



SLUTTRAPPORT FOR PROSJEKT: «TESTING AV METODER FOR Å REDUSERE INTERAKSJONER MELLOM FISKERI OG HVAL»

FHF 901926

Redaktør(er): André Moan (HI)



RAPPORT FRA
HAVFORSKNINGEN
NR.

Tittel (norsk og engelsk):

Sluttrapport for prosjekt: «Testing av metoder for å redusere interaksjoner mellom fiskeri og hval»

Final report for project «Testing av metoder for å redusere interaksjoner mellom fiskeri og hval»

Undertittel (norsk og engelsk):

FHF 901926

FHF 901926

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen

ISSN:1893-4536

År - Nr.:**Dato:**

03.03.2026

Forfatter(e):

André Moan, Martin Biuw, Lise Doksæter Sivle, Maria Tenningen (HI),
Audun Rikardsen (UIT), Emma Vogel (UIT), Thomas Götz (University of
St. Andrews) og Vincent Janik (University of St. Andrews)

Redaktør(er): André Moan (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Anne Kirstine Frie (Sjøpattedyr)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Halvor
Knutsen

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15590-07

Oppdragsgiver(e):

FHF

Oppdragsgivers referanse:

901926

Program:

Kystøkosystemer

Forskningsgruppe(r):

Sjøpattedyr

Antall sider:

26

Samarbeid med

University of St. Andrews

Forord:

Denne rapporten oppsummerer et omfattende arbeid som er resultatet av stor innsats fra hele prosjektgruppa. Store deler av feltarbeidet i prosjektet ble organisert av Deanna Leonard (HI). Analyse av innsamlet data ble hovedsakelig gjennomført av Dr. Thomas Götz (University of St. Andrews), Dr. Vincent Janik (University of St. Andrews), Dr. Emma Vogel (UiT), Dr. Maria Tenningen (HI) og Dr. Lise Sivle Doksæter (HI), med bidrag fra resten av prosjektgruppa.

Prosjektgruppa takker mannskapet på alle fartøyene som ble brukt til feltarbeidet, dvs. FF Prinsesse Ingrid Alexandra, FF Beret Paulsdatter og RV G.O. Sars. Vi ønsker også å rette en stor takk til alle sildefiskerne i Skjærvøy og Kvænangen i 2024 som tilrettela for at vi kunne gjøre avspillingsforsøk i nærheten av fartøyene deres under pågående fiskeoperasjoner. Vi takker også medlemmene av referansegruppen for deres deltakelse og engasjement i prosjektet. Sist, men ikke minst, takker vi FHF, for å ha finansiert dette viktige arbeidet.

Tromsø, 11/2, 2026

André Moan, prosjektleder

Sammendrag (norsk):

Spekkhoggere og knølhval i norske farvann kan komme i konflikt med pelagiske fiskerier, spesielt under ringnotfiske etter sild på vinteren. Disse interaksjonene har ved flere anledninger ført til skade eller død for hvalene, og fangsttap og ødelagte redskap for fiskerne. Målsetningen i dette prosjektet var å teste utstyr for å redusere eller hindre slike interaksjoner, basert på en bestemt type akustisk skremmeteknologi som kalles TAST. TAST står for «Targeted Acoustic Startle Technology». Lydene som brukes i TAST er designet for å utløse en «skvette-reaksjon» hos dyrene; de skvetter til når de hører lyden. Lyden utløser en autonom refleks som får dem til å svømme bort fra lydkilden.

I prosjektet ble skremmelydene testet i kommersielt sildefiske, samtidig som man gjorde observasjoner av hval i området rundt fiskeoperasjonen. Resultatene viste at spekkhoggerne økte avstanden til lydkilden med opptil 60% under avspilling og at overflateaktiviteten til spekkhoggere ble redusert med 85% i området nært lydkilden (0-40m) og med 65% litt lenger unna (40-80m). Knølhval økte avstanden til lydkilden med 34%. Overflateaktiviteten til knølhval ble redusert med 74% i området nært lydkilden (0-40m), men lenger unna (40-80m), hadde lydene ingen effekt. Når lydene opphørte, så kom dyrene snart tilbake.

En annen viktig del av prosjektet var å undersøke om disse lydsignalene kunne påvirke sildens adferd. I forsøk på G.O. Sars, ble ulike typer simulerte «skremmelyder» i frekvensspekteret 200 – 3200 Hz testet. Ingen av disse lydene førte til en adferdsrespons hos sild, og vi konkluderte derfor med at skremmelydene ikke påvirker fangstbarheten av sild.

Prosjektet har lyktes i å påvise at lydene holder knølhval og spekkhoggere borte fra ringnota under fiske etter sild, samtidig som sild ikke reagerer på lydene verken ved å trekke seg unna eller å svømme dypere. Prosjektet har i samarbeid med næringen også utarbeidet tilrådninger til produsenter av egnet utstyr, samt konkrete anbefalinger til brukergrupper om bruk av slikt utstyr, inklusive opplysninger om hvor utstyret kan kjøpes og tilrådninger om hvordan det bør monteres og brukes. Prosjektresultatene er direkte og umiddelbart anvendelige av næringen. Dette medfører også at dyrevelferdsproblematikk og dødeligheten for hval som er involvert i interaksjoner med fiskeri reduseres tilsvarende. Ved å unngå eller redusere interaksjoner med hval, så oppnås besparelser i forhold til berging av fangst og begrensning av skade på redskap. Helhetlig sett har prosjektet potensial til å betydelig til å styrke bærekraften av ringnotfiske etter sild spesielt, og andre, lignende fiskerier der teknologien også kan være aktuell, mer generelt.

Sammendrag (engelsk):

Humpback and killer whales are known to interact with pelagic fisheries in Norwegian waters, especially during the purse seine winter fishery for herring. Such interactions have, on several occasions, resulted in injury or death of whales, as well as catch losses and gear damage for fishers. The objective of this project was to test methods to reduce or prevent such interactions, focusing on the commercial application of a specific type of acoustic deterrent technology, called TAST - Targeted Acoustic Startle Technology. The sounds used in TAST are designed to elicit a startle response; upon hearing the signal, the animals exhibit an autonomic reflex that prompts them to swim away from the source.

In the project, the deterrent sounds were tested in commercial herring fisheries, while whales in the area around the fishing operation were observed. Results showed that killer whales increased their distance to the sound source by up to 60% during playback. The surface activity of killer whales was reduced by 85% in the area close to the sound source (0–40 m) and by 65% somewhat farther away (40–80 m). Humpback whales increased their distance to the sound source by 34%. Surface activity of humpback whales was reduced by 74% in the area near the sound source (0–40 m), but farther away (40–80 m) the sounds had no effect. After the sounds were stopped, animals gradually returned to the area.

Another important part of the project was to investigate whether these acoustic signals could affect herring behavior. In experiments on the G.O. Sars, various types of simulated “startle sounds” in the 200–3200 Hz frequency range were tested. None of these sounds led to a behavioral response in herring, and we therefore concluded that the deterrent sounds do not affect the catchability of herring.

The project has succeeded in demonstrating that TAST can reduce the risk of interactions with humpback and killer whales in herring fisheries without adversely affecting the catchability of herring. In collaboration with the industry, the project has also developed recommendations for manufacturers of suitable equipment, as well as concrete guidance for user groups on the use of such equipment, including information on where the equipment can be purchased and recommendations on how it should be installed and used. The project results are directly and immediately applicable to the industry. This also means that animal welfare issues and mortality for whales involved in interactions with fisheries are reduced accordingly. By avoiding or reducing interactions with whales, savings are achieved in terms of securing the catch and limiting gear damage. Overall, the project has the potential to significantly strengthen the sustainability of purse seine fisheries for herring in particular, and other, similar fisheries where the technology may also be applicable, more generally.

Innhold

2 Innledning	6
3 Problemstilling og formål	9
4 Prosjektgjennomføring	10
5. Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon	13
6 Hovedfunn	21
7 Referanser	22
8 Leveranser	24

2 Innledning

2.1 Faglig bakgrunn for prosjektet

Dette prosjektet er en videreføring av FHF-prosjektet "Kartlegging og testing av metoder for å redusere interaksjoner mellom fiskeri og hval" ([FHF-901681](#)). I likhet med sin forgjenger har prosjektet som overordnet mål å kartlegge og teste utstyr og metoder som kan bidra til å redusere interaksjoner mellom fiskeri og hval, særlig relatert til sildefisket langs og utenfor kysten av Norge.

