EN KONSEPTSKISSE – EKKOLODDDATA FRA FARTØY TIL SKYEN FOR EFFEKTIV FISKELETING OG FORBEDRET FISKERIFORSKNING

RAPPORT FRA
HAVFORSKNINGEN
NR. 2026-12

Tittel (norsk og engelsk):

En konseptskisse – ekkolodddata fra fartøy til skyen for effektiv fiskeleting og forbedret fiskeriforskning

A concept sketch – echo-sounder data from vessels to the cloud for better fish detection and fisheries research

Rapportserie:	År - Nr.:	Dato:
Rapport fra havforskningen	2026-12	23.02.2026
ISSN:1893-4536		

Forfatter(e):

Espen Johnsen, Nils Olav Handegard, Brede Fedje Andersen, Sindre Vatnehol, Geir Pedersen, Rolf Korneliussen, Ida Kjelgaard, Arnfinn Morvik, Hector Pena og Geir Huse (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Espen Johnsen (Pelagisk fisk) og Rolf Korneliussen (Akustikk og observasjonsmetodikk)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Frode Vikebø

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

16233

Oppdragsgiver(e):

Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfinansiering

Oppdragsgivers referanse:

910088

Program:

Marine prosesser og menneskelig påvirkning

Forskningsgruppe(r):

Pelagisk fisk
Akustikk og observasjonsmetodikk

Antall sider:

20

Sammendrag (norsk):

Prosjektet, finansiert av Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfinansiering, ble igangsatt for å vurdere hvordan ny teknologi – som ubemannede fartøy, automatisk tolkning av ekkolodddata og moderne kommunikasjonsbærere – best kan tas i bruk for mer effektiv fiskeleting og forskningsstøtte. HI har lang erfaring med både akustiske målinger, bruk av USV-er og KI-basert tolkning, og teknologien modnes raskt. For å sikre en helhetlig og skalerbar retning ble det nødvendig å utarbeide en konseptskisse som kan danne grunnlaget for framtidige prosjektutlysninger. Opprinnelig var prosjektet rettet mot bruk av USV til fiskeleting, men styringsgruppen besluttet å nedtone dette og heller fokusere på et bredere system basert på ekkolodddata fra fiskefartøy, med USV som en fleksibel tilleggskomponent. Den reviderte målsettingen ble derfor å lage et konsept for: (1) sømløs overføring av ekkolodddata til skyen, (2) automatisk artsklassifisering med KI, og (3) bruk av akustiske data i kartløsninger og bestandsovervåking.

Arbeidet startet med en kunnskapsstatus for teknologi og metoder innen USV-operasjoner, ekkolodd, akustisk identifisering, størrelsesestimering, maskinlæring, kommunikasjonsbærere og dataflyt. Deretter ble konseptet strukturert med tydelige krav til videreutvikling.

Prosjektet anbefaler at videre utlysninger deles i to komponenter:
A. Operasjonelle løsninger om bord, dataflyt og akustisk klassifisering.
B. Nedlasting og presentasjon av akustiske data for beslutningsstøtte og rådgivning.

HI har i samarbeid med Kongsberg Discovery utviklet prototyper for kontinuerlig dataflyt fra fartøy til skyen, testet både på USV-er og forskningsfartøy. Løsningene skal videreutvikles til robuste og skalerbare standarder innen våren 2026. Basert på dette arbeidet anbefales bruk av skyplattformer, automatisert dataoverføring, fleksible datamengder og standardiserte integrasjonsløsninger om bord. Datakvalitetskontroll og konsistente metadata er avgjørende for videre bruk. For komponent B anbefales internasjonale data- og metadataformat, kostnadskartlegging, tydelig differensiering
mellom åpne og avanserte datatjenester og samarbeid med både næring, forvaltning og teknologiaktører. Rask nær-sanntidstilgang til data vurderes som kritisk for høy nytteverdi.

Sammendrag (engelsk):

The project, funded by Norwegian Seafood Research Fund, was initiated to assess how new technologies—such as uncrewed surface vessels (USV), automatic interpretation of echosounder data, and modern communication carriers—can best be utilized to improve the efficiency of fish detection and scientific support. IMR has extensive experience with acoustic measurements, the use of USVs, and AI-based interpretation, and these technologies are rapidly maturing. To ensure a coherent and scalable direction, it was necessary to develop a concept outline that could form the basis for future project calls.

Originally, the project focused on the use of USVs for fish detection, but the steering group decided to downscale this emphasis and instead focus on a broader system based on echosounder data from fishing vessels, with USVs as a flexible supplementary component. The revised objective therefore became to develop a concept for: (1) seamless transmission of echosounder data to the cloud, (2) automatic species classification using AI, and (3) the use of acoustic data in mapping tools and stock monitoring.

The work began with a knowledge review covering technologies and methods related to USV operations, echosounders, acoustic identification, size estimation, machine learning, communication carriers, and data flow. The concept was then structured with clear requirements for further development.
The project recommends that future calls be divided into two components:
A. Operational onboard solutions, data flow, and acoustic classification.
B. Downloading and presentation of acoustic data for decision support and advisory purposes.
IMR, in collaboration with Kongsberg Discovery, has developed prototypes for continuous data flow from vessels to the cloud, tested on both USVs and research vessels. These solutions will be further developed into robust and scalable standards by spring 2026. Based on this work, the use of cloud platforms, automated data transmission, flexible data volumes, and standardized onboard integration solutions is recommended. Data quality control and consistent metadata are essential for effective downstream use. For Component B, the project recommends the use of international data and metadata formats, cost assessments, clear differentiation between open and advanced data services, and collaboration with industry, management, and technology stakeholders. Rapid near-real-time data access is considered critical for delivering high value.

