



SLUTTRAPPORT FOR FRISK OSLOFJORD

2018-2024

Frithjof Moy, Tone Kroglund (HI), Arne Hestenes (KD), Geir Endregard
(ISC), Edith Akerø (ISC) og Svenja Christensen (UiO)



Tittel (norsk og engelsk):

Sluttrapport for Frisk Oslofjord
Final report for Frisk Oslofjord

Undertittel (norsk og engelsk):

2018-2024
2018-2024

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen
ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2024-21

Dato:

29.05.2024

Distribusjon:

Åpen

Program:

Kystøkosystemer

Antall sider:

50

Forfatter(e):

Frithjof Moy, Tone Kroglund (HI), Arne Hestenes (KD), Geir Endregard (ISC), Edith Akerø (ISC) og Svenja Christensen (UiO)

Forskningsgruppeleder(e): Sigurd Heiberg Espeland (Bunnsamfunn)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger
Programleder(e): Jan Atle Knutsen

Forord:

Områdene rundt Oslofjorden har Norges høyeste befolkningstetthet og er et pressområde med mange kryssende interesser rundt bruk og rekreasjon. De siste ti-årene har det vært store endringer i naturmiljøet i og rundt Oslofjorden, med tap av natur og tilbakegang for mange arter. Dette har utløst et stort behov for å styrke kunnskapsgrunnlaget om fjorden.

Det lokale og regionale miljøet rundt Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker i samarbeid med Havforskningsinstituttet tok initiativ til prosjektet «Frisk Oslofjord» med målsetning om å styrke kunnskapen om det marine naturmangfoldet spesielt i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker, som ligger side om side i Ytre Oslofjord. Med finansiering fra Sparebankstiftelsen DNB i 2018, ble prosjektet Frisk Oslofjord etablert, og det utløste ytterligere finansiering fra Østfold fylkeskommune, Vestfold fylkeskommune og Miljødirektoratet, samt egeninnsats fra utøvende partnere i prosjektet.

Frisk Oslofjord (2018-2021) ble et pilotprosjekt innen utvikling av marine økologisk grunnkart, i bruk av ny teknologi innen kartlegging, og innen formidling av kunnskap til barn, unge og voksne. Prosjektet var sektorovergripende med et nært samarbeid mellom forskning og brukermiljøene i forvaltningen.

Frisk Oslofjord 2.0 (2022-2024) ble opprettet som en videreføring av Frisk Oslofjord, finansiert av Sparebankstiftelsen DNB, Viken fylkeskommune, Vestfold og Telemark fylkeskommune, Miljødirektoratet, samt egeninnsats fra utøvende partnere i prosjektet. Prosjektets geografiske omfang ble utvidet til å omfatte hele Oslofjordregionen

Prosjektet har levert ny kunnskap om naturen under vann, og det er etablert praktisk og teoretisk undervisningsopplegg for ungdoms- og videregående skoler som videreføres i eget skoleprosjekt. Ny teknologi med selvgående farkoster er operasjonalisert for marin kartlegging og overvåking. Dette har bare vært mulig gjennom betydelig ekstern finansiering, egeninnsats og godt samarbeid mellom kunnskapsrike enkeltpersoner på tvers av ulike institusjoner.

Spesielt takkes prosjektpartnere representert ved Arne Hestnes og Therese Mathisen (Kongsberg Discovery, tidl. Kongsberg Maritime); Geir Endregard og Edith Akerø (INSPIRIA science center); Thorsten Ådland og Jon Arne Trollvik (Statens kartverk); Dag Ottesen og Terje Thorsnes (Norges geologiske undersøkelse); Mats Walday (Norsk institutt for vannforskning); Arash Ahmadi og Svenja Christiansen (Universitetet i Oslo).

Det rettes også en spesiell takk til sentrale personer som har gjort prosjektet mulig: Bjørn Strandli (nasjonalparkforvalter), Monika Olsen (nasjonalparkforvalter), Mona Vauger (Hvaler kommune, leder for programstyret), Atle Haga (Viken fylkeskommune), Lars Solheim (Vestfold og Telemark fylkeskommune), Roar Jonstang (styreleder Frisk Oslofjord 1) og øvrige medlemmer av program- og styringsgruppen i Frisk Oslofjord.

Havforskningsinstituttet har hatt ansvar for den overordnede prosjektadministrasjonen ledet av Tone Kroglund og Petter Baardsen. Frithjof Moy har vært prosjektleder og koordinator for faglige aktiviteter.

Arendal 23.april 2024

Frithjof Moy
prosjektleder

Sammendrag (norsk):

Det overordnede målet for «Frisk Oslofjord» prosjektene har vært å skape varig miljøbevissthet og engasjement for Oslofjorden gjennom undervisning og formidling bygget på kunnskap fra forskning, overvåkning og miljøkartlegging, samt legget et grunnlag for nye prosjekt og permanente løsninger.

Første del av prosjektet (2018-2021) hadde som delmål: 1) å utvikle marine økologiske grunnkart i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker; 2) prøve ut nye kartleggings- og overvåkingsteknologier; og 3) formidle kunnskap om det marine miljøet til forvaltning og befolkningen, spesielt barn og unge.

Videreføringen i Frisk Oslofjord 2.0 (2022-2024) hadde spisset fokus på 1) Formidling og kommunikasjon og 2) Teknologi og metodeutvikling.