Bakgrunnen for prosjektet er at det over en periode har vært hyppige interaksjoner mellom ringnot og hval, - spesielt spekkhoggere og knølhval. Disse interaksjonene ble mer vanlige etter 2012/13-sesongen, da en stor del av ringnotfisket etter norsk vårgytende (NVG) sild flyttet seg til kystnære farvann i Troms, og til dels inne i trange fjorder (Salthaug and Stenevik, 2020). I årene 2016 til 2018 var det spesielt mange slike hendelser (Bjørge et al., 2023). Det har vært flere tilfeller der interaksjonene har ført til skade og død for hvalene, og tapt fangst og skade på redskap for fiskerne (Bjørge et al., 2023). Det er estimert at 18 storhval fanges årlig i norske notfiskerier (Bjørge et al., 2023). Forskning viser at spekkhoggere også har søkt til snurpenotbåter under fisket på sildas gyteplasser utenfor Helgeland og på Møre (Dietz et al., 2020; Mul et al., 2020; Vogel et al., 2021). Problemet er ikke enestående for notfisket etter sild, men også kjent blant annet fra notfiske etter lodde i Barentshavet og etter makrell i Norskehavet, samt blåkveitefiske, der spermhval spiser fisk fra line og garn under haling. Også akvakulturnæringen erfarer problemer med sjøpattedyr i nærheten av oppdrettsanlegg. Skade på slike anlegg kan medføre betydelige økonomiske tap i form av rømt eller stresset fisk.

De pelagiske artene sild, makrell, kolmule og lodde støtter store verdifulle fiskerier. I Norge ble det i 2023 fanget 1,26 millioner tonn pelagisk fisk til en verdi av 10,8 milliarder kr (Fiskeridirektoratet, 2026). Disse artene er også hovedretten til mange hvalarter i norske farvann, som bl.a. spekkhoggere og knølhval (Skern-Mauritzen et al., 2022). Estimer viser at det er rundt 10.000 knølhval og 15.000 spekkhoggere i nordøst-Atlanteren (Leonard and Øien, 2019). Disse spiser store mengder pelagisk fisk hvert år og konkurrerer dermed om fisken med fiskeriene (Skern-Mauritzen et al., 2022).

For å hindre interaksjoner mellom fiskeredskap og hval er det blitt utviklet flere typer akustiske alarmer (også kalt «pingere» eller «hvalskremmere») som skal holde hvalene borte ved hjelp av lyd. Akustiske alarmer med høy frekvens brukes i dag i mange fiskerier for å redusere bifangster av små ekkolokaliserende tannhval (som niser, delfiner og nebbhval) (f.eks. Kraus et al., 1997; Carretta and Barlow, 2011; Moan and Bjørge, 2025). Kunnskapen om hørselen til større hvalarter, som spekkhogger og knølhval, og hvordan de evt. reagerer på skremmelyder, er mer begrenset. Det har tidligere vært gjort noen forsøk med akustiske alarmer mot knølhval (Lien et al., 1992; Todd et al., 1992) og spekkhoggere (Tixier et al., 2014), men med varierende resultat. Sammenliknet med mange andre hvalarter er knølhval regnet blant artene som reagerer minst på lydforstyrrelser (Sivle et al., 2015; Dunlop, 2016). Det er derfor ekstra utfordrende å finne akustisk alarmer for denne arten.

Hval bruker lyd til kommunikasjon og i mange tilfeller til å finne mat. Det er viktig at lydsignalene som blir brukt i akustiske alarmer ikke skader hørselen til hvalen, eller har så sterk effekt at den blir ekskludert fra sine naturlige områder eller forstyrrer (maskerer) hvalens egne lyder (Götz and Janik, 2013).

Dette prosjektet baserer seg på bruk av en bestemt type lyd som utløser en "skvette-refleks" hos hvalene. Hvalene reagerer på lyden med en autonom refleks, som får dem til å svømme bort fra lydkilden. Den kommersielle implementasjonen av teknologien kalles TAST (Götz and Janik, 2011). TAST står for «Targeted Acoustic Startle Technology». Lydene er lavere og kortere enn mange konvensjonelle akustiske alarmer, og

kan tilpasses de enkelte artene ved å velge spesifikke frekvensbånd (Götz et al., 2015, Götz and Janik 2016). Metoden har vist lovende resultater mot sel (Götz and Janik, 2016) og tannhvaler (Götz et al., 2020).

2.2 Prosjektets omfang

Prosjektet har hatt en total finansiering på kr 4.566.000, hvorav kr 3.782.000 var finansiert av FHF, mens resten var finansiert som «in-kind» fra de medvirkende forskningsinstitusjonene. Total varighet var 876 dager (ca. 2,5 år), fra 06.11.2023 til 31.03.2026.

2.3 Prosjektorganisering

Prosjektet har vært organisert under Havforskningsinstituttets forsknings- og rådgivningsprogram «Kystøkosystemer», med forskningssjef Halvor Knutsen som programleder og Petter Baardsen som prosjektøkonom. Prosjektet har vært ledet av André Moan fra avdelingen for Sjøpattedyr ved Havforskningsinstituttet. Prosjektgruppa ellers omfattet forskere og teknisk personell fra Havforskningsinstituttets avdelinger for Sjøpattedyr, Fangst og Økosystemakustikk, i tillegg til forskere fra UiT – Norges Arktiske Universitet (Tromsø), og University of St Andrews (Storbritannia). Prosjektet har også etablert en referansegruppe, med representanter fra fiskerinæringen. Referansegruppen har hatt to møter i prosjektperioden. Hele prosjektgruppa, samt den enkeltes rolle, er oppgitt i tabellen under.

Tabell 1: Oversikt over prosjektdeltakere, affiliasjon og rolle i prosjektet.

Navn	Institutt / organisasjon	Rolle
PhD André Moan	Havforskningsinstituttet, avd. Sjøpattedyr	Prosjektleder
PhD Martin Biuw	Havforskningsinstituttet, avd. Sjøpattedyr	Leder for AP3 og AP4
PhD Lise Doksæter Sivle	Havforskningsinstituttet, avd. Økosystemakustikk	Leder for AP2
PhD Maria Tenningen	Havforskningsinstituttet, avd. Fangst	Leder for AP2
Deanna Leonard	Havforskningsinstituttet, avd. Sjøpattedyr	Prosjektdeltaker
Martin Kristiansen	Havforskningsinstituttet, avd. Sjøpattedyr	Prosjektdeltaker
PhD Audun Rikardsen	UiT Norges Arktiske Universitet	Leder for AP1
PhD Emma Vogel	UiT Norges Arktiske Universitet	Prosjektdeltaker
PhD Thomas Götz	University of St. Andrews, UK	Leder for AP1, AP3 og AP4
PhD Vincent Janik	University of St. Andrews, UK	Leder for AP1 og AP4
Ole Theodor Hovden	Hovden Viking	Referansegruppe
Børge Arvesen	Nordhavet	Referansegruppe
Kent Hansen	Skagøysund	Referansegruppe
Tor André Storås	Storhav	Referansegruppe
Olav Dale	Røttingøy	Referansegruppe
Geir Magne Madsen	Fiskebas	Referansegruppe
Ronny Larsen	Frøybas	Referansegruppe
Ole Svein Einebærholm	Vestbris / Lindøy	Referansegruppe

Tore Torvanger	Vestfart	Referansegruppe
Bjørn Andersen	Reinebuen	Referansegruppe

3 Problemstilling og formål

3.1 Effektmål (betydning for næringen, nytteverdi, kvantifiseres om mulig)

Det langsiktige målet med prosjektet er å bidra til at interaksjoner mellom hval og fiskeri blir redusert. Hvert år meldes det om flere hendelser der hval blir fanget i fiskeredskap. Dette kan føre til at hvalen blir skadet eller dør samt ekstra arbeid og kostnader i forbindelse med tapt fangst og skader på redskapet. Effektive løsninger for å holde hval unna fiskebåter kan dermed medføre store besparelser i forhold til redusert fangsttap og skade på redskap. Det vil også bedre omdømmet til fisket. Effektive alarmer utviklet for fiske med snurpenot kan også tenkes å ha nytteverdi for andre fiskerier og oppdrettsnæringen. Prosjektet er blitt gjennomført i nært samarbeid med Genuswave AS som er industrileverandør av TAST. Resultatene har blitt kommunisert gjennom media til fiskerinæringen samt gjennom møter med referansegruppen. Prosjektet har lagt det vitenskapelige grunnlaget som er nødvendig for å gå videre med å implementere TAST-baserte metoder i kommersielt fiske.

3.2 Resultatmål (leveranser i prosjektet)

Prosjektets hovedmål var å teste, og om mulig, implementere utstyr og metoder som kan bidra til å redusere interaksjoner mellom fiskeri og hval, særlig relatert til sildefisket langs og utenfor kysten av Norge.