Innhold

1 Innledning 5

1.1 Faglig bakgrunn for at prosjektet ble igangsatt 5

1.2 Prosjektets omfang 5

1.3 Prosjektorganisering 5

2 Problemstillinger og formål 6

3 Prosjektgjennomføring 7

3.1 Langdistanse og havgående USV-er 7

3.2 Fartøytype: Fiskefartøy og forskningsfartøy 7

3.3 Ekkolodd 8

3.4 Akustisk identifisering av makrell 8

3.5 Fjernmåling av størrelsesfordeling 9

3.6 Fra manuell til automatisk tolkning av ekkolodddata 9

3.7 Operasjonssentraler & kommunikasjonsbærere 9

3.8 Dataflyt 9

4 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon 11

4.1 Prosjektkomponent A: Operasjonelle om bord løsninger, dataflyt og akustisk klassifisering 11

4.1.1 *Skybasert databehandlingsplattform* 11

4.1.2 *Justering av datamengde* 12

4.1.3 *Tilpasning til infrastruktur om bord* 12

4.1.4 *Datakvalitetskontroll* 12

4.1.5 *Automatisk tolkning og metadata* 12

4.2 Prosjektkomponent B: Nedlasting og presentasjon av akustiske data for beslutningsstøtte til fiskeleting og estandsrådgivning. 13

4.2.1 *Metadata for strømlinjeformet datatilgang og videre bruk* 13

4.2.2 *Kostnadskalkyler* 13

4.2.3 *Kartløsninger og tidskrav* 14

4.3 Sammendrag av resultat 15

5 Hovedfunn 17

6 Referanser 18

1 - Innledning

1.1 - Faglig bakgrunn for at prosjektet ble igangsatt

Fiskerinæringen har som mål å ta i bruk nye teknologiske løsninger – som ubemannede overflatefartøy, maskinlæringsbasert automatisk tolkning av ekkolodddata og satellittkommunikasjon – for å gjøre letingen etter fiskeressurser mer effektiv. For å vurdere hvordan disse målene best kan oppnås, er det behov for en konkret konseptskisse. Denne skal danne grunnlaget for en strukturert og hensiktsmessig inndeling av prosjektutlysninger som kan bidra til å nå målene. Oppdraget bygger på at HI har lang erfaring med bruk av ekkolodddata til å måle fisketetthet, har gjennomført flere vellykkede operasjoner med ubemannede overflatefartøy, og har oppnådd lovende resultater innen KI-basert tolkning av ekkolodddata. I tillegg pågår det et industrisamarbeid for å sikre effektiv og transparent dataflyt. Konseptet skal legge til rette for skalerbare løsninger som fungerer for både USV, fiskefartøy og forskningsfartøy.

1.2 - Prosjektets omfang

Kvartal 2, 2025 – Kvartal 1, 2026

1.3 - Prosjektorganisering

Styringsgruppe FHF medlemmer:

Egil Sørheim

Bastian Salthaug

Jonny Berfjord

Sturla Roald

Prosjektdeltakere HI:

Geir Huse, Forskningsdirektør Marine Økosystem Ressurser

Espen Johnsen, Forskningssjef FG Pelagisk fisk

Nils Olav Handegard, Seniorforsker FG Akustikk og obs.metodikk

Rolf Korneliussen, Forskningssjef FG Akustikk og obs.metodikk.

Geir Pedersen, Seniorforsker FG Akustikk og obs.metodikk

Ida Kjelgaard, Konsulent Digital utvikling

Stian Jacobsen, Konsulent Digital utvikling (sluttet på HI)

Arnfinn Morvik, Senioringeniør Norsk marint datasenter

Hector Pena, Forsker FG Pelagisk fisk

Brede Fedje Andersen, Overingeniør Fartøyinstrument

Sindre Vatnehol, Forsker FG Pelagisk fisk

2 - Problemstillinger og formål

I utgangspunktet var hovedmålsettingen for prosjektet å utarbeide en konseptskisse for bruk av USV til leting etter fisk og fiskeriforskning, med definerte delmål; (1) fiskeleting med USV-er med ekkolodd nært enkeltfartøyet under fiskeoperasjon, (2) utnytte ekkolodddata fra USV-er, fiske- og forskningsfartøy til å informere fiskere om geografisk utbredelse av målart og fiskestørrelse gjennom kartløsninger og (3) bruke ekkolodd montert på USV'er og fartøy, og KI-tolkning av ekkolodddata for bestandsovervåkning.

Under oppstartsmøtet 19.9.2025 ble oppdraget endret da styringsgruppen anbefalte at konseptet skal avvente med å prioritere bruk av USV-er for fiskeleting da gruppen har tiltro til at denne utviklingen vil skje i et raskt tempo uavhengig av utlysninger gjort av FHF. Styringsgruppen påpeker at det er et ønske om at billig og robust datainnsamling med USV-er tas i bruk, men at fokuset i konseptskissen ikke knyttes for sterkt mot bruk av USV-er. Styringsgruppen understreker at det forventes at teknologier som utvikles må ta høyde for at sensordata fra USV-er enkelt skal kunne integreres med infrastrukturer for dataflyt utarbeidet fra bemannede fartøy.

Den definerte hovedmålsettingen ble formulert som:

Utarbeide en konseptskisse for bruk av ekkolodddata fra fiskefartøy til fiskeleting og fiskeriforskning med følgende delmål:

Delmål1: Utnytte ny teknologi innen kommunikasjonsbærere til sømløs og nær sanntidsoverføring av ekkolodddata til skyen

Delmål2: Bruke KI og eventuelt annen automatisk metodikk for klassifisering av fiskeart i ekkolodd data

Delmål 3: Utnytte ekkolodddataene fra fiskefartøy til å informere fiskere om geografisk utbredelse av målart og fiskestørrelse gjennom kartløsninger, og til bruk i bestandsovervåkning.

3 - Prosjektgjennomføring

Første steg i prosjektet var å utarbeide en kortfattet kunnskapsstatus for teknologier og temaer som er relevant for konseptet som vist i tabell 1. Her bidro eksperter fra hvert fagfelt med informasjon. Neste steg var å utarbeide konseptet ved å strukturere og definere kravspesifikasjonene til fremtidige prosjektutlysninger (se Kap.4).

Tabell 1. Oversikt over kunnskapsstatus til temaer som er relevante for konseptet.