Formidling og kommunikasjon:

Frisk Oslofjord prosjektet har laget et undervisningsopplegg som nå tilbys alle videregående skoler i Oslofjordområdet. Tilbudet består av en dagsekskursjon om bord i undervisningsbåten «Rognfjell», med forarbeid, prøvetaking, undervisning og etterarbeid. I tillegg til data elevene samler inn, får elevene tilgang på store mengder data fra avanserte instrumenter som er montert om bord. For ungdomsskolene er det laget et digitalt feltkurs der elevene kan gå på virtuell ekskursjon til «Storesand på Hvaler» direkte fra sin egen pc. Det er også laget et undervisningstilbud «Forskning i fjæra» som driftes av besøkssentrene ved Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker. Kunnskap om fjorden formidles til allmennheten gjennom prosjektets nettside, Dugnad for havet, samt at det er åpnet flere store og små utstillinger rundt fjorden som publikum kan besøke. Undervisningstilbudene fortsetter etter prosjektets slutt med midler fra Sparebankstiftelsen DNB.

Teknologi og metodeutvikling:

Frisk Oslofjord har utviklet automatiserte og kostnadseffektive metoder for kartlegging og overvåking. To nyttefartøy (undervisningsbåten Rognfjell og fergen Bastø Electric) og en bunnstasjon er utstyrt med måleinstrumenter som leverer en kontinuerlig strøm med data. Maskinlæring og automatiserte prosesser er tatt i bruk for å håndtere, prosessere og analysere dataene slik at de er tilrettelagt for bruk i skoleprosjektene, forskning og formidling, blant til Besøkssenter Oslofjorden (Horten og Bastø Electric).

Automatisert kartlegging og overvåkning av bunnområdene med selvgående farkoster er videreutviklet fra første del av prosjektet. Selvgående undervannsfarkoster (Hugin og Munin+) har bidratt til kartlegging av havbunnen i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker, og selvgående overflatefarkoster (Sounder) er testet for blant annet bruk i grunne farvann. Et område i Færder nasjonalpark er også kartlagt fra fly med bruk av grønn laser.

Marine økologiske grunnkart er et etterspurt verktøy for planlegging og forvaltning av kystområder og Frisk Oslofjord har vært et pionerprosjekt på utvikling av marine økologiske grunnkart, sammen med pilotprosjektet «Marine grunnkart i kystsonen». Geologiske og biologiske kart fra første del av prosjektet ble publisert i 2022 (Strandli et al. 2022, www.geonorge.no). Naturkartlegging i del to av prosjektet har vært etter Miljødirektoratets instruks med kartlegging av hardbunns- og bløtbunnskorallskog, svampsamfunn, korallrev, sjøfjærsamfunn og dyp sedimentbunn. Spesielt fokus har vært på det store korallrevet ved Tisler i Ytre Hvaler nasjonalpark.

Sammendrag (engelsk):

The overall aim of Frisk Oslofjord project has been to create a lasting environmental awareness and commitment to the Oslofjord through teaching and communication, based on research, monitoring and environmental mapping.

The first part of the project (2018-2021) had the following goals: 1) to develop marine ecological maps in Færder and Ytre Hvaler national parks; 2) test new mapping and monitoring technologies; and 3) communicate knowledge about the marine environment to management and the population, especially children and youth.

Frisk Oslofjord 2.0 (2022-2024) had focus on 1) Dissemination and communication and 2) Technology and method development.

Communication:

The Frisk Oslofjord project has developed a field day program that is now offered to all high schools in the Oslofjord area. The program includes preparatory work, sampling on board the vessel "M/S Rognfjell", data handling and assessment. The students get access to a large amount of data in addition to their own data. For secondary schools, a digital field course has been developed, where students can go on a virtual excursion to "Storesand på

Hvaler". In addition, schools and students can join the program "Research on the shore", which is run by the visitor centres at Færder and Ytre Hvaler national parks. Environmental awareness and facts about the Oslofjord are communicated to the general public through the project's website and several permanent exhibitions. The field programs will continue after the end of the project with funds from Sparebankstiftelsen DNB.

Technology and method development

Frisk Oslofjord has developed automated and cost-effective methods for mapping and monitoring. Two vessels (the teaching boat Rognfjell and the ferry Bastø Electric) and a bottom lander are equipped with advanced instruments delivering a continuous flow of data. Machine learning and automated processes are used to handle, process and analyse data for use in school projects, for research and for the exhibitions.

Automated mapping and monitoring of the seabed with unmanned vessels have been developed and tested. The autonomous underwater vessels (AUVs) Hugin and Munin+ was used for mapping the seabed in Færder and Ytre Hvaler national parks, while unmanned surface vessels (USV) have been tested in various situations including shallow waters. A part of Færder National Park has also been mapped from an airplane using green laser.

Marine ecological maps are a popular tool for planning and managing coastal areas, and Frisk Oslofjord has been a pioneer project on the development of marine ecological maps, together with the pilot project "Marine base map in the coastal zone". Geological and biological maps from the first part of the project were published in 2022 (Strandli et al. 2022, www.geonorge.no). Habitat mapping in the second part of the project has been according to the Environment Agency's instructions with mapping of hard-bottom and soft-bottom coral forest, sponge communities, coral reefs, sea feather communities and deep sediment bottoms) with a particular focus on the large coral reef at Tisler in the Ytre Hvaler National Park.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn for prosjektet	7
1.2	Om «Frisk Oslofjord»-prosjektene	8
1.2.1	<i>Frisk Oslofjord (2018-2021)</i>	8
1.2.2	<i>Frisk Oslofjord 2.0 (2022-2024)</i>	10
1.2.3	<i>Programstyret</i>	11
1.2.4	<i>Utøvende faggruppe</i>	11
1.2.5	<i>Finansiering</i>	12
1.3	Om arbeidspakkene i Frisk Oslofjord 2.0	13
1.3.1	<i>Formidling og kommunikasjon</i>	13
1.3.2	<i>Teknologi og metodeutvikling</i>	13
1.4	Om økologiske grunnkart	14
1.4.1	<i>Det nasjonale havbunnskartleggingsprogrammet «Mareano»</i>	15
1.4.2	<i>Pilotprosjektet «Marine grunnkart i kystsonen»</i>	15
2	Resultater	16
2.1	Formidling og kommunikasjon til skoleverket og allmennheten	16
2.1.1	<i>Undervisningstilbud videregående skole</i>	16
2.1.2	<i>Undervisningstilbud ungdomsskoler</i>	19
2.1.3	<i>Formidling til allmennheten</i>	19
2.2	Ny teknologi	22
2.2.1	<i>Datainnsamling fra nyttefartøy</i>	22
2.2.2	<i>Undervannsstasjoner</i>	26
2.2.3	<i>Automatisert kartlegging og overvåking</i>	31
2.2.4	<i>Flykartlegging med grønn laser</i>	40
2.3	Marine økologiske grunnkart	42
2.3.1	<i>Dybdekart</i>	42
2.3.2	<i>Geologi- og biologikart</i>	43
2.3.3	<i>Detaljstudier av korallforekomster</i>	47
3	Referanser	49