Prosjektet hadde i tillegg fem delmål:

1. Videreutvikling og detaljert testing av lydsystem for knølhval og spekkhogger
2. Undersøke mulige effekter av lydsignalene på sildens atferd og fangstbarhet av denne
3. Eksperimenter med avspilling av lyd fra fiskefartøy
4. Vurdere praktiske metoder for implementering av TAST-systemer i fiskeriene

4 Prosjektgjennomføring

4 PROSJEKTGJENNOMFØRING

Prosjektet var organisert i fire arbeidspakker (APer). Disse er beskrevet under, inkludert metodikken som er benyttet i hvert tilfelle.

Arbeidspakke 1: Videreutvikling og detaljert testing av lydsystem for knølhval og spekkhogger

AP-ledere: Vincent Janik (University of St. Andrews), Thomas Götz (University of St. Andrews) og Audun Rikardsen (UiT)

I den første delen av prosjektet vurderte vi potensialet for såkalt 'Targeted Acoustic Startle Technology' (TAST) for å avskrekke hval fra fiskerioperasjoner i fjordene i Nord-Norge. Vi lyktes med å vise at spekkhoggere oppviser en sterk unngåelsesrespons på TAST. Imidlertid har fiskerne påpekt at mens spekkhoggere kan være et problem, er det knølhvaler som ofte er den største utfordringen da de i større grad kan ødelegge fiskeredskaper og fiskeprosessen. I 2021 og 2022 testet vi ulike lyder for knølhvaler og målte bevegelsene deres ved hjelp av dataloggermerker. Foreløpige analyser viser at vi lyktes med å fremkalle og måle en svak respons, noe som ikke er blitt vist for denne arten før. Basert på resultatene fra videre analyser har leverandøren utviklet en modifisert TAST-konfigurasjon som er tilpasset knølhvaler, noe som øker sannsynligheten for en avskrekkende effekt. Denne andre fasen av prosjektet bygget videre på det vi lærte i første del, og modifiserte og testet TAST-konfigurasjonen for knølhvaler for å vise at systemet gir en avskrekkende effekt på både knølhval og spekkhogger.

Arbeidspakke 2: Undersøke om lydsignalene kan ha en effekt på sildens atferd

AP-ledere: Lise Dokseter Sivle (HI) og Maria Tenningen (HI)

Det er viktig å sikre at lydsignalene ikke påvirker sildens atferd på en måte som påvirker fangsten negativt. Silda har god hørsel på grunn av en kanal mellom svømmeblæren og det indre øret. De hører høyere frekvenser enn de fleste andre fiskearter, og lydene i TAST som ble utviklet i prosjektet, er også hørbare for silda. Tidligere forsøk med lydeksponering har vist at sild vanligvis reagerer på noen typer lyd med å dykke og/eller svømme unna. I en fiskerisituasjon kan det innebære at fangstbarheten reduseres. Målsetningen i denne APen var å måle sildas reaksjoner til de ulike lydsignalene som testes for bruk i TAST (AP1 og AP3). Forsøksdesign og metodikk er beskrevet i detalj i Sivle et al. (2025). Forsøkene i denne APen testet om det er sannsynlig at sild reagerer på lyden fra hvalskremmeren, dokumenterte hvordan de responderte, og vurderte hvordan dette kunne påvirke fangstbarheten. Forsøket ble gjennomført under CRIMAC SFI (www.crimac.no) toktet 20 – 26.11.2023 med G.O. Sars. Resultatene er presentert i toktrapport og vitenskapelig manuskript, og er i tillegg oppsumert i denne sluttrapporten, kap. 5. og 6.

Arbeidspakke 3: Eksperimenter med avspilling av lyd fra fiskefartøy

AP-ledere: Martin Biuw (HI) og Thomas Götz (University of St. Andrews)

I den første delen av prosjektet ble det gjennomført avspillinger av lyd i nærheten av fiskefartøy fra en liten båt som nærmet seg aktive fiskefartøy. Denne metoden var en utmerket måte å fleksibelt bevege seg mellom aktive fiskerioperasjoner, samarbeide med fiskere og gjennomføre tilstrekkelig antall forsøk for en statistisk analyse.

I denne arbeidspakken ble forsøk fra første del av prosjektet gjentatt. Lydeksponeringsforsøk ble gjennomført direkte fra aktive fiskefartøy ved hjelp av visuelle observasjoner. Dette muliggjorde testing av effekten under

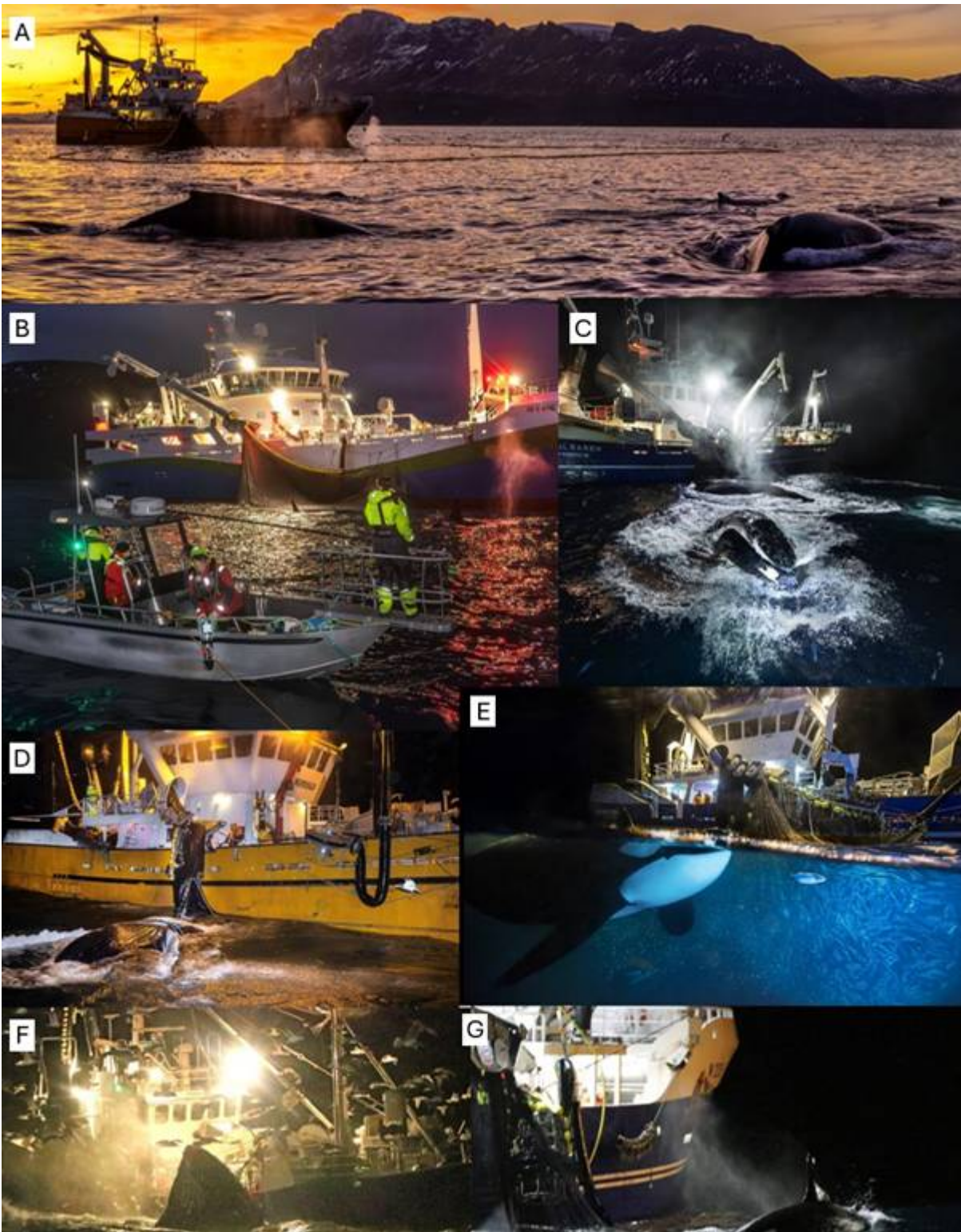
ulike faser av fiskeriaktiviteten, med muligheten til å måle hvalers bevegelser over et større område. Denne metoden muliggjorde også lengre forsøk og eksponeringer før, under og etter for å teste for sensitivitet eller tilvenning til lydsignalene. I alle forsøkene bruke vi en spesifikk TAST-konfigurasjonen for knølhvaler og spekkhoggere, som ble modifisert i AP 1, for å teste avskrekking av disse artene i nærheten av fiskefartøy.