Langdistanse og havgående USV-er
Fiskefartøy og forskningsfartøy
Ekkolodd
Akustisk identifisering av makrell
Fjernmåling av størrelsesfordeling
Fra manuell til automatisk tolkning av ekkolodddata
Operasjonssentraler & kommunikasjonsbærere
Dataflyt

3.1 - Langdistanse og havgående USV-er

Det finnes mange forskjellige typer USV'er (Totland og Johnsen, 2022), men for å undersøke tettheter av fisk til havs er utvalget som er robust nok til å operere i røffe værforhold begrenset dersom man samtidig ønsker en relativt lave operasjonskostnader. Det er i hovedsak USV med vind som fremdrift som per nå har vist seg egnet, der både Sailbouy og Saildrone har gjennomført lange oppdrag til havs. Begge disse USV-typene har samlet inn ekkolodddata av høy kvalitet, men kvaliteten på ekkolodddataene reduseres ved mye vind og bølger (Jech m.fl., 2021; Handegard m.fl., 2024). Det finnes også USV-er med dieselmotorer og propellfremdrift (Totland og Johnsen 2022; Handegard m.fl. 2024), men disse har større operative begrensinger. Denne type USV er ikke sjødyktige nok til å håndtere uvær, og har generelt har også disse mye kortere driftstid og kortere rekkevidde grunnet behov for fylling av drivstoff. På den andre siden har disse USV-ene ofte større plass om bord og mer strøm tilgjengelig for vitenskapelig utstyr enn f.eks. Saildronen brukt av HI i Nordsjøen (Komiyama m.fl. 2024).

For leting etter fisk med USV nært et moderfartøy er utvalget større gitt at USV-en brukes ved gode værforhold. Men, det er påviselig krevende å sette ut og ikke minst ta om bord en USV selv i moderat dårlig vær (Totland og Johnsen 2022; Handegard m.fl. 2024;). Her finnes det en del forskjellige prototypeløsninger, men generelt finnes det ingen fullgode alternativ per nå ved moderat eller dårlig vær.

Oppsummert, har de forskjellige USV-typene ulike egenskaper, med forskjellige styrker og svakheter som må vurderes avhenging av formål og bruksområde.

3.2 - Fartøytype: Fiskefartøy og forskningsfartøy

Begge disse fartøytypene har tilgjengelig plass og nok strøm for å kunne installere avanserte ekkolodd. Forskningsfartøy er ofte bygget for å sikre høyest mulig kvalitet på de akustiske data, og har tatt særlige hensyn til dette i form av design og tiltak for å redusere mulige støykilder som påvirker disse ekkolodddataene. Men, det finnes også flere eksempler på fiskefartøy som har designet for å få best mulig kvalitet på de akustiske dataene.

En annen forskjell er at fiskefartøy i aktivt fiske og under f.eks. transitt ikke vil eller har anledning til å prioritere

datakvalitet på samme måte som fartøy under vitenskapelige tokt, med det resultat at datakvaliteten blir lavere enn teoretisk mulig. Seilehastighet, fiskeoperasjoner og pumpesystemer påvirker de akustiske dataene (Karp 2007). I tillegg er utvalget ekkolodd og sonarer mye mer variert blant fiskeflåten (Fassler m.fl. 2016), men i den norske flåten finnes det flere fiskefartøy som har installert ekkolodd med utgangspunkt i å kunne tilby vitenskapelige toktgjennomføring. Blant disse finner man eksempler på fartøy som har senkekjøl montert med flerfrekvente vitenskapelige ekkolodd. Men, man finner også fartøy med ekkolodd som er mindre avansert, færre frekvenser og som ikke har hensyntatt mulig propell og annen type støy i ekkolodd monteringen. Blant fiskefartøyene er det heller ikke vanlig å kalibrere ekkoloddene i henhold til vitenskapelige prosedyrer (Demer m.fl. 2015).

3.3 - Ekkolodd

Tilgang på strøm og plass setter begrensninger på hvilken type ekkolodd som kan monteres på en USV. Dette begrenser antall transdusere og hvor mange frekvenser som vil være tilgjengelig, og ofte er det kun installert én eller to frekvenser på de mest aktuelle USVene. Fiskefartøy og forskningsskip har ikke denne begrensingen, og fiskefartøy har typisk installert fra 2 til 6 frekvenser, mens havgående forskningsskip har typisk fra 4 til 6 frekvenser (Tabell 2).

Tabell 2 . Klassiske ekkoloddtyper om bord på diverse plattformer. Parentes indikerer hvilke frekvenser som i varierende grad er montert på ulike fartøy. Merk at disse ekkoloddene er fra SIMARD, som HI har lang erfaring med. Det finnes fiskefartøy som har ekkolodd fra andre produsenter som FURUNO, der nyere modeller kan lagre kalibrerte ekkolodd med dokumentert format.

Plattform	Ekkolodd	Frekvens
USV_Sounder_Frigg	EK80	18, 38, 70, 120, 200, 333 kHz
USV_Saildrone Explorer	Simrad WBT Mini	38, 200 kHz
USV_Sailbouy	Simrad WBT Mini	38, 200 kHz
Forskningsfartøy	EK80	18, 38, (70), 120, 200, (333) kHz
Fiskefartøy	EK80/EK60	(18), 38, (70), (120), 200, (333) kHz
Fiskefartøy	FURUNO FCV-38	38
Fiskefartøy	FURUNO FSS- 3BB	28-60, 130-210

Svært mange av innstillingene knyttet til innsamling av ekkolodddata er brukerbestemt der man kan sette power, ping-rate, pulsvarighet, range (dyp) med mer. Mange av disse valgene påvirker det akustiske signalet (Karp 2007).

3.4 - Akustisk identifisering av makrell

Makrell en fokusart i dette konseptet, men det understrekes at automatiske metoder for identifisering finnes også for andre arter.

Flere studier har undersøkt de akustiske egenskapene til makrell, og generelt er det vanskelig å identifisere enkeltindivider av makrell ved hjelp av ekkolodd siden makrellen mangler svømmeblære og gir et svakt ekko (e.g. Korneliussen 2010). Når makrellen svømmer i større tettheter eller i stim er den lettere å identifisere, og studier viser at treffsikkerheten er avhengig av ekkolodd type og tilgjengelige frekvenser (Korneliussen 2010). Gitt at man klarer å identifisere makrell så er det fullt mulig å konvertere ekkotetthet til tetthet av individer og biomasse gitt noen antagelser i individuell akustisk målstyrke, lengdefordelinger og kondisjon på fisken (Scoulding m.fl.. 2017).