1 - Innledning

Forfatter(e): Frithjof Moy og Tone Krog Lund (HI)

1.1 - Bakgrunn for prosjektet

Fra naturens side er Oslofjorden en artsrik fjord med en svært variert undervannstopografi. Området strekker seg fra åpen kyst og skjærgård i sør, gjennom poller, beskyttede vik og bukter til indre fjordområde med dype bassenger og redusert vannutskiftning. Topografien omfatter alt fra glatte svaberg og bratte knauser til sand- og mudderstrender, fra grunne farvann og til dypvannssletter.

Vannutskiftningen i den relativt lange fjorden påvirkes av havstrømmer fra Skagerrak, vann fra elvene, lufttrykk, vind og tidevann. Tidevannsforskjellen er liten, ca. 20-30 cm, men høytrykk og lavtrykk kan skape langt større vannstandsendringer i kombinasjon med vind. Undervannsterskler og trange sund begrenser vannutskiftningen i fjordens indre deler. Sør i ytre Oslofjord åpner fjorden seg opp mot Skagerrak og består av åpen kyst og skjærgårdsområder med mange øyer, holmer og skjær.

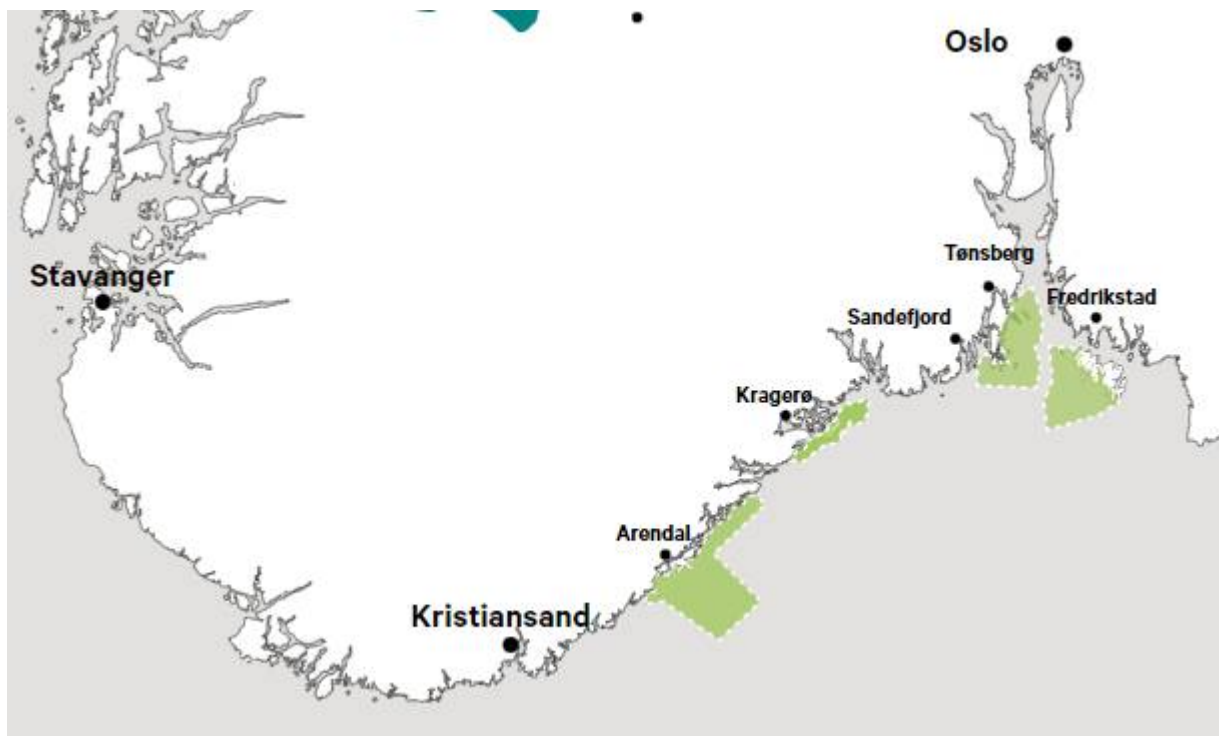
Områdene rundt Oslofjorden har landets høyeste befolkningstetthet med sine 1,6 millioner innbyggere, som gjør Oslofjorden til et pressområde med mange kryssende interesser. Fjorden brukes til rekreasjon og naturopplevelser; til fritids- og kommersielt fiske; den er transportvei for både nyttefartøy og fritidsbåter; er mottaker av avløpsvann fra husholdning og industri; har store elvetilførsler; og det pågår utvikling av bolig- og næringsområder med bygging og inngrep i strandsonen; samt at fjorden er en viktig arena innen forskning og undervisning.

