nedgang i størrelse. Dette kan indikere at sei unnviker seismikken. Oppholdsområdene for sei overlapper med områdene hvor de høyeste lydnivåene var målt, og sei er også den av artene i dette studiet som har best hørsel. Den plutselige økningen i bifangst av lange kan skyldes at denne økte sin svømmeaktivitet i respons til seismikk. Forfatterne forklarer økte (garn) og reduserte (line) fangster av blåkveite med at fisken responderer ved å bli mer aktiv, men mindre villig til å beite.

Pena et al. (2013) brukte fiskerisonar for å studere sildestimer i samme område som rapportert i Løkkeborg et

al. 2012, og logget retning og svømmehastighet samt stimenes størrelse og tetthet. Observasjonene ble gjort fra et forskningsfartøy som lå i ro mens seismikkfartøyet nærmet seg. Lyden ble målt, og lydeksponeringsnivå (Sound Exposure Level, SEL) økte fra ca. 125 til 155 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ ved nærmeste avstand, på rundt 2 km. Mesteparten av tiden lå nivået på rundt 145 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Det ble ikke observert noen endring i noen av de studerte adferds-parameterne etter hvert som seismikkfartøyet nærmet seg og lyden ble kraftigere. Imidlertid ble forsøket gjort da undersøkelsen hadde pågått en stund, slik at sild kunne allerede ha flyttet seg, og de som var igjen var sannsynligvis høyt motivert til å beite. Disse studiene indikerer også at sild kan enten tilvenne seg til lyden, eller at gradvis økende lydnivå ikke igangsetter noen storskala unnvikelse.

2.1.3 - Forskning på skade, dødelighet og adferdsendringer

Denne typen studier er dedikerte forskningsprosjekter, hvor en har full kontroll på både forsøksdesign og lydkilde og dermed kan kontrollere for eksponering mye bedre enn i de foregående typer studier. Derimot er slike studier ofte nedskalert i forhold til virkeligheten, ved å bruke gjerne mindre kilder, se på små områder eller ved å bruke fisk i lab eller fangenskap, noe som kan påvirke fiskens adferd.

Dette temaet er gjennomgått i detalj i Havforskningsinstituttets årlige rådgivnings-rapport (Forland *et al.*, 2025) og derfor kun beskrevet kort oppsummert her. Her har vi kun trukket frem studier som belyser hvordan seismikk kan påvirke fangstrater.

I perioden 1980- 90 var det stor uro knyttet til at seismikk fysisk kunne både skade og drepe egg, larver og voksen fisk, og at dette videre ville kunne føre til lavere fiskebestander og dermed en mindre bestand å fiske på. Det ble derfor gjennomført flere store forskningsprosjekter på dette (oppsummert i Forland *et al.* 2025). Ut fra disse studiene fremkommer det at egg og larver kan ha noe økt dødelighet, men dette inntreffer kun få meter fra selve luftkanonen. Det er derfor gjort beregninger på at ved et «worst case tilfelle» vil dødelighet forårsaket av seismikk utgjøre en svært liten andel sammenliknet med naturlig dødelighet. Det er derfor høyst usannsynlig at rekruttering og bestandsstørrelse vil påvirkes av skade på egg, larver og yngel fra seismikk.

Det er også uttrykt bekymring i forhold til at seismikk vil kunne påvirke gyting hos fisk, slik at igjen gytesuksessen reduseres, og gir utslag i lavere rekruttering og lavere bestand, som jo vil gi lavere fiskekvoter. Hovedbekymring har vært knyttet til at dersom fisken svømmer unna i stort omfang, som vist av (Engås *et al.*, 1996), så vil fisken forlate de viktige gyteområdene og dermed vil eggene gytes på et mindre gunstig sted. Imidlertid viser (McQueen *et al.*, 2022) at dette ikke er tilfelle for torsk dersom for lydnivå i alle fall opp til eksponeringsnivå (SEL) på 145 dB re $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, som var det høyeste nivået torsken ble eksponert for.

Adferdsendring kan også i stor grad påvirke fangbarheten til fisken, og dette vil avhenge av både hvordan adferden endrer seg, og hvilke fiskeredskaper en bruker.

Såkalte «startle» responser er observert i forbindelse med seismikk både hos torsk (Rugtveit, 2024); (Wardle *et al.*, 2001) og tobis (Hassel *et al.*, 2004), dvs. at fisken reagerer ved en rask, plutselig «panikk» reaksjon, typisk ved oppstart. Dersom dette inntreffer i en situasjon med fiskeri, vil fangsten kunne påvirkes. For eksempel dersom en kaster på en stim som plutselig dykker/svømmer unna, vil det sannsynligvis gjøre at en taper denne fangsten. Men dersom det står et garn i den retningen fisken «rømmer», vil det kunne føre til økt fangst.

Flere studier viser også til at fisk sannsynligvis kan tilpasse/tilvennes til lyden. For eksempel viste (Peña *et al.*, 2013) at sild som hadde vært eksponert i en periode ikke viste noen endringer i adferd, og (Sivle *et al.*, 2017) viste at makrell i merd ikke endret svømmemønster når de ble eksponert for en seismikk som gradvis kom nærmere. (Davidsen *et al.*, 2019) viste også at endring i hjertefrekvens hos torsk og sei først endret seg, og så normaliserte seg etter en tid med seismikkeksponering, som tyder på tilvenning. Torsk som viste stressrespons som hurtig svømming og dykking når de første seismikk skuddene ble avfyrt, gikk også tilbake til normal atferd

etter rundt 10 min (Walle, 2020). Tilsvarende ble en stressrespons hos havabbor i forbindelse med eksponering til seismikk også borte etter noen uker med gjentakende avspilling (Radford *et al.*, 2016). Men, det er viktig å påpeke at mange av disse studiene er gjort med fisk i fangenskap som ikke har muligheten til å svømme unna, og adferd kan derfor være påvirket av dette.

Endring i stimstruktur er også en faktor som kan påvirke fangbarheten av fisken. (Sivle *et al.*, 2016) viste at makrell i merd responderte til en plutselig kraftig, lavfrekvent lyd med å stime tettere, og tilsvarende ble observert av annen pelagisk fisk i fangenskap av (Fewtrell and McCauley, 2012). Tettere stiming ble også rapportert hos pelagisk fisk i Nordsjøen (Kok *et al.*, 2021) i forbindelse med seismikk. En tettere stim kan være enklere å fange, dersom det ikke er en kombinasjon med at den dykker dypere, som gjør den vanskeligere å fange.

2.1.4 - Kvalitativ informasjonsheiting

Denne typen studier bruker informanter fra aktuelle grupper som datagrunnlag, ofte basert på spørreundersøkelser eller intervjuer. Denne type studier gir innsikt i erfaringer og meninger, men har alltid en fare for at utvalget av informanter ikke er representativt nok til å gi et generelt bilde.

Skrove et al. 2023 har levert en kunnskapssammenstilling hvor de har beskrevet arealbruk til havs for ulike redskapstyper. De har intervjuet informanter fra alle deler av flåten om deres arealbruk og blant annet sameksistens og forhold til andre næringer. Her kommer seismikk opp som en arealutfordring for mange av redskapstypene.

Fiskerier med not, line, garn og juksa nevnes seismikk som det største problemet i forhold til andre næringer på havet. Særlig not- og trålfiskere trekker frem arealkonflikt, og beskriver at seismikkundersøkelser ofte foregår midt i perioden med beste fiske etter sild og makrell. Også linefiskerne trekker frem at de føler at de blir presset bort fra områdene sine og blir hindret i å fiske når seismikken pågår. Seismikkselskapene oppleves som lite samarbeidsvillige og det vises til at hele flåten må flytte seg fra området når en undersøkelse pågår. De beskriver at seismikken skjer på oljenæringens premisser, og at fiskerinæringen ikke blir hørt. Notfiskerne beskriver også at seismikken fører til spredte stimer. Dette gir økt letetid, mindre effektive kast og mindre økonomisk lønnsomt fiske. Linefiskere sier at seismikken skremmer bort fisken og gjør den mindre beitevillig. Fiskeri med garn og juksa beskriver at det blir lite tilgjengelig fisk også utenfor undersøkelsesområdene, og i en periode i etterkant. De fiskeriene som ikke trekker frem seismikknæringen som problematisk er det kystnære fiskeriet, og fiskeri med teiner, men dette er jo fiskerier som i stor grad foregår i områder hvor det ikke er seismikk undersøkelser.

Uhre og Leknes (2017) har foretatt semistrukturerte intervjuer med representanter fra både fiskeri- og seismikknæringen, samt forvaltning og forskning, og sett på sammenhenger mellom antall seismikkundersøkelser og rapporterte hendelser fra fiskerikyndige (FLO, se avsnitt 2.2.5) og erstatningssøknader for perioden 2008-2015. Informantene var generelt fornøyd med forvaltningsregimet i Norge og myndighetenes koordinering. Det er videre enighet om at FLO er svært viktig som brobygger for å få til en konstruktiv dialog og kanskje den viktigste mekanismen for å hindre konflikter. Problemer kan oppstå når FLOen «ikke gjør jobben sin skikkelig». Det trekkes også frem at FLOen er sårbar for press fra sin arbeidsgiver; seismikkselskapet. Seismikkselskapene hyrer ofte inn de samme FLOer i sine undersøkelser, og disse blir derfor ikke nok uavhengig. Det foreslås å heller etablere en uavhengig FLO sentral som «fordeler» FLOer til de ulike undersøkelser. Studien har brukt FLO rapporter til å kartlegge antall konflikter, og dette tallet synes å være stabilt. Imidlertid er antall søknader om erstatning, en annen indikasjon på en arealkonflikt, svært varierende. Studien trekker frem at de to næringene er uenig om hvorvidt seismikk skader egg og larver, samt avstand og

varighet av skremmeeffekt fra lyden på fisk. De er derimot enige om at det er utilfredsstillende vitenskapelig kunnskap, særlig angående skremmeeffekt. Studien konkluderer med at det er rom for forbedring, særlig med hensyn på informasjonsflyten fra myndigheter til fiskerinæringen, samt at det er behov for mer forskning på effekten av seismikk på marint liv.

Dale (2011) har i en doktorgradsavhandling fra Universitetet i Tromsø (UiT) fokusert på interaksjoner og opplevelser fra fiskeriet i Lofoten-Vesterålen (LoVeSe) i årene 2008-09 da det foregikk en seismikkinnnsamling i dette området over store deler av sommeren, i et område hvor fiskeriet står svært sentralt i lokalmiljøet, og hvor det ikke tidligere har vært seismikk. Et poeng som dras frem er at fokus for forvaltning og forskning er hvordan populasjon/bestand som helhet påvirkes, mens bekymringen i lokale fiskerisamfunn er hvordan den lokale bestanden påvirkes, da disse fiskeriene er basis for mange samfunn langs kysten. En lokal forflytning vil kanskje ikke påvirke bestanden, men kan føre til konsekvenser for det lokale, kystnære fiskeriet. Selv om effekten er midlertidig, kan de økonomiske konsekvenser være betydelige da mange inntekter avhenger av dette fiskeriet. Fiskeri med små fartøy avhenger er ofte begrenset i tid (tidsbegrenset fiskeri og kvote), og plutselige nedganger i fangstene, slik som fiskere for eksempel rapporterte for blåkveite og hyse, kan skape store økonomiske tap, og videre usikkerhet i befolkningen. Under alle 3 år med seismikk i LoVeSe området, var det rapportert fra fiskere om «svart hav», og det gikk fra smålig irritasjon i starten til etter hvert aggresjon og frustrasjon. En annen ting som skapte usikkerhet og resulterte i konflikter var da Oljedirektoratet (OD) ville kompensere fiskere for å ikke fiske under seismikken i 2009. Dette skyltes at fiskerne følte at dersom de aksepterte denne kompensasjonsordningen, var det en underliggende aksept for at seismikken kun var en trussel mot selve fiskeriet på kort sikt, og ikke mot økologi/bestand/populasjon og en stillsiente aksept for at oljen var viktigere enn det lokale fiskeriet. Kompensasjonen dekket et midlertidig inntektstap, men dersom påvirkning på fisken var langvarig, - slik mange fiskere påsto - ville de ikke kunne gjenoppta fiskeriet på samme måte etter at seismikken var avsluttet. Fiskere som hadde opplevd tap i sitt fiskeri ble oppfordret til å søke erstatning fra erstatningsnemda. Også dette var gjenstand for stridigheter, da det ble opplevd at det å skrive en god søknad til erstatningsnemda – og ikke det faktiske tapet - var avgjørende for om man fikk erstatning eller ikke. Forskningen som skulle gjøres i forbindelse med denne undersøkelsen var også omdebattert. Ville egentlig fiskerne akseptere de resultater som kom frem? Hva om resultatene var sprikende og en ikke kunne dra noen konklusjoner basert på dem? Fiskerne var også skeptiske til måten forskning var planlagt; før-under-etter; men fiskerne mente at med de 10 dager etter undersøkelser som var planlagt ikke var rom for å fange opp de lange ettervirkningene som fiskerne mente seismikken medførte. Fiskerne mente de foregående år hadde det vært måneder med dårlig fiske etter seismikken. Det rapporteres også om at fiskerne ikke helt stoler på forskningen, og at forskerne gjerne ikke anerkjenner fiskerne som eksperter på fiskepopulasjoner. Forskningen blir oppfattet som å gi få konkrete svar på konkrete problem, og derfor ikke settes særlig lit eller tiltro til.

Bjørkan et al. 2019 har også sett på oljeutvinning i LoVeSe området og konflikter mellom næring og lokalbefolkning er også tema i en artikkel av som poengterer at konsensus er ikke nødvendigvis oppnåelig eller ønskelig når det gjelder oljeutvinning.

Videre sier *Blanchard et al. 2014* at fokus ofte har vært på hvordan «worst case tilfeller» som oljeulykker/søl vil påvirke marint liv, eks. i LoVeSe debatten, men at er viktig å se på også rutineoperasjoner i forhold til oljeutvinning, herunder seismikk. Forskning og kunnskapsinnhenting er viktig i den politiske debatten og for å avgjøre for eksempel åpning av nye områder. Poengterer at ofte kan motstridene forskning og kunnskap brukes til å polarisere debatter og ende i uenigheter og steile fronter. Argumenterer for at det er svært viktig at forskningen og kunnskapsinnhenting må være veldig tydelig på og kommunisere bedre den usikkerheten som ligger i denne kunnskapen, for å få frem at flere ytterpunkter er mulige og at sikker kunnskap om fremtidige tilfeller ikke er tilgjengelig basert på den gitte kunnskapsinnhenting.

2.2 - Kunnskapsgrunnlag om effektiviteten til ulike tiltak for å begrense påvirkning på fisk og fiskerier

Det finnes ulike tiltak som kan brukes for å begrense negativ påvirkning av seismikk på det marine miljøet. Disse er beskrevet i detalj i Forland *et al.* (2025). Her har vi kun fokusert på tiltak som går direkte på fiskeriene.

Et tiltak er å ha restriksjoner på gitte områder i perioder. Havforskningsinstituttet fraråder seismikk i viktige gyteområder (Forland *et al.* 2025). Fiskeridirektoratet kan tilsvarende fraråde seismikkundersøkelser i områder/perioder med intensiv fiskeriaktivitet. Dette kan imidlertid være vanskelig å nøyaktig forutsi hvor og når mange viktige fiskerier vil foregå, da særlig det pelagiske fiskeriet som er svært dynamisk.

Et viktig tiltak i Norge er bruk av Fiskerikyndig om bord på seismikkfartøyet. Dette er en person med kjennskap til og erfaring fra fiskeri, som er om bord på broen på seismikkfartøyet og har rolle som rådgiver ovenfor ledelsen på det seismiske fartøyet og skal bidra til forståelse mellom de to næringene og skape sameksistens på havet (<https://www.sodir.no/fakta/geofysiske-undersokelser/fiskerikyndige/>). Dette er en vanlig praksis i Norge, som også brukes i noen andre land hvor fiskeriet står sentralt, som i Canada. Fiskerikyndig er også kjent som "FLO" ("Fisheries Liason Officer"). Det er ikke gjort noe fagfellevurderte studier på hvorvidt denne praksisen fungerer tilfredsstillende etter sin hensikt. I et brev fra fiskeriorganisasjonene kommer det frem at disse mener rollen til den fiskerikyndige ikke er uavhengig nok (<https://www.pelagisk.net/media/fm/98320d0bdb.pdf>). En studie basert på intervjuer av fiskerikyndige viser at særlig dette med skremmeeffekt kan være vanskelig å håndtere, da det ikke finnes noen klart regelverk, og noe ulike praksis (Buanes, 2015). I denne studien kommer det også frem at selv om flesteparten av informantene opplever å være uavhengig; både av seismikkselskap og fiskeri, så oppleves det også at de står «mellom barken og veden», hvor det oppleves som vanskelig å tilfredsstille begge parter.

Et annet tiltak i Norge er Erstatningsordningen. Dette er en ordning hvor fiskere kan søke om erstatning for tapt inntekt som følge av beslagleggelse av et fiskefelt (Petroleumsloven §8-2, §8-5) dersom de kan dokumentere beslagleggelse, økonomisk tap og forsøk på tapsbegrensning. En vurdering av denne ordningen i forhold til ulike fiskeri er gjort i AP 2. Det er ikke gjort noen fagfellevurderte publikasjoner av denne ordningen. Fiskeriorganisasjonene trekker frem i brev til Energidepartementet (datert 30.okt 2024) at det er vanskelig å oppfylle kravene for å få tildelt erstatning.

Ikke et direkte tiltak for fiskeri, men likevel viktig å nevne er de siste års fokus for å utvikle alternative lydkilder som er mer skånsomme mot det marine miljøet. Disse har typisk lavere spisstrykk (lavere lyd). Dette vil jo minske rekkevidden til lyden, slik at mindre områder vil bli eksponert for et lydnivå som potensielt skremmer bort fisk, og vil slik være positive for fiskeriet. En grundigere gjennomgang og vurdering av slike alternative metoder er gjennomgått i detalj i Forland *et al.* (2025).

2.3 - Oppsummering, diskusjon og konklusjoner

Studiene som er gjennomgått i dette kapittelet har stor variasjon i sin metodikk, med ulike styreker og svakheter, som påpekt under gjennomgangen av de enkelte. Noen av studiene ble gjort på 1990 tallet, da kildestørrelsen gjerne var større enn det som er vanlig i dag. Dette viser viktigheten av å måle det faktiske lydnivået som fisken eksponeres for, for å kunne gjøre en grundig sammenlikning.

Det er gjort en del forskning direkte på hvordan seismikkundersøkelser påvirker fangsten, og en del studier på dødelighet og adferdsendringer, som indirekte vil påvirke fangstraten gjennom tilgjengelighet og fangbarhet. En tredje faktor er gjennom arealbeslag, som skjer når fiskerier og seismikk-undersøkelser overlapper i tid og rom.

Tilgjengelighet:

Fiskens tilgjengelighet påvirkes dersom fisken reagerer på lyd fra seismikk ved å svømme unna, horisontalt eller vertikalt. Dette refereres ofte til som skremmeeffekt. Hvorvidt dette påvirker fiskeriet, avhenger til en viss grad av fangstredskap; en skremmeeffekt kan øke fangster eks på garn, i alle fall på kort sikt. Dersom fiskens beitemotivasjon påvirkes, vil dette påvirke redskaper med agn.

De fleste av torskefiskene (torsk, sei, hyse) som er studert har vist tendenser til å svømme bort fra seismikken, og flere studier tyder på at det da særlig er den største fisken som forsvinner fra området (Engås *et al.*, 1996b; Løkkeborg *et al.*, 2012). Dette vil påvirke fiskeriet ved at fisken blir mindre tilgjengelig i det dette området. Dersom fiskerne ikke har mulighet til å «finne igjen» fisken, vil dette gi reduserte fangster, eller at det tar lengre tid å komme seg til der fisken er, eller bruker lengre tid å lete etter fisken, vil CPUE (Utbytte pr enhet fangstinnset) gå ned. Imidlertid er det studier på torsk som viser at denne ikke alltid svømmer unna (Wardle *et al.*, 2001; van der Knaap *et al.*, 2021; McQueen *et al.*, 2022). Fellestrekk for disse studiene er at fisken her er svært stedbunden, samt at eksponeringsnivået (lydnivået) på fisken sannsynligvis var lavere enn i de studier der en så unnvikelse.

Påvirkning på bestand:

En annen mulig påvirkning er dersom bestandsstørrelsen reduseres. Seismikk kan forårsake skade og død på egg og larver, men i såpass begrenset omfang at dette har svært lav sannsynlighet for å påvirke bestandsstørrelsen tilhørende fiskbar kvote. Rekruttering og opprettholdelse av bestandsstørrelse er også avhengig av suksessfull gyting. Påvirkning fra seismikklud på gytende torsk viste at den ikke forlot gyteområde når den ble eksponert for maksimalt lydnivå på 145 dB re 1 Pa² s SEL (sound exposure level), men det er uvisst hva som skjer dersom dette nivået overstiges. Ved å sørge for at gyteområdet ikke eksponeres for lydnivåer over dette vil det være liten sannsynlighet for at rekruttering og bestandsstørrelse påvirkes negativt av seismikkundersøkelser.

Bestanden kan også påvirkes dersom fisken ikke spiser nok, som kan føre til redusert vekst og investering i reproduksjon (Soudijn *et al.*, 2020). Flere studier indikerer tomme mager ((Vold *et al.*, 2009; Løkkeborg *et al.*, 2012)), mindre fangst på redskap med agn (Løkkeborg *et al.*, 2012) eller nedgang i aktivitet som tilsier beiting (van der Knaap *et al.*, 2021). Hvorvidt dette vil kunne påvirke bestandsstørrelse avhenger seismikkundersøkelsens omfang i tid og rom, samt andel av bestanden som påvirkes.

Arealbeslag:

Det er tydelig av sammenstillingen til Skrove *et al.* (2023) at fiskerne opplever en arealkonflikt. Dette kommer derimot ikke tydelig til uttrykk i antall hendelser/konflikter som rapporteres av FLOene om bord på seismikkfartøyet (Uhre og Leknes, 2017).

Vurdering av tiltak for å begrense negativ påvirkning på fisk og fiskerier

I Norge finnes det flere tiltak for å begrense negativ påvirkning av seismikk på fisk og fiskeri. I motsetning til mange andre land hvor fokus for slike tiltak hovedsakelig er beregnet på sjøpattedyr, er det i Norge et sterkt fokus på fisk og fiskerier. Dette er også nedfelt i lovverket (Petroleumsloven, § 10-1) at «petroleumsvirksomheten må ikke unødvendig eller i urimelig grad vanskeliggjøre eller hindre skipsfart, fiske, luftfart eller annen virksomhet». For å begrense påvirkning har man i Norge et system hvor Havforskningsinstituttet gir råd om områder/perioder som bør unngås for å unngå negativ påvirkning på marine økosystemer, herunder fiskebestander, mens Fiskeridirektoratet gir råd om planlagte seismikkundersøkelser vil

være sannsynlig å komme i konflikt med fiskerier, og kan fraråde en undersøkelse dersom dette er tilfelle. Imidlertid er mange fiskerier så dynamiske at det er vanskelig å forutsi hvor og når de vil inntreffe uten å måtte fraråde svært store områder/perioder.. For å bedre dette brukes i tillegg fiskerikyndige om bord på seismikkfartøyet for å kunne få til en bedre dialog på feltet, samt at det er mulig å søke erstatning for tapt inntekt dersom det kan vises at en seismikkundersøkelse har forårsaket tapt fangst/inntekt. Norge er kanskje et av de land i verden hvor dette har størst fokus, og det fremkommer av (Skrove *et al.*, 2023) at i alle fall for en del fiskerier har det vært en bedring de siste år, da særlig med tanke på at selskapene har meldt inn når enkelte delområder skal undersøkes, noe som skaper større forutsigbarhet.

Dette tyder på at vi i Norge allerede har gode begrensningstiltak, men at disse har en del svakheter som har rom for forbedring. Dette er nærmere gjennomgått under arbeidspakke 5.

Tiltak med å designe nye kilder og metoder er også lovende. For eksempel marin vibrator, som er forespeilet å kunne gi både å gi lavere lyd og mer effektiv innsamling, vil gi mange fordeler både ved å minske påvirkning på det marine miljøet og ved at kortere tid til undersøkelsen vil gi fiskeriet mer rom.

2.3.1 - Kunnskapshull – behov for videre forskning

Basert på kunnskap sammenstillingen gjort her, kan vi peke på noen generelle kunnskapshull:

1. Hvordan lyden fra seismikk påvirker fiskens adferd og fordeling på feltene, da særlig i pelagiske fiskerier som sild og makrell.
2. Hvorvidt det kan dokumenteres noen «skremmeavstand» eller lydgrense for når fisk reagerer på seismikklyd, og hvordan denne varierer mellom ulike arter.
3. Hvor effektive ulike avbøtende tiltak som ramp up og nye kilder/metoder er på fisk.
4. Hvilke egenskaper ved lyden fisken reagerer mest på (frekvens, lydnivå, energi, partikkelakselerasjon, varighet, stigetid, kontinuerlig eller oppstykket)

3 - Arbeidspakke 2: Kvantitativ kartlegging

Denne arbeidspakken hadde 4 delmål:

- i. Sammenstille fangststatistikk i utvalgte områder i perioder med og uten seismikk for å avdekke mulige forskjeller i fangsteffektivitet.
- ii. Kartlegge rapporterte hendelser ut ifra rapporter fra fiskerikyndige om bord på fiskefartøyer for å få oversikt over hvilke fiskerier og redskapstyper har rapportert flest uønskede hendelser.
- iii. Sammenstille og gi en oversikt over søknader om erstatning for tapte fangster for å få en oversikt over hvilke redskapstyper og fiskerier (arter) som er mest utsatt.
- iv. Bruke de overnevnte til å danne et bilde av hvilke fiskerier og redskapstyper som er mest utsatt, samt hvilke problemer de ulike fiskeriene opplever (eks arealkonflikt eller skremmeeffekt), og bruke dette som bakgrunn for en case study i AP4.

3.1 - Metode og gjennomføring

3.1.1 - Sammenstilling av fangststatistikk

Analysen av fangststatistikk fokuserte på to tilfeller, eller casestudier, hvor det ble forventet at det kunne oppstå konflikt mellom fiskeri og seismikk undersøkelser. Det første casestudien var direktefiske etter blåkveite, og det andre var fiskeri etter nordsjøsild.

Casestudie 1: Blåkveitefiskeri

Det direkte fiskeriet etter blåkveite er sterkt begrenset, både gjennom kvoter og tidsrestriksjoner. Kvoten er kun tilgjengelig for kystfartøy under 28 m med konvensjonelle redskap. Det norske garn-, line- og snurrevadfiskeri etter blåkveite finner sted hovedsakelig langs Eggakanten mellom 62°N - 71°20'N, på 600 – 800 m dyp. Fiskeriet har typisk vært regulert i to perioder; midten av mai til tidlig juli, og tidlig august til midten av september. I 2025 er det imidlertid kun en periode. Kvoter settes for hver periode, og når kvoten er nådd, avsluttes fiskeriet.

På grunn av det sterkt begrensede fiskeriet kan tapte fangster som følge av seismikk-undersøkelser føre til store konsekvenser for fiskerne. Det fremkommer også fra dybdeintervjuene og arbeidsseminarene i dette prosjektet at flere fiskere mener at blåkveite responderer på lyden fra seismikk ved å svømme unna/dypere, noe som vanskeliggjør fiskeriet. Konflikter mellom blåkveitefiskeriet og seismiske undersøkelser har tidligere blitt rapportert i media (eks. [Fiskeribladet 14.08.2019](#)). I 2019 overlappet en seismikk-undersøkelse med blåkveitas fiskefelt og periode, noe som resulterte i mange erstatningssøknader (se kap. 3.2.3). Fiskeridirektoratet har de siste årene frarådet utføring av seismikkundersøkelser i tidsperioder og områder med blåkveitefiskeri.

Målet med denne casestudien var å undersøke om det er mulig se noen påvirkning av seismikkundersøkelser på dette fiskeriet ved hjelp av fangstdata.

Metoder

For denne analysen brukte vi data fra 2022 – 2024. Seismikkundersøkelser nord for 62°N med luftkanoner med kildevolum ≥ 1000 kubikktommer ble inkludert. Mindre borestedsundersøkelser er derfor ikke inkludert. Spøringsdata («Automatic identification system», AIS) for seismikkfartøy ble brukt til å spore undersøkelsene. Disse dataene er tilgjengelige fra Kystverkets datatjeneste «Kystdatahuset»¹. AIS-dataene ble filtrert etter

geometri og fartøyshastighet for perioder med aktiv seismikk-innsamling. Dette utvalget ble kryssjekket med offentlig informasjon offentlig informasjon (rapporter og kart for undersøkelsesområder) fra Sokkeldirektoratet². Ved behov ble logger og tidspunkt sjekket nærmere, da med dokumentasjon fra, og i dialog med , selskapene som utførte undersøkelsen, eller oppdragsgiver.

Fiskeridataene kommer fra elektronisk rapportering (ERS)³. ERS dataene ble filtrert etter: år (2022-2024); fangstart (blåkveite); redskap (garn, line eller snurrevad); måned (mai-august); fiskeridirektoratet statistikkområder (4, 5, 6, 7, 12 and 37); aktivitetskode («i fiske»); og kun fangst i norske farvann. Siden alle fangstdata fra mai-august ble inkludert, omfatter dette datasettet også bifangst av blåkveite utenfor de åpne fiskeperiodene. Periodene da fisket var åpent i 2022-2024 er oppført i Tabell 3.1 .

Tabell 3. 1 Oversikt over periodene med åpent blåkveitefiskeri for årene 2022-2024.

År	Første periode	Andre periode
2022	23.05.2022-24.06.2022	08.08.2022-25.08.2022
2023	29.05.2023-14.06.2023	07.08.2023-16.08.2023
2024	03.06.2024-10.06.2024	05.08.2024-10.08.2024

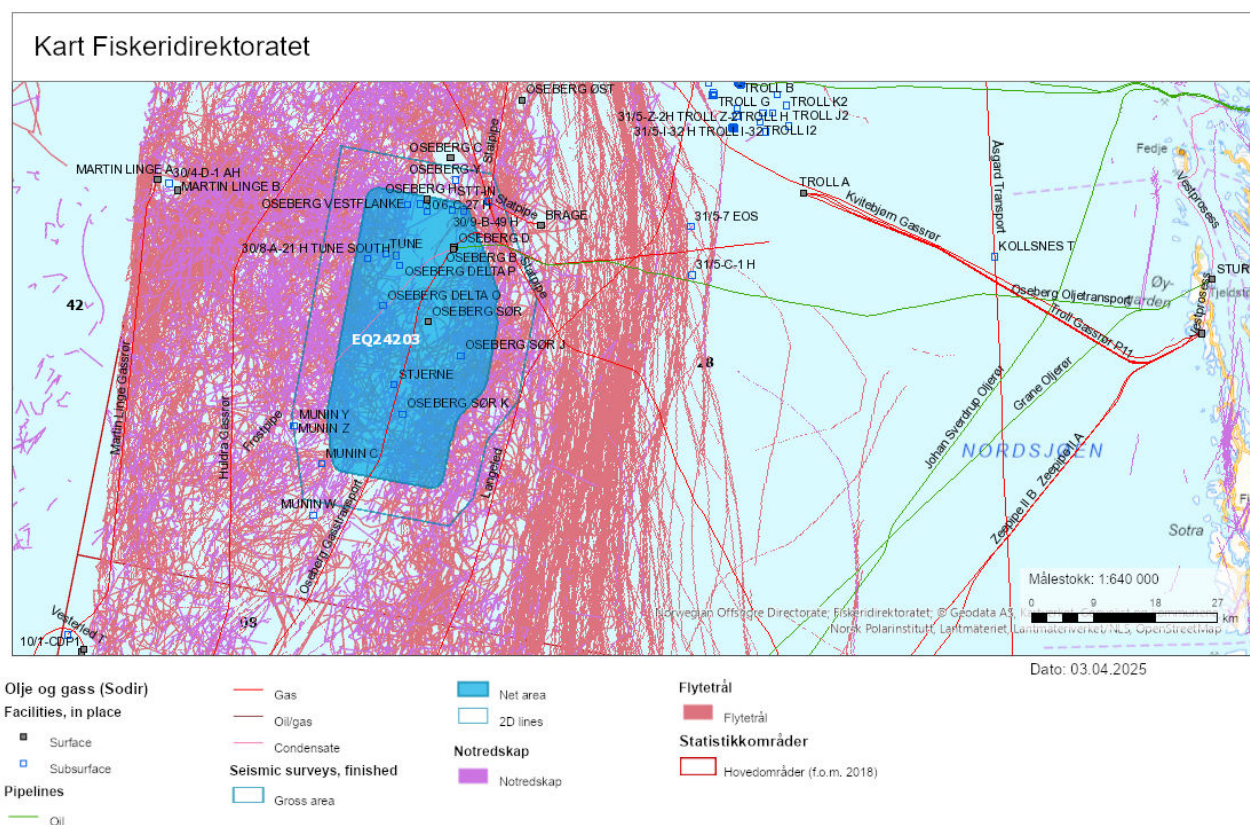
Selv om kartsammenstilling med ulike lag viser mye (eks. se fig. 3.2), kan statistiske analyser gi en enda dypere innsikt i kompleksiteten i faktorene som påvirker fiskeriaktivitet. I dette tilfellet ønsket vi å se om seismikk-undersøkelser hadde noen påvirkning på aktiviteten til blåkveitefiske, dvs. om det var fiskeri eller ikke. For å gjøre dette brukte vi en maskinlæringsalgoritme kalt “random forest» (Liaw og Wiener, 2002), som lar modellen og dataene avgjøre hvilke og hvordan ulike faktorer påvirket hvorvidt det var fiskeriaktivitet i et gitt område. . Faktorene som ble inkludert var avstand fra pågående fiskeriaktivitet til nærmeste seismikk-undersøkelse, (gruppert i intervaller på 10-100 km), en binær (ja/nei) variabel som indikerte om fiskeriregionen dette fiskeriet var i hadde en pågående seismikkundersøkelse eller ikke, redskapstype som ble brukt, den generelle regionen (eks. nord, vest eller sør-Norge) og ukenummer.