Arbeidspakke 4: Utvikle praktiske metoder for implementering av TAST-systemer i fiskerier

AP-ledere: Vincent Janik (University of St. Andrews), Thomas Götz (University of St. Andrews) og Martin Biuw (HI)

TAST har blitt effektivt implementert for å holde sel unna fiskeoppdrett i Skottland med lovende resultater (Götz & Janik, 2016). Det samme gjelder fiskerier i England (Walmsley et al., 2025). Imidlertid vil implementeringen av systemet fra et fartøy sannsynligvis kreve en annen tilnærming, da det må være mobilt og i stand til å dekke et større område, i motsetning til å være fast plassert. Systemet må også være selvforsynt når det gjelder strømforsyning, og for å bli brukt av fiskere må det være effektivt, robust og lett å implementere med minimal innvirkning på fiskerioperasjoner. Blant annet er det sannsynlig at systemet må kunne brukes i den fasen da nota settes ut, enten ved at det plasseres på en bøye i tilknytting til nota, eller at det er fastmontert på skroget slik at det ikke skades når dette er i aktiv bevegelse.

Designet av systemet har blitt gjort t i samarbeid med Genuswave og i konsultasjon med fiskere for å oppnå best mulig resultat. TAST-systemets design tar hensyn til innsikt fra AP3, der størrelsen på området som krever avskrekking og effektområdet for knølhvaler og spekkhoggere, ble fastslått. Flere alternative innfestingsmetoder ble vurdert.



Figur 1: Eksperimentelt oppsett og hvaladferd. A) knølhval sirkler langs kanten av ei sildenot. B) Forskerne har lagt seg inntil en fiskebåt og senker avspillingsenheten ned i vannet i slutten av fiskeoperasjonen. C) Knølhval som spiser sild rett utenfor nota. D) Knølhval som er fanget inne i nota. E) spekkhogger som tar et pust rett ved notposen. F) knølhval i «lunge-feeding» rett utenfor nota. G) Spekkhogger spiser restene som ligger i vannet etter fiskeoperasjonen. Bilder: Audun Rikardsen (A-E) og Thomas Götz (F-G).

5. Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

5.1 Detaljert oversikt over oppnådde resultater, inkludert vurdering av funnene (statistikk, gyldighet, sikkerhet, presisjon, etc.)

Siden arbeidet i AP1 og AP3 henger tett sammen, presenteres resultatene for disse to APene under ett. Resultatene fra AP2 og AP4 presenteres begge for seg selv.

Resultater AP1 og AP3:

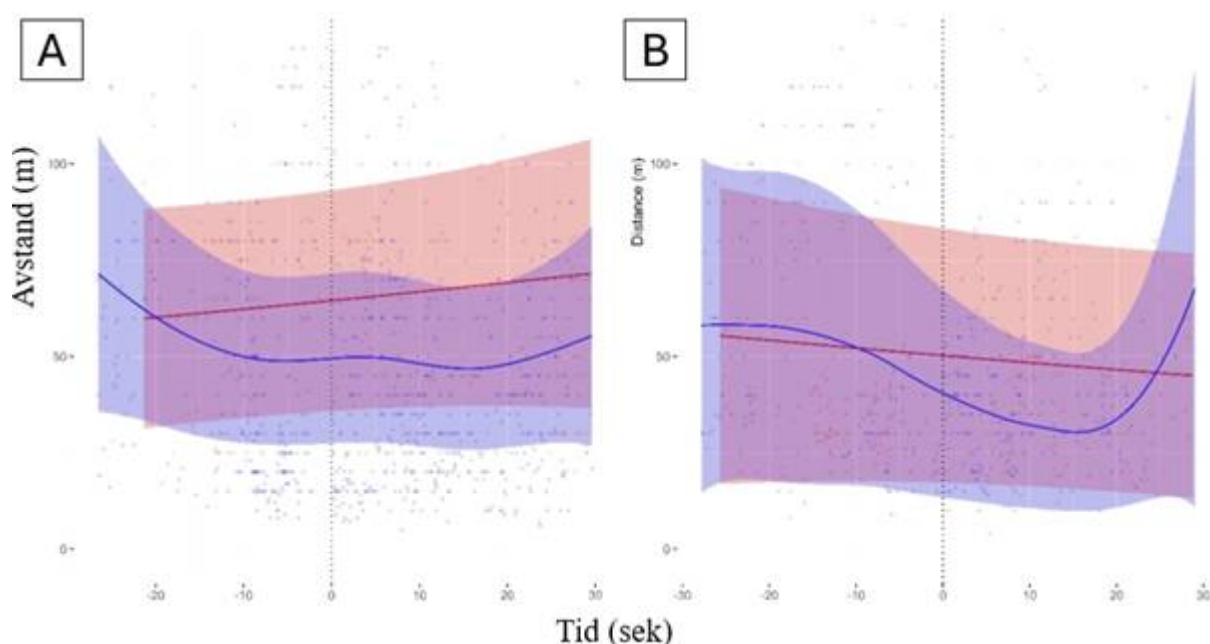
Det ble brukt to avspillingsenheter i forsøkene, en «low frequency-enhet» (LF-enhet) og en «high frequency-enhet» (HF-enhet). LF-enheten var tilpasset hørselen til knølhval (1.8 kHz), mens HF-enheten var tilpasset hørselen til spekkhoggere (6-20 kHz). Begge enhetene hadde en såkalt «duty cycle» på 1%, dvs. de spilte av lyd 1% av tiden. Bredbånd RMS-kildenivået (lydstyrken) var på ca. 183.5 dB re 1 Pa for begge enhetene. Det maksimale 1/3-oktavnivået var på ca. 181.5 dB re 1 μ Pa og 180.0 dB re 1 μ Pa for henholdsvis LF- og HF-enheten. HF-signalet hadde lignende struktur som det som er beskrevet i Hiley et al. (2021).

Vi har brukt to ulike mål på effekten av TAST:

1. Endring i gjennomsnittlig avstand mellom hval og avspillingsfartøyet før, under og etter aktivering av TAST. Merk at etter hvert som hvalene beveger seg lenger og lenger bort fra lydkilden, så er det mindre og mindre sannsynlig at observatøren registrerer dem. Det er mulig at enkelte individer forsvinner utenfor observatørens synsvidde, og dermed ikke registreres i det hele tatt. Dette betyr at avstands-estimatene har en negativ bias, og at estimater av «skremme»-effekt avledet fra disse derfor vil utgjøre et underestimat. Det betyr at man kan forvente at den reelle effekten av TAST er noe sterkere enn det modellberegningene viser.
1. Endring i overflateaktivitet/tilstedeværelse før, under og etter aktivering av TAST. I motsetning til avstandsestimater, så utgjør overflateaktivitet et mer reelt mål på effekten av TAST i ulike avstands-bolker (0-40 m, 40-80m, > 80 m).

Analyse av data samlet inn i forsøkene viste at både spekkhoggere og knølhval beveger seg vekk fra avspillingsenheten, men responsen er større, raskere og tydeligere for spekkhoggere enn for knølhval. Spekkhoggere øker avstanden til avspillingsenheten med 60% under avspilling, mens knølhval kun øker avstanden med 34% (Figur 2 og Tabell 2). Overflateaktivitet og tilstedeværelse av spekkhoggere ble redusert, i starten med 76%, og etter pågående avspilling, med inntil 85% innenfor 40 m avstand fra avspillingsenheten (Tabell 3). Overflateaktiviteten og tilstedeværelsen av spekkhoggere redusert med inntil 65% fra 40 til 80 m avstand fra avspillingsenheten (Tabell 3). Det var ingen effekt på spekkhoggere på avstander over 80 m. Overflateaktivitet og tilstedeværelse av knølhval ble redusert med 74% innenfor 40 m avstand fra avspillingsenheten, men denne responsen kom først etter avspilling i 5 minutters eller mer. I motsetning til spekkhoggere, var det ingen respons fra knølhval på avstander lenger enn 40 m fra avspillingsenheten. For både spekkhoggere og knølhval, varte noe av effekten av lydavspillingen i 5 minutter etter avspillingen opphørte. Men når lydene opphørte kom spekkhoggerne snart tilbake.

Analysene viste også at spekkhoggere og knølhval nærmer seg nota i større og større grad etterhvert som fiskeoperasjonen pågår. Hvalaktivitet rundt nota var høyest midt i fiskeoperasjonen, når nota hales inn og før den lukkes. Det er i denne perioden risikoen for interaksjoner med hval er størst, og her tiltak bør mot slike interaksjoner bør settes inn.