Fjorden har i dag vesentlige utfordringer knyttet til avrenninger, forurensning og tap av arter og arealer. Torskebestanden er i tilbakegang og på et historisk lavt nivå. Tareskog og ålegrasenger der fisk og annet liv vokser opp, er også betydelig redusert. I flere poller, bukter og dypområder er oksygennivået i bunnvannet så lavt at alt liv dør ut. Miljøgifter gjør at fisk og skalldyr fra deler av fjorden ikke bør spises. Marin forsøpling og mikroplast har negative konsekvenser for dyrelivet, og forsøpling forringer verdien av naturopplevelsen fjorden kan gi (Klima- og Miljødepartementet 2021). Samtidig forsterker klimaendringene den negative utviklingen.

Opprettelse av Skagerraks fire marine nasjonalparker (Figur 1), Ytre Hvaler nasjonalpark (2009), Færder nasjonalpark (2013), Jomfruland nasjonalpark (2016) og Raet nasjonalpark (2016) har ført til økt fokus og engasjement for det marine naturmiljøet. I tillegg har flere forsknings- og utredningsprosjekter i Oslofjorden ført til reguleringstiltak, som forbud mot fiske av torsk i Oslofjorden, bevaringsområder for hummer, avrenningstiltak og rensekrav m.fl. I 2021 vedtok regjeringen en femårig tiltaksplan for å bedre tilstanden for miljø og friluftsliv i Oslofjorden. Den helhetlige tiltaksplanen prioriterer viktige innsatser for Oslofjorden på tvers av ulike sektorer som arealpolitikk, avrenning fra landbruket, kommunalt avløp, nedkjemping av fremmede arter, kulturmiljø og lokale klimatiltak. Tiltaksplanen legger vekt på å samordne, supplere og forsterke det positive som skjer for å ta vare på fjorden og for å fremme friluftsliv i og ved fjorden (Klima- og miljødepartementet 2021). En utredning om samlet påvirkning viser at fiske, miljøgifter, mikroplast, fysisk påvirkning og næringssalter, er de fem store negative påvirkningsfaktorene på økosystemene i Ytre Oslofjord i dag (Aarflot et al. 2024).

Kunnskap om naturmiljøet under de blå flater må være grunnlaget for forvaltning og formidling. Men selv om vi har mye kunnskap, mangler vi et helhetlig kart over det undersjøiske landskapet og havrommet hvor alle artene lever, hvor vi fisker, dumper og bygger ut. Behovet for et marint økologisk sjøkart var en av drivkreftene bak «Frisk Oslofjord». I «Frisk Oslofjord» ønsket vi også å tenke nytt rundt datainnsamling og kunnskapsformidling. Prosjektet «Frisk Oslofjord» har fokus på det marine miljøet i hele ytre Oslofjord og spesielt de to marine

nasjonalparkene; Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker.



Figur 1 . Kart over de marine nasjonalparkene i Skagerrak. Kilde: norgesnasjonalparker.no

1.2 - Om «Frisk Oslofjord»-prosjektene

Det er gjennomført to «Frisk Oslofjord» prosjekter med visjon om en frisk fjord, rik på friluftsliv og naturopplevelser for kommende generasjoner. Målet har vært å skape varig miljøbevissthet og engasjement for Oslofjorden gjennom undervisning og formidling bygget på forskning, overvåkning og miljøkartlegging, samt legget et grunnlag for nye prosjekt og permanente løsninger.

1.2.1 - Frisk Oslofjord (2018-2021)

Det første prosjektet i Frisk Oslofjord ble etablert i 2018 på initiativ fra det lokale og regionale miljøet rundt Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker og hadde tre mål:

- Frambringe ny kunnskap og grunnlag for framtidig forvaltning gjennom utvikling av marine økologiske grunnkart i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker;
- prøve ut nye kartleggings- og overvåkingsteknologier; og
- formidle kunnskap om det marine miljøet til forvaltning og befolkningen, med et spesielt fokus på barn og unge.

Prosjektet var brukerstyrt gjennom en sektorovergripende og lokalt forankret **styringsgruppe** bestående av representanter fra Færder nasjonalpark, Ytre Hvaler nasjonalpark, Statsforvalterne og fylkeskommunene på

begge sider av fjorden, Miljødirektoratet, Fiskeridirektoratet, Kongsberggruppen og Havforskningsinstituttet, samt Kosterhavet nasjonalpark, Fiskerlaget og Småfiskeren med observatørstatus. Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker var prosjekteiere, og Havforskningsinstituttet hadde det overordnede administrative ansvaret.