Tidsoppløsningen på analysen var en uke, slik at sonene for hvorvidt det foregikk seismikk eller ikke innen hver sone var tilknyttet hvor det foregikk fiskeri den uken.

Det var ikke nok data tilgjengelig for å undersøke fangst per enhet innsats («catch per unit effort», CPUE) innenfor dybdeområdet 450 – 750 m, for garn- og linedata. Derfor kunne analyse av fangststørrelse ikke gjennomføres, kun hvorvidt det var fangst eller ikke.

Casestudie 2: Nordsjøsildfiskeri

Nordsjøsildfiskeri ble valgt som den andre casestudiet både fordi dette fiskeriet ble nevnt som problematisk av referansegruppen og fordi det sommeren 2024 var planlagt en større seismikk undersøkelse i samme område/periode som det ofte foregår fiskeri etter nordsjøsild. Undersøkelsen var planlagt i området Vikingbanken/Oseberg for perioden1.5.2024 – 24.8.2024 (Figur 3.1).



Figur 3. 1. Kart fra Fiskeridirektoratets nettsider4 viser det planlagte området til seismikkundersøkelsen (blått polygon), og sildfiskeriaktivitet fra de siste 10 årene i perioden mai til august (røde og lilla linjer).

Sommeren er den viktigste perioden for Nordsjøsildefiskeriet, med mesteparten av fangstene tatt i mai og juni (Fiskeridirektoratet, 2024). Hovedredskapet har tradisjonelt vært not, men de siste årene har flytetrål blitt brukt i økende grad. Før Brexit tok norske fiskefartøy omtrent halvparten av kvoten sin i den britiske sonen. Siden 2020 har norske fiskefartøy kun fått lov til å fange mindre mengder sild i britisk sone, og derfor må større andel av kvoten fiskes i norske farvann. Fiskeaktiviteten er fordelt i nordlige del av Nordsjøen, med mye fiskeaktivitet på grensen til britiske sone.

I forkant av undersøkelsen ble det forespeilet av fiskeriorganisasjonene at fiskeriet kunne påvirkes på flere måter; gjennom tap av areal for fiske grunnet undersøkelsens beslagleggelse i form av noder og selve skipet med slep, og ved at fiskens adferd kunne endres på grunn av seismikklyden på en måte som endret fangbarheten. I tillegg understreket fiskeriorganisasjonene at leting etter fiskestimer er en stor del av fiskeaktivitet i pelagisk fiskeri. Letetiden kan øke hvis fiskefartøy har begrenset tilgang til området, og hvis fiskens adferd endres. Hovedmålet i casestudie 2 var å bruke fiskeridata for å vurdere om sildefangstene ble påvirket av seismikkundersøkelsen. I tillegg ønsket vi å undersøke om pågående seismikkaktivitet fører til endringer i letetid for fiskefartøyene.

Metoder

Sporingsdata (AIS) for seismikkfartøy ble brukt til å spore den seismiske aktiviteten, på samme måte som i Tilfelle 1. AIS dataene ble filtrert etter geometri og fartøyhastighet for å velge perioder med aktiv seismikk-innsamling hvor seismikkskyting sannsynligvis fant sted.

Hovedfokus i analysen var en stor seismikkundersøkelse som ble gjennomført med bruk av noder på bunn (vist i Figur 1). To andre mindre undersøkelser i området ble også inkludert, en i nord og en i sør.

Informasjon om tidsperioder >24 h hvor seismikkildene ikke ble brukt (ingen aktiv innsamling) ble levert av selskapet som utførte undersøkelsen. Årsak til pausene (dårlig vær, mannskapsskifte, tekniske feil) ble hentet fra rapporter fra fiskerikyndige om bord på seismikkfartøyene.

Som i casestudie 1 er data om fiskeriaktivitet hentet fra ERS. ERS-data ble filtret etter måned (mai-juli); år (2024); fangstart (sild) og redskap (not eller flytetrål). I tillegg fikk vi sporingsdata fra fiskefartøy (fra VMS⁵ – «vessel monitoring system») fra Fiskeridirektoratet. ERS-dataene inneholder informasjon om alle fangsthendelser, mens VMS-dataene gir detaljerte opplysninger (10-minutters intervaller) om fiskefartøys posisjon, men uten fangstinformasjon. Ved sammenslåing av disse to datasett ble et ekstra skritt tatt for å identifisere fisketurer, det vil si når en fiskebåt forlot havn og kom tilbake til havn.

VMS dataene ble kategorisert etter sannsynlig aktivitet, basert på fartøyets hastighet og informasjon fra ERS-data. "Fiske"-aktivitet ble tildelt basert på informasjonen fra de elektroniske loggbøkene (ERS), hvor fiskerne registrerer start- og stopptid for fiskeaktiviteten. Aktiviteten til fiskefartøyene utenfor disse periodene ble bestemt basert på fartøyets hastighet. Over 6 knop ble fartøyene antatt å være på leting/i transitt, mens under 6 knop ble fartøyaktiviteten klassifisert som "annet" (f.eks. soving, reparasjoner osv.). Disse klassifiseringene ble valgt basert på fordelingen av fartøyets hastighetsdata (se Figur V2.1 og V2.2 i vedlegg 2), i tillegg til informasjon gitt av skipperne på aktive fiskefartøy i den pelagiske flåten.

For å evaluere mulig effekt av seismikkundersøkelser på fordeling av fiskefartøyets aktivitet under en fisketur, sjekket vi om det var noen undersøkelsesaktivitet som skjedde den dagen et fiskefartøy gikk fra havn. Ettersom fisketurer (definert som tiden mellom en avgangs- og en ankomstmelding til havn) vanligvis dekker flere dager (eller uker), mens de fleste (10 av 12) av pausene i seismikk-skyting under denne undersøkelsen kun varte 1-2 dager, hadde alle fisketurer sannsynligvis en viss tidsmessig overlapping med seismikk aktivitet. Denne analysen er derfor inkludert som et eksempel på hvordan man kan undersøke effekter av seismiske undersøkelser på aktivitetene til fiskefartøy (i fiske/leting/transitt/inaktiv osv.) i tilfeller hvor det var lengre perioder uten seismikk innsamling i fiskesesongen. I denne casestudien er det derimot ikke egentlig lange nok pauser til å teste om seismikk-undersøkelser påvirket aktiviteten (letetiden) til fiskefartøyene.

For å undersøke om seismikk-undersøkelsene påvirket sildefangstene, analyserte vi fangstdataene innenfor forskjellige soner fra det seismikkfartøyet. Vi brukte soner fra 5 til 60 km, med 5 km intervaller. Avstanden mellom fiskefartøyet og seismikkfartøyene ble beregnet basert på den nærmeste avstanden (ved bruk av VMS-ping). En variabel ble inkludert i modellene, som beskrev om det seismiske fartøyet var aktiv innenfor den aktuelle sonen i fangst-tidspunktet eller ikke.

Fangststørrelse påvirkes av mange variabler. Derfor ble også variabler relatert til fiskeaktivitet (båten størrelse, individeffekter av båt, fiskeinnsats) og bestandens naturlig variasjon (tid på året (dag), lokasjon (breddegrad og lengdegrad)) brukt i modellen. Analysen ble utført ved bruk av en ikke-parametrisk tilnærming (maskinlæring); «random forest», for å undersøke hvilke av disse variablene som best forklarte variasjonen i sildefangstene.

3.1.2 - Gjennomgang av rapporter fra fiskerikyndige

Her er alle rapportene fra fiskerikyndig (FLO) om bord på seismikkfartøy i 2024 gjennomgått, i alt 60 undersøkelser.

På forhånd var det satt 4 ulike koder, 0-3, for å kvantifisere hendelsene i rapportene:

Kode 0: Ingen fiskeriaktivitet - Ingen fartøy som fisker innenfor 20 nmi av hvor undersøkelsen foregår.

Kode 1: Fiskeriaktivitet, ingen tiltak- Fiskeriaktivitet innen 20 nmi av undersøkelsen, men type fiskeri og kurs gjør at ikke nødvendig med noen tiltak. Ingen kommunikasjon med fiskefartøyene.

Kode 2: Fiskeriaktivitet, nødvendig med kommunikasjon, men ingen konflikt - Fiskeriaktivitet innen 20 nmi av undersøkelsen, og behov for kontakt med fiskerfartøy for å høre om planer, og gjensidig tpassning av aktiviteter. Her inngår også kommunikasjon om noder på bunn og anmodning til å gå utenom. Tolkes som ingen konflikt såfremt det ikke rapporteres om uenigheter. Kan være gråsoner (f.eks. notert som "godt samarbeid, men fisker ser det som arealbeslag..").

Kode 3: Fiskeriaktivitet, konflikt med konsekvens - Undersøkelsen fører til konsekvens enten for seismikk- eller fiskefartøy. Stopp i undersøkelsen, innskrenket undersøkelsesområde eller at fisker ikke får fiske der de egentlig vil, skade på redskap eller tap av fangst.

Alle de 60 rapportene som ble gjennomgått ble tildelt en av disse kodene. For å illustrere har vi tatt med noen eksempler her, tatt fra oppsummeringen i FLO rapportene:

«Fartøy XX ønsker ikke at vi kommer nærmere enn 7 nmi. Vi har en vennlig og diplomatisk prat, og avstand forandres etter hvert til 5 nmi etter hans ønske.» - kode 2.

«Etter hvert var det flere fartøy innen 20 nmi radius, men god kontakt med alle som kom så nært at vi kunne kalle på VHF og forklare om survey og noder på bunnen.» - kode 2

«Fartøy XX tråler 12 nmi fra oss, men vi forstyrrer ikke hverandre. Ellers ingen fiskeriaktivitet i nærhet.» - kode 1.

«Vi reduserte området betraktelig etter samtaler med fiskerne i området og dette bidro til å dempe konfliktene betraktelig.» - kode 3.

Noen var derimot litt vanskelig å kategorisere, som eksempelvis denne:

«Mottok en telefon hvor personen urett utga seg for å være fra fiskeridirektoratet og ba oss stoppe skyting på grunn av flere makrellbåter som lette i surveyområdet uten å finne noe fisk.» Dette kan bli sett på som en konflikt, men ingen klart tap/skremming eller arealbeslag. Derfor ble den kategorisert som kode 2.

3.1.3 - Gjennomgang av erstatningssøknader

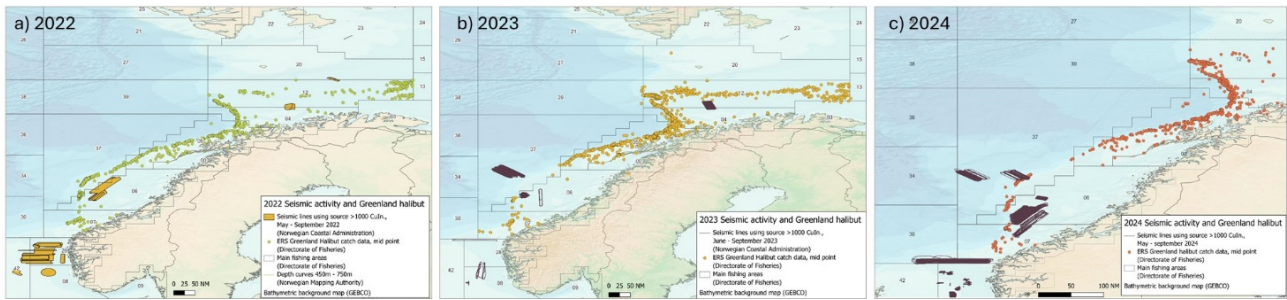
Her er søknadene som ble behandlet i erstatningsnemda for beslaglegging av fiskefelt (nemd 1) på grunn av seismikk i perioden 2018 – 2024 gjennomgått, totalt 47 søknader. Søknadene og vedtakene ble deretter analysert med hensyn til hvilke type fiskerier som søkte og hvilke type fiskerier som fikk innvilget erstatning.

3.2 - Resultater

3.2.1 - Sammenstilling av Fangststatistikk

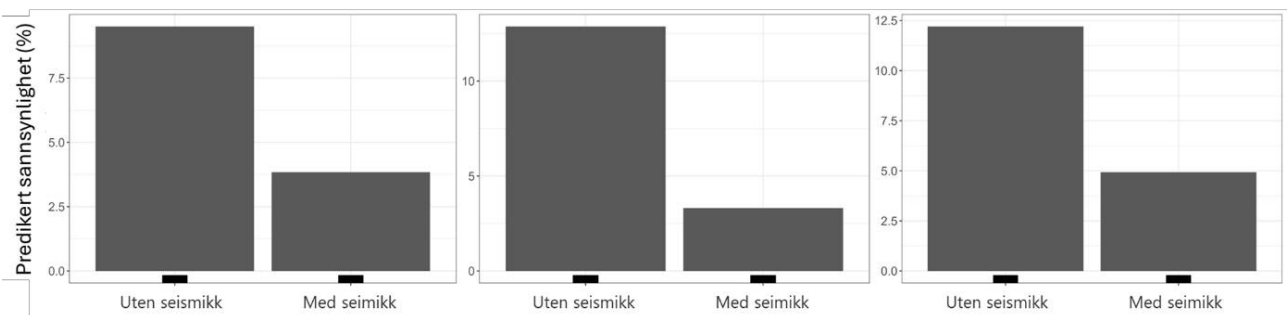
Casestudie 1: Blåkveitefiskeri

Mesteparten av fiskeriaktiviteten for blåkveite foregår i fiskerisonene 04, 05 og 12 (se Figur 3.2). Området 05 er ikke åpnet for oljeleting, så derfor foregår det ikke seismikk her. I de årene vi hadde med i analysen (2022-24) var det begrenset antall undersøkelser i disse sonene, og i 2024 var det ikke noen. Det foregikk derimot noen, relativt store undersøkelser i nærliggende soner, og soner hvor noe av fiskeriaktiviteten skjer (eks sone 06, 07, 37; Figur 3.2).



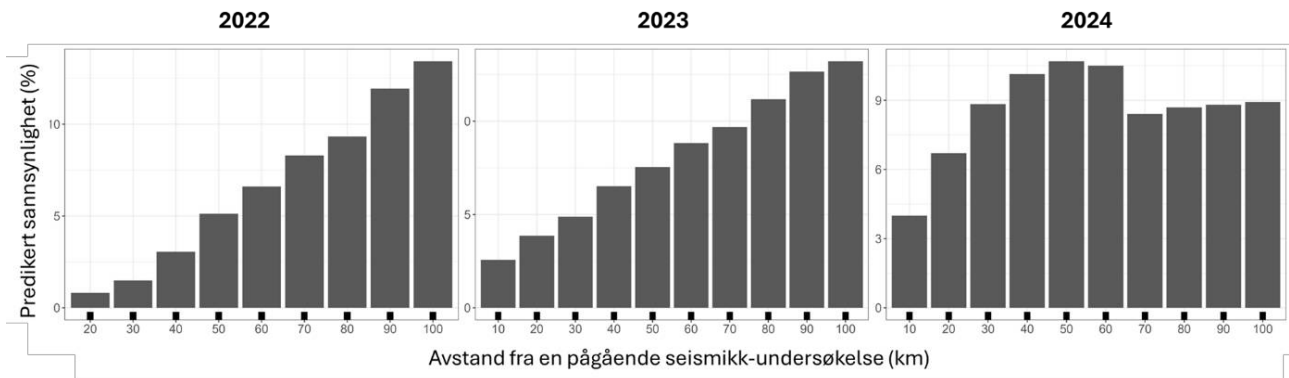
Figur 3. 2 . Lokasjoner av seismikkundersøkelser (fra AIS) og fangst av blåkkeite (midtpunkt mellom start- og stopp-posisjon fra ERS-data) i sommeren 2022 (a), 2023 (b) og 2024 (c).

Modellene indikerer at redskapstype, avstand fra seismikkundersøkelse (sone størrelse) og pågående seismikkundersøkelse (ja/nei) hadde en effekt på hvorvidt det var fiskeriaktivitet med blåkkeite som målart eller ikke. Modellen forklarte mellom 23-55% av variansen. For alle 3 årene (2022-24) predikerte modellen større fiskeaktivitet i perioder uten aktiv seismikkinnnsamling sammenliknet med perioder med aktiv seismikkinnnsamling (Figur 3.3). Dette resultatet ble ikke påvirket av om man bruker start- eller stopp-posisjon i modellen.



Figur 3. 3 . Fiskeriaktivitet med og uten pågående seismikkundersøkelser. Y-aksen viser sannsynligheten for fiskeriaktivitet til å foregå i perioder med og uten pågående seismikkundersøkelser for årene 2022, 23 og 24. Her vist kun for start posisjon, men nøyaktig same mønster ble funnet om brukte stop posisjon.

For perioder med seismikkundersøkelser predikerte modellen at sannsynligheten for blåkkeitefiskeri-aktivitet økte med økt avstand fra pågående undersøkelser. Det var kun svært små variasjoner i trenden avhengig av om start- eller stopp-posisjon ble brukt i modellen. I 2024 skilte mønsteret seg fra de to foregående år, med en liten nedgang i den predikerte andelen av fiskeaktivitet på avstander over 60 km (Figur 3.4). Dette skyldes sannsynligvis at seismikkundersøkelsene dette året hovedsakelig var utenfor de områder hvor blåkkeita vanligvis fanges (se Figur 3.2 c).

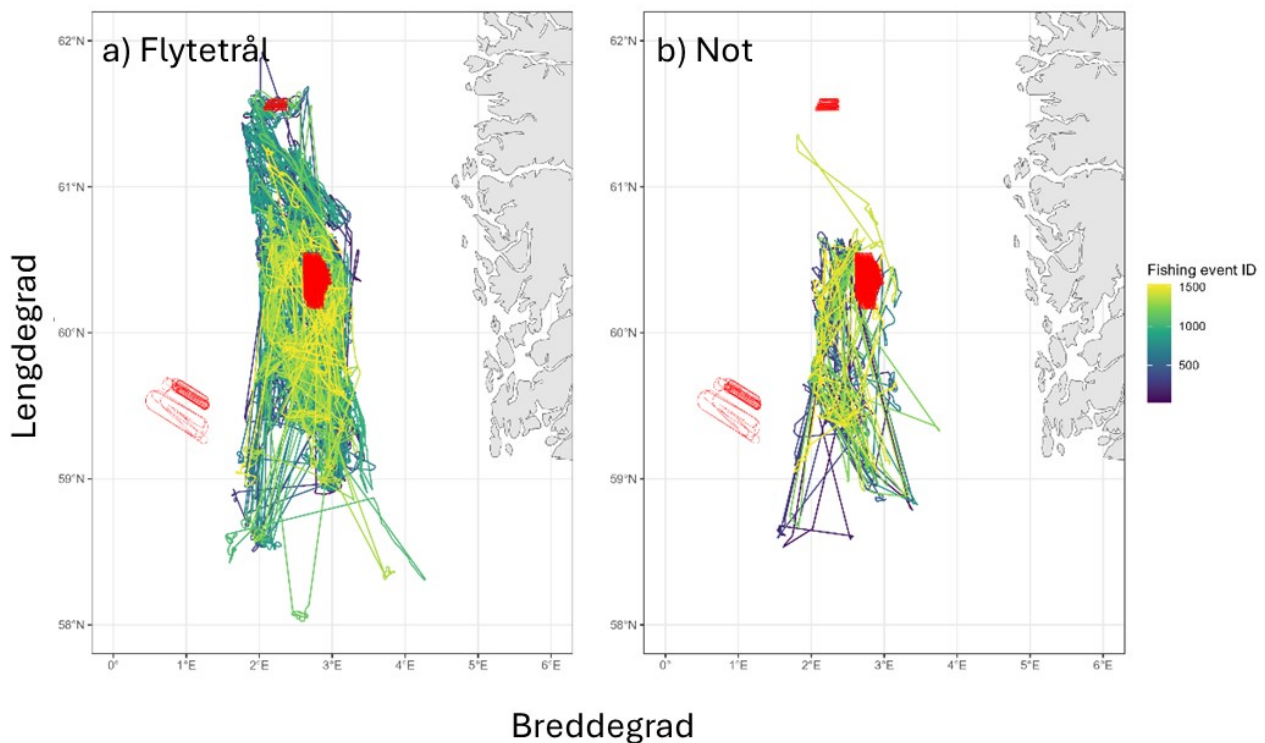


Figur 3.4. Figuren viser predikert antall fangster i ulike soner (avstander) fra 0-100 km fra en pågående seismikk-undersøkelse for årene 2022, 23 og 24. Andre variabler i modellen som var viktige for å forklare fangstene var tid på året (ukenummer) og område. Det var ikke noen forskjell om en brukte start eller stop posisjonene for redskapet.

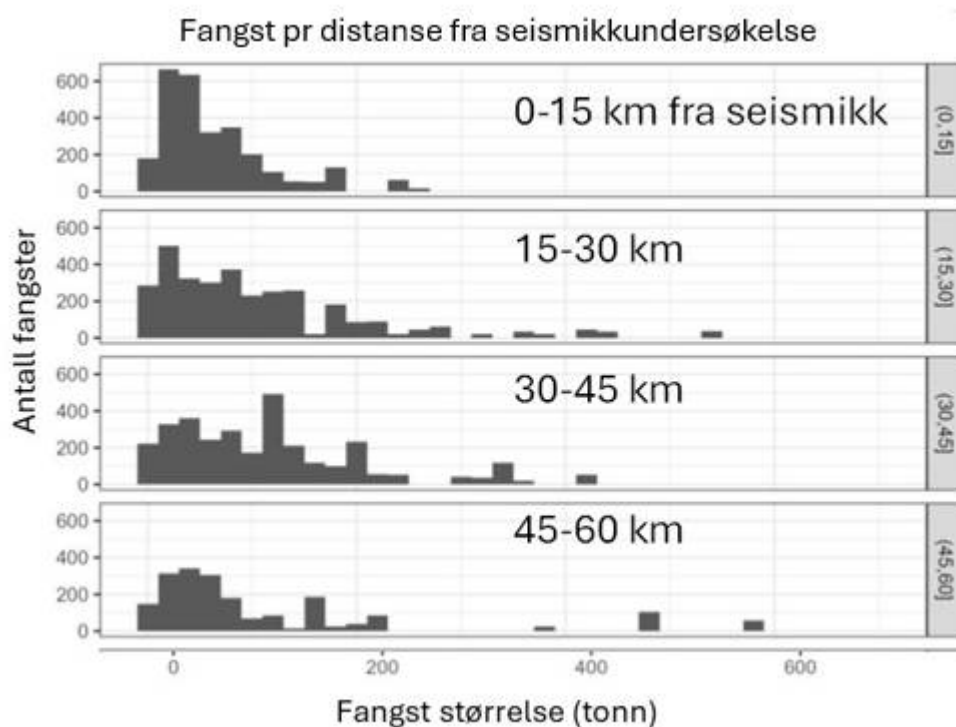
En animasjon av blåveitefiskeri og pågående seismikkundersøkelser ble også laget og er mulig å finne fra prosjektets nettside eller direkte: [blåveite_animasjon](#)

Casestudie 2: Nordsjø-sildfiskeri

Det var mye fiskeaktivitet i nærheten av undersøkelsen gjennom hele fiskerisesongen (Figur 3.5). Nært undersøkelsen (<15 km) var det mange fangster (Figur 3.6). Det var flere fangster med trål enn not i 2024.

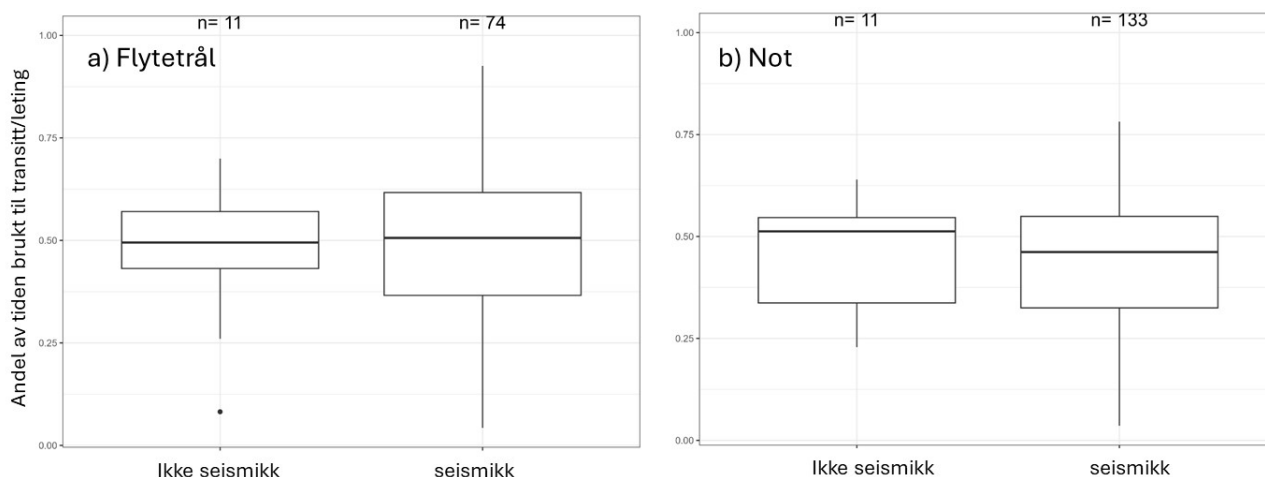


Figur 3.5 Kart som viser seismikkundersøkelser (røde linjer) samt med sildfiskeriaktivitet (gule til blå linjer) i sommeren 2024 for redskapene a) Flytetral og b) Not. Fargekoden «Fishing event ID» er simpelthen et tilfeldig tall gitt til hvert fiskeri hendelse, for å anonymisere fartøyet ID.



Figur 3. 6 Fordeling av fangststørrelse (x-aksen) og antall fangster (y-aksen) av sild med flytetrål på ulike avstand fra seismikkundersøkelse.

Kun 22 fisketurer totalt forlot havn i perioder uten aktiv seismikkinnsamling, mot 207 under aktiv innsamling. Det var ingen åpenbar forskjell i tiden brukt på leting/transitt mellom fartøy som forlot havn med og uten aktiv innsamling (Figur 3.7). Imidlertid, som tidligere nevnt, hadde turer som startet når seismikk-skyting var inaktiv sannsynligvis overlappet med perioder av seismikk aktivitet senere i fisketuren. Derfor er denne klassifiseringen ikke en effektiv måte å skille mellom fisketurer som ble påvirket av seismikk eller ikke, i dette spesifikke tilfellet.



Figur 3. 7 . Plott av andelen tid brukt på leting/transitt under en fisketur for a) flytetrål- og b) ringnotfartøy dersom det enten pågår en seismikkundersøkelse mellom 58N og 64N (seismikk) eller ikke (ikke seismikk) ved starten av en fisketur.

Modellene av sildfangsten forklarte 25-30% av variasjonen i dataene fra flytetrål og 30-35% av variasjonen i dataene fra not på tvers av alle avstands-sonene. Det betyr at fangststørrelsen bare delvis kan forklares av variablene inkludert i modellen (fartøyets størrelse, egenskaper (ID), fiskeinnsats, dag, breddegrad, lengdegrad og seismikk/ikke seismikk). Hvorvidt det var aktiv seismikkinnsamling eller ikke var den minst viktige forklaringsvariabelen, uavhengig av avstand (Tabell 3.2 og Tabell 3.3). De viktigste variablene var fiskeinnsats (varighet av fangstoperasjonen, eks varighet av trålhal) og breddegrad, sistnevnte sannsynligvis en indirekte indikator for hvor silda befinner seg. For notfartøy hadde fartøyets størrelse også betydelig innvirkning på fangststørrelsen.

Tabell 3. 2 Variabelbetydningsanalyse for analysen av sildefangst med flytetrålere. Viktighetsmålene er skalert til bidraget fra den viktigste variabelen (maksimalverdi på 1). Gråtonene fremhever den mer betydningsfulle variabelen (mørkere = mer viktig). Hver rad i tabellen angir terskelavstanden mellom fiskefartøyet og de seismikkfartøyene.

Distanse	Breddegrad	Lengdegrad	Tid på året	Båt str	Fiskeinnsats	Båt ID	JA/NEI seismikk
5km	1,00	0,20	0,23	0,24	0,80	0,04	0,00
10km	1,00	0,09	0,30	0,12	0,65	0,09	-0,01
15km	1,00	0,22	0,32	0,18	0,67	0,10	0,00
20km	1,00	0,09	0,30	0,24	0,79	0,19	0,00
25km	1,00	0,25	0,30	0,25	0,76	0,18	0,00
30km	1,00	0,13	0,25	0,12	0,52	0,17	0,00
35km	1,00	0,19	0,37	0,13	0,72	0,20	0,01
40km	1,00	0,13	0,29	0,12	0,67	0,17	0,01
45km	1,00	0,11	0,28	0,14	0,69	0,12	0,00
50km	1,00	0,12	0,27	0,22	0,68	0,12	0,01
55km	1,00	0,13	0,32	0,13	0,63	0,12	0,01
60km	1,00	0,11	0,31	0,20	0,66	0,04	-0,01

Tabell 3. 3 Variabelbetydningsanalyse for analysen av sildefangst med not. Viktighetsmålene er skalert til bidraget fra den viktigste variabelen (maksimalverdi på 1). Gråtonene fremhever den mer betydningsfulle variabelen (mørkere = mer viktig). Hver rad i tabellen angir terskelavstanden mellom fiskefartøyet og de seismikkfartøyene

Distanse	Breddegrad	Lengdegrad	Tid på året	Båt str	Fiskeinnsats	Båt ID	JA/NEI seimikk
5km	0,88	0,09	0,19	0,60	1,00	0,08	0,00
10km	0,87	0,14	0,22	0,76	1,00	0,14	0,02
15km	0,77	-0,01	0,17	0,69	1,00	0,09	0,01
20km	0,85	0,12	0,28	0,69	1,00	0,15	0,00
25km	0,82	0,07	0,26	0,83	1,00	0,11	0,00
30km	0,69	0,11	0,14	0,72	1,00	0,14	0,00
35km	0,77	0,13	0,29	0,75	1,00	0,07	-0,02
40km	0,77	0,09	0,17	0,62	1,00	0,14	0,02
45km	0,80	0,17	0,29	0,43	1,00	0,09	0,02
50km	0,81	0,11	0,20	0,49	1,00	0,14	0,00
55km	0,68	0,07	0,22	0,77	1,00	0,07	0,01
60km	0,63	0,02	0,19	0,71	1,00	0,04	0,00

En animasjon av nordsjøsildefiskeriet i området og pågående seismikkundersøkelser ble også laget og er mulig å finne fra prosjektets nettside eller direkte: [nordsjøsilde_animasjon](#)

3.2.2 - Gjennomgang av rapporter fra fiskerikyndige

I alt ble 60 FLO rapporter for 2024 gjennomgått og kategorisert. Resultatet er vist i Tabell 3.4 .

Tabell 3. 4 . Oversikt over antall FLO rapporter i hver av kategoriene 0-3.

Kategorikode	Beskrivelse	Antall
Kode 0	Ingen fiskeriaktivitet	22
Kode 1	Ingen tiltak	15
Kode 2	Nødvendig med kommunikasjon	21
Kode 3	Konflikt, hendelse	2 (1 i engelsk sektor/fartøy)

Det er tydelig at det er svært få av FLO rapportene som havner i kategorien «konflikt, hendelse», og en av de to som gjør det var i britisk sektor med et britisk fartøy, som kanskje ikke var så kjent med norsk regelverk. Imidlertid er det viktig å påpeke at rapportene har svært ulik kvalitet og grad av utdypning av hva som har skjedd. Det er også verd å ta med at når det noteres "godt samarbeid" er det ikke nødvendigvis sikkert at det alltid oppfattes slik av fiskefartøyene. Må tas i betraktning at fiskefartøy også er vant å tilpasse seg andre fartøy når de er på feltet. Pelagisk fiskeri virker å være mest komplisert for FLO, og har størst sjanse for konflikt. Noen av rapportene skriver om litt irritasjon fra fiskernes side selv om de ikke går i veien for hverandre.

3.2.3 - Gjennomgang av erstatningssøknader

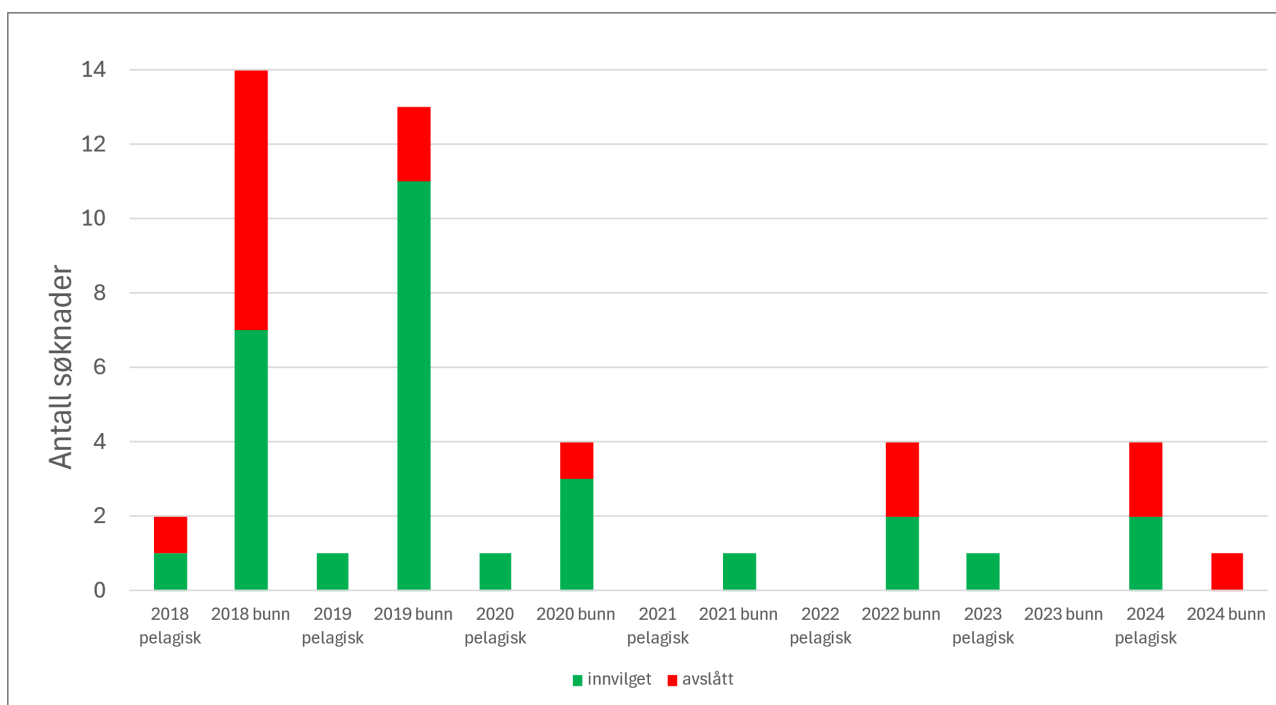
I perioden 2018-2024 ble det behandlet totalt 47 saker i erstatningsnemnda for beslagleggelse av fiskefelt (nemd 1). Antall søknader som ble innvilget var 30, og 17 søknader fikk avslag (Tabell 3.5) Det er stor variasjon i antall søknader fra år til år, og enkelthendelser som involverer flere berørte fiskere vil spille inn på

antall søknader. Omsøkt beløp er jevnt over høyere enn innvilget beløp og varierer stort fra år til år. Det er også en nedgang i totalt antall søkere i perioden som ble gjennomgått.