Figur 2: Modellert gjennomsnittlig avstand mellom spekkhogger og avspillingsfartøyet (A) og knølhval og avspillingsfartøyet (B) gjennom hele fiskeoperasjonen. De blå linjene viser avstanden i fravær av avspilling mens de røde linjene viser avstanden under avspilling. Blå og røde prikker viser rådata. Røde og blå band angir 95% konfidensintervall. Nullpunktet på x-aksen anger når dekklysene på fiskefartøyet slås på.

Tabell 2: Effektstørrelse av TAST. Tabellen viser den multiplikative forskjellen på gjennomsnittlig modellert avstand mellom avspillingsbåten og spekkhoggere og knølhval i ulike tidsbolker, sammenlignet med referanseperioden (Pre: 5min). Verdiene 1.2 og 0.8 angir f.eks. hhv. 20% økning og reduksjon i avstand under avspilling. Nedre og øvre KI angir 95% konfidensintervall for koeffisientene. P-verdiene er justert for multipl testing med Dunnett-metoden.

Sammenligning	Koeffisient (e^{β})	Nedre KI	Øvre KI	p-verdi
Spekkhogger				
Lyd: 5min / Pre: 5min	1.327	0.976	1.803	0.042
Lyd: 15min / Pre: 5min	1.571	1.143	2.158	0.0004
Post: 5min / Pre: 5min	1.466	0.850	1.648	0.0027
Post: 10min / Pre: 5min	1.043	1.077	1.996	0.981
Knølhval				
Lyd / Pre	1.337	1.017	1.758	0.0247
Lyd / Pre	1.075	0.787	1.468	0.7966

Tabell 3: Effektstørrelse av TAST. Tabellen viser den multiplikative forskjellen på overflateaktivitet for

spekkhoggere og knølhval i ulike tids- og avstandsbolker, sammenlignet med referanseperioden (Pre: 5min). For eksempel, så angir verdiene 1.2 og 0.8 hhv. 20% økning og reduksjon i overflateaktivitet. Nedre og øvre KI angir 95% konfidensintervall for koeffisientene. P-verdiene er justert for multipl testing med Dunnnett-metoden.

Sammenligning	Avstands-bolk	Koeffisient (e^{β})	Nedre KI	Øvre KI	p-verdi
Spekkhogger					
Lyd: 5min / Pre: 5min	<40m	0.244	0.089	0.671	0.0010
Lyd: 15min / Pre: 5min	<40m	0.149	0.051	0.438	0.0000
Post: 5min / Pre: 5min	<40m	0.470	0.206	1.070	0.0501
Lyd: 5min / Pre: 5min	40-80m	0.352	0.152	0.815	0.0041
Lyd: 15min / Pre: 5min	40-80m	0.355	0.116	1.088	0.0479
Post: 5min / Pre: 5min	40-80m	0.656	0.283	1.521	0.4289
Lyd: 5min / Pre: 5min	>80m	0.838	0.190	3.702	0.9618
Lyd: 15min / Pre: 5min	>80m	1.450	0.381	5.511	0.7882
Post: 5min / Pre: 5min	>80m	0.919	0.214	3.950	0.9914
Knølhval					
Lyd: 5min / Pre: 5min	<40m	0.616	0.308	1.230	0.1797
Lyd: 15min / Pre: 5min	<40m	0.257	0.070	0.941	0.0202
Post: 5min / Pre: 5min	<40m	0.666	0.357	1.243	0.2301
Lyd: 5min / Pre: 5min	40-80m	1.397	0.707	2.761	0.4446
Lyd: 15min / Pre: 5min	40-80m	0.901	0.313	2.594	0.9741
Post: 5min / Pre: 5min	40-80m	0.247	0.081	0.755	0.0038
Lyd: 5min / Pre: 5min	>80m	5.629	1.292	24.518	0.0073
Lyd: 15min / Pre: 5min	>80m	2.411	0.326	17.856	0.5283
Post: 5min / Pre: 5min	>80m	0.644	0.068	6.087	0.8943

Resultater AP2:

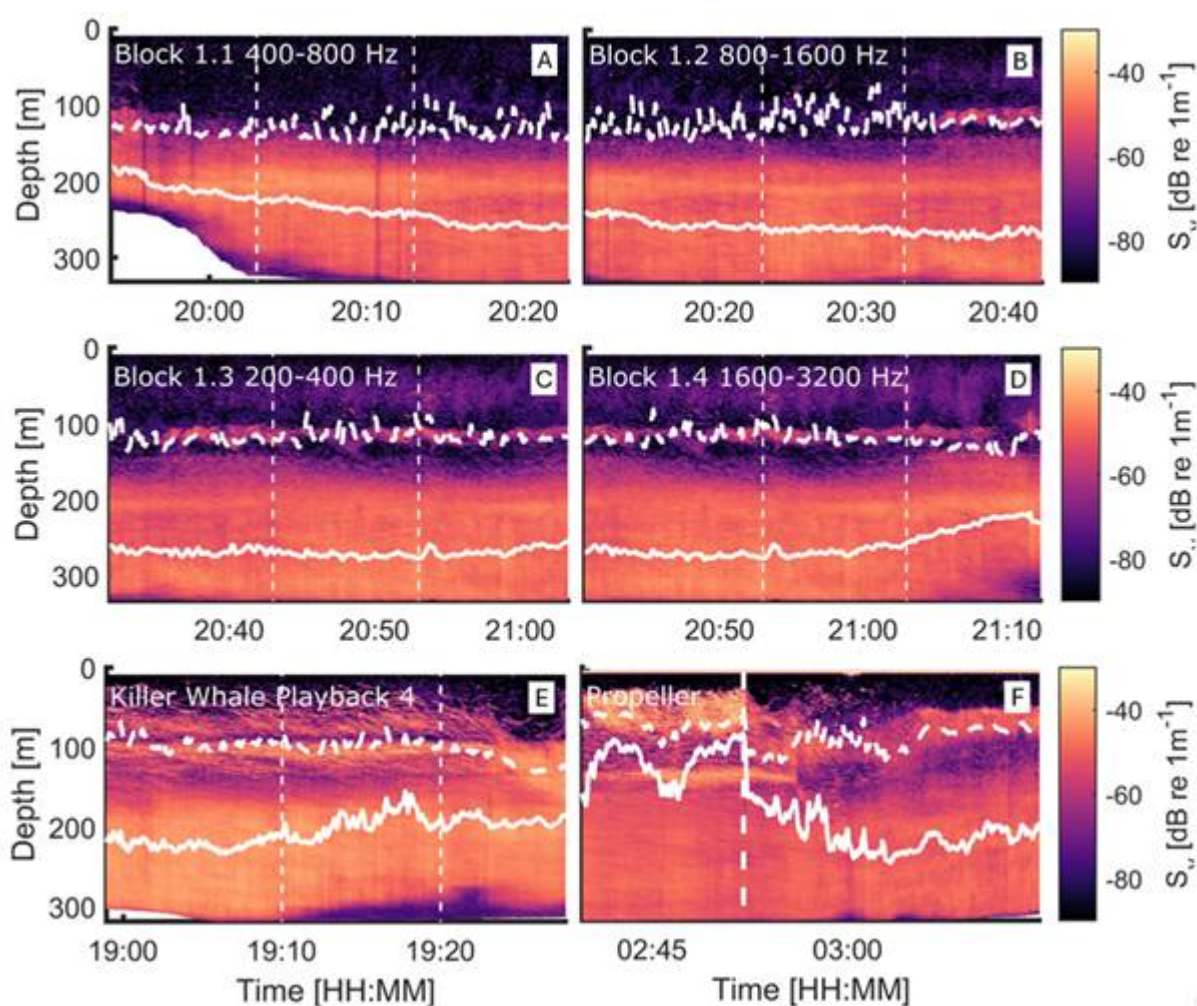
I forsøk på G.O. Sars, ble 10 repetisjoner med ulike typer simulerte «skremmelyder» i frekvensspekteret 200 – 3200 Hz testet for å kartlegge en eventuell respons til silda på skremmelydene. I tillegg til skremmelydene, ble det også spilt av fire forskjellige spekkhoggerlyder, i tillegg til at effekten av propell-/motorstøy ble testet. Maks kildenivå (lydstyrke) varierte fra 145 til 185 dB re 1 μ Pa, avhengig av frekvensbånd.