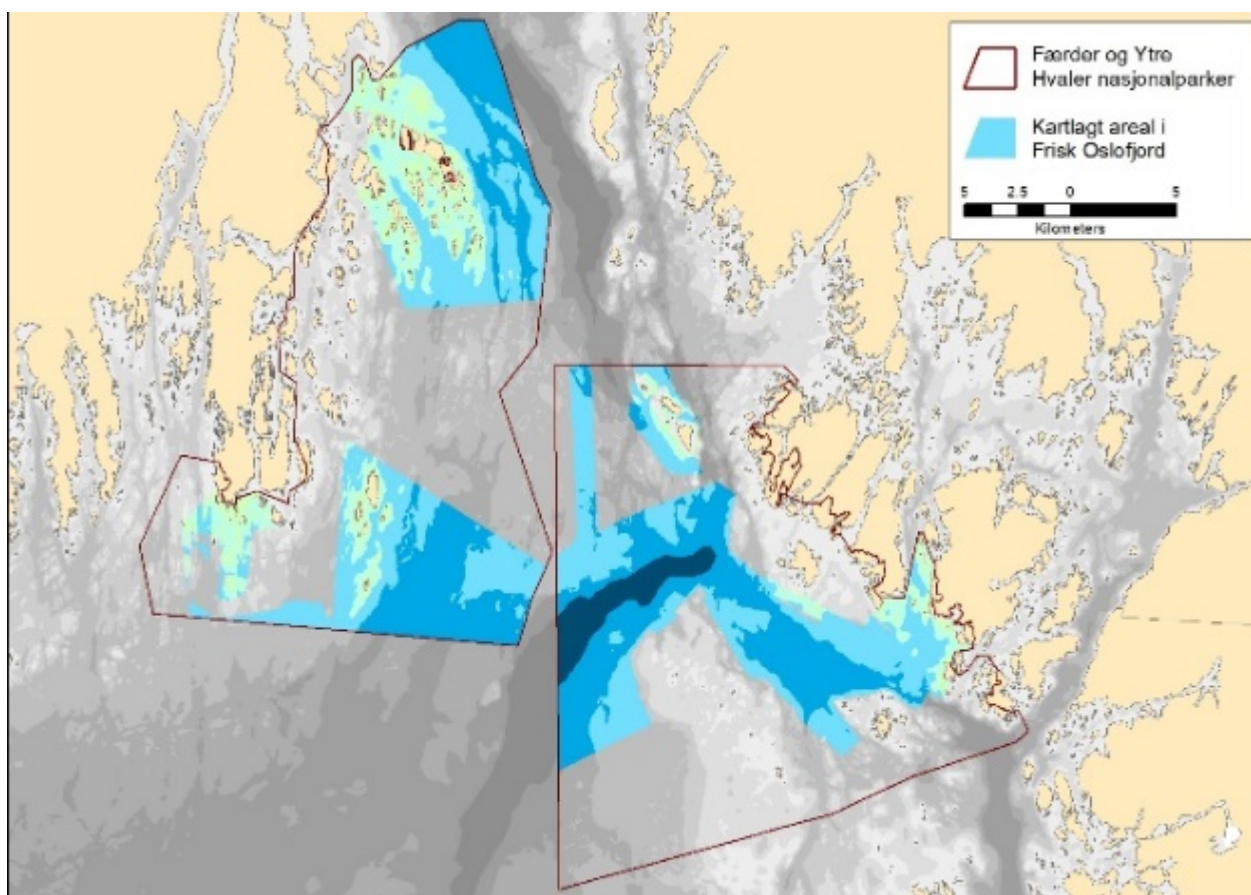
Prosjektet ble gjennomført som et samarbeid mellom styringsgruppen og en **utøvende faggruppe** som bestod av fagpersoner fra Havforskningsinstituttet (HI), Inspiria science center (ISC), Kongsberg Discovery (tidl. Kongsberg Maritime), Kartverket, Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Geologiske og biologiske kartlegginger ble gjennomført på 340 km² havbunn i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker, med bruk av både tradisjonelle metoder (bunngrabb, videorigg, ekkolodd) og ny teknologi (selvgående undervannsfarkost og flydrone). Det kartlagte området tilsvarer halve arealet av nasjonalparkene (Figur 2). Dybdekart, sedimentkart og biologiske kart ble publisert i 2020 og 2021 og kart er i prosess for å bli allment tilgjengelig gjennom den nasjonale portalen GeoNorge.

Disse kartene sammen med kart over havstrømmer, eksisterende naturtypekart og miljødata fra andre kunnskapskilder, dannet grunnlaget for å utvikle et marint økologisk grunnkart for Ytre Oslofjord. Begrepet «økologiske grunnkart» er fra Stortingsmelding 14 «Natur for livet – Norsk handlingsplan for naturmangfold» (Meld. St. 14 (2015–2016)) og marine økologiske grunnkart er utviklet i Frisk Oslofjord i samarbeid med pilotprosjektet «Marine grunnkart i kystsonen» (2020-2022).

Kunnskapsformidling var en stor og viktig aktivitet og det ble utviklet et omfattende undervisningsprogram for både ungdoms- og videregående skoler. Undervisningstilbudet ble gitt til alle slike skoler i regionen fra skolestart høsten 2019. Undervisningsopplegget inneholdt i tillegg til ekskursjon på båt, et opplegg for forberedelser og etterarbeid der de siste FoU data fra forskningsmiljøene ble anvendt. For å nå allmenheten ble det blant annet utviklet nettsider (www.friskoslofjord.no) med artikler og litt undring om havet, som vist i løsningen «Slå på lyset under vann».

På grunn av korona-restriksjoner ble mange planlagte aktiviteter forsinket i 2020 og prosjektet måtte forlenges ut 2021. Prosjektet ble avsluttet med en omfattende sluttrapport (Strandli et al. 2022) og en stor sluttkonferanse avholdt på Oslo Convention Center i mai 2022. Sluttrapporten er tilgjengelig på prosjektets nettside www.friskoslofjord.no.



Figur 2 . Kartlagte områder i Frisk Oslofjords første prosjekt 2018-2021.