Tabell 3. 5 Oversikt over antall saker behandlet i nemd 1 i erstatningsnemda, samt omsøkt og utbetalt beløp

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Behandlet	17	14	5	1	4	1	5
Innvilget	8	12	4	1	2	1	2
Avslag	9	2	1	0	2	0	3
Omsøkt	8152308	8291005	3175384	36000	2343566	500000	7152056
Utbetalt	1809433	4846016	1978797	7896	98864	500000	3845046
Møter	2	2	3	2	3	3	3

En oversikt over hvilke type fiskerier det søkes fra og hvilke typer fiskerier som blir innvilget, eller får avslag, viser at det er færre søknader om erstatning for beslaglegging av fiskefelt fra de som fisker med pelagisk fisk med not enn de som fisker med bunnredskaper (Figur 3.8). I 2019 var det mange søknader fra blåkveitefiskere, da det var en seismikk-undersøkelse som i stor grad overlappet med fiskeriet.



Figur 3. 8 . Antall søknader fordelt på type fiskeri og hvilke typer fiskeri som fikk avslag eller ble innvilget.

3.3 - Oppsummering og diskusjon

3.3.1 - Sammenstilling av fangststatistikk

Blåkveite fiskeri

Det var relativt lite data for å analyse effektene av seismikkundersøkelser på direktefiske etter blåkkeite i 2022-2024. Grunnen var få seismikkundersøkelser i samme periode og område som blåkkeitefiskeriet disse årene. Fiskeridirektoratet har i de siste årene frarådet utføring av seismikkundersøkelser i samme tidsperiode og område som blåkkeitefiskeriet. Blåkkeitefiskeriet er forutsigbart i tid og rom, derfor er det relativt lett å håndtere denne potensielle konflikten.

Til tross for begrensede data, indikerer analysen en sammenheng mellom blåkkeitefangst og seismikk. Modellene viser at det var flere blåkkeitefangster i perioder uten seismikk, og flere fangster jo lengre unna en kom aktive seismikkinnsamlinger. Dette mønsteret kan forklares med at fiskerne unngår områder med seismikkundersøkelser, basert på antatt arealbeslag rundt undersøkelsen eller en forventning om redusert fangst. Men mønsteret kan også skyldes at seismikkundersøkelsene pågikk i områder eller tidspunkt utenfor hovedområde/perioden for dette fiskeriet. Siden vi brukte data fra år hvor det var lite overlapp mellom disse aktivitetene, er det vanskelig å trekke sterke konklusjoner fra denne analysen. Det er derimot mulig å bruke samme metode for flere år, og gjenta for år hvor det har vært større overlapp. Grunnen til at ikke flere år er inkludert er at det er svært tidkrevende å få tak i data både for fangster og ikke minst om nøyaktige perioder og punkt for aktiv seismikkinnsamling. Dette er ikke offentlig tilgjengelige data, slik at vi har måttet estimere dette basert på AIS track for de aktive innsamlingsfartøylene og deretter kontakte de ulike aktuelle selskapene for å få bekrefte dette.

Nordsjøsildefiskeri

I denne casestudien foregikk seismikkundersøkelsen hele fiskesesongen. Det var derfor vanskelig å sammenlikne fiskeaktivitet med og uten seismikk. Det var noen pauser i undersøkelsen som kunne brukes som referanseperioder, men disse skyldtes hovedsakelig dårlig vær, noe som også kunne forventes å påvirke fiskeriet. I tillegg var de fleste av disse pausene kun 1-2 dager. Fisketurene (fra havn til havn) varte fra noen få dager og opptil uker, og derfor var ingen helt uten aktiv seismikkinnsamling. Imidlertid kan metodikken utviklet her brukes videre; for eksempel ved å bruke data fra andre år uten eller med kortere seismikkundersøkelser. I casestudiet med sildefiskeriet i Nordsjøen har det vært betydelige endringer de siste årene på grunn av endrede regler for tilgang til britisk sone, samt at det har vært en generell endring fra å bruke ringnot til å heller bruke flytetral. Disse faktorene må tas hensyn til i en eventuell analyse som ser på forskjeller mellom ulike år.

Dersom lyden fra seismikk påvirker fiskens adferd og dermed dens fangbarhet vil det forventes å gi en effekt på fangststørrelse. Dette fremkom derimot ikke som en sterk effekt av våre analyser. Men som beskrevet over burde analysen gjentas med et større datasett med flere perioder uten seismikk som sammenlikningsgrunnlag. Ideelt burde sammenlikningen være med fangster som er tatt før seismikkundersøkelsen starter, da det kan forventes at en adferdsendring allerede er inntruffet om en sammenlikner kun med pauser i undersøkelsen.

Det foregikk fiskeri relativt nært undersøkelsen, og det største antall fangster ble tatt i sonen nærmest undersøkelsen (0-15 km) (se Figur 3.6). Fordeling av fangststørrelse (x-aksen) og antall fangster (y-aksen) av sild med flytetral på ulike avstand fra seismikkundersøkelse. Breddegrad var en av de viktigste av forklaringsvariablene i modellen (Tabell 3.2, Tabell 3.3), og denne er en indikator for hvor fisken befinner seg. Fiskefartøylene ser derfor ut til å ha fortsatt å fiske på steder der de får de beste sildefangstene, til tross for nærheten til seismikkundersøkelse. Diskusjoner med fiskerne (i arbeidsmøte til AP5) fremhever at fiskerne fortsatt vil gjøre alt de kan for å oppnå sin kvote, selv om en undersøkelse legger til en ekstra utfordring som må omgås. Det kan derfor være utfordrende å oppdage effekter av forstyrrelser fra undersøkelsen utelukkende fra fangstdata.

3.3.2 - Sammenstilling av FLO rapporter og erstatningssøknader

FLO rapportene har få faste elementer som må fylles ut, ingen gradering av hendelsene og det er stor variasjon i hva som fylles ut i fritekstfeltene. FLO rapportene må derfor ses på som en subjektiv vurdering av situasjonen på feltet. Metoden som er brukt i dette studiet vil likevel fange opp om det har vært en konflikt med konsekvens, som for eksempel om undersøkelsen har blitt avbrutt og/eller redusert. Det kan likevel være situasjoner som kan ha blitt oppfattet som konflikt fra fiskerne, men som ikke er beskrevet på samme måte i FLO-rapporten. Disse vil falle inn under «Kode 2 – nødvendig med kommunikasjon». Ideelt burde FLO rapportene blitt digitalisert med faste elementer som var obligatorisk å fylle ut. En digital rapport ville blant annet gjort det mye enklere å hente ut statistikk for å gjøre denne typen analyser eller ved gjennomgang av rapporter ved en hendelse. I tillegg vil faste elementer sikre at viktige punkter blir fylt ut og gjøre at rapportene fra de ulike fiskerikyndige blir mer sammenlignbare. Prosjektet har ikke tatt stilling til hvilke obligatoriske felt som vil gi best informasjon og samtidig ta bort graden av subjektivitet. Prosjektgruppen vil derfor anbefale et grundigere arbeid på dette dersom det besluttes at FLO-rapportene skal digitaliseres.

Gjennomgangen av erstatningssøknadene som har blitt behandlet i nemnd 1 viser at det er få søknader fra pelagisk fiskeri, noe som kan oppfattes som motstridene med tanke på at disse fiskeriene gjerne har høyest konfliktpotensial, særlig i Nordsjøen. Det fremkommer ikke tydelig hvorfor det er slik, men en årsak kan være at de klarer å fiske kvotene på tross av å ha blitt hindret, og at det derfor er vanskelig å vise til et reelt fangstverditap. Et vesentlig vilkår for å få erstatning er tapsbegrensningsplikt og å dokumentere at fiskefartøyet har tapt inntekter på tross av å ha gjort en innsats for å begrense tapet. I bunnfiskerier med for eksempel garn og line, som gjerne har faste fiskeplasser og en historikk i området å vise til, kan det være enklere å vise til fangstverditap på grunn av seismikken sammenlignet med tidligere år.

4 - Arbeidspakke 3: Fiskernes erfaringer – kvantitativ kartlegging

Denne arbeidspakken hadde 3 delmål:

- i. Intervjue fiskere som representerer ulike redskapstyper og områder om hvilke erfaringer de har med å fiske i områder hvor det foregår seismikkinnsamling. Intervjuene vil knyttes opp mot både arealkonflikter og skremmeeffekter på fisken, samt om forslag til løsninger.
- ii. Kartlegge hvilke effekter fiskerne påpeker som de viktigste og vanskeligste. Eksempler er arealkonflikter, eller at fangstene reduseres (som kan skyldes at fisken skremmes bort fra fiskefeltet, eller at fiskens appetitt reduseres slik at den ikke tar agn).
- iii. Systematisere erfaringer for å få en klar pekepinn på hvor man trenger nye løsninger og måter å operere seismikk på. Komme med konkrete forslag til forbedringer.

Opprinnelig var det tenkt at denne arbeidspakken kun skulle bruke intervjuer av utvalgte fiskere for å svare opp på disse delmålene. Under et av de første møtene i prosjektgruppen ble det imidlertid foreslått at man også kunne lage en internettbasert spørreundersøkelse, for å på den måten få inn flere svar og et bedre utvalg enn hva som er mulig med intervjuer av en og en fisker. Dette ble diskutert videre på oppstartsmøtet og besluttet å gjøre. Det ble også diskutert og laget en liste med både overordnet tematikk og detaljerte spørsmål til denne undersøkelsen.

4.1 - Metode og gjennomføring

Behandling og håndtering av personopplysninger ble meldt inn til Sikt (Kunnskapssektorens tjenesteleverandør) i forbindelse med spørreundersøkelse og dybdeintervjuer (referansenummer 154956). Det ble også inngått en avtale om håndtering og lagring av disse opplysningene mellom HI og Runde Miljøsenter, som var ansvarlig henholdsvis for spørreundersøkelse og intervjuer.

I etterkant av oppstartsmøte ble det utarbeidet en rekke spørsmål til intervjuene, som ble sendt rundt for innspill fra både prosjektgruppen og referansegruppen. Dette måtte reduseres en del for å bli gjennomførbart, men de avtalte temaområder ble beholdt. Deretter kontaktet vi Professor i fiskeri- og oppdrettsforvaltning og organisering Jahn Petter Johnsen ved Universitetet i Tromsø, som har erfaring med å gjennomføre denne typen intervjuer og spørreundersøkelser. Vi fikk her mange nyttige forslag til forbedringer, særlig med hensyn på kategorisering av svaralternativer. Etter flere runder med tilbakemeldinger sto vi igjen med et spørreskjema som ble brukt i nettbasert spørreundersøkelse, samt skulle danne grunnlag for samtale under dybdeintervjuene. Skjemaet i helhet kan sees i Vedlegg 1.

4.1.1 - Nettbasert spørreundersøkelse

Det overnevnte spørreskjema ble lagt ut som en åpen spørreundersøkelse publisert på survey.imr.no. Undersøkelsen ble annonsert på FiskeriSeis prosjektets nettside, samt at fiskeriorganisasjonene som er involvert i prosjektet (Fiskarlaget, Pelagisk forening og Fiskebåt) alle oppfordret sine medlemmer til å delta.

Av personopplysninger krevde denne undersøkelsen kun at deltageren måtte oppgi e-post adresse, dette for å forhindre at samme person ga flere besvarelser. Etter filetering for at ikke samme e-post adresse var brukt flere ganger, ble dette slettet fra besvarelsene før videre håndtering.

For å trekke ut hovedtrender i besvarelsene og studere koblinger mellom ulike problemstillinger svaralternativer

ble det digitale verktøyet kumu anvendt. Svarene fra den nettbaserte undersøkelsen ble forenklet til elementer og koblinger. Kvalitative data kan visualiseres ved hjelp av interaktive kart, hvor koblinger mellom elementer skaleres etter antall observasjoner.

Elementer er gruppert etter hovedgrupper. Gruppen redskapstyper inkluderer alle redskapstyper som er oppført i spørreskjema, mens gruppen av elementer kalt påvirkning representerer utfordringer knyttet til fiskeri og seismikk i spørreskjema (arealbeslag, fangbarhet, fangstrate, «omlokalisering» på grunn av seismikkundersøkelser, og «upåvirket» angir i hvor stor grad fisker har kunnet fiske som planlagt samtidig med seismikkundersøkelser), sameksistens og håndtering av problemstillinger knyttet til fiskeri og seismikkundersøkelser. To elementer finnes i gruppen 'sameksistens' som oppsummerer resultater knyttet til dialog og hensyntagen fra seismikkfartøy. Konfliktdempende/avbøtende tiltak for fiskeri er representert med gruppen kalt «håndtering» i de interaktive kartene. Under håndtering finnes svar på spørsmålene knyttet til erstatnings- og fiskerikyndig ordningen. Grupperingen er basert på oppbyggingen av spørreundersøkelsen (Vedlegg 1).

I forenklingen er de graderte svarene; meget stor grad, 100%, i stor grad (>50%), i noen grad (~50%), i liten grad (<50%) slått sammen, som sammenlikning til svaralternativ "aldri". Svaralternativ "vet ikke" er ikke inkludert.

4.1.2 - Dybdeintervjuer

Det ble foretatt dybdeintervjuer av 25 fiskeskipper, som representerte ulike deler av fiskeflåten. Disse ble gjennomført som semistrukturerte intervjuer (Kvale and Brinkmann, 2012), ved å bruke det samme spørreskjemaet som i den nettbaserte undersøkelsen (Vedlegg 1) som intervjuguide, men hvor informantene fikk mulighet til å utdype svarene og komme med relevante tilleggsopplysninger. Spørsmålene ble lest opp muntlig og svarene ble notert i intervjuguiden og tatt opp som lydopptak. Bruk av semistrukturerte intervjuer i tillegg til nettbasert spørreskjema er gunstig av flere grunner. Semistrukturerte intervjuer gir mulighet til å gå i dybden på personlige erfaringer, tanker og beslutninger og å følge opp interessante punkter som dukker opp. F. eks. fiskeren kan nevne en uventet utfordring, og intervjueren kan stille flere spørsmål for å utforske dette. Dessuten, når en spør om sensitive emner, kan det hende at folk ikke skriver åpent om dem i en nettbasert applikasjon. En til en intervjuer gir på sin side et tryggere og mer interaktivt miljø. Intervjueren i denne studien har i tillegg til å være forsker og fiskeribiolog, erfaring som yrkesfisker, noe som gir en innsikt som er viktig for å skape gode samtaler. Spørreskjema og intervjuteknikk ble rettleidet av professor Jan Petter Johnsen ved Universitetet i Tromsø. I etterkant av hvert intervju ble svarene som var notert lest opp for at informanten skulle kunne korrigere om det var noe som var feilsitert eller misforstått. Alle intervju er anonymisert og filer med personopplysninger er blitt slettet. Dette gjelder også lydopptakene i henhold til avtale med Sikt. Alle informanter var anonymisert i videre arbeid (angitt som skipper 1, skipper 2 osv).

I intervjuene ble gjennomført i perioden juni-november 2024. Totalt ble 25 skipper intervjuet enten ved besøk om bord i fartøy (7 stk) eller på telefon (18 stk). Hvert intervju varte i minst en halv time, de fleste i over en time. Flere ble også kontaktet i etterkant for å avklare detaljer.

Utvelgelser av intervjuobjekter ble gjort basert på råd fra prosjektets referansegruppe, og ved å be om anbefalinger fra andre aktive fiskere. Ved å følge med på nettstedet [Barentswatch](#) i perioder med seismikk-aktivitet fikk vi et inntrykk av hvilke fartøy som kunne komme i konflikt med seismikkfartøy. Utvelgelsen var også basert på å skulle representere de fleste ulike redskap og fiskerier, og av de 25 intervjuobjektene representerte 17 fiskeri etter bunnfisk (4 fisket hovedsakelig med trål, 10 med garn og line og 3 med snurrevad) og 8 pelagisk fiskeri (flytetral og not).

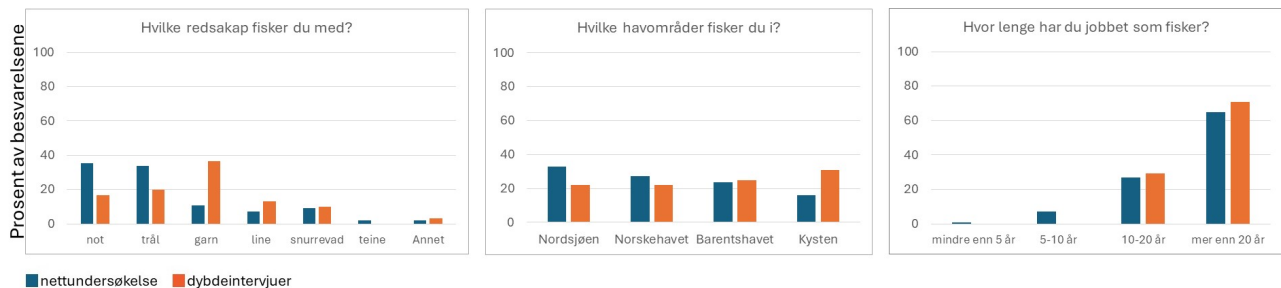
4.2 - Resultater

I den nettbaserte undersøkelsen fikk vi inn totalt 137 fullstendige besvarelser, hvorav 135 hadde opplevd seismikk i forbindelse med sitt fiskeri (Figur 4.2). Av de 25 som deltok på dybdeintervju, var det en som ikke hadde opplevd seismikk, denne informanten kunne dermed ikke bidra med erfaringer rundt seismikk og fiskeri.

Det var generelt stor likhet mellom den nettbaserte undersøkelsen og dybdeintervjuene. Vi har derfor brukt dybdeintervjuene til å forklare de tendensene vi så i nett besvarelsene. Spørsmålene var delt inn i 3 kategorier; bakgrunnsinformasjon, erfaring med fiskeri under seismikk og tiltak for å hindre påvirkning.

4.2.1 - Bakgrunnsinformasjon

De første spørsmålene gikk ut på å kartlegge hvem som hadde svart; erfaring og hvilken type redskap de brukte i sitt virke, samt hvilke havområder de fisket i. Her var det mulig å velge flere svaralternativ, noe som gjør det utfordrende å analysere resultatene basert på hvem som erfarer hva. Men samtidig vet vi at svært mange fiskere bruker flere typer redskap, og at fiskeriaktiviteten foregår over ulike havområder. Figur 4.1 viser oversikt over svarene på de tre første spørsmålene knyttet til bakgrunnsinformasjon.



Figur 4. 1 Oversikt over svarene på spørsmålene 1-3 fra nettbasert spørreundersøkelse (blå søyler) og dybdeintervjuer (orange søyler); 1) "Hvilket havområde fisker du hovedsakelig i?" 2) "Hva type redskap fisker du hovedsakelig med?" Og 3) "Hvor lenge har du jobbet aktivt som fisker". Det var mulig å krysse av i flere alternativer, så samme person kan svare "ja" på f.eks både Nordsjøen og Norskehavet, derfor er totalt antall større enn totalt antall informanter (137).

Som vist i Figur 4.1 fisker flestparten av informantene fra nettundersøkelsen i Nordsjøen (114) Norskehavet (94) og Barentshavet (82). De færreste (56) av informantene fisker på kysten. I dybdeintervjuene var det ganske jevnt fordelt (17, 15, 17 og 20, i henholdsvis Nordsjøen, Norskehavet, Barentshavet og kyst). De fleste informantene, både i nettundersøkelse og dybdeintervjuer, oppgav flere områder. I nettundersøkelsen var not og trål de vanligste redskapene. Av de 25 som ble dybdeintervjuet representerte 7 av dem pelagisk sektor, hovedsakelig not og pelagisk trål, og resten representerte ulike typer bunnfiskeri; hovedsakelig bunntrål, snurrevad og line. For å dekke de ulike redskapstypene måtte vi intervju flere fartøy i bunnfisksektoren enn i pelagisk sektor. Majoriteten (89) av dem som svarte på nettundersøkelsen har mer enn 20 års erfaring med fiskeri, bare en fisker hadde mindre en 5 års erfaring. Dette gjelder også for dybdeintervjuene, hvor de fleste, 17 av de 25 fiskerne hadde mer enn 20 års erfaring, og resterende hadde 10-20 års erfaring.

4.2.2 - Erfaring med seismikk under fiskeri

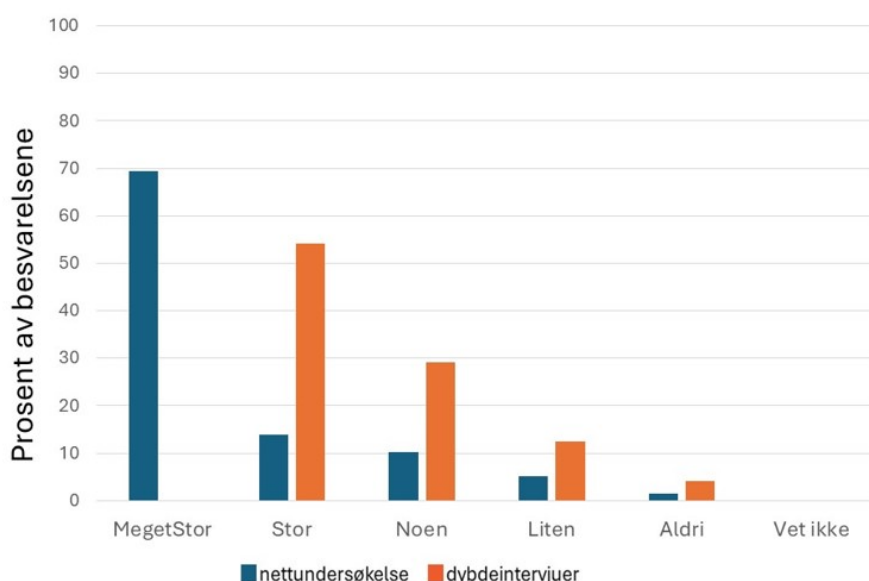
Det første spørsmålet i denne bolken var «Har du opplevd seismikk i relativ nærhet (innen ca 20 nautiske mil) av der du har fisket eller hadde planlagt å fiske?»

Her var det kun ett svar tillatt, og svaralternativene var:

1. Aldri

2. I liten grad (1-3 ganger)
3. I noen grad (4-5 ganger)
4. I stor grad (6-10 ganger)
5. Meget stor grad (mer enn 10 ganger)
6. Vet ikke

Resultatene er vist i Figur 4.2 viser at 95 og 19 (69 og 14%) svarte at de hadde opplevd seismikk innen 20 nmi i *meget stor* eller *stor grad*. I dybdeintervjuene hadde de fleste (17) krysset av *stor grad* eller *noen grad* (7). Fra dybdeintervjuene kan man få en forståelse av hva som ligger bak svarene på nettundersøkelsen (Figur 1, 2 og 3). Vi har derfor supplert med informasjon fra disse. Bare fiskere som har oppgitt at de har opplevd seismikk er tatt med (24 av de 25 dybdeintervjuet fiskerne hadde opplevd seismikk).



Figur 4.2 Oversikt over svarene på spørsmålet «Har du opplevd seismikk i relativ nærhet (innen ca 20 nautiske mil) av der du har fisket eller hadde planlagt å fiske?» fra nettbasert spørreundersøkelse (blå søyler) og dybdeintervjuer (orange søyler).

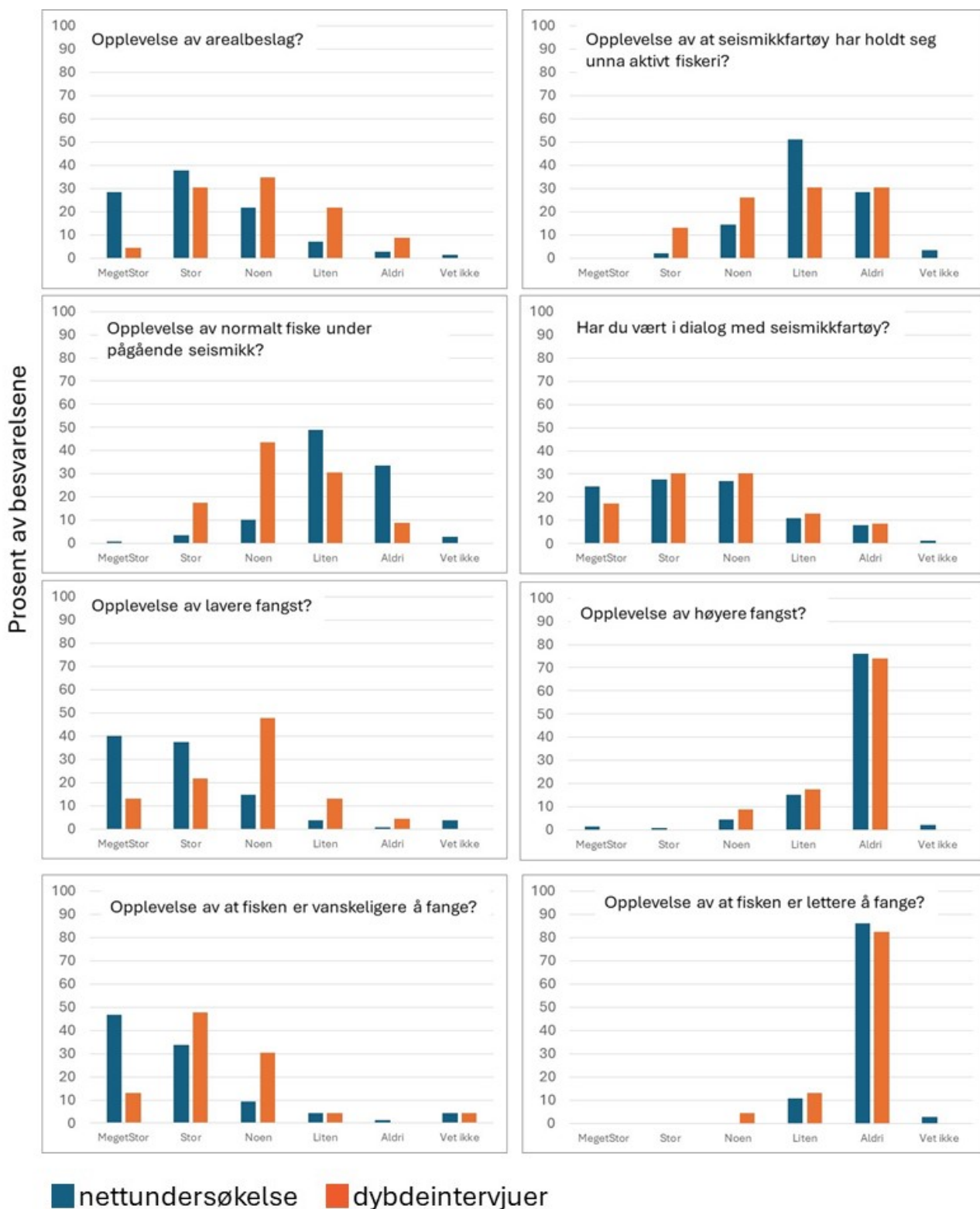
Spørsmål 5 var «Dersom du har opplevd seismikk ifm. ditt fiskeri, hvor ofte har dette medført (vurder påstand a-h)?»,

- a. Opplevelse av arealbeslag av fiskefelt
- b. Opplevelse av lavere fangstrater sammenliknet med det man erfaringsmessig får i dette området.
- c. Opplevelse av høyere fangstrater sammenliknet med det man erfaringsmessig får i dette området.
- d. Opplevelse av at fisken er vanskeligere å fange
- e. Opplevelse av at fisken er lettere å fange
- f) Opplevelse av at det har vært mulig å fiske som normalt samtidig som seismikk-aktiviteten har pågått.
- g) Opplevelse av at seismikkfartøyet holdt seg unna områder med aktivt fiske
- h) Har du vært i kontakt/dialog med seismikkfartøy (enten via fiskerikyndig eller annen kontakt)

Svaralternativene var som følgende:

1. Aldri
2. I liten grad (mindre enn halvparten av tilfellene)
3. I noen grad (rundt halvparten av tilfellene)
4. I stor grad (mer enn halvparten av tilfellene)
5. Meget stor grad (i alle tilfellene)
6. Ukjent

Fordelingen av svarene både fra den nettbaserte undersøkelsen og dybdeintervjuene i spørsmål 5 er vist i Figur 4.3 .



Figur 4.3 Oversikt over resultater for delsvaer a-h på spørsmål 5. Antall viser til antall besvarelser for hver av alternativene. Totalt antall for alle var 137.

Som en ser av Figur 4.3, er arealbeslag noe de fleste av informantene i undersøkelsen har opplevd, enten i noen (22%) stor (38%) eller meget stor (28%) grad.

Fra dybdeintervjuene kommer det frem at de som svarte at de i *liten grad* og *noen grad* er seifiskere som er et relativt fleksibelt fiskeri, med mulighet til å flytte seg for å unngå seismikk. En av informantene sier at det største problemet er for sildeflåten i sommerfisket etter nordsjøsild, også problem med makrell fisket på høsten. Ikke problem for NVG sild da dette fiskeriet er på vinteren, og da foregår det lite seismikk. Informantene utdyper også hva de legger i «arealbeslag». De unnlater gjerne å dra til et felt når det foregår seismikk i nærheten (se Figur 4.4), og anser også dette som et arealbeslag.

Når det gjelder fangster sier flesteparten av informantene i nettundersøkelsen at de har en opplevelse av at fangstene blir lavere i *noen* (14%), *stor* (37%) eller *meget stor* (40%) grad, mens de aller fleste sier at de *aldri* (75%) har hatt en opplevelse av høyere fangst i forbindelse med pågående seismikk. Det er likevel interessant at 2 informanter svarer at de har opplevd høyere fangster i meget stor grad.

De som i dybdeintervjuene har svart at de i *stor* eller *meget stor* grad har opplevd lavere fangstrater er hovedsakelig fiskere som fisker med garn langs eggakanten. De rapporterer at de har faste plasser for redskapen, og flytter seg kun dersom fisket blir svært dårlig.

Når det gjelder høyere fangstrater er det en av informantene fra dybdeintervjuene som forteller at hen har opplevd det i *meget stor grad*, og tilfellet gjelder trålfiske etter sei. Fiskeren sier hen har opplevd høyere fangster 3-7 nmi unna seismikkundersøkelsen, og at erfaringen er at seismikk påvirker fisken i en radius på ca 10 nmi. En garnfisker sier at hen noen ganger har opplevd høyere fangster ved oppstart av seismikk.

Når det gjelder fangbarheten til fisken, svarer flesteparten av informantene i nettundersøkelsen at de opplever fisken som vanskeligere å fange i *stor* (37%) eller *meget stor* (47%) grad, og de aller fleste opplever at fisken *aldri* (86%) er lettere å fange. I dybdeintervjuet svarer en at hen generelt opplever lavere fangster men ikke for alle arter – dette er samme fisker som fortalte om opplevd høyere trålfangst på sei 3-7 nm fra seismikk (se over). Fra dybdeintervjuene fremkommer det også at det er antatt skremmeeffekt fører til at fiskerne unngår området i en periode etter en seismikk-undersøkelse. Hvor lang denne perioden er avhenger av art; f.eks. rapporterer en fisker at for brosme og lange tar det lengre tid før fiskeriet er «tilbake til normalen» enn for sei. En som fisker i Eggakanten med garn, line og snurrevad, på torsk, hyse og blåkveite sier at det tar 2-4 uker før fisken kommer tilbake etter en seismikk-undersøkelse.

De fleste av informantene i nettundersøkelsen sier at de *aldri* (34%) eller i *liten* (49%) grad har hatt en opplevelse av normalt fiske under en pågående seismikkundersøkelse. Dybdeintervjuene skiller seg fra nettintervjuene ved at de fleste svarte i *noen grad* (11 av 24) og 4 svarte i *stor grad*. En not - og trål fisker sier at det i *stor grad* er mulig å fiske som normalt, dersom det er gode forekomster. En annen svarer at hen *aldri* fisker der det pågår seismikkundersøkelser.