3.5 - Fjernmåling av størrelsesfordeling

Hittil har det vært krevende å fjernmåle størrelsen til enkeltindivider av makrell, men nylige studier indikerer at bredbåndsekklodd samlet inn med spesial ekkolodd kan gi informasjon om individlengden (Kubilius m.fl. 2023; Pena m.fl. 2025). Større makrell gir også høyere ekko, og den akustiske målstyrken som er en funksjon av blant annet lengde kan informere om fordelingen av lengdegrupper i et område. For tobis, som også er en fisk uten svømmeblære, viste Johnsen m.fl. (2009) man kunne skille mellom tobisstimer med småfisk og tobisstimer med stor fisk basert på ekkolodddata. Det er mulig at makrellen kan utvise tilsvarende forskjeller, men mer forskning er påkrevd.

3.6 - Fra manuell til automatisk tolkning av ekkolodddata

Manuelle og tidkrevende operasjoner for manuell tolkning av ekkolodddata har lenge vært en hindring for effektiv konvertering av store mengder data til informasjon, men gitt at ekkolodddataene er lagret strukturert og er av god kvalitet så finnes det flere alternativ for automatisk tolkning. Korneliussen (2010) viste hvordan man ved å bruke kunnskap om de akustiske egenskapene til makrell kan lage algoritmer for å skille makrell fra andre arter. De senere årene så har flere studier vist at man kan bruke maskinlæring basert på historiske arkiver med manuell tolkning til å identifisere stimer av tobis (Brautaset m.fl. 2020) med høy treffsikkerhet (Handegard m.fl. 2025).

3.7 - Operasjonssentraler & kommunikasjonsbærere

Det finnes flere kommersielle aktører som tilbyr operasjonsromstjenester for maritime operasjoner, deriblant https://www.massterly.com/ og https://www.remota.no . Tjenestene de kan tilby strekker seg fra fullintegrert håndtering av hele fartøysdriften til enkelttjenester som lokaler, teknologi for fjernstyring, personell eller hand-off av operasjonelle funksjoner.

Lavbane-satellittkonstellasjoner som https://oneweb.net/ og https://www.starlink.com/no har økt hastighet og tilgjengelig båndbredde til et nivå der flere datastrømmer kan overføres parallelt. Likevel setter tilgjengelig opplastingshastighet store begrensninger på mengde og kvalitet på data som overføres, som igjen stiller høye krav til effektiv komprimering og prioritering av data som overføres. Det er forventet betydelig kapasitetsøkning på begge nettverk frem mot 2030. Teknologi som WAN-bonding kan øke tilgjengelig båndbredde ved å kombinere flere kommunikasjonsbærere til en datastrøm. Dette krever at fartøyet har fysisk plass til flere sett antenner der de ikke forstyrrer hverandre eller andre sensorer og tilstrekkelig strømproduksjon. Andre kommunikasjonsbærere som 4G/5G har begrenset rekkevidde, <12 nm fra land. Line-of-sight meshnettverk krever at enhetene er nær hverandre.

3.8 - Dataflyt

En forutsetning for en god måloppnåelse (se «Målsetting») er at ekkolodddata må transformeres til informasjon om tetthet av fisk (makrell evt. andre arter) (og kanskje størrelsesfordeling) og tilgjengeliggjøres i nær sanntid for fiskeflåten. Denne forutsetningen krever en strukturert og helautomatisk dataflyt. Flere studier viser at er det fullt mulig å gjennomføre automatisk dataanalyse der ekkotetthet deles automatisk inn i artskategorier (heretter akustiske kategorier) (f.eks. Handegard m.fl.. 2025) på en datamaskin om bord et fartøy. Resultatene fra disse analysene kan da sendes til land eller et nærliggende fartøy uten å være avhengig av stor båndbredde. Alternativt, så utvikles det standardiserte rutiner for å sende fullverdige datasett av ekkolodd fra farkoster til skyen kontinuerlig med nok båndbredde tilgjengelig. Sistnevnte løsning gir mulighet til å undersøke data detaljert nær sanntid f.eks. landsentraler, og en slik løsning vil ha en fordel ved at store datamengder kan

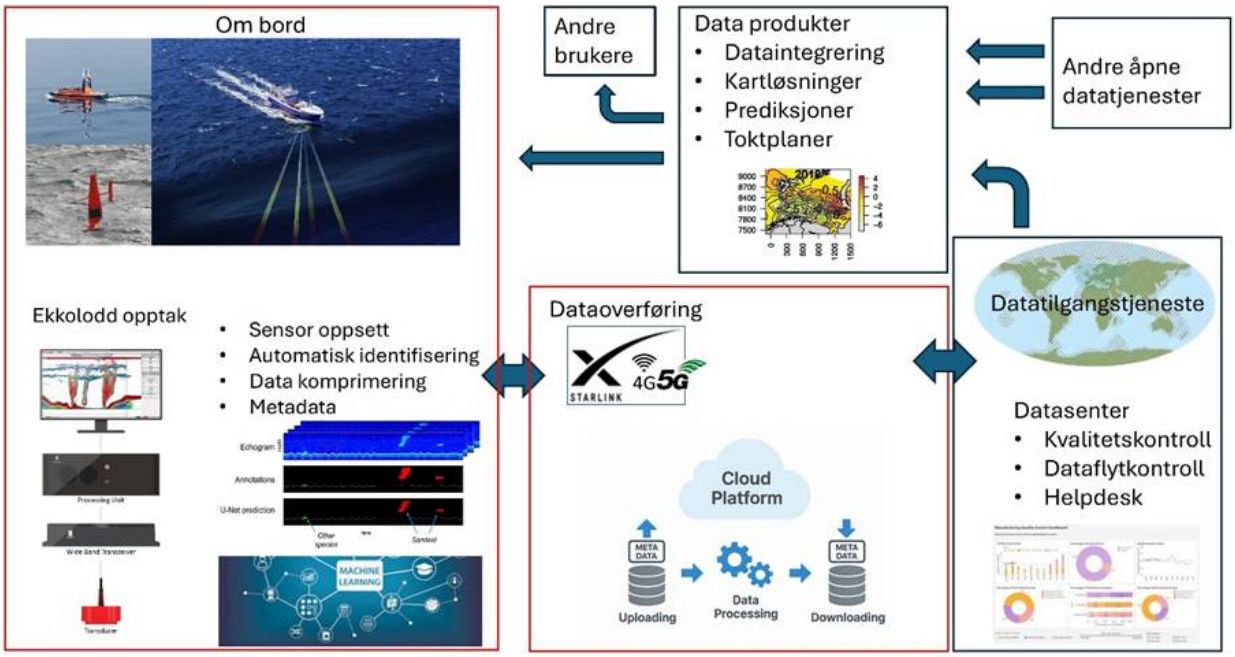
samles og gi mulighet til å bygge opp et større «bibliotek» til for eksempel trening av KI-modeller.