1.2.2 - Frisk Oslofjord 2.0 (2022-2024)

Frisk Oslofjord 2.0 ble opprettet i 2022 som en videreføring av Frisk Oslofjord, men med utvidet fokus på undervisning, formidling og teknologiutvikling for framtidig marin kartlegging og overvåking. Aksjonsområdet ble også utvidet til å omfatte hele Oslofjorden-regionen fra Jomfruland til indre Oslofjord. Hovedmål i 2.0 har vært:

1. **Formidling og kommunikasjon** : fremskaffe og formidle kunnskap om det marine miljøet til forvaltning, befolkning, og særlig til barn og unge. Aktiviteten skal bidra til å skape forståelse og respekt hos befolkning og beslutningstakere for havet og viktigheten av å ta vare på havet og de økosystemtjenester det gir oss. Undervisningsopplegget utviklet i Frisk Oslofjord skal videreutvikles for varige løsninger og tilbys både videregående og ungdomsskoler langs hele fjorden.
2. **Teknologi og metodeutvikling**: utvikle automatiserte metoder, fjernstyring og maskinsyn i kartlegging og overvåking av det marine miljøet. Operasjonalisere metoder og dataløyper for kartlegging og overvåking som nye verktøy i «verktøykassen» til de institusjoner som utfører kartlegging og overvåking.

Prosjektets mål var å plassere seg helt i forkant av tilgjengelige teknologiske metoder for kartlegging og overvåking, samt bruke dette aktivt i formidling og undervisning. Autonomi, robotikk og instrumentering av skolebåter og nyttefartøy skal demonstrere nye muligheter til å overvåke kystnære områder og formidle miljødata med vesentlig høyere oppløsning enn det som tradisjonelt har vært vanlig. I dette arbeidet har samarbeidspartnerne nedlagt vesentlig egeninnsats for å lykkes i utviklingen av operasjonelle metoder.

Med utvidelse av prosjektets geografiske omfang, dekket prosjektet samme geografiske område som *Helhetlig*

tiltaksplan for Oslofjorden og kan bidra med kunnskap til problemstillinger som adresseres i tiltaksplanen.

Samkjøring av moderne miljøovervåkningsteknologi og undervisning har vært et viktig grep i prosjektet. Målet er å gi elever fra Oslo til Grenland en unik mulighet til kunnskap og kompetansepåfyll med at de kan kombinere egne observasjoner fra skoletokt med levende forskningsdata, deriblant data innhentet med ny teknologi. «Skoledata» formidles til allmennheten samt bidrar til folkeforskning gjennom portalen «Dugnad for havet».

1.2.3 - Programstyret

Første fase av Frisk Oslofjord var brukerstyrt gjennom en bredt sammensatt styringsgruppe og hadde Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker som prosjekteiere. Frisk Oslofjord 2.0 ble organisert som et forskningsprosjekt med likeverdige partnere hvor Havforskningsinstituttet har det overordnede administrative ansvaret.

Prosjekter lever kortvarig og for å kunne videreføre og koordinere ideer og nye fremtidige aktiviteter under «Frisk Oslofjord-paraplyen» er det tatt initiativ til å opprette et overordnet **Programstyre for Frisk Oslofjord-prosjekter**. Programstyret består av mange av de samme sentrale aktørene som i styringsgruppen, men med betydelig utvidelse for å dekke geografisk større deler av fjorden og flere interessenter. Havforskningsinstituttet (som admin leder av Frisk Oslofjord 2.0) har ledet Programstyret i oppstartsfasen.

Vårt mål er at Programstyret skal leve videre etter Frisk Oslofjord prosjektet avsluttes og fornye seg selv etter behov. Programstyret for 2022-2023 har bestått av representanter for Færder nasjonalpark, Ytre Hvaler nasjonalpark, Jomfruland nasjonalpark, Miljødirektoratet, Fiskeridirektoratet, Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, Statsforvalteren i Viken, Vestfold og Telemark Fylkeskommune, Viken fylkeskommune, Horten kommune, Havforskningsinstituttet, Inspiria science center, Kongsberg Maritime, Fagrådet for Ytre Oslofjord og Oslofjordens friluftsråd. Leder av Programstyret har vært Mona Vauger, styreleder i Ytre Hvaler nasjonalpark, som overtok 13. februar 2023 etter Jan Atle Knutsen (HI).

1.2.4 - Utøvende faggruppe

Utvøvende faggruppe står for planlegging og gjennomføring av aktiviteter i prosjektet. Utøvende gruppe utgjør konsortiet i prosjektet sammensatt av ulike faginstanser og personer med ansvar for planlegging, gjennomføring og samhandling mellom faglige aktiviteter. Havforskningsinstituttet har hatt ansvar for overordnet prosjektadministrasjon i prosjektet og Frithjof Moy har koordinert faglige aktiviteter i prosjektet.

Havforskningsinstituttet (HI): Kontaktpersoner Frithjof Moy og Tone Kroglund Havforskningsinstituttet har hatt ansvar for den biologiske kartleggingen i prosjektet, foruten overordnet prosjektadministrasjon og koordinering. Den biologiske kartleggingen har omfattet innsamling av bunnprøver, artsbestemming av prøver, analyser og kartproduksjon. Havforskningsinstituttet er et rådgivende forskningsinstitutt under Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) med mer enn 1000 ansatte og et stort virkeområde fra å gi kunnskapsbaserte råd på de store fiskebestander, til akvakultur og kystutfordringer.

Kongsberg Discovery (KD): Kontaktpersoner Arne Hestnes og Therese Mathisen

Kongsberg Discovery AS har i prosjektet hatt ansvar for uttesting av automasjon og robotikk i kystmiljøkartlegging og overvåking. Det er gjennomført bunnkartlegging med både den selvgående undervannsfarkosten Hugin Superior og undervannsfarkosten Munin+. Begge farkostene er utstyrt med høyoppløselig sonar og kamera. Det er også utført kartlegging og konseptutvikling med de selvgående overflate farkostene Sounder USV og den elektriske RAN USV. Kongsberg Discovery er et AS heleid av Kongsberg-

gruppen som utvikler, produserer og selger løsninger for næringer on- og offshore, spesielt undervannsteknologiske løsninger. Kongsberg Discovery startet prosjektet som en divisjon i Kongsberg Maritime, men har i løpet av prosjektet blitt eget selskap.