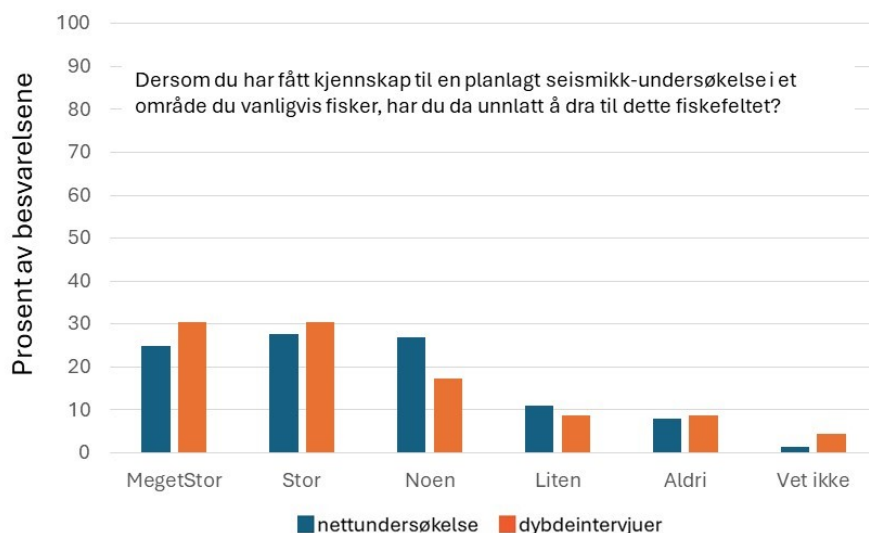
I nettundersøkelsen sier flesteparten av informantene at seismikkfartøyet *aldri* (28%) eller i *liten* (51%) grad holdt seg unna områder med aktivt fiskeri. Dette gjenspeiles i dybdeintervjuene. En informant sier at hen måtte dra til land og komme tilbake senere for å hente faststående redskap. En annen sier at det varierer mellom fartøy; "hender at de viker, men vanligvis vanskelig".

Når det gjelder dialog med seismikkfartøyet, er det litt varierende svar fra informantene i nettundersøkelsen, her oppgir 34% at de har vært i kontakt i *meget stor grad*, mens 38% i *stor grad* og 37% i *noen grad*. Dette mønsteret gjenspeiler seg i dybdeintervjuene.

En som fisker med line langs Eggakanten svarer i dybdeintervju at hen i stor grad har opplevd arealkonflikt og i meget stor grad har vært i dialog med seismikkfartøy. Hen sier at «Det er vanskelig å få god dialog, mest prat». En trålfisker svarer at «seismikk skipet tar kontakt dersom nødvendig, dvs, når vi er 10-12 mil unna». En annen

sier «at det var jeg som tok kontakt, og fikk beskjed om å holde meg utenfor seismikkområdet, grunnet at det var noder i sjøen». I dybdeintervjuene ble det stilt følgende oppfølgings spørsmål: *Når du var i kontakt opplevde du dialogen som konstruktiv?* Noen svarte ja på dette. Andre svar var at «De prater, men flytter seg ikke likevel», eller «FLO'en gjør en hederlig jobb, men seismikk skipet har liten mulighet til å endre kurs»

Spørsmål 6 var «Dersom du har fått kjennskap til en planlagt seismikk-undersøkelse i et område du vanligvis fisker, har du da unnlatt å dra til dette fiskefeltet?» og svarene fra nettundersøkelsen er vist i Figur 4.4 .



Figur 4.4 Oversikt over svarfordeling på spørsmål 6, «Dersom du har fått kjennskap til en planlagt seismikk-undersøkelse i et område du vanligvis fisker, har du da unnlatt å dra til dette fiskefeltet?».

Som en ser av Figur 4.4 svarer de fleste i nettundersøkelsen at de har unnlatt å dra til fiskefeltet i noen (27%), stor (28%) og meget stor (25%) grad dersom de visste at det foregikk en seismikkundersøkelse der de vanligvis ville dra. Dybdeintervjuene gav mye det samme bildet, med unntak av en som fisker med garn i eggakanten og på kysten som svarte «Vi har faste plasser hvor vi fisker, og vi holder oss der selv om det er skyting i nærheten, men flytter oss bare om det blir skikkelig dårlig fiske». I garnfiske etter lange, brosme, uer og blåkveite i eggakanten bruker de fleste fartøyene å fiske på faste områder der de er godt kjent. Det er ofte mye korall på disse områdene og det er bratte kanter og mye strøm. Fiske i eggakanten krever mye erfaring og lokalkunnskap. Fiskerne prøver å unngå korallområder, men prøver å fiske så nær korallfeltene som mulig, da dette gir de beste fangstene. Det er problematisk for disse fartøyene å flytte seg til andre områder, da de må hale ombord alle garnlenkene og sette dem ut på ny plass. Selv om kontinentalsokkelen er bred viser det seg at det likevel er smalt i eggakanten og vanskelig å finne fiskefelt som det går fint å fiske på.

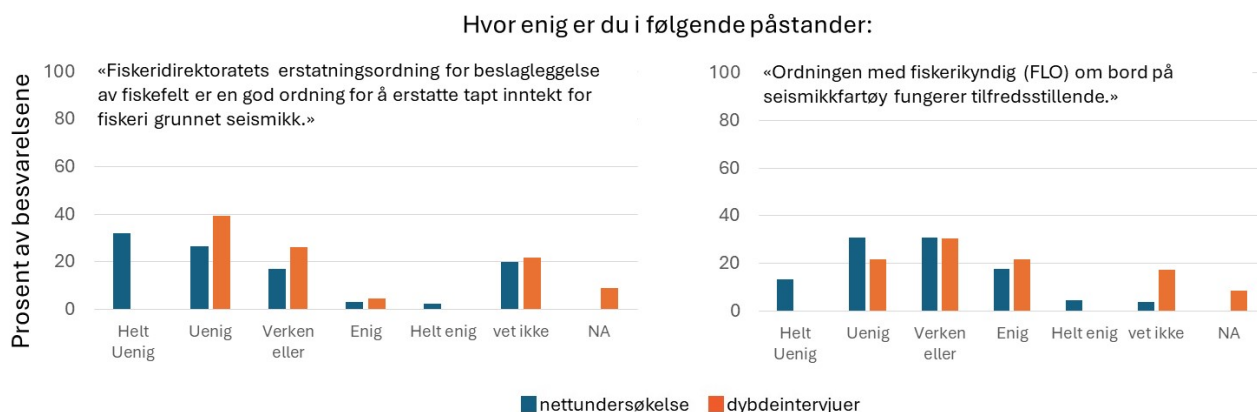
4.2.3 - Tiltak for å redusere påvirkning

De siste to spørsmålene gikk ut på å få en forståelse av hvordan de eksisterende tiltakene med fiskerikyndig og erstatningsordning oppleves av fiskerne. Disse spørsmålene var:

Hvor enig er du i følgende påstander:

- «Fiskeridirektoratets erstatningsordning for beslaglegging av fiskefelt er en god ordning for å erstatte tapt inntekt for fiskeri grunnet seismikk».
- «Ordningen med fiskerikyndig (FLO) om bord på seismikkfartøy fungerer tilfredsstillende».

Fordelingen av svarene er vist i Figur 4.5 .



Figur 4. 5 Oversikt over svarfordeling på spørsmål om hvor enig du er i følgende påstander: a) «Fiskeridirektoratets erstatningsordning for beslaglegging av fiskefelt er en god ordning for å erstatte tapt inntekt for fiskeri grunnet seismikk» og b) «Ordningen med fiskerikyndig (FLO) om bord på seismikkfartøy fungerer tilfredsstillende».

Som vi ser av Figur 4.5, er flesteparten i nettundersøkelsen enten helt uenig (32%) eller uenig (26%) i at erstatningsordningen fungerer tilfredsstillende.

I dybdeintervjuet ble det spurt videre om erstatning: *Har du noen gang søkt?* En av informantene svarte «Jeg har aldri søkt, men har hørt om andre som har søkt og ikke fått». Dette var en not og trål-fisker, som sier at hen i stor grad opplever at det er mulig å fiske som normalt under seismikk. En garnfisker opplyser å ha søkt erstatning både for blåkveite og makrell, og fikk erstatning for fisketapet på blåkveite, men ikke makrell. Fiskeren begrunner dette med at: «I makrell-fisket kan en lett å skifte felt, ikke mulig på blåkveite da er en låst til Eggakanten.»

Når det gjelder ordning med FLO er likt antall besvarelser (31%) som er *uenig* eller *hverken enig eller uenig*. Det er også verd å merke seg at 17% av informantene svarer at de er enig i at ordningen med FLO fungerer. I dybdeintervjuene ble det stilt følgende oppfølgings spørsmål: *Dersom du mener ordningen med FLO ikke fungerer så bra, hva skal til for å forbedre den?* Svarene peker på de er usikre på hvilken makt FLO'ene egentlig har, og noen sier at de burde få mer makt. Noen har opplevd at de har blitt hørt og det er blitt tatt hensyn andre opplever det som nytteløst og bare prat. En sier: «Gi FLO'ene mer makt, de har gode kunnskaper, men lite de greier å gjøre for å endre forsøket.» En annen påpeker viktigheten av at FLO'ene snakker norsk.

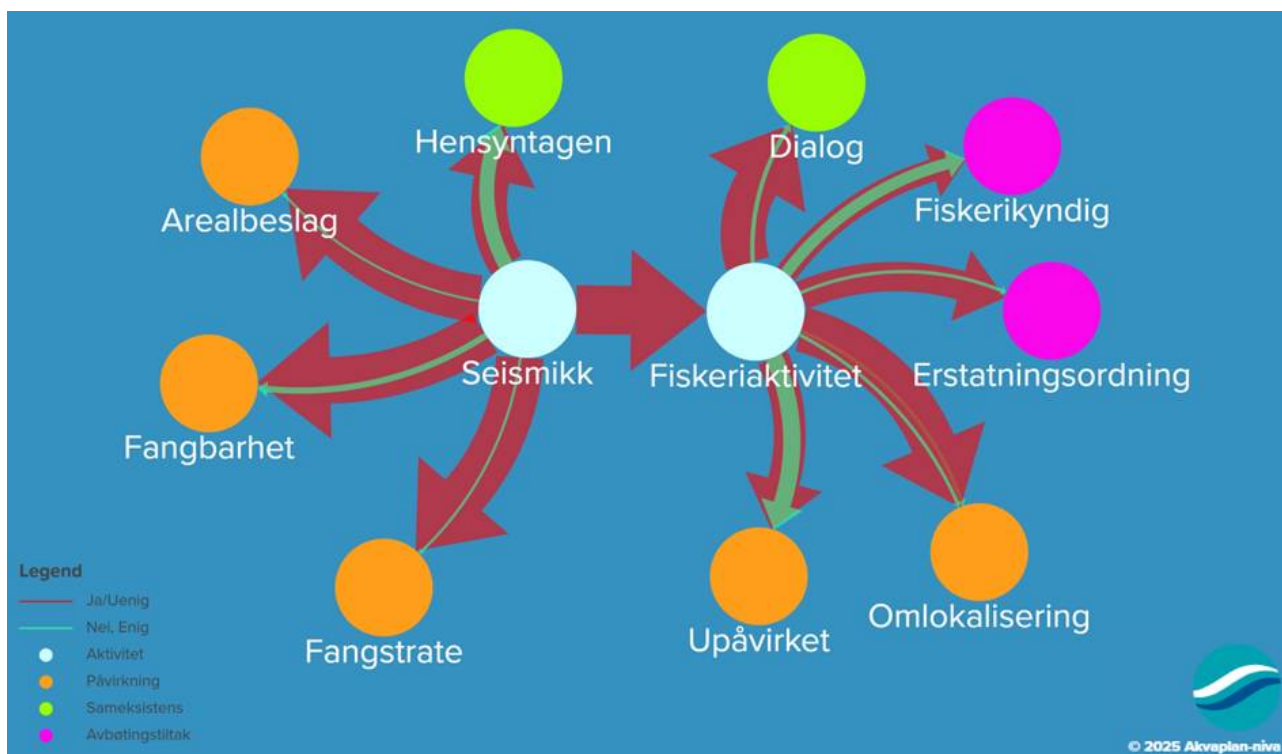
4.2.4 - Oppsummerende resultater vist i interaktivt verktøy Kumu

I kumu visualiseres resultatene fra online spørreundersøkelse samlet og per redskapstype. Tilleggsinformasjon komme frem når man peker på en kobling eller ett element i det digitale verktøyet (Figur 4.6) som vil bli gjort tilgjengelig fra 15. juni hos kumu.io. Lenke til verktøyet vil finnes på [FiskeriSeis sin nettside](#).



Figur 4. 6 . Eksempler på tilleggsinformasjon som kommer opp i det digitale verktøyet når man peker på elementer eller koblinger.

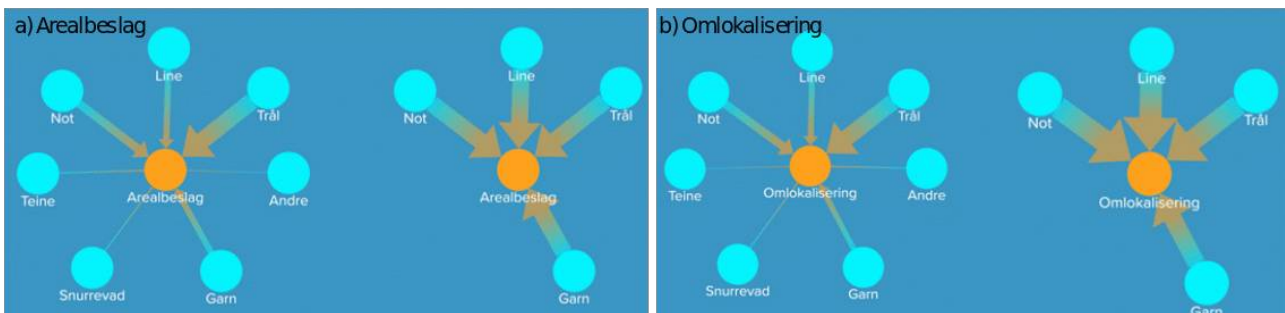
Den samlede oversikten viser elementer og koblinger slik det er tolket fra resultatene fra spørreundersøkelsene. Alle graderinger av svaralternativene er samlet til enten "Ja" eller "Nei", eller "Enig" og "Uenig". Enig og uenig reflekterer fiskerens oppfatning av påstandene om at erstatningsordningen og ordningen med fiskerikyndig fungerer godt. Figur 4.7 viser at hovedvekten av alle fiskere er uenige i påstanden om erstatningsordningen fungerer godt, mens noen flere er enige i påstand om at ordningen fungerer godt med fiskerikyndig. En betydelig andel av fiskerne rapporterer at de har kunnet fiske upåvirket av seismikk undersøkelser i nærheten.



Figur 4. 7 . Samlede resultater fra nettbasert spørreundersøkelse.

Det finnes også visualiseringer av resultatene fra spørreundersøkelsene hvor resultatene er fordelt etter redskapstyper. Fordi svært mange har svart at de fisker hovedsakelig med flere enn ett redskap er disse filtrert ut i denne sammenstillingen. Det er også stor variasjon i antall informanter for de ulike redskapstypene, derfor er det gjort en visualisering hvor koblinger er skalert etter henholdsvis antall og prosentvis andel rapportert for

de unike redskapstypene. En unik redskapstype betyr at fiskeren har oppgitt kun dette redskapet. Eksempler per redskapstype er vist i Figur 4.8 for opplevd arealbeslag i og omlokalisering (at en velger å ikke dra til et område hvor det er planlagt/pågående seismikk).



Figur 4.8. Visualisering av a) opplevd arealbeslag og b) omlokalisering (på grunn av kjennskap til seismikk undersøkelse der fiskeren hadde tenkt å fiske) per redskapstype (unike-fisker kun med ett redskap). Til venstre i hver av figurene er koblinger skalert etter antall observasjoner og til høyre er koblinger skalert etter prosentvis andel.

Alle redskapstyper har rapportert at de opplever arealbeslag i varierende grad. I Kumu er de koblingene per redskapstype filtrert slik at de unike koblingene som tilhører kun ett unikt redskap illustreres i antall og prosentvis andel. I Figur 4.8 a vises koblinger i antall (not: 14/14, trål: 28/29, garn: 10/10, line 10/10, snurrevad 2/2, teine 1/2, andre redskap 1/2, snurrevad 2/2). Til høyre i figuren vises prosentvisandel som har opplevd arealbeslag for redskapstyper med 10 eller flere informanter. Fiskere fra alle redskapstyper har rapportert at de har unnlatt å gå til et område hvor de hadde planlagt å fiske på grunn av kjennskap til planlagt seismikk-undersøkelse (Figur 4.8 b). 97% av de unike trålfiskere har gått til annet område, mens samtlige av de som fisker med not, line og garn har i ett eller flere tilfeller valgt å gå til et annet område.

4.3 - Oppsummering og diskusjon

Formålet med denne arbeidspakken var å høre fra fiskere som hadde opplevd seismikk hvordan deres opplevelse av dette hadde vært. Utvalget av informanter, både i nettbasert og særlig i dybdeintervjuene var derfor ikke representativt for hele fiskeflåten, men et utvalg av fiskere som hadde erfaring med å fiske i perioder/områder hvor det foregikk seismikk. Det var stort samsvar mellom svarene fra den nettbaserte spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene. Svarene i dybdeintervjuene var noe mer «moderate», dvs flere svarte midt på skalaen enn i nettundersøkelsen. Dette kan muligens forklares med at det er vanskeligere å være veldig kritisk når man snakker med en person enn når man bare fyller ut en spørreundersøkelse på nettet.

I dybdeintervjuene forteller mange om det de opplever som arealkonflikt, som omhandler både direkte arealbeslag på feltet, men også innmeldte undersøkelser i områder hvor de kanskje planlegger å fiske. Opplevelsen av arealbeslag varierer mellom ulike fiskeriene. I de stasjonære fiskeriene, eks fiske med garn og line i faste områder (basert på erfaring om fiskens tilholdssteder) vil en seismikkundersøkelse være særlig belastende, da en ikke har mange alternative lokasjoner. For andre fiskerier, som i det pelagiske fiskeriet, er slike arealkonflikter vanskelig å forutsi og avhengig av fiskens vandringsmønster. Areal konflikt med pelagisk fiskeri har særlig vært et tema når norske fiskere ikke kan fiske i britisk sone, noe som vanskeliggjør det å fiske et annet sted dersom store områder beslaglegges av seismikk i norsk sone. Mange trekker også frem at det ofte er store arealer som meldes inn, at disse bør deles opp i mindre bolker.

De fiskerne vi snakket med forteller om jevnlig kontakt med seismikkfartøyene og at kommunikasjonen er god. Derimot er det noen fiskere som også sier at de ikke kontakter seismikkfartøyet uten at det faktisk har oppstått en konflikt. Alle fiskerne vi snakket med mente de hadde opplevd endring i fangst som følge av seismikk, de

aller fleste av dem i form av reduserte fangster.

Informantene i dybdeintervjuene trekker frem adferdsendringer som at fisken skremmes, svømmer unna og stimer splittes, noe som gjør at det er vanskelig å fiske i nærheten av seismikkfartøy, og de fleste velger derfor heller å fiske et annet sted. Noen av informantene sa at de har inntrykk av at det kan ta flere uker før fiskeriet tar seg opp igjen i områder der det har vært seismikk undersøkelser. Det nevnes også at det ikke bare er seismikk som bidrar til adferdsendring hos fisken; også støy fra alle typer fartøy fører til at stimer splittes, særlig hos makrell. Dermed kan dette også forekomme i områder med mange fiskefartøy. Dette med splitting av stimer nevnes også som et større problem i forbindelse med bruker flytetral i forhold til not. Det gjentas av flere i den pelagiske sektoren at de ikke tar seg bryet med å søke erstatning, da deres erfaring er at det er vanskelig å dokumentere tap i dette fiskeriet, og derfor svært vanskelig å få erstatning. Erstatningsordningen synes derimot å fungere greit for det stedbundne fiskeri etter blåkveite, lange og brosme i eggakanten. Generelt trekkes blåkveitefiskeriet frem som et fiskeri hvor de reguleringer som eksisterer fungerer godt.

En annen ting som kom frem i intervjuene, som ikke direkte var svar på spørsmålene, var en frykt/usikkerhet om hvordan seismikk påvirker fiskens vandringsmønster. Mange fiskearter, som både sild, makrell og torsk har faste vandring mellom oppvekst, beite og gyteområder. Fiskerne er bekymret for at fisken forstyrres på disse vandringene, er fiskerne bekymret for hvordan det vil påvirke rekruttering og fremtidig bestandsstørrelse.

5 - Arbeidspakke 4: Påvirkningsmekanismer

Denne arbeidspakken hadde 3 delmål:

- i. Karakterisere lydnivåer i ulike avstander og dyp fra en typisk seismikkundersøkelse i Nordsjøen ved å bruke en eksisterende lydforplantingsmodell validert med allerede innsamlede lydmålinger.
- ii. Utvide modellen til et relevant område med sammenfallende seismikk og fiskeri. Sammenligning av forskjellige tilfeller kan brukes til å teste for potensiell nytte av eventuelle tiltak.
- iii. Analysere allerede innsamlede data på fiskeadferd i nærheten av en seismikkundersøkelse til å forklare potensielle mekanismer som fører til endringer i fangst.

5.1 - Metode og gjennomføring

I denne arbeidspakken har vi utviklet en lydforplantningsmodell som kan brukes til å beregne lydnivå i ulike avstander i ulike områder og for ulike seismikk-kilder. For å validere modellen er det brukt målinger gjort med en autonom farkost (glider) utstyrt med en hydrofon som gjorde lydopptak under en pågående seismikk undersøkelse i Nordsjøen.

5.1.1 - Oppsummering av seismikk lydundersøkelser i Nordsjøen under Glider II prosjektet

Lydmålinger

Lydforplantning fra luftkanonoppsett ble modellert og målt under en kommersiell seismikk undersøkelse ved Ekofiskfeltet i Nordsjøen (dybde ~80-90m). I perioden april/ mai 2022 undersøkte et seismikkfartøy, utstyrt med 24 luftkanoner for en seismikk undersøkelse (total kilde størrelse 3060 in^3 , 254 (dB re $1\mu\text{Pa}@1\text{m}$) 0-peak, kildenivå (Figur V3.1, Vedlegg 3), området i nord-sør retning (~12 km lang) og utførte luftkanonskudd hver 25 m (ca. hvert tiende sek). To sett med lydmålinger ble innsamlet. En stasjonær hydrofonbøye med to hydrofoner (Naxys Ethernet Hydrophone model 02345) ble satt ut utenfor den nordøstlige enden av den seismiske undersøkelsen og målte lyd ved 8 m og 35 m dybde mens seismikkfartøyet kjørte linjer mellom sør og nord. Dette førte til registreringer mellom 3-16 km avstand. En Slocum G3 glider (Teledyne Webb Research), utstyrt med en Ocean Observer hydrofon (Jasco Ltd.) ble brukt til lydmålinger på middels (20 km) til store (120 km) avstander fra den bevegelige seismiske kilden, over det meste av vannsøylen (5 - 55m dybde). Denne undersøkelsen fant sted i perioden 20. april til 30. mai. I tillegg til hydrofonen var Slocum-gliden utstyrt med en temperatur- og konduktivitetssensor (NBOSI CT-sensor, Neil Brown) som beregnet saltholdighet. Gliden var også utstyrt med en trykksensor for å beregne dybde. Disse hjelpemålingene ble anvendt til å beregne forskjeller i lydhastighetsprofiler over prøvetakingsperioden. Dette for å vurdere endringer i lydformplantning med oppvarming av de øverste lagene i vannsøylen i sommersesongen. Lydtrykkmålingene fra hydrofonen ble kalibrert og lydeksoneringsnivå («Sound Exposure Level», SEL) ble beregnet for 10 sekunders intervaller for frekvensområdet fra 5/8Hz (for bøye/glider) til 1 kHz. Bakgrunnsstøy ble estimert og trukket fra for å sammenligne lydmålingene med modellprediksjonene for seismikk-kilden alene.

Ekkolodd målinger av fisk

To WBAT (ekkolodd) ble satt ut på 2 stasjoner lokalisert ved den nordligste enden av to seismikk linjer. Disse registrerte aktiv akustikk data (backscatter/tilbakespredning) kontinuerlig i perioden mellom 13. april og 8. mai 2022. To ubemannede autonome overflatefartøy, en kajakk (fra Havforskningsinstituttet) og Otteren (Maritime Robotics), ble satt ut i nærheten av WBAT-stasjoner 1 og 2 den 1. og 2. mai henholdsvis. De bevegte seg fram og tilbake i området (transekter i vinkelrett retning i forhold til seismikk linjene). Disse samlet data i noen timer,

nemlig tiden det tok for seismikkfartøyet til å seile nordover fra den sørlige enden av en linje helt til WBAT stasjonen på den nordligste enden. Målingene med ekkolodd er beskrevet nærmere i Utne Palm *et al.* (2022).

5.1.2 - Valg av beste lydforplantingsmodell: simuleringer og validering

Lydforplantning ble modellert ved bruk av dBSea-modellprogramvaren (v2.4, Irwin Carr Consulting, Nord-Irland). Batymetri-informasjon ble hentet ut (GEBCO, 2023) for området rundt seismikk-kilden ($x=513511$, $y=6271769$, UTM 31 Nord). Valg av innstillinger for lydforplantingsmodellen ble vurdert ved hjelp av tekniske simuleringer. Ulike parameter-kombinasjoner ble testet og sammenlignet med *in-situ* målinger for validering.

Lydforplantning kan modelleres ved hjelp av forskjellige beregningsmetoder («solvers»), der noen er bedre tilpasset lavfrekvente lyder (som seismikk). dBSea krever en lydsignatur som inngang for lydforplantningsmodellen og kan bare modellere forplantning av sfæriske lydkilder (altså at lyden spres likt i alle retninger) ved lave frekvenser. Ulike signaturer ble hentet ut fra en ikke-sfærisk modellsimulering (Gundalf), innhentet selskapet som var ansvarlig for undersøkelsen, i forskjellige vinkler, fra 0-90° ('dip angle' 0° = vinkelrett på overflaten, 90° = parallelt med overflaten). Den romlige oppløsningen til modellen ble også testet for å vurdere nøyaktighet av simuleringer kontra prosesseringstid. Tabell 5.1 gir en oversikt over kombinasjonen av innstillinger som er testet for totalt 36 tekniske simuleringer. Simuleringene ble utført over 1/3 oktavband (frekvens) med senter fra 12.5 Hz til 800 Hz, modell-grid var delt inn i 100 dybdepunkt, 775 avstandspunkt i simuleringer ble utført i 35 retninger ut fra kilden. Kildesignatur finnes i Vedlegg 3.

Tabell 5. 1 Modell innstillinger testet i de $3 \times 4 \times 3 = 36$ tekniske simuleringer.

Parameter	Antall innstillinger	Simulerte innstillinger
Solver	4	Parabolic Equation (PE), Split Solver med PE for lave frekvenser og Ray Tracer for høye frekvenser, med ~300, ~500, ~700 Hz split terskler
Dip angle	3	0°, 40°, 80°
Range (avstandsoppløsning)	3	100m, 50m, 10m

Modellprediksjonene av SEL-er for 10 sekunder intervaller i retningen der Slocum-glideren gjennomførte datainnsamling (nordover fra den seismiske kilden) ble sammenlignet med de målte SEL-ene fra hydrofonen som var montert på glideren. Visuelle sammenligninger ble gjennomført med både gjennomsnittlige SEL-er for hele vannsøylen og SEL-er for forskjellige dybdelag.

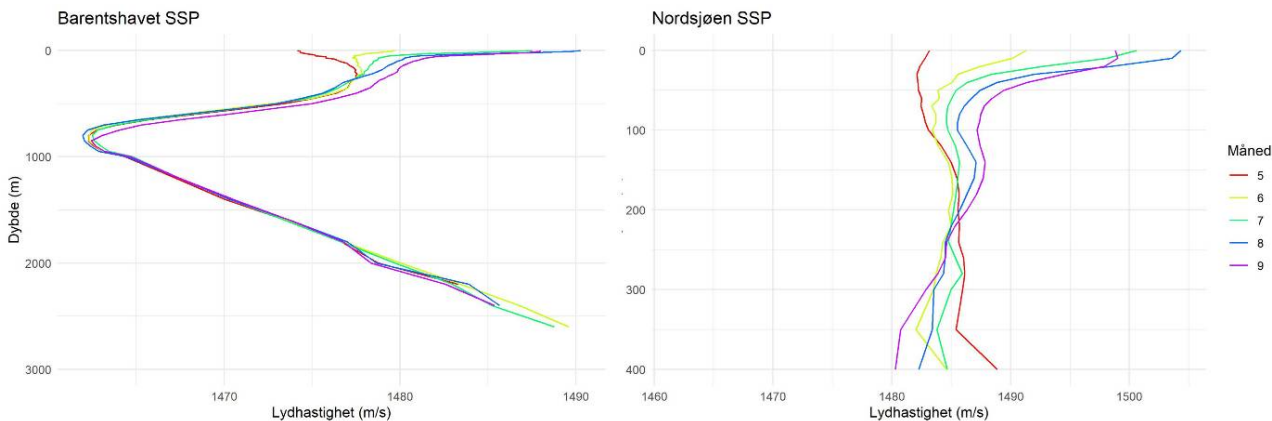
5.1.3 - Valg av casestudier for simulering for lydforplantning i områder med mulig konflikt

Vi valgte to tilfeller for å simulere lydforplantning fra samme kilde som ble modellert i simuleringene. Disse ble gjennomført i samsvar med arbeidet med kvantitativ kartlegging av effekt av seismikk på fiskeri i prosjektets arbeidspakke (Kap.3). Casestudie 1 – *Barentshavet* (BS) – ble valgt i et område hvor blåkveitefiske foregår i kontinentalskråningen mellom Barentshavet og Norskehavet. Den modellerte seismikk-kilden ble plassert på to steder, nær kontinentalskråningen (koordinatene 17.2 E, 70.90N, UTM 33N $x_1=580787$, $y_1=7867740$) og 25 km lenger øst (koordinatene UTM 33N $x_2 = x_1 + 25\,000$, $y_2 = y_1$) for å sammenligne hvordan nærhet til skråningen kan påvirke lydforplantning i dybden. Casestudie 2 – *Nordsjøen* (NS) – ble valgt som det området hvor undersøkelsen som ble brukt for casestudie med Nordsjøisild i AP2 foregikk i perioden mai-august 2024 (Figur 3.3) Seismikk-kilden var lokalisert i sentrum av området (koordinater 2.33E, 60.21N – UTM 31N $x=462716$, $y=6675177$).

Blåkveitefisket pågår vanligvis i to perioder, juni og august (Tabell 3.1). Fisket etter Nordsjøisild finner sted om sommeren, hovedsakelig i juni. For best sammenlikning ble begge scenariene simulert for gjennomsnittlige

vannforhold i mai, før stratifisering av øvre vannsøyle, og i august, med sterk stratifisering/lagdelingen.

Vannsøyleprofiler for temperatur, saltholdighet og lydshastighet ble hentet ut fra World Ocean Database (Mishonov *et al.* 2024) som månedlige gjennomsnitt for året 2024 for et område på omtrent 300x300 km (~90 000 km²) sentrert på kildeposisjonen Figur 5.1.



Figur 5. 1 Lydshastighetsprofiler (Sound Speed Profiles, SSP) for Tilfelle Barentshavet (venstre) og Nordsjøen (høyre) Tilfeller. De fargede linjene viser månedlig gjennomsnitt for hver måned mellom mai (5) og september (9) 2024, gjennomsnittlig over hvert område. Legg merke til økningen i lydshastigheten i de øvre vannlagene på grunn av den progressive temperaturøkningen om sommeren. Den jevne økningen i lydshastighet under 1000 m dybde i Barentshavet skyldes sannsynligvis konstante vann-egenskaper (temperatur, saltholdighet), samt progressiv økning i trykk på grunn av dybde.

Havbunnstyper for de to casestudiene ble hentet fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). Disse ble brukt som enkel øverste lag og forenklet til følgende sediment typer med relativ lydshastighet (m/s), tetthet (kg/m³) og dempingsfaktor: gjørme, sandholdig gjørme, gjørmete sand, sand, grovt substrat og stein/steinblokker (verdiene hentet fra Jensen *et al.* 2011).

Kildestørrelse ble beholdt som de originale simuleringene fra GLIDER II-prosjektet (volum 3060 in³). Modellparameterne som ble valgt som optimale for den kilden i valideringsøvelsen, ble brukt til å simulere de nye scenariene (se Resultater).

I Havforskningsinstituttets rådgivning for seismikkundersøkelser anbefales det at ordinære seismikk undersøkelser gjøre med en avstand på 20 nautiske mil (37 km) unna konsentrerte gytedefelt, eller at det kan vises at lydnivået ikke overstiger SEL på 145 dB re 1 µPa s² (Forland *et al.* 2025). Derfor har vi i begge casestudiene sett på i hvilke avstander denne lydgrensen oppnås.

5.1.4 - Analyser av ekkolodd data fra Glider II prosjektet

Data fra Otter og WBAT ekkoloddene ble prosessert med Echoview 13.1 (Echoview Software Pty Ltd.) hvor også bakgrunnsstøy og impulsiv støy ble fjernet. Ekkoloddene fra kajakken ble prosessert med LSSS (Korneliussen *et al.* 2016), hvor også impulsiv støy ble fjernet. Flere variabler ble regnet fra disse dataene (Tabell 5.2) deriblant volume backscattering coefficient (Sv), som er en indikator på stimenes tetthet, Area scattering coefficient (NASC), som tilsvarer akustisk mengde og er en indikator på fisk biomasse, Center of Mass, og Intertia (Urmy *et al.* 2012).

Tabell 5.2 Liste over plattformer, ekkolodd transdusere og type analyse utført med variablene som ble regnet.