4 - Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

Utformingen av konseptskissen hadde et hovedfokus på strukturering og kravspesifikasjoner til fremtidige prosjektutlysninger. Fokuset på bruk av USV-er har blitt redusert i konseptet, men det understrekes at man enkelt skal kunner inkludere bruken av USV-er så snart de blir en sentral del av tilgjengelige fartøyer. Basert på den den oppdaterte målsetningen anbefaler HI at fremtidige prosjektutlysninger skal grupperes i én av to hovedkomponenter; Prosjektkomponent A anbefales å omhandle «Operasjonelle om bord løsninger, dataflyt og akustisk klassifisering», mens Prosjektkomponent B anbefales å omhandle «Nedlasting og presentasjon av akustiske data for beslutningsstøtte til fiskeleting og bestandsrådgivning». Sistnevnte skal også omhandle viktig spørsmål knyttet til økonomiske modeller som er bærekraftige for langvarig drift.

4.1 - Prosjektkomponent A: Operasjonelle om bord løsninger, dataflyt og akustisk klassifisering

Store fremskritt skjer innen prosesseringskraft, automatisk tolkning av ekkolodddata og trådløs dataoverføring fra hav til skyen, og Havforskningsinstituttet har jobbet intensivt i samarbeid med Kongsberg Discovery for å utvikle en sømløs flyt av ekkolodddata og resultat fra automatisk tolkning fra fartøy til skyen siste halve år. Løsningene er utviklet og testet på to USV-er, men metodene er generiske og vil fungere for alle fartøy som har trådløse kommunikasjonsbærere om bord. Metodikken er p.t. å anse som en prototype og er i utviklingsfasen, men målsetningen er å få på plass robuste løsninger som er skalerbare og kan implanteres som standard løsninger for flyt av ekkolodddata på HI i løpet av våren 2026. Allerede i desember 2025 ble løsningene uttestes på både RV FF Johan Hjort og FF Prinsesse Ingrid Alexandra.



Figur 1 . 1 Illustrasjon av konseptskisse (@Havforskningsinstituttet). Røde og sorte bokser illustrerer henholdsvis Prosjektkomponent A og B.

4.1.1 - Skybasert databehandlingsplattform

Erfaringene fra denne utviklingen gjør at HI anbefaler at man bør ta i bruk tilgjengelige plattformer for skybaserte databehandlinger (for eksempel Microsoft Azure). Disse har innbygde løsninger for versjons- og adgangskontroll i tillegg til at nødvendig prosesseringskraft er tilgjengelig. HI vurderer at det også vil være en overkommelig oppgave å budsjettere fremtidige driftskostnader ved bruk av slike plattformer. Det bør legges opp til at all dataoverføring skal skje automatisk uten manuell aktivitet. Erfaringsmessig så vil manuelle steg øke sannsynligheten for feil i dataflyt, og medføre store ekstra kostnader, lavere datakvalitet og forsinkelser. I valg av teknologi bør det settes krav til evaluering av eksisterende løsninger, og at valgene kan bidra til å følge FAIR-prinsippene (se Forskningsrådet).

4.1.2 - Justering av datamengde

Målet er at mange fartøy kobler seg opp til dette systemet, og løsningene må være skalerbare for å kunne håndtere fremtidig stor dataflyt. Konseptuelt for dataflyt og automatisk tolkning er det ikke vesentlig om ekkolodd er montert på en ubemannet eller bemannet fartøy, men det er forskjeller knyttet til kapasiteten til kommunikasjonsbærere, mengde prosesseringskraft tilgjengelig og kvalitet på ekkolodddata. Kravspesifikasjonene må være skalerbare slik at et fremtidig operasjonelt dataflytsystem enkelt kan skaleres til ulike varianter av disse elementene. Tilsvarende fleksibilitet kreves for å kunne endre hvilke deler av data som overføres og lagres på skyen, og eventuelt om man kan forvente ta forbedringer i dataanalyse vil medføre redusert behov for å oversende store mengder med ekkolodddata. Eksempelvis så kan det tenkes at man i en oppstartsfase må sende mesteparten eller alle dataene, og etter hvert som den automatiske tolkningen blir bedre så vil resultatene være så gode at den inneholder all informasjon som etterspørres av brukere (Prosjektkomponent B).

HI understreker viktigheten at teknologien ikke låser seg til et begrenset sett av data, og at fremtidige løsninger kan ha en fleksibilitet som gjør at både store datamengder fra ekkolodd kan håndteres. I tillegg må det være mulig å komprimere mengden data til å tilpasse seg båndbredden til de trådløse kommunikasjonsbærerne. Systemet bør også tilpasses slik at komponenter av dataene, og helst de største datafilene, sendes til skyen når et fartøy er innenfor mer effektive forbindelser som 4G/5G eller wifi i nærheten av land eller ved kai.

4.1.3 - Tilpasning til infrastruktur om bord

HI har foreløpig basert sin dataflyt fra fartøy til skyen ved hjelp av tekniske overbygninger bygget av Kongsberg Discovery (KD) som igjen baserer seg på Microsoft Azure dataplattformer. Ved å benytte seg av disse verktøyene fra KD har man klart å installere og få på plass nødvendig infrastruktur om bord mye raskere enn om man skulle ha laget sine egne løsninger. I fortsettelsen er det ikke avklart i hvor stor grad KD løsningene vil bli brukt, men erfaringene fra arbeidet tilsier at det krever en omfattende tilpasning om bord hvert enkelt fartøy for å sikre en sømløs og kvalitetssikret overføring av f.eks. ekkolodddata til skyen. Sammenkobling med GPS og MRU er eksempler på dette. Gitt mange individuelle tekniske løsninger om bord fiskefartøy, så må det utarbeides en plan for hvordan man kan lage et oppsett som i størst mulig grad kan brukes for flere fartøy.