Ekkogrammer fra noen av avspillingsforsøkene er vist i Figur 3. Figur 3F viser en tydelig reaksjon fra silda på propell-/motorstøy. Den akustiske tettheten (sV) ble redusert med 55%, spredningsindeksen (I) økte med 75%,

mengden (sa) minket med 75% og mediandypet (CM) økte med 32 m. Alle disse endringene var statistiske signifikante og indikerer at silda reagerte med å dykke ned og spre seg ut. Dette viser at metodikken som ble brukt var godt egnet til å detektere adferdsendringer hos sild.

Skremmelydene derimot, førte ikke til systematiske endringer i sildas akustiske tetthet, tallrikhet eller fordeling (Figur 3A-D). Evt. adferdsendringer som følge av eksponering til skremmelydene var mye mindre enn adferdsendringene etter propellstøy. Det ble heller ikke påvist noen signifikant endring som følge av avspilling av spekkhoggerlyder.

Disse forsøkene viser dermed at skremmelydene ikke får silda til å dykke eller svømme unna. Man kan derfor forvente at skremmelydene, gitt at de brukes med tilsvarende lydstyrker (opp til 185 dB re 1 μ Pa) og frekvenser (over 400 Hz), kan brukes i kommersielt fiske, uten noen negativ effekt på silda, eller fangbarheten av sild. Flere detaljer er tilgjengelig i Sivle et al. (2025).



Figur 3: Ekkogram for fire av de ulike typene signaler som ble testet i blokk 1 (A-D), i tillegg til spekkhoggerlyder (E) og propell-/motorstøy (F). Stiplete vertikale linjer indikerer start og stopp av lydavspilling. De hvite horisontale linjene angir mediandybden på sildelaget («centre of mass»); de heltrukne linjene dekker hele vannsøyla, mens de stiplede linjene dekker de øverste 150 meterne.

Resultater AP4:

Prosjekt- og referansegruppen har i sine møter vurdert flere mulige bruksscenarioer, der lydenheten plasseres på forskjellige steder og brukes på ulike måter. Noen av disse metodene er mulig å ta i bruk med dagens løsninger, mens andre krever mer arbeid, investering og/eller testing før de kan tas i bruk. Det er viktig å merke

seg at hvis det krever store investeringer å ta teknologien i bruk, så blir det sannsynligvis motstand mot dette i flåten. Og da blir det ikke tatt i bruk, med mindre myndighetene setter fram krav om dette. Sildefisket er begrenset i varighet og redere ønsker kanskje ikke å gjøre store oppgraderinger for et kort fiskeri.

Noen aktuelle scenarier for bruk er beskrevet under og oppsummert i Tabell 4.

- **Scenario 1** – enheten henger ned i sjøen fra båten: I dette scenariet henger lydenheten i et tau ned fra styrbord side av båten, og forsynes med strøm enten fra interne batterier eller via en strømkabel til et batteri på dekk (eller båtens egen strømforsyning). Fordelene med dette er at det er relativt enkelt og krever ikke store investeringer. Det vil være enkelt å fise enheten ut ved behov (f.eks. ved setting) og å ta den inn igjen etterpå (f.eks. mot slutten av haleprosessen). Samtidig er det ikke nødvendigvis enkelt å ha utstyr i sjøen når man setter nota. Ting henger ikke rett ned når båten går med 10 knop. Av og til kan det pga. vær og vind være nødvendig å gjøre ikke-planlagte manøvre med fartøyet. Det er dermed en risiko for at enheten kan vikle seg inn i propellen. Denne risikoen kan muligens reduseres ved å tyngne enheten ned tilstrekkelig med lodd og å holde et godt øye med den under manøvrering og haling. En annen ulempe er at det kan være utfordrende å forsikre seg om at enheten er orientert riktig vei, så lydutbredelsen blir mest mulig effektiv. Båt og not kan også føre til delvis maskering av lydene, hvilket kan redusere effekten. I tillegg er det en risiko for at enheten kan komme i klem mellom båtsiden og nota mot slutten av haleprosessen. Dette kan føre til skade på enheten, fartøyet eller nota. Dermed må man sannsynligvis passe på å hale inn enheten i god tid før nota er snurpet helt inn.
- **Scenario 2** – enheten henger etter båten i blåse og drivanker. Dette scenarioet er på mange måter likt scenario 1. Den mest vesentlige forskjellen er at man kan få enheten litt lenger bort fra båten, og den vil naturlig havne bak båten og komme bort fra propellene når man går med fart. Dette kan muligens redusere risikoen for innvasing. I dette scenarioet vil det, som i scenario 1, også være utfordrende å forsikre seg om at enheten er orientert riktig vei, siden lyden er retningsbestemt. Enhetens rekkevidde er kort, og siden den havner lenger bak båt og not i dette scenarioet, så vil sannsynligvis «skremme-effekten» reduseres betydelig.
- **Scenario 3** – enheten monteres i fast installasjon på skroget: Det er neppe hensiktsmessig å sveise enheten fast på utsiden av skroget, men det er mulig å tenke seg at enheten monteres i skroget, på tilsvarende måte som fartøyets sonar. Fordelene med dette er at man kan sikre enhetens orientering og strømforsyning, samtidig som man unngår all problematikk rundt innvasing i propell eller klemming av enheten mellom not og båt. I en fast konfigurasjon bør det også være mulig å tilrettelegge for fjernstyring av enheten fra rorhuset. Ulempene er at fiskefartøy typisk bare har én «brønn» og at der står det allerede annet utstyr, som sonar. Det vil medføre betydelige kostnader å sette inn flere av disse «brønnene», som drar kost-nytte-ligningen sterkt i negativ retning.
- **Scenario 4** – enheten monteres midlertidig på skroget: Det kan være mulig å feste enheten midlertidig til utsiden av skroget ved bruk av en sterk magnet. I et slikt scenario, så senker man enheten ned fra siden av båten, og aktiverer en kraftig elektromagnet når det er i riktig posisjon, som fester det til skroget. I et slikt scenario kombinerer man noen av fordelene fra scenario 1 og 3. På samme måte som i scenario 1, så bør enheten fiskes opp igjen mot slutten av snurpinga for å unngå at den kommer i klem. Det er heller ikke kjent om hvordan en sterk magnet kan påvirke effekten av lydenheten eller annet utstyr om bord.
- **Scenario 5** – enheten festes på nota: Dette er en av de enkleste løsningene. Enheten festes på et egnet sted på nota (korklina, midtnota, loddlina), og går ut og inn sammen med den. Enheten kan muligens også beskyttes ved å legge den i en strømpe/stor garnpose, eller lignende. Dette medfører at enhetene må ha egen intern strømforsyning, enten med oppladbare eller utbyttable batterier (noe utgaven av TAST som ble testet i dette prosjektet allerede har). En utfordring med å gjøre det på denne måten knytter seg til når enhetene skal gjennom halemaskineriet. Enhetene er sannsynligvis for store og skjøre til å kunne trekkes gjennom halemaskineriet, så da måtte det være mulig å klippe dem enkelt av og på før de når haleren. I tillegg er nota stor (opptil 300 m i diameter), så det er mulig man må bruke flere enheter for å få tilstrekkelig akustisk dekning og «skremme-effekt».

- **Scenario 6** – enheten monteres på en mini-ROV: I dette scenarioet har man en fjernstyrt båt om bord, som man setter ut før man kaster nota, og som man deretter posisjonerer så «skremme-effekten» maksimeres. Dette medfører et visst investeringsbehov, men kan samtidig redusere antallet enheter som er nødvendig for maks effekt. Det krever sannsynligvis en viss teknisk kompetanse for å operere en mini-ROV på en effektiv måte. I tillegg kan utsett og innhenting av mini-ROVen være utfordrende, spesielt når det er mørkt og dårlig vær.
- **Scenario 7** – enheten integreres i eksisterende instrumentering: Dersom det er mulig å integrere enheten i eksisterende instrumentering (f.eks. sonaren), eller å kombinere produkter (ferdige hus/kapsler), så kan det være et godt alternativ som ikke krever store investeringer. Dette innebærer et samarbeid mellom Genuswave med eksisterende utstyrsleverandører (f.eks. Simrad eller Furuno).