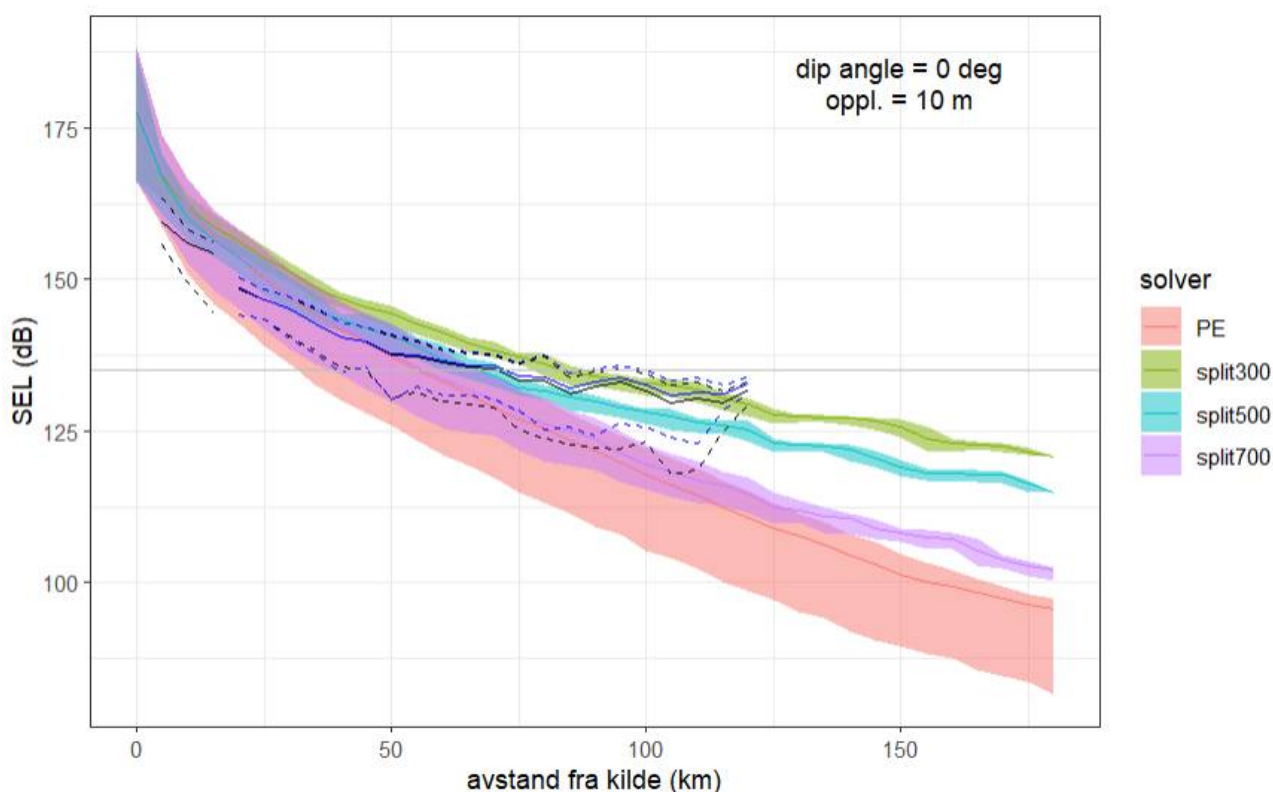
Plattform	Transduser	Analyse	Variabler
-----------	------------	---------	-----------

Otter	38 kHz, smalband (CW)	min S_v -terskel = -65 dB, min stim høyde 3.5 m, min stim lengde 20 m	Tetthet (S_v , dB re 1 m^{-1}), akustisk mengde (NASC, $\text{m}^2 \text{nm}^{-1}$), Center of Mass (m), Inertia (m^{-2})
Kajakk	200 kHz, bredband (FM)	min S_v -terskel = - 65 dB, slør/stimdeteksjon,	Tetthet (S_v , dB re 1 m^{-1}), akustisk mengde (NASC, $\text{m}^2 \text{nm}^{-1}$), Center of Mass (m), Inertia (m^{-2})
WBAT	200 kHz, bredband (FM)	Enkel fisk deteksjon, min target strength (TS) terskel -50 dB	Antall fisk per tidsintervall

5.2 - Resultater

5.2.1 - Simuleringsresultater og valg av beste modell

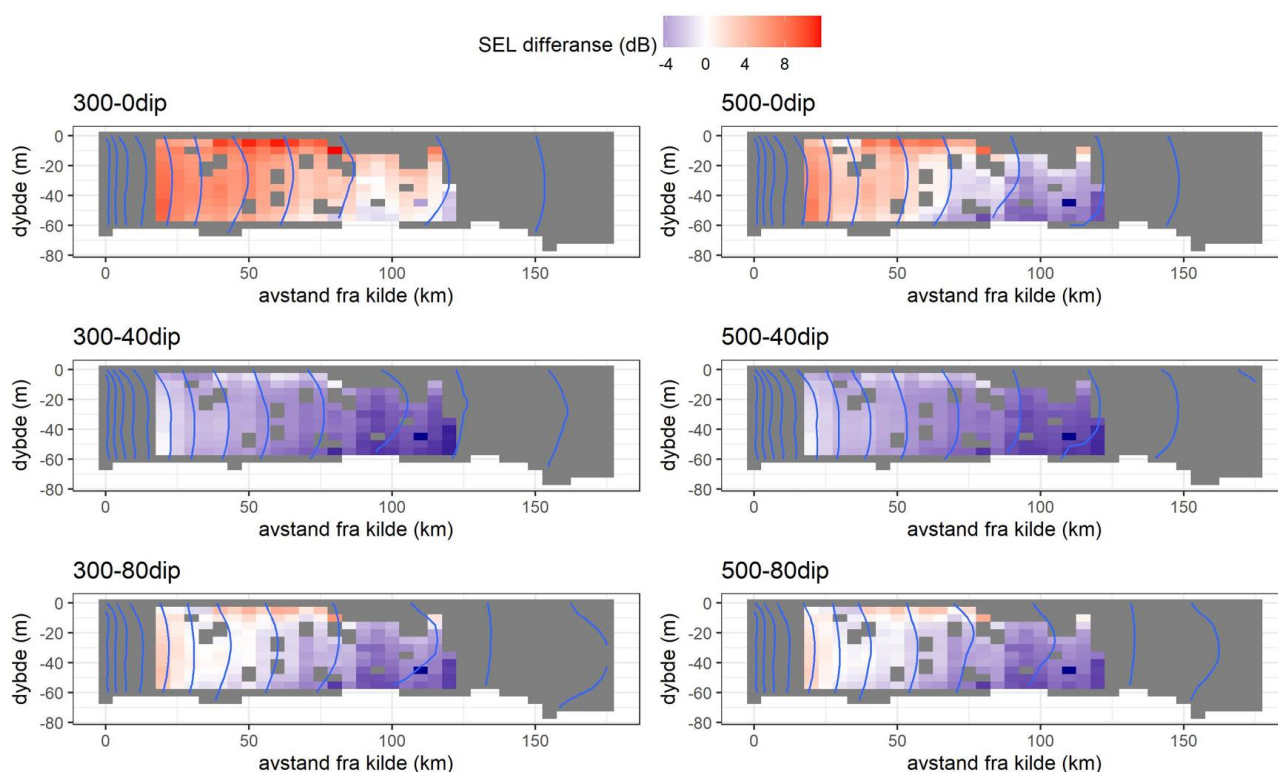
Resultatene fra simuleringer ble sammenlignet med målinger på tvers av de testede innstillinger (solvers, dip angles, oppløsninger). Når SEL verdiene ble sammenlignet i snitt for hele vannsøylen for den høyeste oppløsningen (10 m), viste resultatene at split solvers presterte bedre enn Parabolic Equation (PE) alene, spesielt for split terskler på 300 og 500 Hz (Figur 5.2). PE og split solver 700 kHz overestimerte i nærheten og underestimerte lengre unna seismikk kilden.



Figur 5.2 Modellestimer av lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1 \mu\text{Pa}^2 \text{s}^2$, y akse) med avstand fra kilde (x akse) for simuleringer med forskjellige typer 'solvers' (se legenden). De fargede linjene viser gjennomsnittsverdier og de fargede bånd viser 95% konfidensintervaller. Til sammenligning, gjennomsnittlige målte SEL verdier med 95% konfidensintervaller vises respektivt med de svarte hele og stiplede linjer.

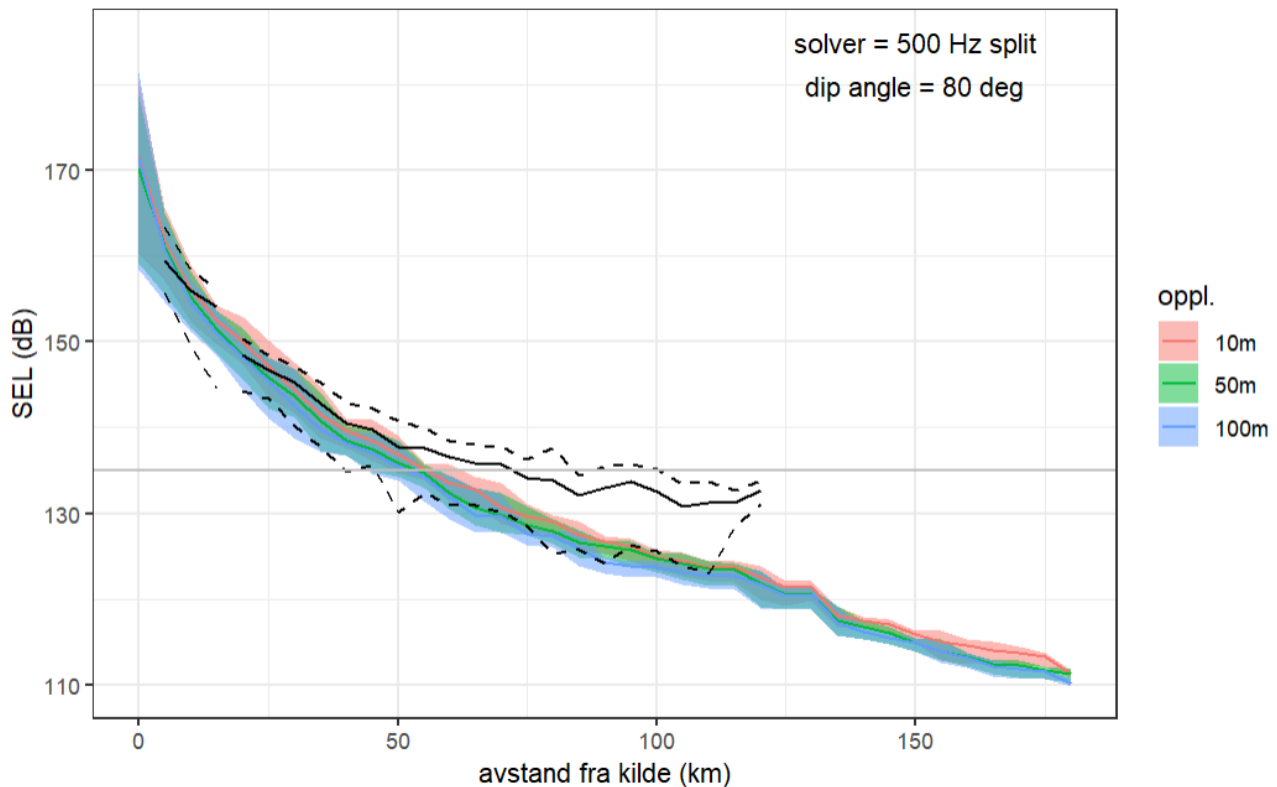
For de 300 Hz og 500 Hz split solvers, bruk av 0 deg. «dip angle» overestimerte SEL verdiene i nærheten av kilden og underestimerte dem lengre unna. Bruk av 40 deg. «dip angle» underestimerte dem på alle avstander, men bruk av 80 deg. var nærmest målingene (Figur 5.3). I alle tilfellene, overestimerte modeller mest langs

overflaten, og underestimerte mest ved bunnen.



Figur 5.3 Differansen mellom lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$) fra modellestimer og målinger med avstand fra kilde (x akse) og dybde (y akse) for simuleringer med forskjellige typer «solver» og «dip angles» (se panel tittel). Fargeskalaen (se legenden) representerer differansen i dB. Røde farger viser avstander og dybder der modellen overestimerer i forhold til målinger og blåe farger der den underestimerer. Der plottet er hvit, er verdiene rundt null, dvs der modell og målingene er like (differanse ~ 0). De blåe linjene er isolinjer for SEL verdier fra modellen som viser hvordan modellen estimerer lydforplantning med avstand og dybde.

Den optimale modellen for denne kilden ble derfor evaluert til å være den Parabolic-Ray split solver (der vi valgte en split terskel på 500 Hz) med 80 deg. «dip angle». Den laveste romlig oppløsningen testet (10 m) ble brukt til å simulere tilfeller med lavest prosesseringstid, siden resultatene var sammenlignbare på tvers av oppløsninger (Figur 5.4).

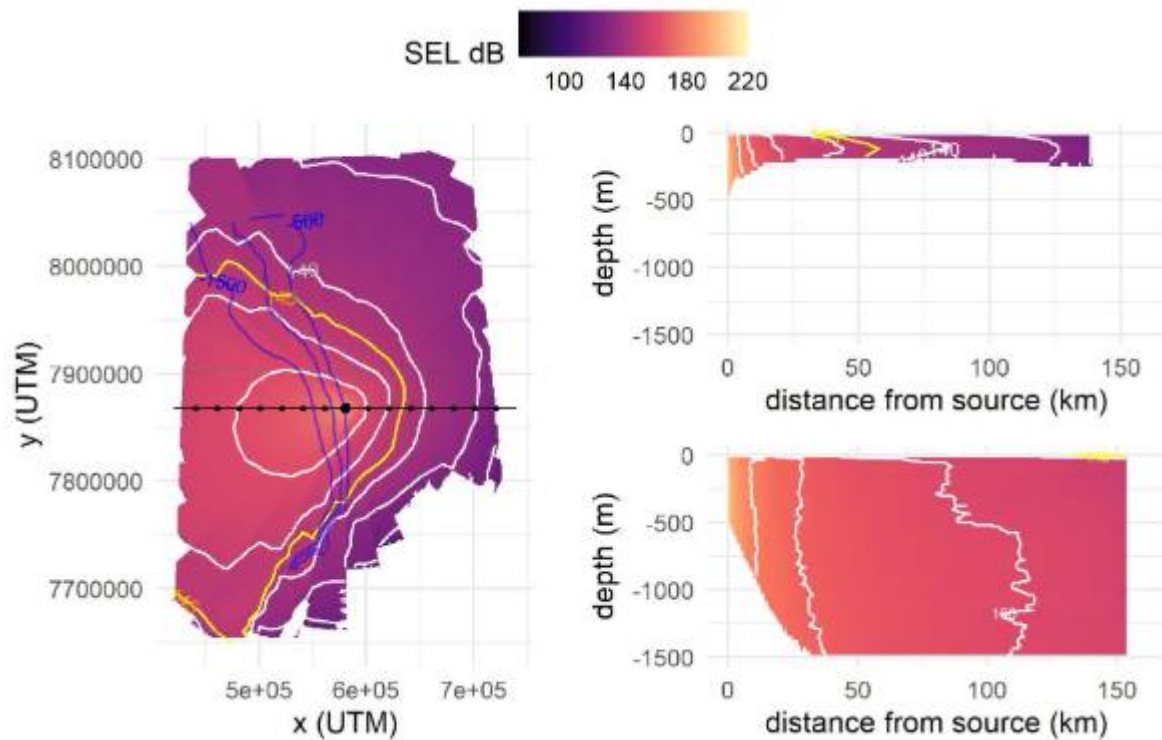


Figur 5.4 Modellestimater av lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$, y akse) med avstand fra kilde (x akse) for simuleringer med forskjellige romlige oppløsninger (se legenden). De fargede linjene viser gjennomsnittsverdier og de fargede bånd viser 95% konfidensintervaller. Til sammenligning, gjennomsnittlige målte SEL verdier med 95% konfidensintervaller vises respektivt med de svarte hele og stiplede linjer.

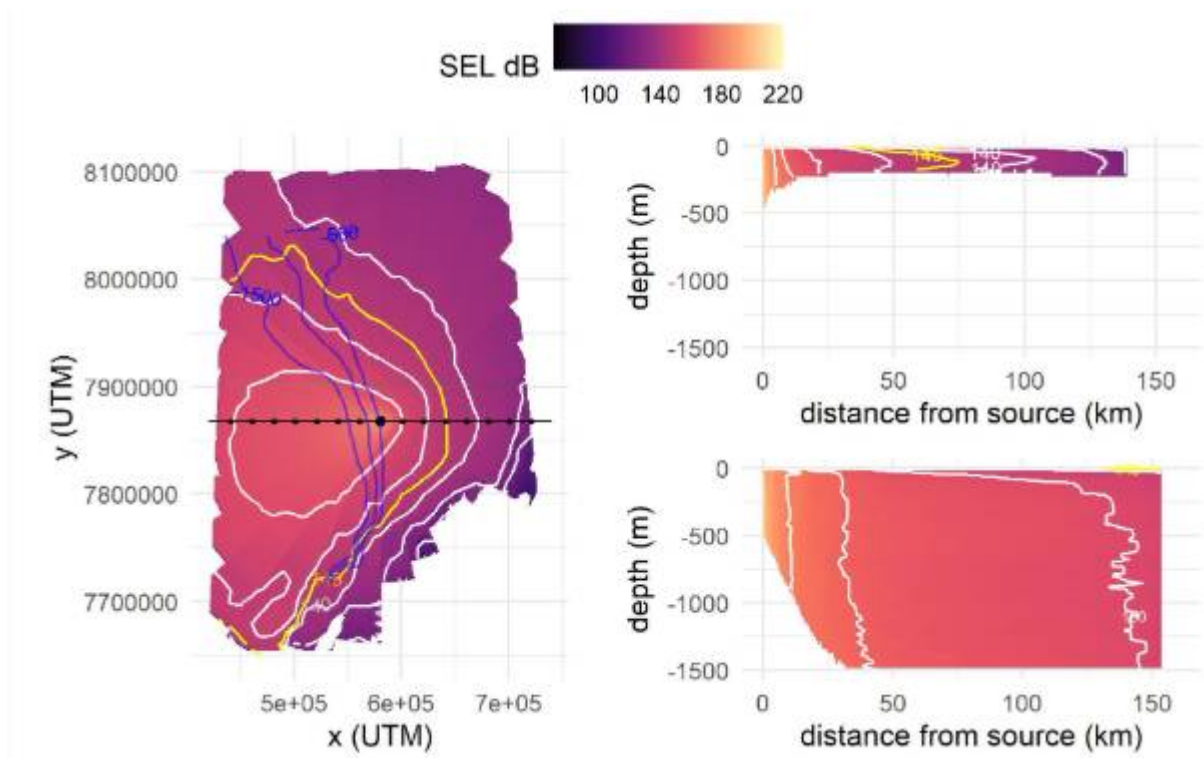
5.2.2 - Casestudie 1: Barentshavet

Lyden forplantet seg mye lenger i vestlig retning mot de dypere områdene (>1500 m dybde) enn i østlig retning over Barentshavets sokkelen (~250 m dybde), med sammenlignbare SEL verdier >>100 km lenger borte fra støykilden i det vestlige transektet enn i det østlige (Figur 5.5). Lyddemping var sterkest ved overflaten, og i mindre grad enn ved havbunnen, i de grunne områdene (Figur 5.5, se transekt sammenligning). Lyden forplantet seg lenger i august (Figur 5.6) enn i mai, spesielt i de øverste 500 m av vannsøylen.

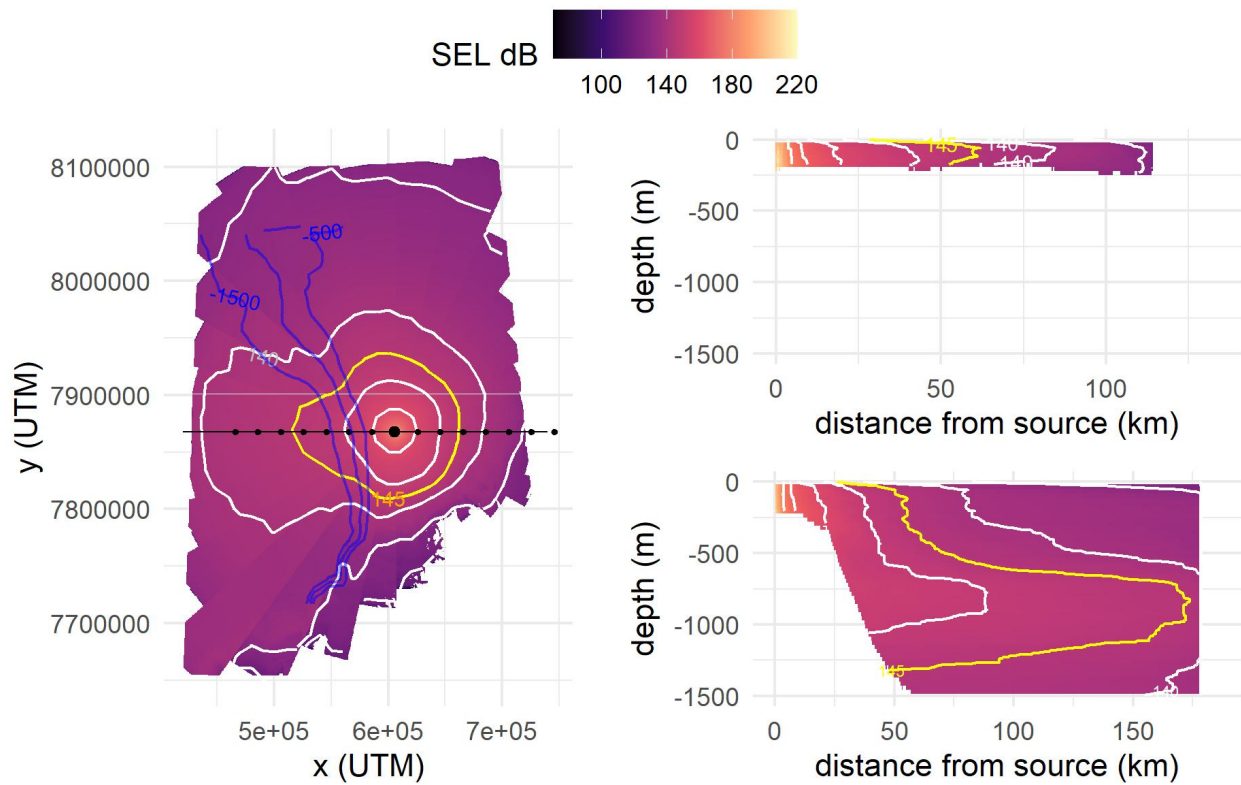
Ved sammenligning mellom kildeplasseringen ved sokkelkanten og plasseringen 25 km lenger øst (på sokkelen, (Figur 5.7)) var reduksjonen i utbredelsen i vestlig retning betydelig. Lyd forplantet seg imidlertid mye lenger på rundt 800 meters dyp. Samme område i august viste samme romlige mønstre som i mai, men enda lengre forplantning (Figur 5.8).



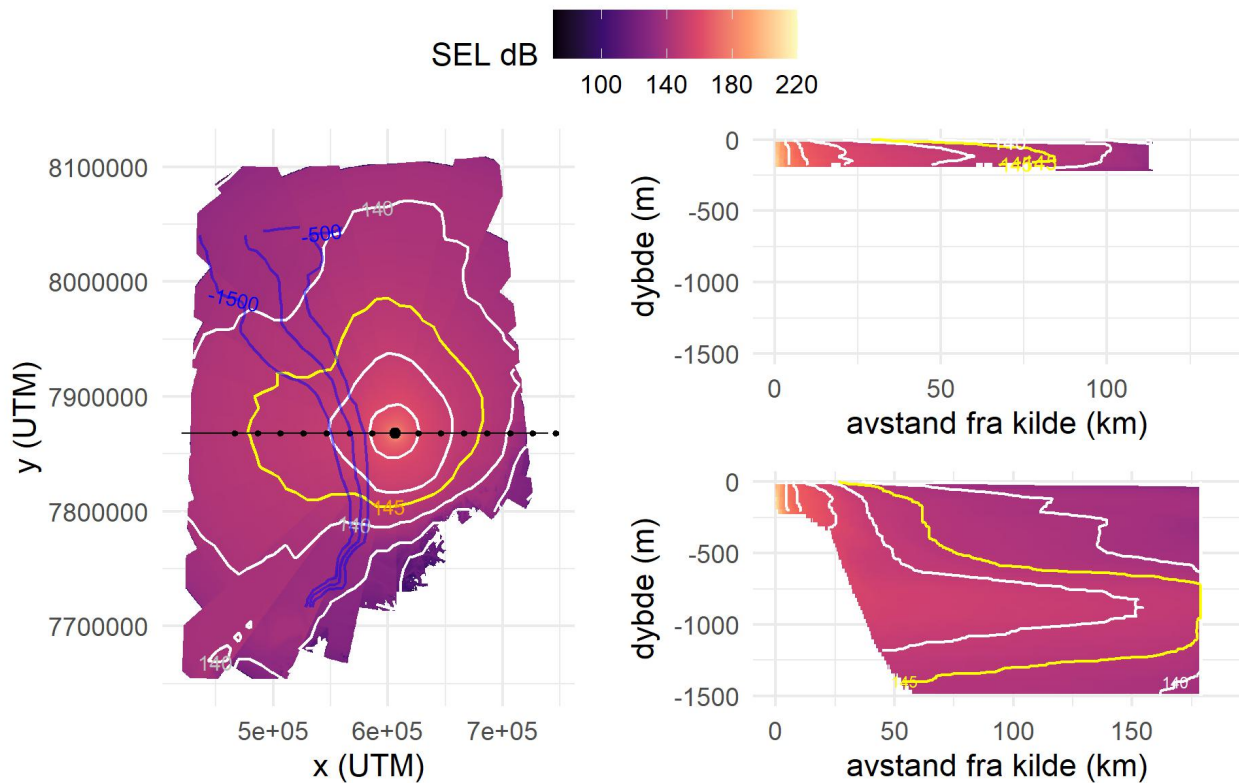
Figur 5.5 Lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$, fargeskala) i intervaller på 10 sekunder for BS-casestudie området for mai måned 2024. Et fugleperspektiv av området med SEL-er gjennomsnittlig over dybder (venstre panel) og østover og vestover (øvre og nedre høyre paneler) på tvers av dybde. Hvite linjer markerer konturene til SEL-verdier i snitt over hele vannsøylen mellom 120 og 180 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$ og den gule linjen markerer 145 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$. Svarte linjer i venstre panel viser transektenes posisjon med avstandsmerker for hver 20 km. Blå linjer viser 500 m, 1000 m og 1500 m dybdekonturer.



Figur 5.6 Lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$, fargeskala) i intervaller på 10 sekunder for BS-casestudie for august måned 2024. Et fugleperspektiv av området med SEL-er gjennomsnitt over dybder (venstre panel) og østover og vestover (øvre og nedre høyre paneler) på tvers av dybden. Hvite linjer markerer konturene til SEL-verdier i snitt over hele vannsøylen mellom 120 og 180 dB re $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$ og den gule linjen markerer 145 dB re $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$. Svarte linjer i venstre panel viser transektenes posisjon med avstandsmerker hver 20 km. Blå linjer viser 500 m, 1000 m og 1500 m dybdekonturer.



Figur 5.7 Lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$, fargeskala) i intervaller på 10 sekunder for BS-casestudie for mai måned 2024, kildeposisjonen flyttet 25 km mot øst som opprinnelig kilde. Fugleperspektiv av området med SEL-er i gjennomsnitt over dybder (venstre panel) og østlige og vestlige transekter (øvre og nederste høyre panel) som viser forplantningen over dybder. Hvite linjer markerer konturene til SEL-verdier i snitt over hele vannsøylen mellom 120 og 180 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$ og den gule linjen markerer 145 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$. Svarte linjer i venstre panel viser transektenes posisjon med avstandsmerker hver 20 km. Blå linjer viser 500 m, 1000 m og 1500 m dybdekonturer.

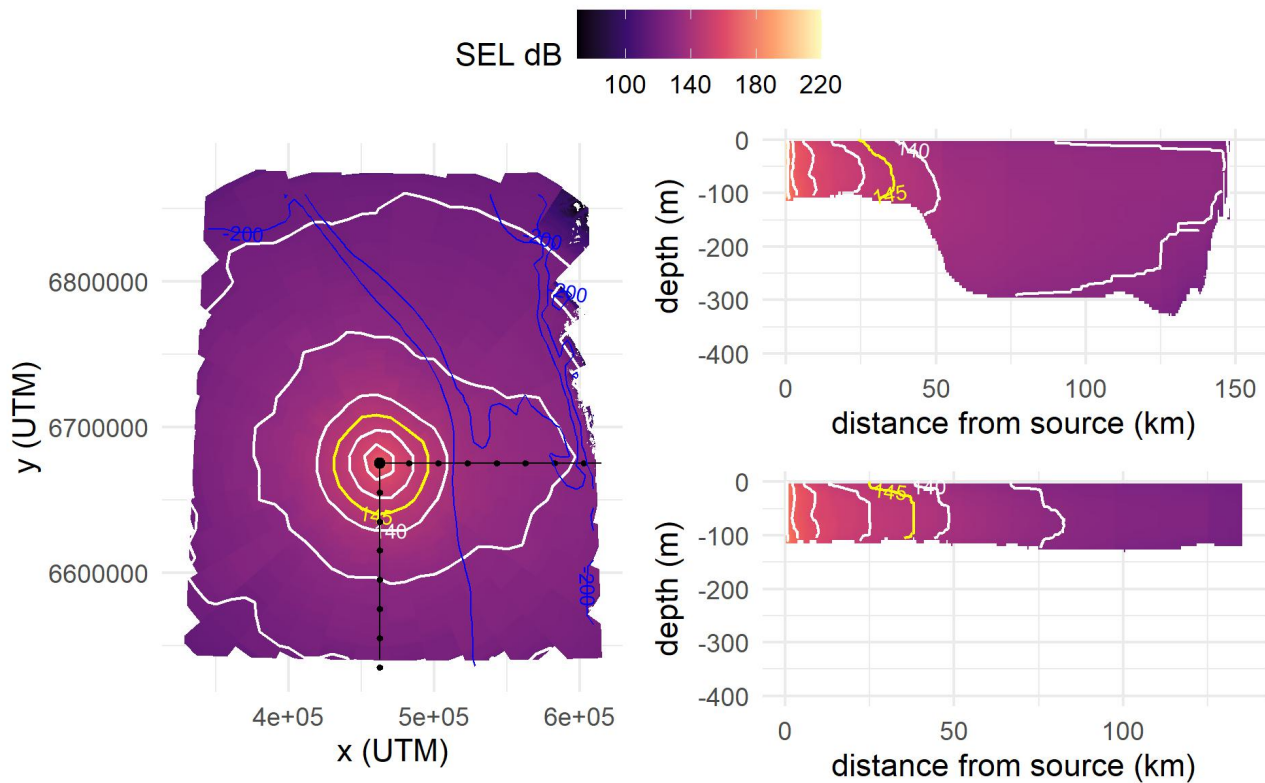


Figur 5.8 Lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$, fargeskala) i intervaller på 10 sekunder for BS-casestudie for august måned 2024, kildeposisjonen flyttet 25 km mot øst som opprinnelig kilde. Fugleperspektiv av området med SEL-er i gjennomsnitt over dybder (venstre panel) og østlige og vestlige transekter (øvre og nederste høyre panel) som viser forplantningen over dybder. Hvite linjer markerer konturene til SEL-verdier i snitt over hele vannsøylen mellom 120 og 180 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$ og den gule linjen markerer 145 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$. Svarte linjer i venstre panel viser transektenes posisjon med avstandsmerker hver 20 km. Blå linjer viser 500 m, 1000 m og 1500 m dybdekonturer.

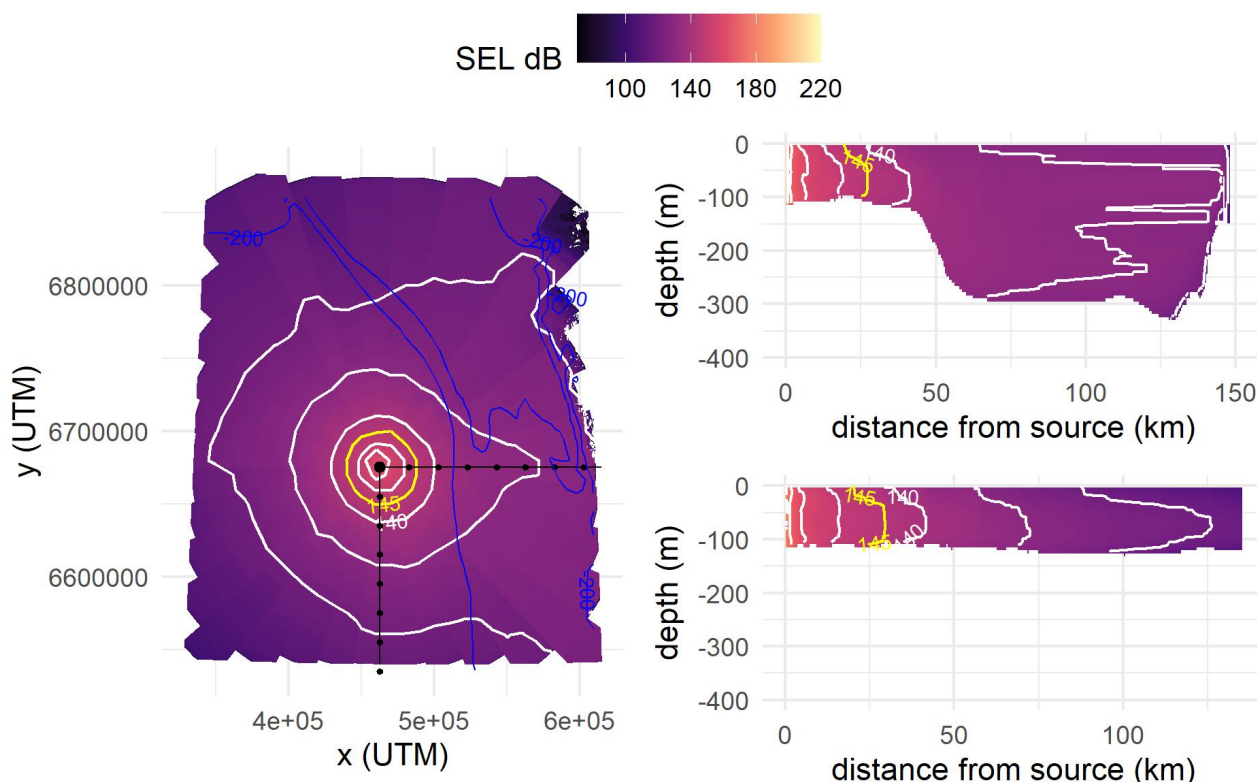
5.2.3 - Casestudie 2: Nordsjøen

Lyden forplantet seg relativt likt i alle retninger i begge månedene. Dette med unntak av den østlige retningen, hvor Norskerenna bidro til videre forplantning av lyden, med sammenlignbare lydnivå ~50 km lenger unna kilden i det østlige transektet enn i det sørlige (Figur 5). Lyd forplantet seg forskjellig mellom de valgte simuleringsperiodene og viste totalt sett et større fotavtrykk i mai enn i august (Figur 5.8, Figur 5.9).