4.1.4 - Datakvalitetskontroll

Kvaliteten av ekkolodddataene vil variere med fartøy grunnet støy og ekkolodd oppsett, ulike type ekkolodd, værforhold og kalibrering. Erfaringene fra HI er at datakvalitetsovervåkning være et viktig verktøy for å oppdage avvik, og dermed gi mulighet til å endre innsamling av data. Det vil også være nyttig informasjon når resultater skal brukes av sluttbrukere. Her vil det være en fordel om det finnes effektive datakvalitetsmål som kan brukes til å flagge problemer i dataene. Slike kvalitetsvarselingssystemer bør vurderes å installeres på fartøy, og i datasentralen som da kan sende varsling og forslag til løsninger til fartøy.

4.1.5 - Automatisk tolkning og metadata

Det er åpenbare forskjeller i prosesseringskapasitet mellom ulike fartøy (f.eks. Sailbuoy) og store fiskefartøy, men løsningene bør være konseptuelt like. Automatisk prosessering må skje om bord, og den automatiske tolkningen må tilpasses prosesseringskapasiteten. Dataflyt til skyen må følge samme logikk uavhengig av fartøystørrelse. Dersom ekkolodddataene også sendes til skyen kan man bruke disse dataene i opplæring av KI-modeller. HI ser for seg at det hadde vært veldig nyttig å koble ekkolodddata med fangstinformasjon fra fartøy for å gi bedre opplæring. Her vil det være viktig at eksisterende dataflyt fra både fangstprøvelotteriet, landingsinformasjon, fangstdagbøker og AIS data kan sammenkobles på en sømløs måte. HI anbefaler at det blir iverksatt analyser av hvordan man effektivt kan sammenkoble slike datakilder for å utnytte styrken av disse dataene i kombinasjon med en dataflyt av ekkolodddata.

På tross av flere lovende resultat i diverse studier så er det forbundet mange utfordringer med fjernmåling av lengdefordeling hos fisk både med tanke på ekkoloddtype og analyseverktøy. På grunn av dette anbefaler HI at man avventer med å koble på en definert målsetning om dette i første omgang.

4.2 - Prosjektkomponent B: Nedlasting og presentasjon av akustiske data for beslutningsstøtte til fiskeleting og bestandsrådgivning.

4.2.1 - Metadata for strømlinjeformet datatilgang og videre bruk

HI anbefaler på det sterkeste å ha fokus på metadata i alle prosesser fra datafangst og prosessering for å sikre nødvendig tilgjengelighet av informasjon til sluttbrukeren. HI har klare planer om å lage en struktur som sikrer metadataflyt sammen med selve dataflyten slik at videre bruk av data blir oversiktlig ved uthenting av dataene. Dersom metadata ikke integreres med datatilgang vil nytteverdiene av eventuelle dataprodukter helt klart reduseres drastisk. For eksempel vil det være en veldig stor forskjell på resultatene av automatisk tolkning dersom ett eller flere ekkolodd-frekvenser ikke er kalibrerte. Med andre ord så må det være helt klare kriterier på hva slags metadata som presenteres i datatilgangstjeneste. Det anbefales at man holder seg til internasjonale metadatastandarder, eller ved mangel på disse, stimulere til å etablere standarder.

Det anbefales også til at man tilbyr prosesserte og eventuelle originale ekkolodddata i standard selvforklarende formater som f.eks. NetCDF (https://www.ogc.org/standards/netcdf/) eller tilsvarende. Disse formatene har også en stor fordel ved at det er raskt å kun hente ut deler av dataene; f.eks. basert på tid og areal med mer.

4.2.2 - Kostnadskalkyler

HI påpeker at det kan komme store kostnader knyttet til installering av nødvendig infrastruktur om bord på fartøy. Det vil også være store kostnader knyttet til kommunikasjonsbærere (eks. Starlink, 4G), og leie av plattformer for skybaserte databehandlings tjenester. En sentral del av prosjektarbeid bør derfor være en grundig kartlegging av totalkostnader, gjerne inndelt i underkategorier, og forslag til hvordan alle disse kostnadene skal dekkes inn. Kost-nytteanalyser vil være nyttige produkter å etterspørre, og her er det sentralt å undersøke betalingsvillighet i markedet. En del kostnader vil henge sammen med mengde data som skal overføres og eventuelt prosessers, og hvor mange som vil hente ned data, så det vil være fornuftig å analysere hvor mye data faktisk må/bør oversendes.