Tabell 4: Oppsummering av fordeler, ulemper og investeringsbehov for ulike måter å implementere TAST på kommersielle fiskefartøy

Scenario/ investeringsbehov	Fordeler	Ulemper
Scenario 1 Lavt	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel betjening • Ingen installasjon 	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko for innvasing i propell • Klemfare • Vanskelig å sikre posisjon og orientering • Utfordrende å sette ut enheten midt i fiskeoperasjonen - da den trengs mest
Scenario 2 Lavt	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel betjening • Ingen installasjon • Redusert risiko for innvasing i propell 	<ul style="list-style-type: none"> • Enheten havner i en uheldig posisjon, «skremme-effekt» reduseres • Vanskelig å sikre posisjon og orientering
Scenario 3 Stort	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel betjening • Ingen risiko for innvasing • Ingen klemfare • Riktig vinkel og posisjon • Gode muligheter for fjernstyring 	<ul style="list-style-type: none"> • Betydelig investeringsbehov
Scenario 4 Lavt/middels	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel betjening • Ingen installasjon 	<ul style="list-style-type: none"> • Vanskelig å sikre posisjon og orientering • Klemfare • Mulig at en sterk magnet påvirker andre instrumenter
Scenario 5 Lavt/middels	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel betjening • Ingen installasjon 	<ul style="list-style-type: none"> • Enheten trenger batteridrift/regelmessig lading • Enheten må beskyttes eller hjelpes gjennom haleutstyret • Krever muligens flere enheter • Vanskelig å sikre orientering
Scenario 6 Middels	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen installasjon • Muliggjør optimalisering av posisjonering og maksimering av skremmeffekt 	<ul style="list-style-type: none"> • Krever teknisk kompetanse eller avansert kunstig intelligens og sensorteknologi • Krever mer oppmerksomhet under bruk • Utsett og innhenting kan være utfordrende i dårlig vær
Scenario 7 Middels	<ul style="list-style-type: none"> • Utnytter erfaring i bransjen og ferdig utviklede, spesialiserte produkter • Kan ha andre fordeler 	<ul style="list-style-type: none"> • Krever samarbeid mellom flere aktører, som alle kan ha egeninteresser i proprietære løsninger • Kan også være tekniske hindringer i veien for å bruke eksisterende utstyr

Anbefalinger/tilrådninger:

Basert på prosjektresultatene og diskusjonen beskrevet over formulerte prosjekt- og referansegruppa følgende anbefalinger/tilrådninger. HI som prosjekteier slutter seg til disse rådene.

- Det bør være mulig å kontrollere når lyden er på, enten ved fjernstyring av enheten, eller ved at den slår seg av og på av seg selv i kontakt med vann, og/eller ved en bestemt dybde (trykk-aktivert).
- Lyden bør ikke være på konstant, den bør kun settes på i forbindelse med kast/setting av redskapet.
- Uansett hvordan enheten brukes, så bør man påse at den ikke kommer i klem mellom fartøysiden og nota. Dette kan forårsake skader på fartøy, not og enheten selv. Vi anbefaler å fokusere bruk av TAST i den delen av fiskeoperasjonen der hvalaktiviteten (og dermed interaksjonsrisiko) er høyest (under haling, før lukking av nota).
- Enheten bør plasseres og brukes på en slik måte at man ikke risikerer at det kan oppstå situasjoner der hval kan skremmes bort fra fartøyet, og mot/inn i nota. Dette kan innebære at man slår av enheten mot slutten av snurpeprosessen.
- Bruksscenarioene beskrevet over bør evalueres og undersøkes av forskere, fiskere og teknikere i samarbeid med selskapet bak TAST (Genuswave). Dette inkluderer muligheten for å ytterligere forminske enheten og beskytte den bedre, så den kan gå gjennom haleutstyret. Det er mulig det finnes ferdige kapsler eller lignende på markedet som kan brukes. Dette vil muliggjøre mange ulike bruksscenarioer. Dette inkluderer også muligheten for direkte festing i av lydenheten i nota bruk og bruk av mini-ROV.
- Man bør vurdere om man skal teste ut om lydenheten kan påvirke andre instrumenter på fartøyet, og hva slags utslag og/eller effekt dette kan ha.
- Produsenten Genuswave oppfordres til å ta kontakt med leverandører av annen instrumentering på båtene (f.eks. Simrad og/eller Furuno) for å undersøke om produktet kan integreres i annet utstyr som uansett er ombord.

5.2 Vurdering av mulighetene for anvendelse av resultater fra prosjektet i næringen

Prosjektet har lyktes i å påvise at lydene som ble testet holder knølhval og spekkhoggere borte fra ringnota under fiske etter sild, samtidig som sild ikke reagerer på lydene verken ved å trekke seg unna eller å svømme dypere. Prosjektet har i samarbeid med næringen utarbeidet tilrådninger til produsenter av egnet utstyr, samt konkrete anbefalinger til brukergrupper om bruk av slikt utstyr, inklusive opplysninger om hvor utstyret kan kjøpes og tilrådninger om hvordan det bør monteres og brukes. Prosjektresultatene er direkte og umiddelbart anvendelige av næringen. Det er verdt å merke seg at TAST-enheten som ble brukt i prosjektet er et varemerke fra Genuswave.

Samtidig er det fortsatt uavklarte spørsmål rundt hvordan metodikken kan implementeres på best mulig måte i kommersielle fiskerier. Det er, som nevnt tidligere, et stort spenn i mulige bruksmåter. De fleste av disse bruksmåtene (spesielt scenario 2, 4, og 7) forutsetter mer testing og/eller utvikling. I tidligere tester på kommersielle forsøk ble det vurdert at scenario 1 og 2 var upraktiske i den mest aktuelle delen av fiskeoperasjonen. Det er knyttet en viss usikkerhet til flere sider av enkelte av scenarioene som er skissert over. Kan en kraftig elektromagnet påvirke annet utstyr og instrumentering om bord? Hvordan påvirkes «skremme-effekten» dersom enheten henges fra siden av båten, slepes etter båten, eller festes på ulike steder på nota? Er det mulig å tilpasse båtens eksisterende sonar, så den kan sende ut skremme-lydene, eller kan man samlokalisere en TAST-enhet sammen med sonaren i samme «brønn»?

5.3 Vurdering av i hvilken grad og på hvilken måte resultatene vil bidra til styrket bærekraft

I den grad denne teknologien tas i bruk av fartøy som gjennomfører fiskeoperasjoner der det finnes en risiko for interaksjoner med hval, så reduseres denne risikoen betydelig (men blir ikke 100% eliminert), forutsatt at bruken er i tråd med tilrådingene/anbefalingene i AP4. Dette medfører også at dyrevelferdsproblematikk og dødeligheten for hval som er involvert i slike interaksjoner reduseres tilsvarende. Ved å unngå eller redusere interaksjoner med hval, så oppnås besparelser i forhold til berging av fangst og begrenning av skade på

redskap. Helhetlig sett har prosjektet potensial til å betydelig styrke bærekraften av ringnotfiske etter sild spesielt og mer generelt i lignende fiskerier der teknologien også kan være aktuell. Den endelige nytteverdien for næringen som helhet bestemmes imidlertid av graden av opptak og bruk på enkeltfartøy som opererer i områder med mye hval.

6 Hovedfunn

- Spekkhoggerne øker avstanden til lydkilden med opptil 60% under avspilling. Overflateaktiviteten til spekkhoggere reduseres med 85% i området nært lydkilden (0-40m) og med 65% litt lenger unna (40-80m).
- Knølhval øker avstanden til lydkilden med 34%. Overflateaktiviteten til knølhval reduseres med 74% i området nært lydkilden (0-40m), men lenger unna (40-80m), har lydene ingen effekt.
- Spekkhoggerne reagerer mer momentant, mens knølhvalene viser en noe tregere respons. Effekten er midlertidig, og varer delvis i opptil 5 min etter lyden opphører, men både spekkhoggere og knølhvaler dukket fort opp igjen etter lydene stoppet.
- Ingen av de ulike variantene av lydene som ble testet på sild fører til en adferdsrespons hos sild – skremmelydene påvirker ikke fangstbarheten av sild (Sivle et al., 2025).
- Vi påviste mest hvalaktivitet når nota snurpes, og tiltak mot hval bør settes inn i denne perioden. Lydkilden bør deaktiveres mot slutten av snurpinga. Det er viktig at lydkilden er riktig orientert, og at den er nært nok området der hvalene skal skremmes bort fra nota.