Lydforplantning ved overflaten (<50m) ble spesielt redusert i august. SEL nivåer falt under 145 dB re $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$ ved ~25-30 km avstand fra kilden i begge månedene.



Figur 5.8 Lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$, fargeskala) i intervaller på 10 sekunder for NS-casestudie for mai måned 2024. Fugleperspektiv av området med SEL-er gjennomsnittlig på tvers av dybder (venstre panel) og østover og sørgående transekter (øvre og nedre høyre paneler) på tvers av dybden. Hvite linjer markerer konturene til SEL-verdier i snitt over hele vannsøylen mellom 120 og 180 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$ og den gule linjen markerer 145 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$. Svarte linjer i venstre panel viser transektenes posisjon med avstandsmerker hver 20 km. Blå linjer viser 200 m og 300 m dybdekonturer.

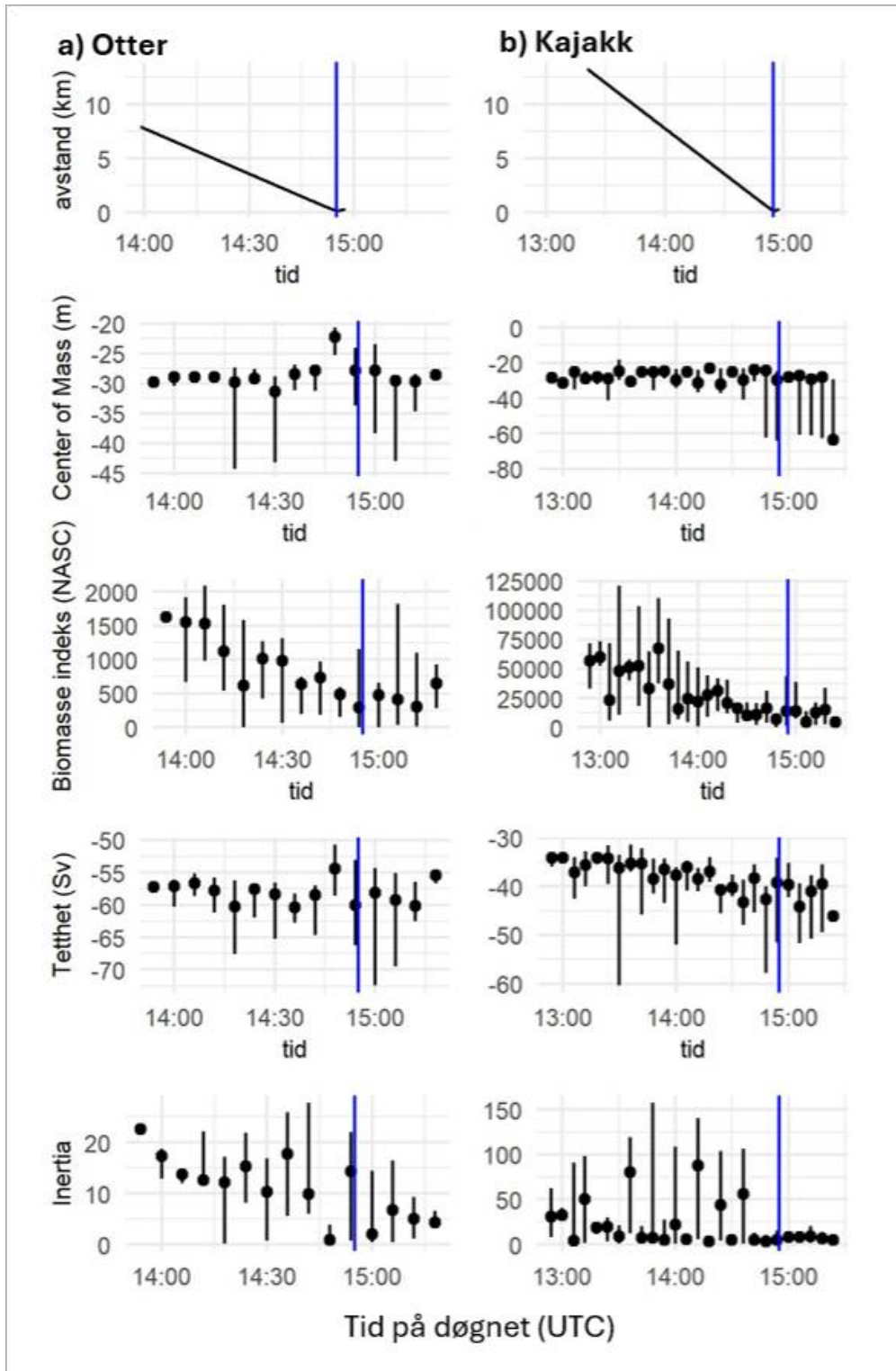


Figur 5.9 Lydeksponeringsnivåer (SEL dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$, fargeskala) i intervaller på 10 sekunder for NS-casestudie for august måned 2024. Fugleperspektiv av området med SEL-er gjennomsnittlig over dybder (venstre panel) og østover og sørgående transekter (øvre og nederste høyre paneler) på tvers av dybden. Hvite linjer markerer konturene til SEL-verdier i snitt over hele vannsøylen mellom 120 og 180 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$ og den gule linjen markerer 145 dB re $1\mu\text{Pa}\cdot\text{s}^2$. Svarte linjer i venstre panel viser transektenes posisjon med avstandsmerker hver 20 km. Blå linjer viser 200 m og 300 m dybdekonturer.

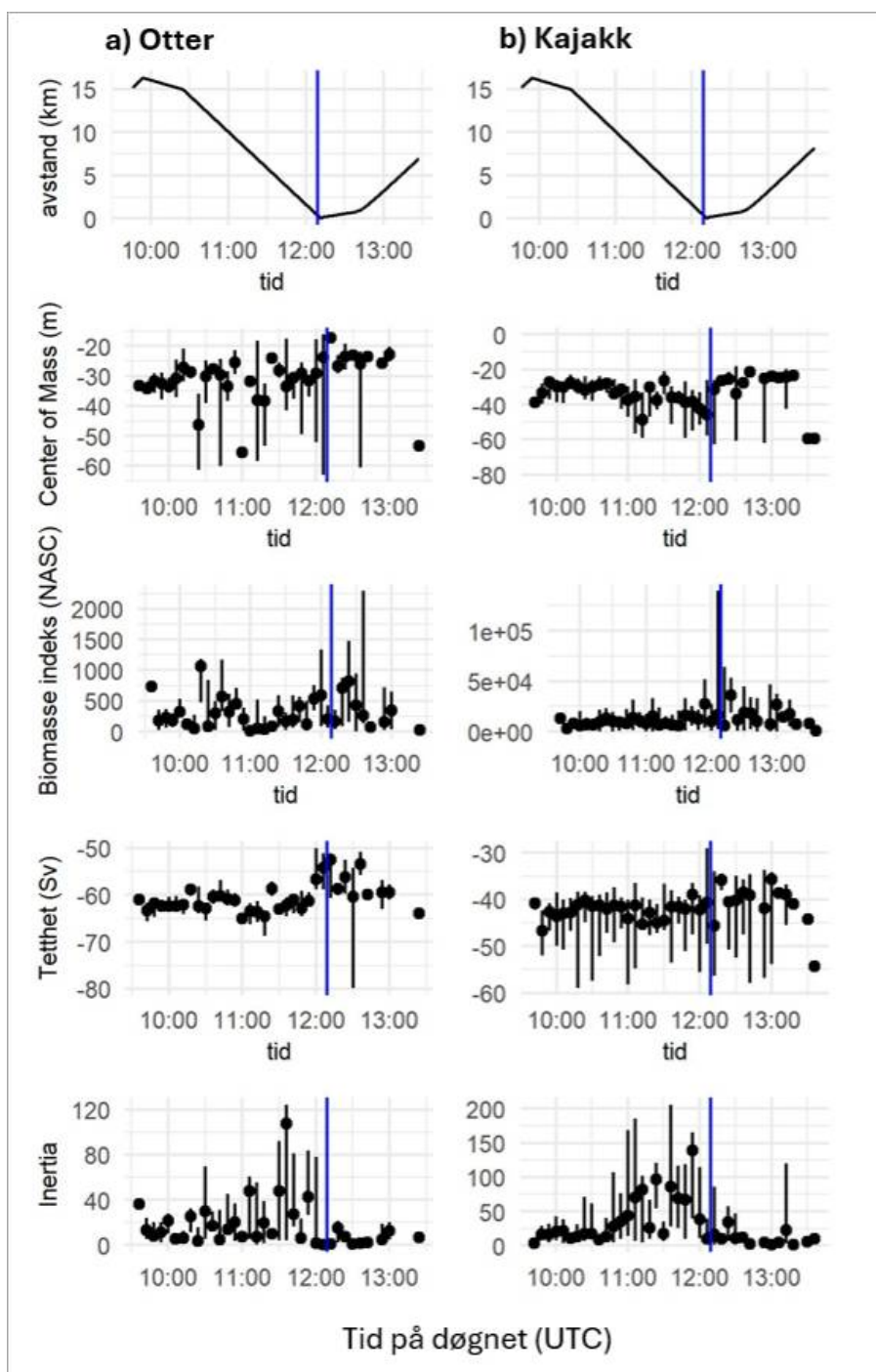
5.2.4 - Adferdsendringer

Ved stasjon 1, var den en nedgang i biomasse indeksen (NASC) ettersom seismikkfartøyet nærmet seg, men dette var ikke tilfellet for stasjon 2 (Figur 5.10, 5.11). Det var en liten økning i tetthet akkurat når skipet passerte i begge stasjonene, men mest tydelig ved stasjon 2. I flere tilfeller er økningen innenfor de variasjoner som finnes i resten av transektet, så dette er ikke noe som er sannsynlig å gi noen signifikant avvik (grunnet lite data er det ikke gjort noe statistikk). Noe av biomassen ser ut til å ha beveget seg dypere etter den passeringen av seismikk skip ved stasjon 1 i kajakkdataene (høyre kolonner Figur 5.10) og det var en tendens til at biomassen bevegde seg dypere i siste fase av seismikkfartøyet tilnærming ved stasjon 2 i kajakk-dataene (høyre kolonner Figur 5.11). Otter-dataene plukket opp litt motsatte trender; her ser det ut til at biomassen beveget seg høyere i vannsøylen ved passering av seismikk skipet (venstre kolonner Figur 5.10, 5.11). Inertia, som er et mål på spredning av biomassen vertikalt i vannsøylen, var i alle tilfellene lavere rundt passering og etter det. Dette kan tyde på at fisken samlet seg/gikk tettere når seismikkfartøyet var på sitt nærmeste, noe som er også synlig fra ekkogrammene (Figur 5.12).

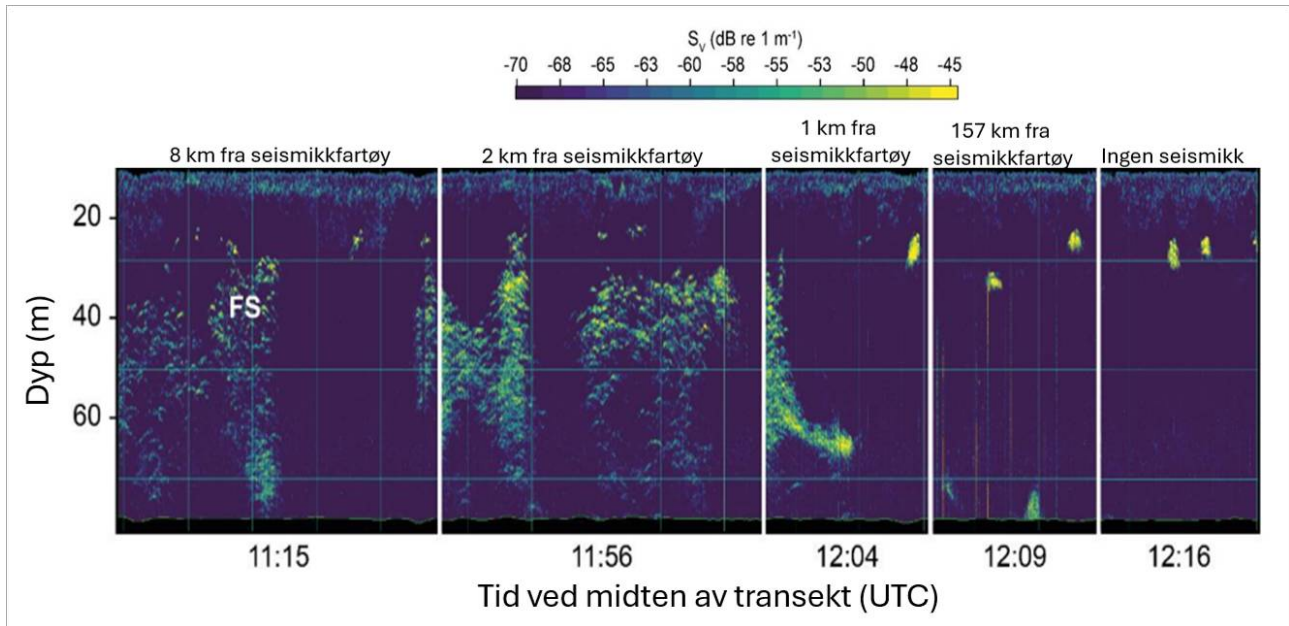
Oppsummert kan vi si at de trender vi så var ikke entydige på tvers av de to plattformene og stasjonene. Dette tyder på at eventuelle reaksjoner varierer, men det kan se ut til å være en trend at fisken aggregerte i vannsøylen etter nærmest passering, og at dette vedvarte opp til en 1t, 45min, som tilsvarte lengste varighet av målinger etter passering.



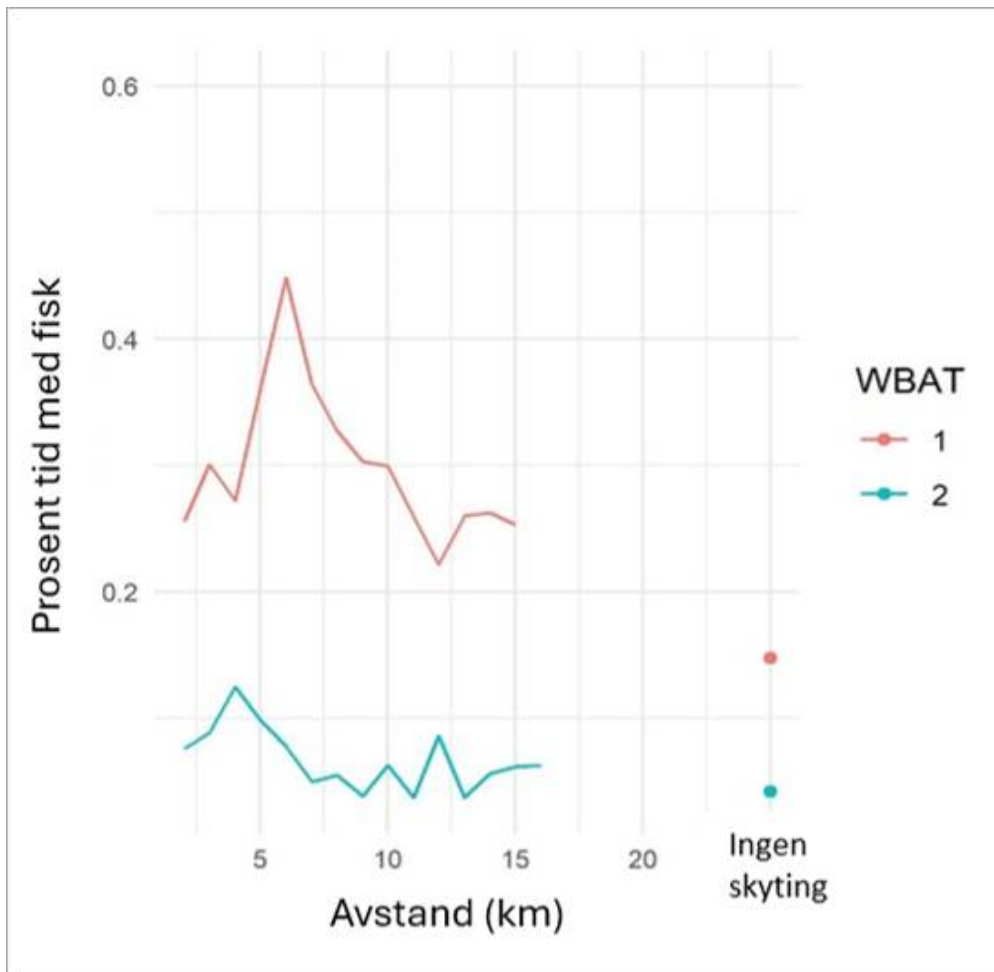
Figur 5.10. Variabler (Center of Mass, Biomasse indeks, Tetthet og Inertia) som beskriver endringer i fiskestimenenes egenskaper under tilnærming av seismikkfartøyet til stasjon 1, for a) Otter dronen (venstre kolonne) og b) kajakk dronen (høyre kolonne) kjørte fram og tilbake og overvåket fisk med ekkolodd. Den øverste plot viser avstand av seismikkfartøyet fra stasjonen over tid og de blå vertikale linjene merker tidspunkt for nærmeste passering.



Figur 5.11. Variabler (Center of Mass, Abundance, Tetthet og Inertia) som beskriver endringer i fiskestimenenes egenskaper under tilnærming av seismikkfartøyet til stasjon 2, for a) Otter dronen (venstre kolonne) og b) kajakk dronen (høyre kolonne) kjørte fram og tilbake og overvåket fisk med ekkolodd. Den øverste plot viser avstand av seismikkfartøyet fra stasjonen over tid og de blå vertikale linjene merker tidspunkt for nærmeste passering.

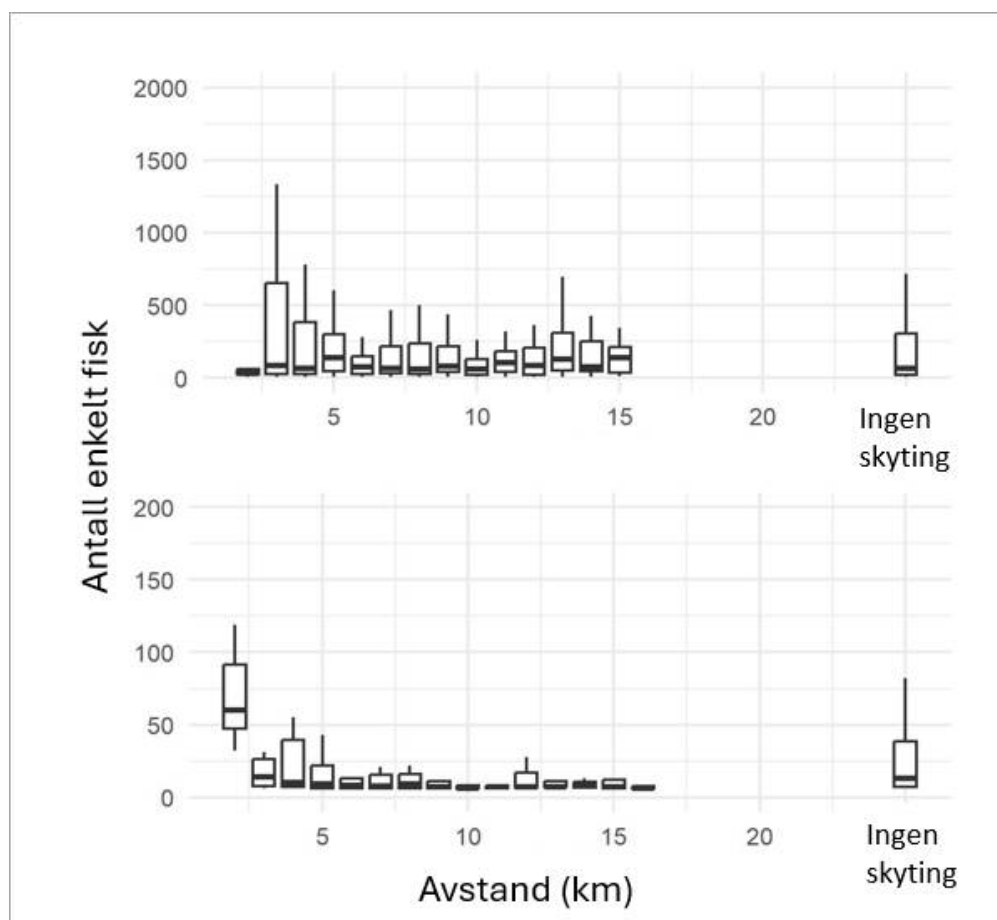


Figur 5.12. Ekkogram fra Otter plattformen ved stasjon 2. Målingene av biomasse tetthet (S_v , fargeskala) over tid er delt i transekter fram og tilbake i vinkelrett retning i forhold til seismikk linje. FS= fiskestim. Tekst over hver transekt viser den gjennomsnittlige avstand av seismikkfartøyet fra stasjonen. Her ser man tydelig at den vertikale spredningen av fisk er sterkt redusert fra ca 1 km avstand før nærmest passering og forble uendret også noe etter passering, når skyting pauses fram til start av neste linje. Figuren er hentet fra Priou et al. 2023.



Figur 5.13 Forekomst av fisk (uansett antall) ved ulike avstander fra seismikk fartøyet målt av ekkolodd på WBAT ved stasjon 1 (øverst) og 2 (nederst) mellom 13. april og 8. mai 2022. Dette ble målt som prosent av tid (integreringsperioder på 6 min) der antall enkelte fisk > 0. I perioden seilet seismikkfartøyet fram og tilbake på survey linjene flere ganger. Punktet lengst til høyre i plottet viser data der fartøyet er på ulike avstander, men skyter ikke.

Trender i forekomster og antall enkeltfisker med avstand fra seismikkfartøyet vises i Figur 5.12 og 5.13, basert på data fra WBAT stasjonene. Figur 5.13 viser prosent av tid med forekomst av fisk, uavhengig av antall fisk. Denne trenden er ikke økende med økende avstand fra seismikk-fartøyet, som ville ha vært et tegn på at fisken unngår fartøyet. Økningen ble observert ved små til mellomstore avstander (~3-6 km). I alle tilfeller der det var fisk tilstede, er det ikke noen tendens til at antall enkeltfisk øker med avstand (Figur 5.14), men flere enkeltfisker ble observert rundt 1-2 km fra fartøyet enn lengre unna (NB. svært lite data for avstander < 1km, derfor ikke presentert i figuren).



Antall enkelte fisker (hvis >0) målt av ekkolodd på WBAT ved stasjon 1 (øverst) og 2 (nederst) mellom 13. april og 8. mai 2022. I perioden seilet seismikkfartøyet fram og tilbake på survey linjene flere ganger. Data er integrert i tid for hver 6 min (ca 900 m seilt avstand) og består av mange tilnærminger. Boksen lengst til høyre i x akse viser data der fartøyet er på ulike avstander, men skyter ikke.

5.3 - Oppsummering og diskusjon

Lydforplantning

Generelt beveger lyd seg raskere i varmere vann, ved høyere salinitet og ved høyere trykk (dvs. i dybden), men det viktigste for lydforplantningen i denne sammenhengen er hvordan lydhastigheten endre seg med dybde. I havet avtar lydhastigheten typisk med dybden i de øvre lagene hvor temperaturen synker raskt (termoklinen), og begynner deretter å øke igjen på større dyp på grunn det høye trykket her. Dette skaper et dybdesjikt der lydhastigheten er på et minimum (se Figur 5.1), kalt SOFAR-kanalen (Sound Fixing and Ranging). Dette er et sjikt som ofte ligger på omtrent 600 til 1200 meters dyp, hvor lyden «fanges» og kan propagere over lange avstander med lite demping (Medwin and Clay, 1998).

Vi ser for Barentshavet at lyden generelt forplanter seg lengre i august enn i mai, og en av forklaringene på dette er at det i mai er et lokalt lydhastighetsminimum nær overflaten som vil føre til mer interaksjon med overflaten enn i august. For Nordsjøen ser vi av lydhastighetsprofilene at lyden vil ha mer interaksjon med havbunnen i august og dette vil være en viktig faktor til at lyden forplanter seg over kortere avstander i august enn i mai.

Modellering i Barentshavet viste at utbredelsen i dypere områder er betydelig høyere enn i grunne områder. I tillegg, for visse dybder (dybde på minimum SSP, SOFAR-kanal), er forplantningen betydelig lengre (~800m i i casestudie i Barentshavet). Dette samsvarer med teoretiske forventninger. Modellering for Barentshavet, der

kilden ble flyttet 25 km lengre øst på grunnere vann, beviser dette ytterligere. Man kan se at lydforplantning i dybde (mot vest) er betydelig redusert pga. at den absorberes i de første 25 km på grunt vann.

I grunne områder er dempningen høyest ved overflaten og langs bunnen med tanke på modellresultater, mens målinger ved Ekofisk (~90m) viste at dempningen er høyest kun ved overflaten. Dette kan variere mellom områder med ulike havbunnsegenskaper, men alle scenarier som ble modellert hadde en dominans av sandbunn, lik Ekofisk-eksemplet.

Resultatene våre viser derfor at ved å plassere lydkilden på grunnere vann vil de høyeste lydnivåene forplante seg over kortere avstander, og dermed vil færre fisk bli eksponert for slike høye lydnivåer. I de områdene som vi har modellert for, tyder dette derfor på at fisk som lever i grunne områder, vil derfor være mindre utsatt for støy fra seismikk enn arter i dypere områder, spesielt de som lever på dyp rundt minimum lydhastighet, der lydutbredelsen er høyest (f.eks. arter på kontinentalsokkelen bryter ved ~800 m).

Modelleringen viste at lyden fra den samme seismikk-kilden på samme avstand vil være kraftigere i områder rundt Eggakanten i Norskehavet/Barentshavet enn på en bank i Nordsjøen, tilsvarende områdene for de to fiskeristudiene med henholdsvis blåkkeite og sild i AP2 ble gjort. Dersom det er slik at fisk skremmes ved et gitt lydnivå, vil altså skremmeavstand være mindre i Nordsjøen sammenliknet med Norskehavet/Barentshavet. Det er også viktig å understøtte at eksponering og effekt ikke nødvendigvis er samme sak, vi vet for lite om hvordan ulike fiskearter eventuelt responderer på ulike eksponeringsnivåer. Det er også verd å merke seg at f.eks. sild har lagt bedre hørsel enn blåkkeite (eks. Popper og Hawkins, 2021), og derfor vil samme lydnivå oppfattes ulikt av disse artene. I tillegg Dette er jo også bare en av mange faktorer kan innvirke på hvordan de reagerer og hvordan fangsten påvirkes (se kap 2).

Det er også verd å merke seg at simuleringen som er vist i figurene for casestudiene i Barentshavet og Nordsjøen er gjort med samme kildestørrelse, og denne er den samme som var brukt i undersøkelsen hvor en hadde målinger (3060 in^3). Kildestørrelse som brukes i ulike undersøkelser på norsk sokkel varierer; kilden som ble brukt i casestudiet for sild i Nordsjøen hadde volum på 4710 in^3 , slik at den faktiske lyden på de ulike avstander for denne spesifikke undersøkelsen nok var høyere enn det som vises her.

Adferdsendringer

Dataene fra WBAT stasjoner viser ikke noen klare trender i hverken forekomst eller antall enkelt fisk med avstand fra seismikkfartøyet. Våre data viser trender innsamlet over en 25 dagers periode, hvor mange tasekter ble kjørt og dermed med ulike avstander fra seismikk-skipet. De to stasjoner vi overvåket på ulike dager i noen timer hver. viser en nedgang i biomasse med når seismikkfartøyet nærmer seg stasjon 1 (Figur 5.10), men ikke på stasjon 2 (Figur 5.11). Disse dataene gir derfor ikke noe grunnlag for å si hvorvidt Vi kan fisk reagerer på seismikk ved å trekke unna fartøyet på de målte avstander (~ 1-10 km).

Den mest konsekvent adferdsendring som ble målt (av begge plattformene ved begge stasjonene) var redusert vertikal spredning (inertia). Dette startet omtrent nær seismikk skipet var på sitt nærmeste, og fortsatte i godt over en time (måling pågikk 1 t, 45 min etter dette, og vedvarte hele denne perioden). Dette kan muligens forklares ved at fisk samler seg i stimer, tilsvarende en antipredator reaksjon. Fisketetthet generelt (Sv) økte noe i stasjon 2, men ikke i stasjon 1. Dette tyder på at eventuelle reaksjoner varierer, og det kan også ha sammenheng med hvilke arter som var til stede, noe vi ikke har informasjon om for disse målingene. For eksempel i Figur 5.12 (stasjon 2) kan man se en mulig inndeling i to grupper; tette små stimer i øverste lag av vannsøylen og andre mindre som beveger seg nedover i vannsøylen og så forsvinner fra ekkogrammet. Dette kan være årsaken for at gjennomsnittlig dybde (Center of mass) ikke viser tydelige trender i disse tilfellene.

6 - Arbeidspakke 5: Løsninger

Denne arbeidspakken hadde 3 delmål:

- i. Arrangere 2 arbeidsmøter, et i start og et i slutfasen av prosjekt, det første for å kartlegge de største utfordringene, og det andre for å diskutere mulige løsninger.
- ii. Utvikle et interaktivt digitalt verktøy for visualisering av resultater basert på innsamlet data i andre arbeidspakker.
- iii. Publisere en sluttrapport med forslag til tiltak for forbedringer.

6.1 - Metode og gjennomføring

6.1.1 - Arbeidsmøter

Det første arbeidsmøtet ble arrangert 11. april 2024. Dette møtet hadde som hovedfokus å kartlegge hovedutfordringene for fiskerinæringen. Til dette møtet ble alle prosjektdeltakerne og referansegruppen invitert. Fiskeriorganisasjonene Fiskebåt, Norges Fiskarlag og Pelagisk forening presenterte sitt syn på hva som er de største utfordringene med seismikk for fiskeriene. Havforskningsinstituttet presenterte hva forskningen sier om effekter fra seismikk på fiskeri. Conoco Phillips og Equinor presenterte tiltak oljeselskapene gjør for å imøtekomme fiskerinæringen. Fiskeridirektoratet presenterte deres rolle i forbindelse med rådgivning i forbindelse med seismikk og fiskeri, og erstatningsordningen. Den siste delen av møtet ble brukt til gruppearbeid og diskusjon der deltakerne ble delt opp i grupper som skulle diskutere hva som er de største utfordringene for fiskerinæringen i forbindelse med seismikk, og foreslå mulige løsninger. På dette møtet kom det også et forslag om å diskutere fremtidige forskningsprosjekt som kan dekke noen av kunnskapshullene som blir kartlagt i arbeidspakke 1. Dette bestemte vi oss for å gå videre med, og at arbeidspakke 5 skulle ta hovedansvaret.

Det andre arbeidsmøtet ble arrangert 11. mars 2025. Dette møtet hadde som hovedfokus å kartlegge utfordringer og gjennomførbare løsninger som begge næringene kan være enige i. Til dette møtet ble det i tillegg til prosjektgruppen og referansegruppen invitert deltakere fra Offshore Norge, Sjøkeldirektoratet og Miljødirektoratet. Vi oppfordret medlemmene i prosjektets referansegruppe til å invitere med flere deltakere fra deres organisasjoner/bedrift. Vi inviterte også en FLO. Vi lyktes ikke i å få med noen fra miljødirektoratet, heller ikke noen fra seismikkselskap med erfaring fra fartøy. Det var 26 deltakere fysisk i Bergen og tre på Teams. I den første delen av møtet presenterte arbeidspakkelederne resultater fra sine arbeidspakker. I den siste delen av møtet ble deltakerne delt opp i grupper for å diskutere utfordringer og løsningsforslag. Møtet ble avsluttet med en felles diskusjon i plenum.

6.1.2 - Interaktivt verktøy

Det digitale verktøyet Kumu er brukt til å visualisere resultatene i prosjektet, og dette vil være tilgjengelig hos kumu.no, og er lenket til på FiskeriSeis sin nettside. Verktøyet har hatt hovedvekt på å visualisere koblinger for spørreundersøkelsen i AP4, og er beskrevet i kap 5.

6.2. - Resultater

6.2.1 - Arbeidsmøter: Utfordringer og løsninger

Arbeidsmøtene kartla først hvilke utfordringer fiskere opplever i forbindelse med seismikk undersøkelser, og deretter om det finnes noen mulige løsninger på disse. Her blir det gitt en oversikt over utfordringer som ble tatt

opp og diskutert i løpet av begge arbeidsmøtene. Disse er ikke rangert på noen måte.

Utfordringer

Arealbeslag

Både fiskeri og seismikk bruker store areal, og har begrensede tidsvindu for å få gjennomført arbeidet sitt. Fiskeriene må skje imens fisken er tilgjengelig og fangbar. Seismikkundersøkelser er avhengig av gode nok værforhold i et tidsvindu utenfor den frarådingsperioden som HI anbefaler. Fiskerne ønsker ikke å fiske når det foregår seismikk i nærheten. Kan det legges bedre til rette for at fiskeri og seismikk ikke sammenfaller i tid og rom? Fiskerne er bekymret for at fisk blir skremt vekk fra området eller endrer adferd som gjør den vanskeligere å fange. Uavhengig av skremmeeffekten vil det være et arealbeslag siden seismikkfartøy sleper mange km med lydnettverk, eller monterer lydnettverk som noder på havbunnen.

Kommunikasjon og samarbeid

Norge er trolig det landet i verden med best kommunikasjon og samarbeid mellom seismikknæringen og fiskerinæringen. Dette er et bra utgangspunkt, men det er fortsatt forbedringspotensial.

Total belastning av flere undersøkelser blir ikke kartlagt

Det er ingen begrensninger av antall seismikkundersøkelser i et område. Både HI og Fiskeridirektoratet mangler oversikt over det store bildet når de gir sine råd. En og en seismikkundersøkelse blir vurdert separat uten å ta hensyn til at det er flere undersøkelser eller andre aktiviteter i samme område. Kan totalbelastningen på enkelte områder bli for stor?