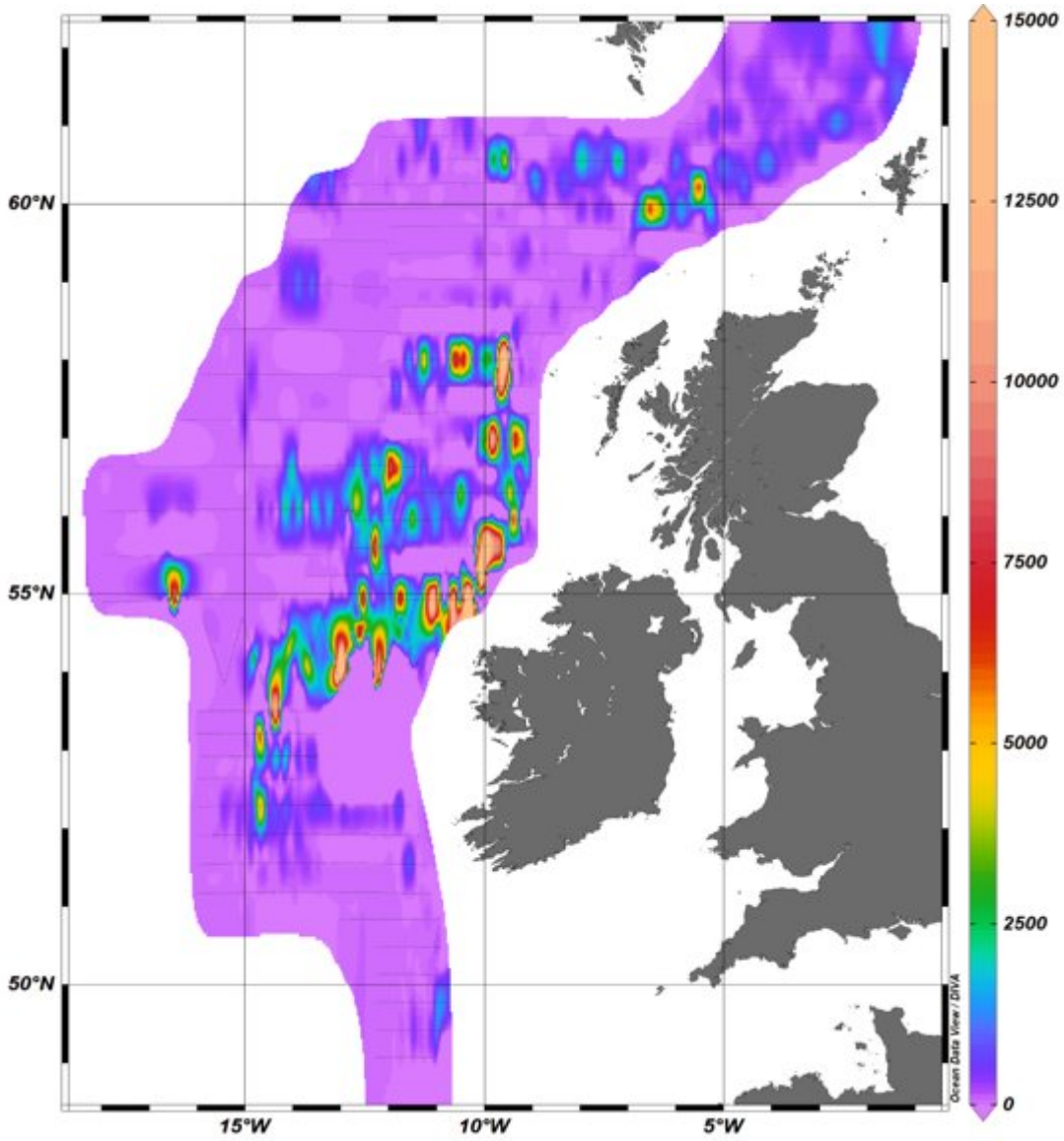
Det bør f.eks. forventes at svært mange brukere ikke er avhengig av å prosessere høyoppløselige ekkolodddata. Et mulig scenario er derfor kun å tilby åpen datatilgang for deler av dataene, og det er mulig at man bør i utgangspunktet kun satse på et format som allerede i dag tilbys av ICES (https://www.ices.dk/data/data-portals/Pages/acoustic.aspx). Disse dataene gir akustisk tetthet av kategorier av fisk og plankton i dyp og posisjon langs utseilte distanser. På sikt er det mulig at man kan gruppere inn i ulike størrelseskategorier, gitt at man klarer å automatisk skille mellom fiskestørrelse ved bruk av ekkolodddata som vist av Johnsen m.fl. (2009).

Datatilgangstjenesten må ha en klar målsetning om å tilby ferdig prosesserte data der man har informasjon om akustisk tetthet per fiskeart eller kategorier av fiskearter fordelt i dybdekanaler (f.eks. 10 m) og per intervaller seilt distanse (f.eks. 0,1 n.mi.). Det må følge med informasjon om dato-tid, geografisk posisjon, ekkolodd type og frekvens, kalibrering med mer. Det anbefales å bruke tilsvarende format som brukes av ICES (https://www.ices.dk/data/Documents/Acoustic/ICES_Acoustic_data_format_description.zip) da disse er mye brukt og har gjennomgått en internasjonal evaluering. Dette vil være format som passer godt overens med annen fiskeriinformasjon for bruk i kartløsninger, mens mer spesialiserte brukerbehov som for eksempel KI-forskningsprosjekt kan bruke skytjenestene mot å betale for kostnadene for mer datatrafikk og prosessering.

4.2.3 - Kartløsninger og tidskrav

Gitt at man har tilgang til data som gir akustisk tetthet av fisk som beskrevet over så kan man enten bruke direkte (se Figur 2), eller til å evaluere prediksjoner av fisketetthet som blant annet presenteres https://catchwise.no/ , https://www.fishfacts.fo/, https://mytimezero.com/tz-professional .

Potensialet for god nytteverdi av akustikkdata for forbedring av produktene til slike selskaper er åpenbar, og det anbefales at datatilgangstjenestene utarbeides i nær dialog med disse aktørene. Forskningsmiljøene på ressursovervåkning må også involveres for å vurdere hvilke data som bør være tilgjengelig til å styrke kvaliteten på toktdesign og til å overvåke endriger i bestandene. Samtidig så bør andre interessenter som f.eks. https://www.hubocean.earth/, og industriaktører i energisektoren kunne komme med innspill slik at tjenesten treffer bredt, og dermed får stor nytteverdi og økt betalingsvillighet.



Figur 2 . Akustisk tetthet av kolmule.

Mange av brukerbehovene vil sette strenge krav om få rask tilgang til dataene, og det må derfor utvikles metoder som har som mål om at tidsperioden fra datafangst til datatilgang kun er minimal (minutter). Alle prosessene som er omtalt i konseptskissen bygger på automatiske prosesser og dataflyt, og det vil derfor være fullt mulig å nå dette målet. Det understrekes samtidig at databasen man bygger opp vil kunne brukes til metodeprosjekt for for eksempel KI opplæring og automatisk tolkningsforbedringer. Tidsperspektivet for dette er annerledes, men enhver forbedring bør ha som målsetning om å inkluderes i nær-samtidsløsningene. Dette bør ha et fokus i videre metodeutvikling.

4.3 - Sammendrag av resultat

Hovedmålsettingen i prosjektet var å utarbeide en konseptskisse med søkelys på struktur og kravspesifikasjoner for fremtidige prosjektutlysninger hos FHF der man skal ta i bruk ekkolodddata fra fiskefartøy til fiskeleting og fiskeriforskning.

En viktig konklusjon var at de første prosjektutlysninger bør vente med USV-satsing inntil denne teknologien er enda mer moden, men at alle tekniske løsninger bør ta høyde for en enkel integrasjon også for USV når slike fartøy blir mer tilgjengelige.