7 Referanser

- Bjørge, A., Moan, A., et al. 2023. Low anthropogenic mortality of humpback (*Megaptera novaeangliae*) and killer (*Orcinus orca*) whales in Norwegian purse seine fisheries despite frequent entrapments. *Marine Mammal Science*, 39: 481-491. <https://doi.org/10.1111/mms.12985>
- Carretta, J. V., and Barlow, J. 2011. Long-Term Effectiveness, Failure Rates, and "Dinner Bell" Properties of Acoustic Pingers in a Gillnet Fishery. *Marine Technology Society Journal*, 45: 7-19. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.45.5.3>
- Dietz, R., Rikardsen, A. H., et al. 2020. Migratory and diurnal activity of North Atlantic killer whales (*Orcinus orca*) off northern Norway. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 533: 151456. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151456>
- Dunlop, R. A. 2016. The effect of vessel noise on humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, communication behaviour. *Animal Behaviour*, 111: 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.10.002>
- Fiskeridirektoratet 2026. Fangst fordelt på art (offisiell statistikk). <https://www.fiskeridir.no/statistikk-tall-og-analyse/data-og-statistikk-om-yrkesfiske/fangst/fangst-fordelt-pa-art-offisiell-statistikk>
- Götz, T., and Janik, V. M. 2011. Repeated elicitation of the acoustic startle reflex leads to sensitisation in subsequent avoidance behaviour and induces fear conditioning. *BMC Neuroscience*, 12: 30. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-12-30>
- Götz, T., and Janik, V. M. 2013. Acoustic deterrent devices to prevent pinniped depredation: efficiency, conservation concerns and possible solutions. *Marine Ecology Progress Series*, 492: 285-302. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v492/meps10482>
- Götz, T., and Janik, V. M. 2015. Target-specific acoustic predator deterrence in the marine environment. *Animal Conservation*, 18: 102-111. <https://doi.org/10.1111/acv.12141>
- Götz, T. and Janik, V.M. (2016), Non-lethal management of carnivore predation: long-term tests with a startle reflex-based deterrence system on a fish farm. *Animal Conservation*, 19: 212-221. <https://doi.org/10.1111/acv.12248>
- Götz, T., Pacini, A. F., et al. 2020. The startle reflex in echolocating odontocetes: basic physiology and practical implications. *Journal of Experimental Biology*, 223. <https://doi.org/10.1242/jeb.208470>
- Hiley, H. M., Janik, V. M., and Götz, T. 2021. Behavioural reactions of harbour porpoises *Phocoena phocoena* to startle-eliciting stimuli: movement responses and practical applications. *Marine Ecology Progress Series*, 672: 223-241. <https://doi.org/10.3354/meps13757>
- Kraus, S. D., Read, A. J., et al. 1997. Acoustic alarms reduce porpoise mortality. *Nature*, 388: 525-525. <https://doi.org/10.1038/41451>
- Leonard, D., and Øien, N. 2019. Estimated abundances of cetacean species in the Northeast Atlantic from Norwegian shipboard surveys conducted in 2014–2018. *NAMMCO Scientific Publications*, 11. <https://doi.org/10.7557/3.4694>
- Lien, J., Barney, W., et al. 1992. Effects of Adding Sounds to Cod Traps on the Probability of Collisions by Humpback Whales. In *Marine Mammal Sensory Systems*, pp. 701-708. Ed. by J. A. Thomas, R. A. Kastelein,

and A. Y. Supin. Springer US, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3406-8_43

Moan, A., and Bjørge, A. 2025. Follow-up study after four years shows reduced deterrence effect of pingers on harbour porpoises in Norwegian gillnet fishery. *NAMMCO Scientific Publications*, 14. <https://doi.org/10.7557/3.8004>

Mul, E., Blanchet, M. A., et al. 2020. Killer whales are attracted to herring fishing vessels. *Marine Ecology Progress Series*, 652: 1-13. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v652/p1-13/>

Salthaug, A., and Stenevik, E. K. 2020. Kommer silda inn i fjordene i Nord-Norge i vinter? In *Fiskeribladet*. <https://www.fiskeribladet.no/meninger/kommer-silda-inn-i-fjordene-i-nord-norge-i-vinter-/2-1-906715>

Sivle, L. D., Kvadsheim, P. H., et al. 2015. Severity of expert-identified behavioural responses of Humpback Whale, Minke Whale, and Northern Bottlenose Whale to naval sonar. *Aquatic Mammals*, 41. <https://dx.doi.org/10.1578/AM.41.4.2015.469>

Sivle, L. D., Pedersen, G., et al. 2025. Behavioural responses of overwintering herring to candidate whale deterrent signals. *ICES Journal of Marine Science*, 82. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaf199>

Skern-Mauritzen, M., Lindstrøm, U., et al. 2022. Marine mammal consumption and fisheries removals in the Nordic and Barents Seas. *ICES Journal of Marine Science*, 79: 1583-1603. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac096>

Tixier, P., Vacquie Garcia, J., et al. 2014. Mitigating killer whale depredation on demersal longline fisheries by changing fishing practices. *ICES Journal of Marine Science*, 72: 1610-1620. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu137>

Todd, S., Lien, J., and Verhulst, A. 1992. Orientation of Humpback Whales (Megaptera Novaeangliae) and Minke Whales (Balaenoptera Acutorostrata) to Acoustic Alarm Devices Designed to Reduce Entrapment in Fishing Gear. In *Marine Mammal Sensory Systems*, pp. 727-739. Ed. by J. A. Thomas, R. A. Kastelein, and A. Y. Supin. Springer US, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3406-8_45

Vogel, E. F., Biuw, M., et al. 2021. Killer whale movements on the Norwegian shelf are associated with herring density. *Marine Ecology Progress Series*, 665: 217-231. <https://doi.org/10.3354/meps13685>

Walmsley, S. F., Oaten, J. F., Götz, T., Rodmell, D., De Rozarieux, N., & Sweeting, C. J. (2025). Effectiveness of targeted acoustic startle technology on seal depredation in an inshore Gillnet fishery. *Fisheries Research*, 281, 107208.

Yeomans, J. S., Li, L., et al. 2002. Tactile, acoustic and vestibular systems sum to elicit the startle reflex. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26: 1-11. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(01\)00057-4](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(01)00057-4)

8 Leveranser

Tabell 5: Detaljert oversikt over leveransene i prosjektet i kronologisk rekkefølge.

Dato (måned og år)	Type	Beskrivelse	Forfattere/referent
3/2024	Rapport	Toktrapport, arbeidspakke 2, kap. 8 - Testing whale scarer sounds on herring behaviour https://www.hi.no/hi/nettrapporter/toktrapport-en-2024-7	Maria Tenningen og Lise Doksæter Sivle
5/2024	Rapport	Referat fra kombinert oppstartsmøte og møte med referansegruppe, gjennomført 24. mai. 2024. Rapport levert til FHF 28. mai 2024.	André Moan
5/2024	Nyhets sak	Disse lydene holder spekkhoggere unna fiskenøter https://www.forskning.no/hav-og-fiske-havforskningsinstituttet-marin-teknologi/disse-lydene-holder-spekkhoggere-unna-fiskenoter/2365516	Anders Jakobsen
5/2024	Nyhets sak (ekstern)	Har funnet skremmelyder som virker https://www.kystogfjord.no/nyheter/n/KM3Wz5/har-funnet-skremmelyder-som-virker	Erik Jensen
10/2024	Rapport	Statusrapport til FHF	André Moan
1/2025	Musikal / forestilling	«52 Blue», musikal på Lyra (Children Theatre) i Edinburg, med scener basert på episoder og opptak fra felt utenfor Skjervøy og Kvæningen https://kristina870352.wixsite.com/website-1/s-projects-side-by-side	Kristin Weichen Wong og Thomas Götz
4/2025	Rapport	Statusrapport til FHF	André Moan
11/2025	Vitenskapelig artikkel, publisert i ICES JMS	Behavioural responses of overwintering herring to candidate whale deterrent signals. Publisert i ICES Journal of Marine Science, 25. November 2025 https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaf199	Lise Doksæter Sivle, Geir Pedersen, Guosong Zhang, Neil Anders og Maria Tenningen
2/2026	Kronikk	Målet er hvalfri sildefangst https://www.fiskeribladet.no/debatt/malet-er-hvalfri-sildefangst/2-1-1937834	André Moan
3/2026	Powerpoint-presentasjon	Presentasjon til bruk i faglige samlinger i regi av FHF	Thomas Götz
3/2026	Artikkel, in prep.	Mitigating humpback and killer whale entanglement risk around purse seine fisheries using the Targeted Acoustic Startle Technology (TAST).	Thomas Götz et al.

3/2026	MSc-oppg. ved University of St. Andrews	Assessing fine-scale acoustic responses of killer and humpback whales to startle eliciting sound exposure during purse seine foraging in Norway	Kimberly Lynn
2/2026	Rapport	Rapport fra avslutningsmøte med prosjekt- og referansegruppen med gjennomgang av utkast til sluttrapport	André Moan
3/2026	Rapport	Faglig sluttrapport til FHF	André Moan
3/2026	Rapport	Administrativ sluttrapport til FHF	André Moan
5/2026	BSc-oppg. ved University of St. Andrews	Impacts of acoustic startle sounds on killer whale vocalisations in Norwegian herring fisheries	Jeen Riemer De Vries



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no