Mangel på fiskerikyndige (FLO, Fishery Liaison Officer)

FLO har høy gjennomsnittsalder og det er vanskelig å rekruttere nye. Hvordan kan man gjøre FLO rollen mer attraktiv?

Utydelige retningslinjer

Retningslinjer og krav som skal utføres ved planlegging og gjennomføring av seismikk er ikke tydelige nok. Veilederne fra henholdsvis Sjøkeldirektoratet og Offshore Norge har ulik utforming og oppdateringshyppighet, noe som resulterer i litt ulike retningslinjer. Fiskerne har ingen tilsvarende veileder med retningslinjer.

Erstatningsnemnden fungerer ikke godt nok

Fiskerne holder seg unna områdene de ønsker å fiske i dersom det er seismikk der uten at dette blir registrert. Seismikkfartøyene får ofte løyve til å jobbe som planlagt så lenge de viser hensyn til fiskeriene i området.

For fiske etter pelagiske hurtigsvømmende arter som sild og makrell med store variasjoner i utbredelsen i tid og rom er det vanskeligere å dokumentere tapt fangst enn det er for fiske etter mer stasjonære arter der man, for eksempel, plasserer teiner på samme sted hvert år. Å bruke det samme regelverket for ulike typer fiskeri kan dermed bli urettferdig. Er det mulig å tilpasse reglene bedre for de ulike typene fiskeri?

Forslag til løsninger

Løsninger for disse utfordringene ble diskutert og mange løsninger går igjen for å forbedre flere av utfordringene. Derfor blir diskusjonen av løsninger slått sammen i dette avsnittet.

Gjøre mer informasjon om seismikk lettere tilgjengelig for fiskerinæringen

En løsning som ble mye diskutert, er å gjøre mer informasjon om seismikk-undersøkelser lettere tilgjengelig for fiskerne på en oversiktlig og forståelig måte. Dette handler mye om informasjonsteknologi som kan hente informasjon som allerede ligger hos sokkeldirektoratet, men også om å legge til mer detaljert informasjon som for eksempel mer nøyaktige kart over området og periode der det skal brukes seismikk. Informasjon som er nyttig for fiskerne er informasjon om hvilke deler av undersøkelsesområder det brukes, eller skal brukes, aktiv seismikk i nær fremtid, kontaktinformasjon til den fiskerikyndige, type kilde (ordinær eller borestedsundersøkelse), posisjon til noder. FiskInfo i Barentswatch ble ofte nevnt som en plattform som kan brukes til å dele slik informasjon. Dersom FiskInfo skal legge ut informasjonen betyr ikke det at FiskInfo har ansvaret for å skaffe informasjonen, det bør legges til rette for at FiskInfo kan lage en algoritme som automatisk henter informasjonen fra alle selskap samlet, for eksempel hos Sokkeldirektoratet. Fiskerne ønsker informasjon om pågående seismikk i sanntid og 1-2 uker fremover. I tillegg kan det være nyttig å se planlagt seismikk i fremtiden, men det bør skilles ut som et annet kartlag.

Informasjon om aktiv seismikk kan med fordel også gjøres tydeligere, for eksempel via AIS-systemet eller med flagg.

Gjøre mer informasjon om fiskeri lettere tilgjengelig for seismikknæringen

Å gjøre informasjon om fiskeri mer tilgjengelig for seismikknæringen kan også være en fordel for godt samarbeid. Dette er tema på det årlige fisk og seismikkmøtet allerede, men for eksempel, kvoteråd og sonetilgang varierer fra år til år og blir oppdatert i løpet av året.

Enkelte typer fiskerier er vanskeligere å utføre sammen med seismikk enn andre. Det kan lages en «kompatibilitetsliste» for å få bedre oversikt over hvilke typer fiskerier og redskaper som blir mindre påvirket og hvilke som blir mer påvirket av ulike typer seismikk-undersøkelser.

Noen fiskerier er forutsigbare, som blåkveite- og tobisfiskeri, som skjer på bestemte steder og tidspunkter. For disse fiskeriene kunne det lages rådgivningskart, men siden det alltid vil være uforutsigbare fiskerier, vil det ikke være mulig å lage kart for alle. Fiskeridirektoratet kan årlig kontakte fiskeriorganisasjonene for å få oppdatert informasjon om hva man vet om fiskeriene i året som kommer, men mye informasjon tilkommer fortløpende, så man kan ikke forutse alt ved årets start. Fiskeridirektoratet fraråder seismikk i områder med forutsigbare fiskerier og samarbeider med organisasjonene. Det er også nyttig for begge næringer å kartlegge kjent informasjon i forkant av sesongen og tydeliggjøre hvor seismikk frarådes, slik at begge parter er informert. Selskapene som utfører seismikk undersøkelser pleier å ha dialog med Fiskeridirektoratet før de melder inn sine undersøkelser for å få oppdatert informasjon om sannsynlighet for fiskeriaktivitet.

Det ble også diskutert muligheter for at fiskere kunne melde inn fiskeri på samme måte som seismikk innmeldes, men siden det ofte er stor usikkerhet i når fisken er tilgjengelig kan dette føre til at areal blir stående ubrukte. For de mer forutsigbare fiskeriene blir seismikk uansett frarådet av fiskeridirektoratet. Et alternativt forslag som også kom opp var at fiskernes planer registreres hos fiskeriorganisasjonene som kan formidle det videre til fiskeridirektoratet, eller eventuelt registrere planer på en tilgjengelig plattform som for eksempel, Barentswatch. Imidlertid er kan dette medføre stor jobb for fiskeriorganisasjonene, og siden fiskeriet kan forandre seg fra dag til dag er det kanskje lite hensiktsmessig.

Fiskeridirektoratet bør gi klare og konkrete råd om å fraråde seismikk som overlapper med de fiskeriene som foregår i definerte områder i definerte tidsrom. Videre bør fiskeridirektoratet kunne gi oppdatert informasjon til seismikkselskapene dersom fiskeriet utvikler seg annerledes enn forventet slik at man kan tilpasse planene for å minimere skadevirkningene på fiskeri.

Kommunikasjon

Av allerede etablerte dialogmøter har vi Januarmøtet på Sjøkeldirektoratet som er et felles møte for næringen med Sjøkeldirektoratet, Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet der også representanter for fiskeriorganisasjonene og Offshore Norge deltar som observatører. På dette møtet presenterer Sjøkeldirektoratet, Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet relevant informasjon i forhold til rådgivningen for seismikk. Etterpå får seismikkselskapene mulighet til å ha private møter med HI og F.dir. for å diskutere konkrete planer for å utføre seismikk gjennom året, og fiskeriorganisasjonene har også mulighet til å delta. På dette tidspunktet er det ikke alle selskap som har oversikt over alt de skal gjøre, så dette gir ikke et fullstendig bilde.

Frem til nå har ikke de utenlandske selskapene som opererer i norske farvann blitt invitert, og møtet har vært på norsk. Det hadde vært en fordel om også de utenlandske selskapene fikk den samme informasjonen som blir gitt på dette møtet. Enten kan språket endres til engelsk og invitere flere, eller ha en engelsk sesjon i tillegg.

Fisk og Seismikk møtet er et to dagers seminar rundt april der både forskning, forvaltning, fiskeri og seismikknæringen presenterer og diskuterer aktuelle problemstillinger eller forskningsresultat knyttet til fisk og seismikk. Her er det rom for diskusjoner mellom næringene og felles middag om kvelden. På Fisk og Seismikk 2025 var det en fisker som uttalte at han hadde lært svært mye på dette møtet og sa han angret på at han ikke hadde deltatt mye tidligere. Fiskeriorganisasjonene kunne kanskje informert fiskere bedre om dette møtet, og man kunne vurdere å strøkke møtet for å nå ut til flere.

Et dialogforum for kommunikasjon og informasjonsdeling mellom fiskeri og seismikknæringen kontinuerlig eller jevnlig gjennom året utenom disse to møtene hadde vært nyttig. Her kan gjerne FLO og fiskeriorganisasjonene ha aktive roller. Tidlig dialog mellom fiskerinæringen og seismikknæringen der man er interessert i å bruke det samme området kan føre bedre forståelse for hva man kan forvente og man kan legge planer for hvordan man skal løse situasjoner som kan oppstå. At den enkelte fisker skal bli ivarettatt av dette forutsetter at fiskerne har en god dialog med fiskeriorganisasjonene om planlagte fiskerier.

Kommunikasjon til havs mellom FLO og fiskefartøy bør gå på VHF da flere får det med seg samtidig.

Veileder

Fiskeri og seismikknæringene må ha god kunnskap om hverandre sine operasjoner når man skal «dele» på et område. Man trenger retningslinjer som definerer tydelig i hvilke tilfeller man skal vike for hverandre ved ulike operasjoner. Det eksisterer i dag to veiledere, en hos sjøkeldirektoratet og en hos offshore Norge. To ulike veiledere kan i verste fall føre til mer forvirring og konflikt. Veilederne bør samkjøres og den offisielle veilederen bør være hos Sjøkeldirektoratet og kan refereres til av Offshore Norge.

Det er viktig å samkjøre forståelsen/definisjonen mellom næringene for hva som er en konflikt for å sørge for at dette rapporteres inn mer konsekvent for å få kunnskap om hvorfor og hvor ofte konflikter oppstår.

Det eksisterer i dag ingen veileder for fiskerinæringen om hvordan de skal forholde seg når det er seismikkinnsamling i nærheten. Det er viktig at fiskerne får informasjon og opplæring i hvordan dialogen med FLO og fiskeriorganisasjonene bør foregå både i planleggingen av, og underveis i, fiskeriene. En egen veileder for fiskerne som er samkjørt med veilederen til seismikknæringen ville trolig vært nyttig. Behovet for kunnskap om seismikk fra fiskerisiden er stort. Det kan være lurt å informere om hvordan ulike typer seismikkundersøkelser opererer, og hvilke muligheter det finnes for å operere på samme tid i samme området.

Oppdeling av områder

Oppdeling av seismikkundersøkelsen i mindre områder er et alternativ for å gjøre det mer forutsigbart for fiskerne hvor seismikken foregår. Dette skjer av og til i forbindelse med dialog med FLO for pågående fiskeri, men det kunne være en fordel om fiskeridirektoratet hadde en rolle i å anbefale å dele opp undersøkelsen i mindre områder fra starten av i tilfeller der det er stor sannsynlighet for fiskeri i hele eller deler av området. Dette kan være til ulempe for seismikkfartøyet som kan få mindre fleksibilitet i gjennomføring av undersøkelsen, eller kan måtte beregne mere tid hvis de må bruke kortere transekter og snu oftere som igjen kan føre til mer langvarig påvirkning på fisket.

Multiklientundersøkelser (store områder der det samles inn seismikk for å selge til andre selskap i ettertid) bruker ikke alltid hele området som er meldt inn, og «beslaglegger» dermed gjerne større områder enn nødvendig. Det bør lages løsninger for å dele opp planlagte større undersøkelser i mindre blokker for å gjøre det mer forutsigbart for fiskerinæringen.

Utenfor norsk sone

I noen tilfeller er det bekymring for at pelagisk fisk, som for eksempel makrell og sild, kan bli drevet inn i britisk sone av seismikk. Fiskeri som kun kan utføres i norsk økonomisk sone bør bli tatt spesielt hensyn til med tanke på at fisken kan flytte seg ut av norsk sone.

Reguleringer av hvilke områder man får lov til å fiske i kan variere. Kanskje FLO-ene bør ha et årlig møte med Fiskeridirektoratet med gjennomgang av årets reguleringer og utsikter. Norske fiskere fisker ofte utenfor norsk sone, for eksempel i britisk sone. Der får de ikke informasjon om seismikk. Sjøkeldirektoratet er i dialog med naboland for å hente informasjon om hvordan kommunikasjon kan forbedres, noe som kan resultere i at informasjon om seismikk utenfor norske farvann kan bli tilgjengelig i fremtiden.

Totalt miljøavtrykk

Det er viktig med en felles forståelse av det totale miljøavtrykket fra aktiviteter fra alle næringene som jobber innenfor samme området. Det bør være en myndighet som har oversikt over det store bildet av hvor mye menneskelig aktivitet som foregår, og får tillatelse til å foregå, samtidig eller etter hverandre på samme sted som kan påvirke marine dyr og miljø. Rådgivningen for seismikk vurderer stort sett meldinger om seismikkundersøkelser enkeltvis uten å ta hensyn til om det er andre undersøkelser eller andre aktiviteter i samme tid og rom.

FLO

Det har vært utfordrende å rekruttere nye FLO-er samtidig som mange eksisterende FLO-er nærmer seg pensjonsalder, men de siste årene har dette snudd litt og flere nye har blitt rekruttert. Det er ikke så lett for de nyutdannede FLO-ene å slippe til og få erfaring fordi selskapene foretrekker erfarne FLO-er. Det er også tilfeller der de eldre FLO-ene kan tilby å være lenger på vakt enn unge FLO-er som gjerne har familie og barn og ikke ønsker å være på vakt i alt for mange uker/måneder i strekk. En opplærings-/trainee ordning der nyutdannede FLO-er kan reise sammen med erfarne FLO-er kan være en god måte for nye FLO-er å komme i gang. Å sette en øvre aldersgrense for FLO kan også bidra til å slippe til yngre krefter. FLO bør organiseres på en måte som gjør de uavhengig av oljeselskapet. For eksempel at oljeselskapene betaler inn til en pot som blir bruk av F.dir., eller annen etat, til å leie inn FLO. Lostjenesten kan brukes som modell for organisering av FLO.

Det kan være en fordel med to FLO-er siden det kan være vanskelig å være aleine om å ta store, og gjerne upopulære, avgjørelser som å stanse seismikk på båten de jobber fra, og selskapet de er innleid av. Enkelte selskap bruker 3 FLO-er (en på land) og har god erfaring med dette.

FLO bør involveres tidlig og bli lyttet til, dette står allerede i veilederen, men det praktiseres gjerne ulikt mellom ulike selskap/undersøkelser. FLO bør få mer autoritet på seismikkfartøyene for å bedre bli lyttet til under hele undersøkelsen (i forkant, og under selve undersøkelsen). Det bør gjøres likt på tvers av selskap i hvilken grad FLO har beslutningsmyndighet eller rådgivende myndighet.

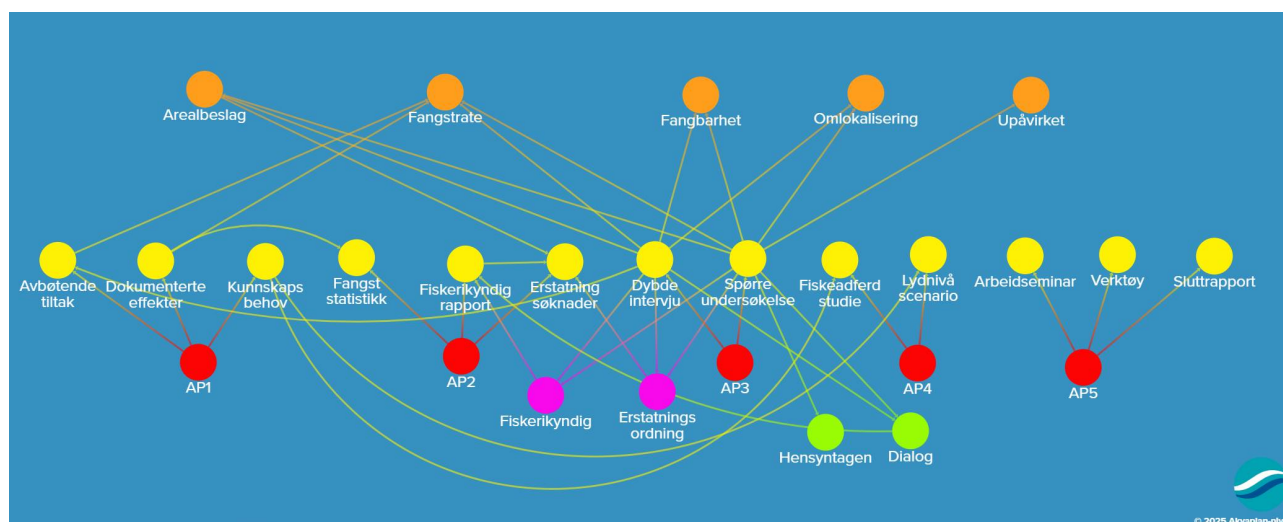
Fiskerikyndigrapportene har i dag en mal, men det er likevel veldig forskjellig kvalitet og innhold avhengig av person. Et forslag er tydeligere retningslinjer for hva som skal inngå i rapporten som blir fulgt opp gjennom en digital versjon som gjør at man blir minnet på å svare på det man skal.

Erstatningsordningen

Det er behov for tydeligere kriterier og retningslinjer for vurdering av erstatning for å gjøre det mer forutsigbart om det er mulig å få erstatning. Det er en utfordring at fiskeren må fremlegge dokumentasjon som sannsynliggjør økonomisk tap og årsakssammenheng. Tapsbegrensingsplikten, der man må prøve å fiske et annet sted, er kanskje særlig utfordrende, og det kom frem at dette kriteriet har store utfordringer med forutsigbarhet, og dermed behov for klarere kriterier. Det bør kanskje foretas en gjennomgang av denne ordningen og dens regelverk om muligheter for å ha ulike kriterier for ulike fiskeri. For eksempel, er det mye lettere å dokumentere antatt fangst og dermed tap for stasjonære redskaper, i forhold til for trål/not i pelagisk fiskeri. Dette gjør at ordningen fungerer bra for noen typer fiskeri, spesielt de forutsigbare fiskeriene med stasjonære redskaper, men fungerer ganske dårlig for pelagiske fiskeri der tid og sted for hvor fisken er kan variere mye fra år til år. Det bør vurderes hvordan erstatningsordningen bedre kan tilpasses pelagiske fiskeri. Et forslag som kom opp var om mulig å bruke historisk fangststatistikk for lokasjonen heller enn at den enkelte fisker er ansvarlig for slik dokumentasjon.

6.2.2 - Interaktivt verktøy

Verktøyet har hovedfokus på å visualisere funn fra spørreundersøkelsen, og dette er gjennomgått i kap. 4.2.4 . I tillegg har verktøyet et kart som gir en prosjektoversikt. Her er illustreres sammenheng mellom ulike arbeidspakker og tema som har vært undersøkt i prosjektet (Figur 6.1. Prosjektoversikt over FiskeriSeis, vist i det interaktive verktøyet Kumu.



Figur 6. 1 . Prosjektoversikt over FiskeriSeis, vist i det interaktive verktøyet Kumu.

6.2.3 - Forslag til forskningsprosjekt

Enda en utfordring er at forskning viser sprikende resultater når det gjelder skremmeeffekt. Mangelen på klare resultater for skremmeeffekt og skremmeavstand gjør det vanskelig å lage presise retningslinjer som begge næringene er enige i. Forslag til forskningsprosjekt har blitt diskutert internt i prosjektet og presentert og diskutert på arbeidsmøte nr. 2. I dette avsnittet presenteres konkrete forslag til forskningsprosjekt som kan gjennomføres for å bedre forstå hvordan lyden fra seismikk påvirker fiskens adferd og dermed påvirker fiskeriene.

Forslag til forskningsprosjekt: Statistikk over fiskeri og fangst ved ulike avstander fra seismikk- undersøkelser over lang tid for å kartlegge sammenhenger

Det finnes mye data bakover i tid som inneholder AIS-data (logging av posisjon og hastighet) til fiskefartøy og seismikkfartøy, informasjon om aktiv seismikk, og informasjon om fiskefangster og fangstredskaper. Det er en tidskrevende jobb å hente ut alle slike data, men har vært gjort i FiskeriSeis prosjektet for en avgrenset periode, område og fiskeri, og erfaringer og modeller herfra kan brukes videre. Ved å kombinere slike historiske data kan man bruke statistiske metoder til å undersøke sammenhenger mellom fiskefangst og avstand til aktiv seismikk. En kan også kartlegge tiden som er brukt til å leite etter fisk ved hjelp av mønster i AIS-data, slik som beskrevet i kap. 3.2.1, men med et større datagrunnlag. En utfordring er nettopp at fiskere unngår å fiske nær seismikk undersøkelser, det kan påvirke resultatene, eller gi dårlig datagrunnlag for fangster nær aktiv seismikk. Man kan eventuelt leie inn fiskere til å fiske nær noen seismikkundersøkelser for å få et sammenligningsgrunnlag.

Det kan også være verdt å se på fangster i britisk sone der seismikkundersøkelser ikke viker for fiskeri. Kanskje man vil kunne se fiskerifangster før, under og etter seismikk. Data fra norske fiskere i britisk sone er trolig tilgjengelig, men data fra seismikk må man forsøke å skaffe.

Noe å vurdere for fremtidig arbeid er om avstand fra en seismisk undersøkelse er den mest relevante variabelen å inkludere i slike analyser. Resultater fra AP4 viser at mottatte lydnivåer varierer med både avstand og retning fra undersøkelsen, på grunn av variasjoner i batymetri. Mottatte lydnivåer kan derfor være en mer hensiktsmessig forklaringsvariabel å bruke i fremtidige analyser enn avstand.

Dette prosjektet kan utføres uten feltforsøk. En risiko er at det kan være andre faktorer enn seismikk som dominerer fangstsuksess sånn at det blir vanskelig å separere ut effekten av seismikk.

Forslag til forskningsprosjekt: Kartlegge fisk, leteaktivitet og fangster rundt en seismikkundersøkelse.

Å gjenta et lignende forsøk som ble gjort i Engås *et al.* 1996 har vært mye diskutert. Engås *et al.* (1996) er forsøket som ligger til grunn for buffersonen rundt gyttefelt på 20 nmi som blir brukt i seismikkrådgivningen til HI. I 1992 ble fiskemengde og fangstrater målt i et område på Nordkappbanken i Barentshavet med størrelse 40x40 nautiske mil ved hjelp av ekkolodd samtidig som trål og linefiske ble utført før, under og etter en 5 dagers periode med bruk av seismikk (5012 kubikktommer luftkanonoppsett).

Det er ikke lenger vanlig å bruke så store luftkanon-oppsett som 5012 kubikktommer. Å gjøre et lignende forsøk med et representativt luftkanonoppsett, og å undersøke flere arter enn torsk og hyse er av interesse, da kanskje med hovedvekt på pelagisk fisk.

Et slikt forsøk kan med fordel gjøres med et innleid seismikkskip sånn at det kan utføres på et sted der det er mye fisk og fiskeri. Dette kunne utføres mot slutten av fiskeriet når fiskerne har fisket opp det meste av kvoten, men at det fremdeles er fisk igjen. Fisking før under og etter kombinert med ekkoloddmålinger over området, samt prøvetaking av fisk som gir art, lengde vekt og mageprøver. Autonome farkoster kan brukes til å overvåke

området med ekkolodd og hydrofoner.

Dersom det ikke er mulig å få et seismikkskip til disposisjon kan man samarbeide med en planlagt seismikk-undersøkelse og utføre forsøket rundt denne i tett dialog med selskapet som utfører den. . Det bør også gjøres i samarbeid med fiskerinæringen og fiskeriorganisasjonene.

Dette er et dyrt og ressurskrevende forsøk. Risikofaktorer er at det kan være lite fisk i området, eller at fisken flytter seg fra området uavhengig av seismikken. Et slikt forsøk bør ha helt klare forskningsspørsmål og hypoteser i forkant og fortrinnsvis en klar måltart.

Forslag til forskningsprosjekt: Bruke telemetri til å overvåke fisk i et område før, under og etter seismikk - se om blåkkeite går dypere

En helt konkret hypotese som kan undersøkes er om blåkkeite dykker dypere og svømmer unna når det blir samlet inn seismikk i nærområdet. Blåkkeite er en stedbunden art, som hovedsakelig spiser pelagisk arter (Havforskningsinstituttet, 2025). Voksen blåkkeite befinner seg langs eggakanten hele året, utbredt mellom 500 og 1000 m, men hovedsakelig mellom 500 og 750 m (Fiskeridirektoratet, 2006). Blåkkeite gyter på øvre del av eggakanten (500-800 m) nord og sør for Bjørnøya om høsten og vinteren (Havforskningsinstituttet, 2025). Om sommeren foregår blåkkeitefiskeriet som er et intenst kortvarig fiskeri (se kap 3.1.1). Man kan sette opp et telemetrigrid rundt et område der blåkkeite holder til, og merke fisken med sensorer (fange blåkkeite og operere inn sensor i bukhalen og slippe fisken ut igjen). Dette kan brukes til å registrere dyp, akselerasjon og posisjon for de merkede fiskene og kan gi informasjon om adferdsreaksjoner til seismikk som kan brukes til å vurdere om seismikk gjør blåkkeiten vanskeligere å fange.

7 - Oppsummering

De foregående kapitlene har gjennomgått metodikk og resultater for hver av arbeidspakkene separat, men mange av temaene er gjengangere, og her har vi derfor gjort en tematisk oppsummering av disse, på tvers av arbeidspakkene. Hovedsakelig kan vi dele inn effekter av seismikk inn i arealbeslag og effekter på fangst og fangsteffektivitet. En av målsetningene med prosjektet var også å belyse ulike måter å begrense negativ påvirkning. Vi har derfor delt oppsummeringen inn i disse tre hovedtema.

7.1 - Arealbeslag

Det er tydelig av sammenstillingen til Skrove *et al.* (2023) at fiskerne opplever en arealkonflikt. Informantene også i vår spørreundersøkelse, både nettbasert og i dybdeintervjuer forteller om opplevelse av arealbeslag. Dette kommer derimot ikke tydelig til uttrykk i antall hendelser/konflikter som rapporteres av FLOene om bord på seismikkfartøyet (Uhre og Leknes, 2017). Mye av det samme resultatet fant vi i vår gjennomgang av FLO rapportene fra 2024. Her fremkommer det også at i 37% av tilfellene var det ingen fiskeriaktivitet. Dette bør sees i sammenheng med at over 50% av informantene både i nettundersøkelsen og dybdeintervjuene rapporterer at de unnlater å dra til et fiskefelt dersom det pågår en seismikkundersøkelse der. Informantene i dybdeintervjuene forteller at de opplever dette som et arealbeslag, så slik kan en si at det foregår selv om ikke er synlig på feltet. Det samme ble tatt opp på det første arbeidsseminaret; at fiskerne ikke ønsker å fiske i områder der det foregår seismikk, og holder seg unna hele området som er meldt inn, selv om de ikke vet nøyaktig hvor og når undersøkelsen pågår. Dette er det derimot kanskje mulig å forbedre ved å synliggjøre at det foregår seismikk bare i deler av det totale undersøkelsesområdet av gangen, og gjøre daglige og ukentlige planer for seismikk lett tilgjengelig for fiskerne. Analysen av fiskeriaktivitet på blåkkeviste viste at det var lavere aktivitet i ukene det pågikk seismikk, og at aktiviteten var mindre nærmere seismikkundersøkelser. Dette kan tyde på noe av det samme fenomenet; at fiskere unnlater å dra til fiskefelt der det skal foregå seismikk.

Skrove *et al.* (2023) trekker frem at det særlig er not- og trålfiskere etter sild og makrell som opplever arealkonflikt, da dette fiskeriet ofte overlapper med perioder og områder hvor det foregår seismikkundersøkelser. Dette fremkommer også i vår spørreundersøkelse; av de som i nettundersøkelsen svarte at de i «meget stor grad» hadde opplevd arealbeslag i forbindelse med sitt fiskeri svarte over 50% at de fisket med not og/eller trål, mens det var i underkant av 20% som fisket med garn og/eller line. Også i dybdeintervjuene er det den pelagiske flåten som i hovedsak trekker frem dette med arealbeslag som et problem.

7.2 - Effekter på fangst og fangsteffektivitet

De studier som er gjort direkte på fangst viser at det varierer både mellom art og redskap. De aller fleste av studiene er gjort på bunnfisk, og en fellesnevner er at alle påpeker adferdsendringer som den mest sannsynlige bakenforliggende faktoren for en eventuell endring i fangst, og at det er lyden fra seismikk som forårsaker dette. Modelleringsarbeidet i dette prosjektet viser at lydforplantning varierer mye med bunndyp og til dels temperatur, og studiene nedenfor bør kanskje sees på i lys av dette.

7.2.1 - Effekt på ulike redskaper

Linefiskeri er vist å gi lavere fangstrater i områder nærmere seismikken for torsk, hyse, uer og blåkkeviste (Løkkeborg og Soldal 1993; Engås *et al.* 1996; Skalski *et al.* 1992; Løkkeborg *et al.* 2012). Informanter fra linefiske opplever at de får mindre fisk i perioder med pågående seismikk (Skrove *et al.* 2023). Også i FiskeriSies prosjektet trekker linefiskere i dybdeintervjuene frem at de har en opplevelse av lavere fangster i fiskeri langs eggakanten. I den nettbaserte spørreundersøkelsen, oppgir 1/3 av dem som oppgir å fiske med

line at de opplever fangstreduksjon i “*meget stor grad*”, mens resten oppgir enten “*stor*” eller “*noet*” grad. God fangst på line avhenger både av at fisken er tilstede, og at den aktivt søker agn. Redusert beitemotivasjon som følge av lyd fra seismikk trekkes derfor frem som en bakenforliggende adferdsendring for redusert linefangst. Løkkeborg *et al.* (2012) viste nedgang i mageinnhold på både blåkveite og sei under pågående seismikk, noe som kan ha sammenheng med seismikk, men tilsvarende forsøk ikke gjort i år uten seismikk. van der Knapp *et al.* (2021) observerte adferdsendringer konsistent med reduksjon i beiteadferd under en seismikkundersøkelse, og Nguyen *et al.* (2025) rapporterte om redusert beiting av torsk på undervannskamera med agn under eksponering til seismikk.

Blåkveite fiskeriet som ble undersøkt i FiskeriSeis besto av fangster tatt med ulike redskaper, deriblant line. Imidlertid var det ikke mulig å bruke fangststørrelse i denne studien, så derfor kan vi ikke si noe om hvorvidt seismikken bidro til lavere fangst på line utfra dette.

Garnfiske etter blåkveite og uer er i tidligere studier påvist en økning (Løkkeborg *et al.* 2012) mens for sei ble det rapportert om en marginal nedgang eller uendret fangst (Vold *et al.* 2009). I dybdeintervjuene er det 1 garnfisker som svarer at hen har opplevd høyere fangster ved oppstart av seismikk, noe som stemmer overens med det som beskrives av Løkkeborg *et al.* (2012) om at fisken blir mer aktiv og dermed svømmer i garn. Denne effekten vil derimot sannsynligvis være kortvarig. Garnfiske etter blåkveite ble gjennomgått i dette prosjektet, men det var ikke mulig å se på fangstmengde grunnet for lite statistisk materiale.

Når det gjelder fiskeri med **trål** viste Engås *et al.* (1996) store reduksjoner i fangst av torsk og hyse. Trålfangst av tobis viste derimot ikke noen endring i fangstrate etter en seismikkundersøkelse sammenliknet med før. I dybdeintervjuene er det en seitråler som forteller om en opplevelse av at fangsten øker i en periode etter oppstart av en seismikkundersøkelse. Dette støttes av observasjonene til (Løkkeborg and Soldal, 1993) som fant økte trålfangster av torsk ved en kortvarig seismikkundersøkelse på Mørekystran. For flytetral, som brukes for pelagisk fisk, undersøkte vi i FiskeriSeis om det var noen endringer i fangst av sild. Modellen viste at fangststørrelsen var svært variabel og at de største forskjellene sannsynligvis skyldes faktorer som område, båtens effektivitet og i mindre grad om hvorvidt det var seismikk eller ikke. Imidlertid bør dette gjentas med et større datasett og bedre sammenlikningsgrunnlag for periode uten seismikk før en kan konkludere skikkelig.

Når det gjelder pelagiske fiskerier med **not**, fant vi ikke noen vitenskapelige studier som har undersøkt endringer i fangststørrelse. Det kommer derimot tydelig frem, både fra arbeidsseminar og spørreundersøkelsene at fiskerne mener at dette fiskeriet påvirkes. På arbeidsseminaret ble det særlig diskutert at seismikkundersøkelser fører til mer letetid. Flere fiskere forteller om en opplevelse av at fiskens svømmemønster blir mer uforutsigbart, noe som gjør det vanskelig å følge dem. Videre forteller de at stimene løser seg opp, og det derfor er vanskelig å få de store fangstene med ringnot som de helst ønsker. Det samme forteller fra flere av informantene i dybdeintervjuene. Her er det en som sier at når stimene blir såpass små, går de over til å bruke flytetral isteden. Dette bidrar til at stimene løser seg enda mer opp. Dette kunne derimot ikke vises i studiet av sild under en seismikkundersøkelse, hvor en ikke fant noen endring i hverken svømmemønster eller stimstruktur under en pågående undersøkelse (Pena *et al.* 2023). I FiskeriSeis, undersøkte vi fiskeri med not på nordsjø-sild med samme metoder som analyse av flytetral. For den casestudien vi så på, nordsjø-sildfiskeri sommeren 2024, var det klart færre fangster med not enn flytetral. Konklusjonene var samme som for flytetral: hvorvidt det var aktiv seismikkinnsamling eller ikke var den minst viktige forklaringsvariabelen i modellen om fangststørrelse, det var heller ikke noen forskjell i letetid med og uten seismikk. Imidlertid, som for flytetral, bør disse analysene gjentas med et datasett med bedre sammenlikningsgrunnlag for periode uten seismikk. Dette fremstår derfor som et av de store kunnskapshullene; hvordan adferd og fangster av pelagisk fisk, hovedsakelig sild og makrell, påvirkes av seismikk.

7.3 - Tiltak for å redusere effekter av seismikk på fiskeri

I Norge har det helt siden man startet med seismikk og petroleumsvirksomhet vært fokus på å få til en sameksistens mellom seismikk og fiskeri (Sivle *et al.*, 2021), og det finnes derfor flere ulike tiltak for å begrense negativ påvirkning av seismikk på fiskeri.

7.3.1 - Erstatningsordningen for tapt inntekt

Denne ordningen ble trukket frem i oppstartsseminaret som problematisk, og ble derfor lagt inn i spørreskjemaet. I spørreundersøkelsen svarte nærmere 60% at de var uenig i at erstatningsordningen fungerer tilfredsstillende. Dybdeintervjuene gav et litt mer nyansert bilde, der en del var fornøyd med denne ordningen. Ordningen virker å fungere for noen typer fiskeri, som blåkveite, som er svært forutsigbart og dermed lettere å dokumentere tap, mens for eksempel i det pelagiske fiskeriet er det stor skepsis til denne ordningen.