INSPIRIA science center (ISC): Kontaktperson Geir Endregard og Edith Akerø Inspiria har hatt ansvar for utvikling og drift av kunnskapsbanken og undervisningstilbudet til skolene. Inspiria er et regionalt vitensenter lokalisert i Sarpsborg, hvor du kan oppleve, utforske og lære om vitenskapens verden. Hvert år kommer det tusenvis av besøkende fra inn- og utland for å ta del i det vi kaller «moro-med-mening». INSPIRIA science center er en ikke-for-profit-organisasjon.

Statens kartverk (SK): Kontaktperson Thorsten Ådland Kartverket har hatt ansvar for å lage høyoppløselig undersjøisk terrengkart av ytre Oslofjord for de deler av fjorden hvor Kartverket har nyere oppmåling av dybdedata. Statens kartverk samler inn, systematiserer, forvalter og videreformidler offentlig geografisk informasjon, enten det handler om datamengdene som ligg til grunn for et kart, om stedsnavn, eiendomsgrenser eller tinglyste retter knytt til et sted. Sjøkartdivisjonen ligger i Stavanger.

Norges geologiske undersøkelse (NGU): Kontaktperson Dag Ottesen og Terje Thorsnes Norges geologiske undersøkelse har hatt ansvar for å gjennomføre den geologiske kartleggingen i prosjektet inkludert analyse av ekkosignalene fra dybdekartleggingen til Kartverket. NGU har i oppgave å kartlegge og sprer kunnskap om Norges geologi og dekke samfunnets behov for geologisk basiskunnskap og bidra til økt bærekraftig verdiskaping. NGU er et statlig forvaltningsorgan underlagt Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) og har ca. 200 ansatte.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA): Kontaktperson Mats Walday Norsk institutt for vannforskning har hatt ansvar for uttesting av fly-droner i kartlegging av grunt-vannsamfunn i Frisk Oslofjord 1.0. NIVA leder også det nasjonale infrastrukturprosjektet SeaBee som skal bygge opp nasjonal kompetanse på bruk av fly-droner. NIVA har siden etableringen i 1958 jobbet med Oslofjordens vannmiljø og utfordringer og kombinerer forskning, overvåkning og rådgivning fra elv til fjord på tvers av fagområder. NIVA er organisert som en forskningsstiftelse og har i dag i overkant av 300 ansatte.

Universitetet i Oslo (UiO): Kontaktpersoner Arash Ahmadi og Svenja Christiansen

Universitetet i Oslo har hatt ansvar for innsamling, analyse og tilgjengeliggjøring av data fra skoletokt og en bunnmontert målestasjon. UiO har også laget den digitale undervisningsløsningen *Innsikt Oslofjord* der data fra skoletokt vises. Med dette har UiO bidratt til undervisningstilbudet. UiO er Norges eldste universitet som har drevet med forskning og utdanning siden 1811 og har 7200 ansatte (2023).

1.2.5 - Finansiering

Prosjektet har vært finansiert av Sparebankstiftelsen DNB, Viken fylkeskommune og Vestfold og Telemark fylkeskommune. I tillegg har Miljødirektoratet finansiert kartlegging av havbunnen og utvalgte naturenheter i Ytre Hvaler nasjonalpark (som koralrevet ved Tisler) og har i tillegg finansiert aktiviteter som har kommet til i prosjektets gang som støtte til etablering av Oslofjorden Besøkssenter. Prosjektpartnerne har i tillegg lagt inn en betydelig egeninnsats.

1.3 - Om arbeidspakkene i Frisk Oslofjord 2.0

1.3.1 - Formidling og kommunikasjon

Målsetningen med denne arbeidspakken var å bidra til å skape forståelse og respekt hos befolkning og beslutningstakere for havet og viktigheten av å ta vare på havet og de økosystemtjenester det gir oss. En sentral oppgave i Frisk Oslofjord 1 var å finne nye måter å formidle til allmenheten og ikke minst til oppvoksende generasjoner, for å skape interesse for Oslofjorden og det sårbare marine miljø. Det ble utviklet et undervisningsopplegg med ekskursjoner kombinert med for- og etterarbeid til ungdoms- og videregående skoler, som fikk strålende respons fra elever og lærere.

Målet for Frisk Oslofjord 2.0 var å utvikle dette videre med sikte på å bli et varig tilbud til både videregående og ungdomsskoler langs hele fjorden.

Arbeidspakke 1 «Formidling til skoleverket» skulle tilby dagsekskursjon til alle 110 videregående skoler fra Oslo til Grenland. To undervisningsfartøy, skolebåter, ble utrustet til dette formålet med moderne måleinstrumenter. Til ungdomsskolene ble det utviklet en digital opplevelsesløsning. Portalen «*Dugnad for havet*» ble utviklet videre for å kunne ta imot skoledata til rapportering og folkeforskning. På skolebåtene fikk elevene teste avansert teknologi, sammen med tradisjonell innsamling som trål og vannhenter. Tilbudet til skolene fortsetter etter prosjektets slutt.

Arbeidspakke 2 «Formidling til allmenheten» videreutviklet formidling gjennom **Kunnskapsbanken** og nettløsningene www.friskoslofjord.no og Dugnad for havet (<https://dugnadforhavet.no/>). En stor oppgave var å utvikle automatiserte løsninger som kunne bidra til å gi elever, lærere, forskere og folkeforskere standardiserte, fortløpende resultater fra skoletokt og andre datakilder.

1.3.2 - Teknologi og metodeutvikling

Målsetningen var å etablere automatiske metoder for kartlegging og overvåking som kan tas i bruk og bli en ny standard i «verktøykassen» til institusjoner som utfører kartlegging og overvåking.