Arbeidet med prosjektskissen sammenfalt helt med prosjektutviklingen av sømløs overføring av ekkolodddata fra HI's forskningsfartøy og USV-er. Erfaringene fra dette arbeidet, og flere studier og prosjekter andre steder førte til at prosjektskissen anbefaler at nye utlysninger inndeles i to hovedkomponenter; (A) Operasjonelle om bord-løsninger, dataflyt og akustisk klassifisering, (B) Nedlasting og presentasjon av akustiske data for beslutningsstøtte, inkludert økonomiske modeller for bærekraftig drift.

Den første komponenten dreier seg om å utvikle skalerbare løsninger for automatisk dataflyt, tolkning og overføring til skyen, og bruk av trådløse kommunikasjonsplattformer på ulike fartøy.

Den andre komponenten skal sikre effektiv datatilgang, standardisering og kostnadsinnsikt. Dette omfatter bruk av internasjonale dataformater (som NetCDF og ICES-standarder), gjennomføring av kost–nytteanalyser, samt utvikling av kart- og beslutningsstøttesystemer med rask tilgang til data i nær sanntid.

5 - Hovedfunn

Konseptskissen vektlegger struktur og kravspesifikasjoner for fremtidige prosjektutlysninger. I første fase bør det være redusert fokus på USV-er, men det må være mulig å enkelt integrere disse inn etbalerte strukturer i fremtiden når slike fartøy blir mer utbredt.

HI anbefaler at utlysninger deles i to hovedkomponenter:

Prosjektkomponent A: Operasjonelle om bord-løsninger, dataflyt og akustisk klassifisering

Prosjektkomponent B: Nedlasting og presentasjon av akustiske data for beslutningsstøtte, inkludert økonomiske modeller for bærekraftig drift

Prosjektkomponent A omhandler utvikling av skalerbare løsninger for automatisk dataflyt, tolkning og overføring til skyen, basert på pågående arbeid og bruk av trådløse kommunikasjonsløsninger på ulike fartøy. Skybaserte plattformer bør tas i bruk (for eksempel Azure), med krav til automatisert dataoverføring, versjonskontroll, FAIR-prinsippene og evaluering av eksisterende løsninger. Dataflytsystemet må være fleksibelt og skalerbart, med evne til å håndtere ulike datamengder, og variabel båndbredde. Det bør også tilstrebe en gradvis overgang fra rådata til mer prosesserte data etter hvert som automatiske tolkninger forbedres. Kvalitetssikring og metadata er avgjørende, både for datavalidering, brukervennlighet og forbedring av automatiske tolkninger; systemer for datakvalitetsvarsling bør bygges både om bord og i datasentralen.

Prosjektkomponent B skal sikre effektiv datatilgang, standardisering og forståelse av kostnadsbildet, inkludert bruk av internasjonale formater (som NetCDF og ICES-standarder), kost–nytteanalyser, samt utvikling av kart- og beslutningsstøttesystemer med datatilgang i nær sanntid. Dette vil sikre en effektiv og sømløs overgang fra dataflyt til reell nytteverdi for både effektiv fiskeleting og bruk i ressursforskning.

6 - Referanser

Brautaset, O., Waldeland, A. U., Johnsen, E., Malde, K., Eikvil, L., Salberg, A.-B., and Handegard, N. O. 2020. Acoustic classification in multifrequency echosounder data using deep convolutional neural networks. ICES Journal of Marine Science, 77: 1391–1400.

Demer, D. A., Berger, L., Bernasconi, M., Bethke, E., Boswell, K., Chu, D., Domokos, R., et al. 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Cooperative Research Reports, 326: 136 pp.

Fassler, S. M. M., Brunel, T., Gastauer, S., and Burggraaf, D. 2016. Acoustic data collected on pelagic fishing vessels throughout an annual cycle: Operational framework, interpretation of observations, and future perspectives. Fisheries Research, 178: 39–46.

Handegard, N. O., Holmin, A. J., Pala, A., Utseth, I., and Johnsen, E. 2025. Integrating and assessing machine learning acoustic target classification models for fish survey estimations. ICES Journal of Marine Science, 82: fsaf069.

Handegard, N. O., DeRobertis, A., Holmin, A. J., Johnsen, E., Lawrence, J., LeBouffant, N., O'Driscoll, R., et al. 2024. Uncrewed surface vehicles (USVs) as platforms for fisheries and plankton acoustics. ICES Journal of Marine Science, 81: 1712–1723.

Jech, J. M., Schaber, M., Cox, M., Escobar-Flores, P., Gastauer, S., Haris, K., Horne, J., et al. 2021. Collecting quality echosounder data in inclement weather. ICES Cooperative Research Report, Vol. 352. 108 pp. https://doi.org/10.17895/ices.pub.7539

Johnsen, E., Pedersen, R., and Ona, E. 2009. Size-dependent frequency response of sandeel schools. Ices Journal of Marine Science, 66: 1100–1105.

Karp, W. A. 2007. Collection of acoustic data from fishing vessels. report. ICES Cooperative Research Reports (CRR). https://ices-library.figshare.com/articles/report/Collection_of_acoustic_data_from_fishing_vessels/18624209/1 (Accessed 17 November 2025).

Komiyama, S., Holmin, A. J., Pedersen, G., and Johnsen, E. 2024. Silent uncrewed surface vehicles reveal the diurnal vertical distribution of lesser sandeel. ICES Journal of Marine Science: fsae159.

Korneliussen, R. J. 2010. The acoustic identification of Atlantic mackerel. ICES Journal of Marine Science, 67: 1749–1758.

Kubilius, R., Bergès, B., Macaulay, G.J., 2023. Remote acoustic sizing of tethered fish using broadband acoustics. Fish. Res. 260, 106585. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106585

Pena, H., Khodabandeloo , B., Kubilus, R., Tenningen, M., Handegard, N.O and Totland, A. 2025. Acoustic estimation of fish size during pre-catch in commercial fishing of pelagic species. (n.d.). . https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2025-23 (Accessed 11 December 2025).

Scoulding, B., Gastauer, S., MacLennan, D. N., Fässler, S. M. M., Copland, P., and Fernandes, P. G. 2017. Effects of variable mean target strength on estimates of abundance: the case of Atlantic mackerel (Scomber scombrus). ICES Journal of Marine Science, 74: 822–831.

Totland, A., and Johnsen, E. 2022. Kayak Drone – a silent acoustic unmanned surface vehicle for marine research. Frontiers in Marine Science, 9. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.986752.

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no