En kilde til frustrasjon og som blir trukket frem som vanskelig krav om dokumentasjon av tapet. Fiskerne mener at de blir fortrent fra områdene hvor de helst ønsker å fiske ved at det foregår en seismikkundersøkelse der. Men dette er i seg selv ikke grunnlag for å få erstatning, da fiskerne i teorien enten kan fiske et annet sted, eller at de kan fiske i nærheten, men likevel velger å ikke gjøre det, basert på erfaring om det både er vanskelig å få fisk i nærheten av en seismikkundersøkelse og at de til stadighet må vike for seismikkfartøyet. Gjennomgangen av erstatningssøknader som ble gjort i dette prosjektet for årene 2018-24 viste derimot at det bare var en søknad fra fiskeri med not, og denne ble innvilget. Det kan kanskje tyde på at mange har samme syn som en av informantene fra dybdeintervjuene som sier «det er ikke noen vits å søke, for jeg får ikke likevel». Ut fra arbeidsseminarene fremkommer det at det kan være behov for tydeligere retningslinjer og kriterier for å øke forutsigbarheten, samt kanskje en gjennomgang av regelverk for om mulig å differensiere mellom pelagisk fiske og andre fiskerier.

Et annet poeng er at 20 nautiske mil ofte brukes som grense for påvirkningsavstand. Modelleringen i dette prosjektet viser at lydnivå ved en gitt avstand er svært varierende, og derfor er det kanskje lite hensiktsmessig å bruke en slik avstand.

7.3.2 - Fiskerikyndig (FLO)

I et brev fra fiskeriorganisasjonene som vi la til grunn for første arbeidsseminaret kommer det frem at disse organisasjonene mener at fiskerikyndige ikke er uavhengig nok. Dette støttes av studiet til Uhre og Leknes (2017), hvor det påpekes at FLO kan være sårbar for press siden hen er ansatt av seismikkselskapet, og i studiet til Buanes (2025) hvor FLOer ble intervjuet, sier disse informantene at de kan føle seg litt «mellom barken og veden», selv om de ser på seg som uavhengige. I arbeidsseminaret ble det diskutert at kanskje FLO tjenesten burde organiseres på en annen måte, for eksempel som los-tjenesten med en sentral som fordeler dem.

Både i nettundersøkelsen og dybdeintervjuene svarer majoriteten av informantene at de er hverken enig eller uenig i at FLO-ordningen fungerer tilfredsstillende, noe som kan tolkes som at ordningen fungerer «tålelig greit». Det bør også påpekes at i gjennomgangen av FLO rapporter er 35% av undersøkelsene kategorisert som «Fiskeriaktivitet, nødvendig med kommunikasjon men ingen konflikt». Dette kan jo tyde på at dialogen har ført til enighet. Det fremkommer jo ikke her hva det er som har gjort at det ikke ble konflikt; om fiskefartøy har godtatt å vike/relokalisere eller om det er avtalt hvordan begge kan utføre sin aktivitet uten å være til hinder for hverandre. I dybdeintervjuene kommer det frem noe frustrasjon fra fiskerne om at dialogen med FLO sjelden fører til at seismikkfartøyet viker.

7.3.3 - Andre tiltak

Av andre tiltak er stikkordene enda bedre dialog og kommunikasjon, samt kanskje enda klarere «kjøreregler»

for hvordan man skal forholde seg til hverandre på feltet.

Det finnes det pr i dag flere ulike dialogforum for bedre kommunikasjonen mellom de to næringene. Som det fremkommer i arbeidsseminarene fungerer både januarmøtet hos Sjøkeldirektoratet og «Fisk og Seismikk» seminaret som viktige møteplasser. Men det ble påpekt at kanskje kan det være aktuelt å få til et fast dialogforum med kontinuerlig informasjonsdeling om hvordan fiskeriet utvikler seg og status på undersøkelser etc, hvor FLO har en sentral rolle også i forkant av undersøkelsen.

Kommunikasjon omfatter også informasjonsdeling. I forhold til mange andre land er det i Norge god tilgang på tilgjengelig informasjon for eksempel om pågående og planlagte seismikkundersøkelser, men det er fortsatt rom for forbedring for eksempel ved at planer og justering av planer for pågående undersøkelser oppdateres fortløpende. På seminaret «Fisk og Seismikk 2025» ble det diskutert at en bør enes om hvor denne informasjon skal legges ut, hvem som administrere den, og hvordan den effektivt blir tilgjengelig for oppdatering i fiskernes kartplotter.

Det finnes retningslinjer for hvordan seismikkfartøy og fiskefartøy skal opptre i forhold til hverandre, beskrevet i to veiledere; en fra Offshore Norge (hovedsakelig for seismikkfartøy) ([Offshore Norge, 2013](#)) og en fra Sjøkeldirektoratet ([SoDir, 2024](#)). Det kan derimot kanskje være nyttig om disse settes sammen til en felles veileder, for å hindre ulike oppfatninger og ulik oppdateringshyppighet. Veilederen kan med fordel også ha flere tydelige kjøreregler og definisjoner av hva som kalles en hendelse/konflikt for å bedre kartlegge slike situasjoner. Sjøkeldirektoratet har en justert veileder under utarbeiding, så mye av dette er kanskje allerede på trappene.

8 - Hovedfunn

- Seismikkundersøkelser skaper arealbeslag/konflikt – selv om de ikke alltid er synlig på feltet. En del fiskere forteller at de lar være å dra til fiskefeltet dersom er en innmeldt eller pågående undersøkelse der. Mye av dette kan kanskje løses ved å ha bedre og mer detaljert informasjon lett tilgjengelig/forståelig; som for eksempel hvor og når en spesifikk linje undersøkes, og tilgjengelig plan for dagene fremover.
- Fiskere mener å oppleve at fangstene reduseres i områder med pågående seismikk. Det finnes noe litteratur som støtter oppunder dette, men den er ikke entydig, og med store variasjoner mellom både arter, områder/perioder og med hvilket redskap en bruker. I dette prosjektet har vi laget en metode for å analysere fiskeriaktivitet og fangst i forhold til seismikk. Fangstanalyser i dette prosjektet viste mindre fiskeriaktivitet etter blåkveite i uker med pågående seismikk, og i nærheten av seismikk. Analysen sier derimot ikke noe om fangstørrelse, og dette kan også skyldes lite romlig overlapp mellom seismikk-undersøkelser og fiskeriområder. Fangstanalyse av nordsjøsild viste ikke noen effekt av seismikk på fangststørrelse, og heller ikke noen forskjell i letetid i perioder med og uten seismikk. Imidlertid var dette et relativt ubalansert datasett med få perioder uten seismikk som sammenlikningsgrunnlag, samt at disse periodene kun var pauser i undersøkelsen, og ikke før undersøkelsen startet. Begge analyser bør derfor gjentas med et større datasett for å se om de indikasjoner en her viser stemmer eller ikke. Metoden vi har utviklet egner seg også for større datasett.
- Av de tiltakene for å redusere påvirkning vi har i dag, har erstatningsordningen rom for forbedring, særlig for å bedre tilpasses det pelagiske fiskeriet. Bruk av fiskerikyndig person (FLO) om bord på seismikkfartøy ser ut til å fungere for å få i gang dialog og komme til enighet i de fleste tilfeller der det oppstår en konflikt, men kan virke som mye av problemene skjer før fartøyene kommer så nært at det er nødvendig med dialog.
- Akustisk modellering viser at lyden fra seismikk brer seg ulikt avhengig av hovedsakelig bunndyp, men også fysiske parameter som temperatur, salt og bunntype. Generelt forplanter lyden seg bedre i dypere vann, dvs at på samme avstand fra en kilde vil lydnivået i et dypt område være høyere enn i et grunt område.
- Hovedvekt av studier både på adferd og fangst har fokusert på bunnfisk, men det som fremkommer i dette prosjektet er at det i de fleste sammenhenger er i det pelagiske fiskeriet de største utfordringene ligger. Derfor bør pelagiske fiskerier være i fokus i fremtidige studier.

9 - Referanser

- Bjørkan, M., Veland, S., and Browman, H. 2019. Beyond consensus: Perceptions of risk from petroleum developments in Lofoten, Vesterålen, and Senja, Norway. *ICES Journal of Marine Science*, 76: 1393–1403. Oxford University Press.
- Blanchard, A., Hauge, K. H., Andersen, G., Fosså, J. H., Grøsvik, B. E., Handegard, N. O., Kaiser, M., et al. 2014. Harmful routines? Uncertainty in science and conflicting views on routine petroleum operations in Norway. *Marine Policy*, 43: 313–320.
- Buanes, A. 2015. Fiskerikyndiges erfaringer. Norut Rapport nr:08/2025. Norut- Northern Research Institute, Tromsø. ISSN 1890-5226
- Dale, B. 2011, November. Dale_2011 PhDthesis. Universitetet i Tromsø, Tromsø.
<https://munin.it.no/handle/10037/4150?show=full>
- Davidson, J. G., Dong, H., Linné, M., Andersson, M. H., Piper, A., Prystay, T. S., Hvam, E. B., et al. 2019. Effects of sound exposure from a seismic airgun on heart rate, acceleration and depth use in free-swimming Atlantic cod and saithe. *Conservation Physiology*, 7. Oxford University Press.
- Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E., and Vold Soldal, A. 1996a. Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Can. J. Fish. Aquatic Sci.*, 53: 2238–2249.
- Farcas, A., Thompson, P. M., and Merchant, N. D. 2016. Underwater noise modelling for environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 57: 114–122. Elsevier.
- Fewtrell, J. L., and McCauley, R. D. 2012. Impact of air gun noise on the behaviour of marine fish and squid. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 984–991.
- Fiskeridirektoratet, 2024. Sak 21/2024, REGULERING AV FISKET ETTER SILD I NORDSJØEN OG SKAGERRAK I 2025.
<https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Dokumenter/Reguleringsmoetet2/reguleringsmote-november-2024>
- Fiskeridirektoratet, 2006. Tekniske reguleringer i garnfiske etter blåkkeite. INNSTILLING FRA UTVALG NEDSATT AV FISKERIDIREKTORATET. 20pp.
- Forland, T. N., Sivle, L. D., deJong, K., Pedersen, G., Strømme, M. L., McQueen, K. et al. 2025. Havforskningsinstituttets rådgivning for støy i havet. [Rapport fra havforskningen](https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2025-1) 2025-1 ISSN: 1893-4536.
<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2025-1>
- Hassel, A., Knutsen, T., Dalen, J., Skaar, K., Løkkeborg, S., Misund, O. A., Østensen, Ø., et al. 2004. Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). *ICES Journal of Marine Science*: 1165–1173.
- Havforskningsinstituttet, 2025a. Tema: Nordøstarktisk blåkkeite.
<https://www.hi.no/hi/temasider/arter/nordostarktisk-blakkeite>
- Jensen, F. B., Kuperman, W. A., Porter, M. B. and Schmidt, H., 2011. Computational Ocean Acoustics, 2nd edition. Springer.**
- Kvale, S. and Brinkmann, S. 2012. Det kvalitative forskningsintervju. Gyldendal Akademisk. 382 p. ISBN/EAN: 9788205463547
- Kok, A. C. M., Bruil, L., Berges, B., Sakinan, S., Debusschere, E., Reubens, J., de Haan, D., et al. 2021. An

- echosounder view on the potential effects of impulsive noise pollution on pelagic fish around windfarms in the North Sea. *Environmental Pollution*, 290. Elsevier Ltd.
- Korneliussen, R.J., Heggelund, Y., Macaulay, G.J., Patel, D., Johnsen, E. & Eliassen, I.K. 2016. Acoustic identification of marine species using a feature library. *Methods in Oceanography*, 17, 187–205.
<https://doi.org/10.1016/j.mio.2016.09.002>
- Liaw A, Wiener M (2002). "Classification and Regression by randomForest." *R News*, 2(3), 18-22.
<https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>
- Løkkeborg, S., and Soldal, A. V. 1993. Influence seismics on cod behaviour and Catch rates. *ICES Symp.*
- Løkkeborg, S., Ona, E., Vold, A., and Salthaug, A. 2012. Sounds from seismic air guns: Gear-and species specific effects on catch rates and fish distribution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69: 1278–1291.
- McQueen, K., Meager, J. J., Nyqvist, D., Skjæraasen, J. E., Olsen, E. M., Karlsen, Ø., Kvadsheim, P. H., et al. 2022. Spawning Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) exposed to noise from seismic airguns do not abandon their spawning site. *ICES Journal of Marine Science*, 79. Oxford University Press.
- McQueen, K., Sivle, L. D., Forland, T. N., Meager, J. J., Skjæraasen, J. E., Olsen, E. M., Karlsen, Ø., et al. 2024. Continuous sound from a marine vibrator causes behavioural responses of free-ranging, spawning Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Environmental Pollution*: 123322.
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749124000368>.
- Medwin, H., and Clay, C.S. 1998. *Fundamentals of acoustical oceanography*. Academic Press.
- Mishonov A.V., T. P. Boyer, O. K. Baranova, C. N. Bouchard, S. Cross, H. E. Garcia, R. A. Locarnini, C. R. Paver, J. R. Reagan, Z. Wang, D. Seidov, A. I. Grodsky, J. G. Beauchamp, (2024): *World Ocean Database 2023*. C. Bouchard, Technical Ed., NOAA Atlas NESDIS 97, 206 pp.
- Nguyen, K. Q., Hanlon, J. M., Martin, B. S., Borys, P., Schornagel, D., and Morris, C. J. 2025. Examining the effect of intensive seismic surveys on abundance and behaviour of groundfish species along a continental slope of Newfoundland and Labrador, Canada. *Marine Pollution Bulletin*, 215: 117889.
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025326X25003649>
- Offshore Norge. 2013. Anbefalte retningslinjer for sameksistens med fiskerisektoren i forbindelse med seismiske undersøkelser. Offshore Norge.
<https://www.offshorenorge.no/contentassets/84292e348f394e53b8697228af930f3a/136---anbefalte-retningslinjer-for-sameksistens-med-fiskerisektoren-i-forbindelse-med-seismiske-undersokelser.pdf>.
- Peña, H., Handegard, N. O., and Ona, E. 2013. Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys. *ICES Journal of Marine Science*, 70: 1174–1180.
- Popper, A.N. and Hawkins, A.D. 2021. Fish hearing and how it is best determined, *ICES Journal of Marine Science*, 78, 2325–2336.
- Priou P et al. 2023, Glider II – Technical Report on the effects of seismic surveys on marine fauna at Ekofisk, Akvaplan-niva rapport 2023-61297.02
- Radford, A. N., Lèbre, L., Lecaillon, G., Nedelec, S. L., and Simpson, S. D. 2016. Repeated exposure reduces the response to impulsive noise in European seabass. *Global Change Biology*, 22: 3349–3360.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.13352>

Rugtveit, K. H. 2024. Effects of seismic shooting on behaviour of cod (*gadus morhua*). University of Bergen, Bergen.

Sivle, L. D., Hansen, R., Karlsen, H. E., and Handegard, N. O. 2016. Mackerel behaviour and seismic signals-a pilot net pen study. Rapport fra Havforskningen 19-2016. https://www.hi.no/en/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen/2016/hi-rapp_19-2016_dokseter_et_al._mackerel_behaviour_print

Sivle, L. D., Forland, T. N., Hansen, R. R., Andersson, M., Linne, M., and Karlsen, H. E. 2017. Behavioural effects of seismic dose escalation exposure on captive mackerel (*Scomber scombrus*). Rapport fra havforskningen 34-2017, ISBN 1893-4536, 34–2017. Bergen.

Sivle, L. D., Vereide, E. H., de Jong, K., Forland, T. N., Dalen, J., and Wehde, H. 2021. Effects of sound from seismic surveys on fish reproduction, the management case from norway. Journal of Marine Science and Engineering, 9. MDPI AG.

Skrove, T., Eriksen, G. H., Pieres, R., Thorstensen, H., and Håpnes, J. 2023. 2023 Delrapport-1 SALT-Sjømatnæringens arealbruk. SALT Rapport, 1070. SALT Lofoten AS. <https://salt.nu/prosjekter/kunnskapssammenstilling-om-sjomatnaeringens-arealbruk>

Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., and Ona, E. 2004. Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. Fisheries Research, 67: 143–150. Elsevier.

SoDir. 2024, January 8. Veileder for geofysiske undersøkelser. Søkeldirektoratet. <https://www.sodir.no/globalassets/1-sodir/fakta/geofysiske-undersokelser/veileder-geofysiske-undersokelser-jan-2024.pdf>

Soudijn, F. H., van Kooten, T., Slabbekoorn, H., and de Roos, A. M. 2020. Population-level effects of acoustic disturbance in Atlantic cod: a size-structured analysis based on energy budgets. Proceedings of the Royal Society B, 287: 20200490. The Royal Society.

Stone, C. J. 2015. Marine mammal observations during seismic surveys from 1994-2010. JNCC Report No.463a

Uhre, A. N., and Leknes, E. 2017. When the oil and fishing industries live side by side. Marine Policy, 75: 108–115. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308597X1630207X>

Urmy, S.S., Horne, J.K., Barbee, D. 2012. Measuring the vertical distributional variability of pelagic fauna in Monterey Bay, ICES Journal of Marine Science, 69, 184–196, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr205>

Utne Palm, A.C., DeJong, K., Pedersen, G., Klevjer, T., Titelman, J., Strand, E. Vereide, E. et al. (2022). Does seismic have an effect on zooplankton? – Field study with Kristine Bonnevie. Toktrapport 2022-9, Institute of Marine Research. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/toktrapport-en-2022-9>

van der Knaap, I., Reubens, J., Thomas, L., Ainslie, M. A., Winter, H. V., Hubert, J., Martin, B., et al. 2021. Effects of a seismic survey on movement of free-ranging Atlantic cod. Current Biology, 31: 1555-1562.e4. Cell Press.

Vold, A., Løkkeborg, S., Tenningen, M., and Saltskår, J. 2009. Analyse av innsamlede fangstdata for å studere effekter av seismiske undersøkelser på fiskeriene i Lofoten og Vesterålen sommeren 2008. Fisken og Havet

2009-5. Institute of Marine research.

Walle, A. 2020. Adferdsreaksjoner hos torsk (*Gadus morhua*) som følge av seismikkskyting. University of Tromsø. <https://hdl.handle.net/10037/19349>

Wardle, C. S., Carter, T. J., Urquhart, G. G., Johnstone, A. D. F., Ziolkowski, A. M., Hampson, G., and Mackie, D. 2001. Effects of seismic air guns on marine fish. *Continental Shelf Research*, 21: 1005–1027. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278434300001229>

10 - Takk

Dette prosjektet har hatt stor nytte av referansegruppen, som har kommet med mange gode og svært nyttige innspill både i egne referansegruppe møter, arbeidsseminarene og ved å være tilgjengelig for spørsmål som har dukket opp underveis i prosjektet. Vi vil også takke Jürgen Weissenberger og Sofia Aniceto hos Equinor som har vært aktive deltagere i prosjektet og bidratt særlig inn mot arbeidspakke 4. Takk også til Nina Rasmussen i Fiskebåt har også vært aktiv deltager i prosjektet og bidratt særlig i arbeidspakke 2 og 3. Til sist vil vi også takke alle eksterne deltagere som deltok på arbeidsmøtet 11.mars 2025 som bidro med synspunkter og i diskusjon.

Vedlegg 1: Spørreundersøkelse

Spørreskjema i forskningsprosjektet FiskeriSeis

Formål

FiskeriSeis er et forskningsprosjekt hvor vi skal undersøke hvordan fiskere opplever at seismikkundersøkelser påvirker utøvelse av sitt virke, samt å kartlegge hvilke fiskerier, redskapstyper og områder som er mest påvirket. I arbeidspakke 2 vil vi derfor foreta dybdeintervjuer av aktive fiskere fra ulike fiskerier, redskapstyper og områder og be dem komme fortelle om erfaringer med dette.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Havforskningsinstituttet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi ønsker å involvere fiskere fra ulike fiskerier, redskapstyper og områder, og har plukket et utvalg av aktive fiskere basert på dette.

Hva innebærer det for deg å delta?

Svare på et spørreskjema med ca 8 spørsmål, med avkrysningsalternativer.

Det er 8 spørsmål i undersøkelsen.

Del 1-bakgrunnsinformasjon

Hva er din e-postadresse? *

Vennligst sjekk svarformatet ditt.

Vennligst skriv her:

Hva type redskap fisker du *hovedsakelig* med? *

Velg alt som passer

Vennligst velg alle som passer:

- ☐ Not
- ☐ Trål
- ☐ Garn
- ☐ Line
- ☐ Snurrevad
- ☐ Teiner

Del 1-bakgrunnsinformasjon

Hvilket havområde fisker du *hovedsakelig*? *

Velg alt som passer

Vennligst velg alle som passer:

- ☐ Nordsjøen
- ☐ Norskehavet
- ☐ Barentshavet
- ☐ kysten

Hvor lenge har du jobbet som aktiv fisker? *

Velg ett av alternativene

Velg kun en av følgende:

- ☐ Mindre enn 5 år
- ☐ 5-10 år
- ☐ 0-20 år
- ☐ mer enn 20 år

Del 2 – Erfaring med seismikk under fiskeri

Har du opplevd seismikk i relativ nærhet (innen ca 20 nautiske mil) av der du har fisket eller hadde planlagt å fiske? *

Velg ett av alternativene

Velg kun en av følgende:

- ☐ Aldri
- ☐ I liten grad (1-3 ganger)
- ☐ I noen grad (4-5 ganger)
- ☐ I stor grad (6-10)
- ☐ Meget stor grad (mer enn 10 ganger)
- ☐ Vet ikke

Dersom du har opplevd seismikk ifm ditt fiskeri, hvor ofte har dette medført *

Vennligst velg passende besvarelse til hvert alternativ:

	Aldri	I liten grad (mindre enn halvparten av tilfellene)	I noen grad (rundt halvparten av tilfellene)	I stor grad (mer enn halvparten av tilfellene)	Meget stor grad (i alle tilfellene)	Vet ikke
Opplevelse av arealbeslag av fiskefelt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Opplevelse av lavere fangstrater sammenliknet med det man erfaringsmessig får i dette området	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Opplevelse av høyere fangstrater sammenliknet med det man erfaringsmessig får i dette området	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Opplevelse av at fisken er vanskeligere å fange	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Opplevelse av at fisken er lettere å fange	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Opplevelse av at det har vært mulig å fiske som normalt samtidig som seismikk-aktiviteten har pågått	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Opplevelse av at seismikkfartøyet holdt seg unna områder med aktivt fiske	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Har du vært i kontakt/dialog med seismikkfartøy (enten via fiskerikyndig eller annen kontakt)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Erfaring med seismikk under fiskeri *

Vennligst velg passende besvarelse til hvert alternativ:

	Aldri	I liten grad (mindre enn halvparten av tilfellene)	I noen grad (rundt halvparten av tilfellene)	I stor grad (mer enn halvparten av tilfellene)	Meget stor grad (i alle tilfellene)	Vet ikke
Dersom du har fått kjennskap til en planlagt seismikk-undersøkelse i et område du vanligvis fisker, har du da unnlatt å dra til dette fiskefeltet?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

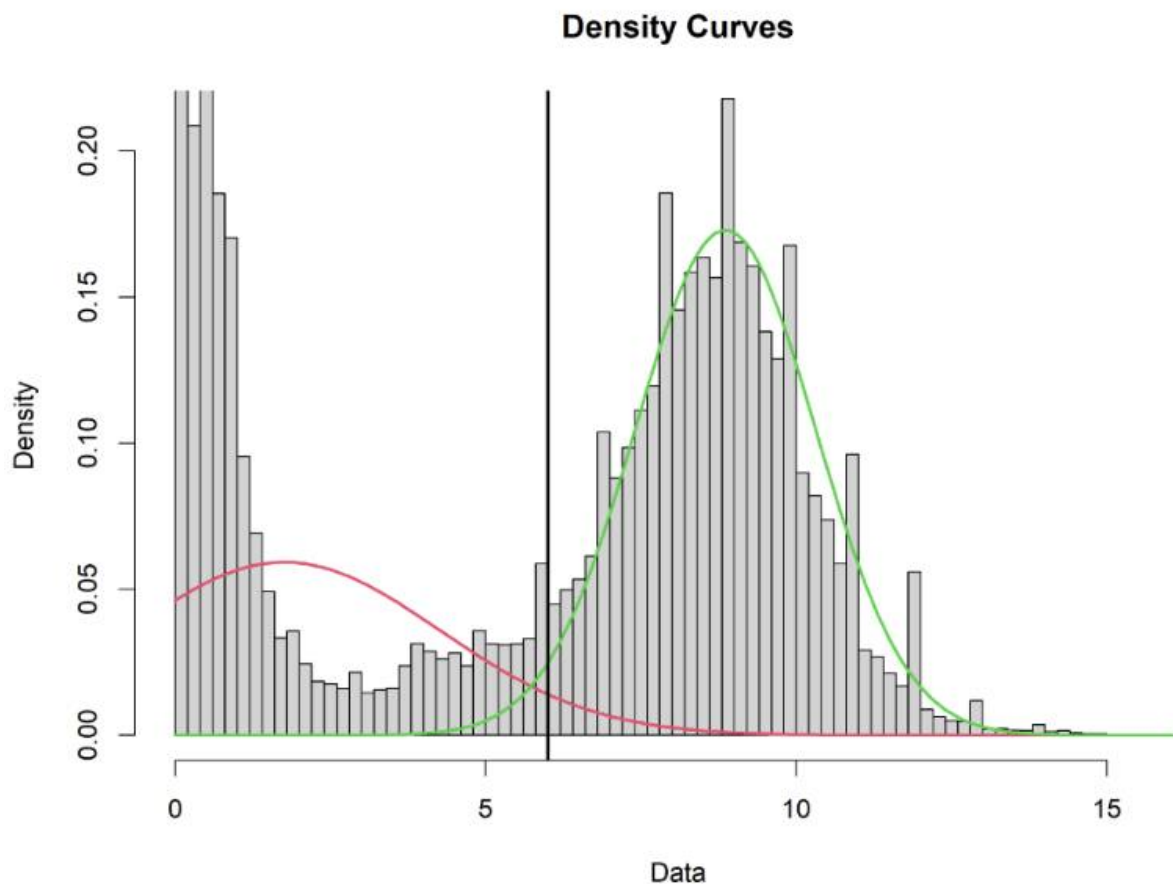
Del 3 – Håndtering og sameksistens

Hvor enig er du i følgende påstander *

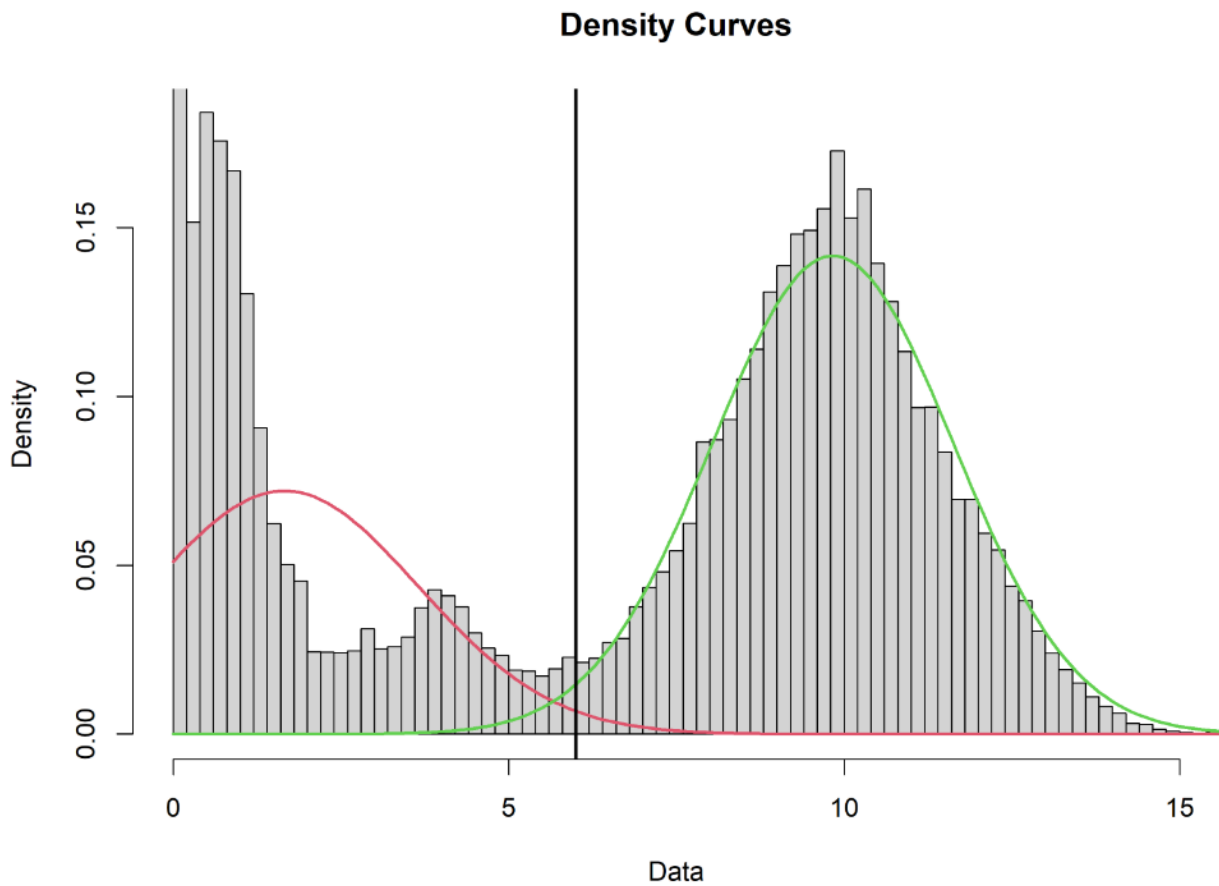
Vennligst velg passende besvarelse til hvert alternativ:

	Helt uenig	Uenig	Verken enig eller uenig	Enig	Helt enig	Vet ikke
«Fiskeridirektoratets erstatningsordning for beslaglegging av fiskefelt er en god ordning for å erstatte tapt inntekt for fiskeri grunnet seismikk»?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
«Ordnningen med fiskerikyndig (FLO) om bord på seismikkfartøy fungerer tilfredstillende»?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Vedlegg 2: Ekstra figurer for AP 2

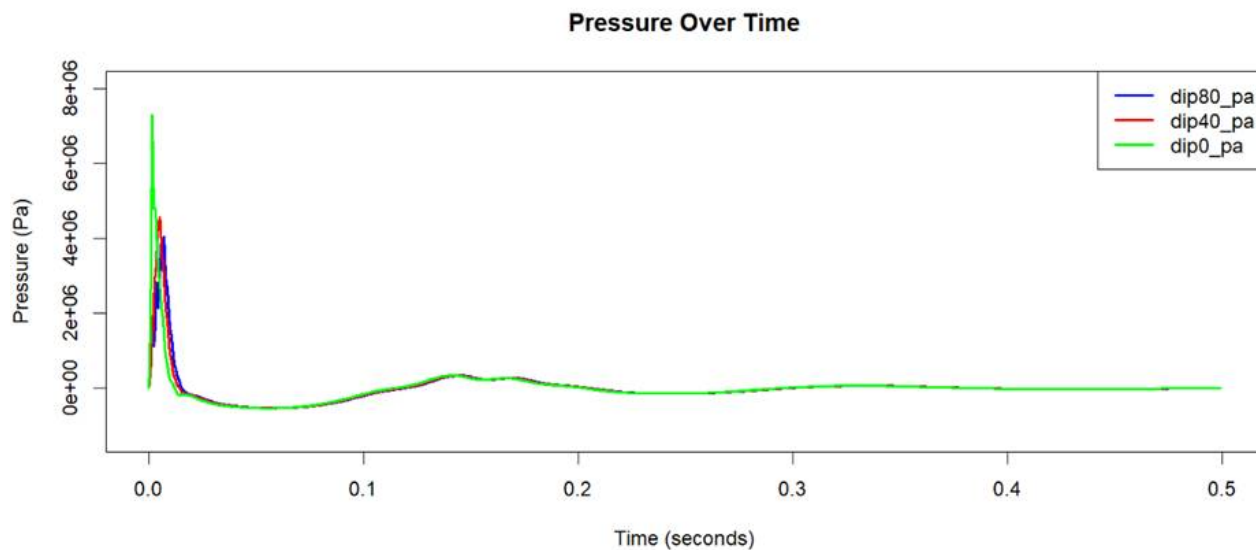


Figur V2.1. Histogram av fiskefartøyenes hastighet under en fisketur, utenfor perioder når fartøyene var "i fiske". Dette figur viser data fra notfartøy. X-aksen viser hastighet i knop. Over 6 knop (grønn kurve) ble fartøyene antatt å være på leting/i transitt, mens under 6 knop (rød kurve) ble fartøyaktiviteten klassifisert som "annet" (f.eks. soving, reparasjoner osv.)



Figur V2.2. Histogram av fiskefartøyenes hastighet under en fisketur, utenfor perioder når fartøyene var "i fiske". Dette figur viser data fra flytetrålfartøy. X-aksen viser hastighet i knop. Over 6 knop (grønn kurve) ble fartøyene antatt å være på leting/i transitt, mens under 6 knop (rød kurve) ble fartøyaktiviteten klassifisert som "annet" (f.eks. soving, reparasjoner osv.)

Vedlegg 3: Ekstra figurer for AP 4



Figur V3.1 Kildesignatur for "dip angles" 0°, 40°, 80°.

FOTNOTER

1 <https://kystdatahuset.no/>

2 <https://factpages.sodir.no/en/survey>

3 <https://www.fiskeridir.no/statistikk-tall-og-analyse/data-og-statistikk-om-yrkesfiske/apne-data-elektronisk-rapportering-ers>

4 <https://portal.fiskeridir.no/fiskeri>

5 <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Rapportering-paa-havet/Posisjonsrapportering>



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no