Gjennom Frisk Oslofjord 1 (2018-2021) ble det demonstrert hvordan høyteknologiske sensorer montert på en selvgående undervannsfarkost kunne benyttes til å kartlegge og overvåke havet på en ny måte. Ambisjonen for Frisk Oslofjord 2.0 var å standardisere en «verktøykasse» slik at robotisering og automatisering ble så bra og enkel å ta i bruk, at det kan kunne bli en fast del av overvåking og kartlegging av tilstanden i havet. Utviklingen av nye sensorer og kapasitet til å analysere store mengder data, ikke minst gjennom å ta i bruk maskinlæring, åpner et stort potensial for moderne kartlegging, overvåking og formidling av naturtilstand.

Arbeidspakken Teknologi- og metodeutvikling var i stor grad et forsknings- og utviklingsarbeid med målsetning om å utvikle metodikk for å kartlegge og overvåke havet på en ny og kostnadseffektiv måte. Som for alle FoU-oppgaver, kunne det ikke garanteres for suksess, men all erfaringen er avgjørende for videre utvikling og bruk av ny autonom teknologi.

Teknologi og metodeutvikling ble organisert i 3 arbeidspakker, selv om mange av utfordringene gikk på tvers av de definerte arbeidstitlene. Det gjaldt spesielt dataflyt, datasikkerhet, automatiserte analyser/rapporter, samt rasjonell digital drift ved bruk av nye teknologiske metoder og kontinuerlige datastrømmer. Det var et mål å samkjøre utviklingen med det som foregikk i kraft av institusjonenes egne utviklingsprogram, blant annet dataleveranse gjennom Norsk Marint Data Center.

1.3.2.1 - Arbeidspakke «Datainnsamling fra nyttefartøy»

Nyttefartøy er i konstant bevegelse i Oslofjorden og kan, ved å instrumentere disse, levere en kontinuerlig strøm av måledata fra mange deler av fjorden. Håndtering, prosessering og analyse av store kontinuerlige datastrømmer er utfordrende. Maskinlæring og automatiserte prosesser er derfor nødvendig.

I prosjektet ble undervisningsbåten Rognfjell utrustet med ekkolodd og sonar, og det ble satt opp dataløype for å kunne levere kontinuerlige overvåkingsdata fra skoletoktene mellom Kragerø og Oslo. Miljødata ble sendt til en felles database (sky-løsning) slik at data kunne analyseres og tolkes i nær sanntid og brukes i undervisning, forskning og formidling.

1.3.2.2 - Arbeidspakke «Undervannsstasjoner»

Kontinuerlige målinger fra faste undervannsstasjoner gir data som er egnet for overvåking av endringer over tid. Ved å måle på flere parametere, kan man analysere samvariasjon mellom parameterne og med skiftende værforhold. En undervannsstasjon samler inn data i ett punkt og utfyller data som samles inn fra nyttefartøy og forskningstokt, som følger en seilingsrute. Til sammen kan dette gi verdifull kunnskap om endringer i havmiljøet.

I prosjektet ble det konstruert og satt ut en undervannsstasjon på havbunnen i Drøbaksundet. De påmonterte sensorene registrerer opp i vannsøylen, mens et kamera filmer fisk og havbunnen foran stasjonen. Via fiberkabel sender stasjonen kontinuerlige måledata til Biologisk stasjon i Drøbak og derfra opp i en felles sky-løsning, slik at data kan brukes i nær sanntid sammen med andre datastrømmer.

1.3.2.3 - Arbeidspakke «Automatisert kartlegging og overvåking»

Automatisert kartlegging og overvåking med selvgående farkoster ble videreutviklet med sikte på operasjonell drift. Uttesting av en selvgående undervannsfarkost i Frisk Oslofjord 1 ga flatedekkende fargebilder og akustiske bilder (ekkolodd og sonar) av havbunnen som avslørte ukjente miljøforhold, forekomst av marin søppel og arkeologiske funn. Teknologien ble funnet å ha et stort potensial innen kartlegging og overvåking, men utgjør samtidig en stor utfordring med hensyn til operasjonell drift og analyse av store datamengder.

Målsetningen med denne arbeidspakken var å bidra til videre utvikling av teknologien og demonstrere metoder for bruk av autonomi, robotikk og fjernstyrt operasjon i kartlegging og overvåking både med selvgående overflate- og undervannsfarkoster.

Arbeidspakken bidro også til videre kartlegging av havbunnen i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker med bruk av ny teknologi og tradisjonell innsamling. Areal som ble kartlagt med ny teknologi var begrenset av finansiering og av tillatelse fra Forsvarets Operative Hovedkvarter, som regulerer høyoppløselig datainnsamling av bunnforhold. Antall tokt i Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker ble også begrenset av tilgjengelig utstyr og toktid på fartøy.

1.4 - Om økologiske grunnkart

Begrepet «økologiske grunnkart» ble først lansert i Klima og miljødepartementets Meld. St. 14 (2015–2016) «Natur for livet – Norsk handlingsplan for naturmangfold». Økologiske grunnkart ble definert som en samling «kart-lag» med stedfestet informasjon om naturtyper, arter og landskapstyper. Disse nye økologiske grunnkartene skal legge grunnlaget for kunnskapsbasert forvaltning.

Miljødirektoratet leder arbeidet med å utvikle økologiske grunnkart. Samtidig pågår et intensivt arbeid med utvikling av «Natur i Norge» (Artsdatabanken) og utvalgte naturtyper (naturenheter) for miljøforvaltningen (Miljødirektoratet).

Frisk Oslofjord (første fase) var et pionerprosjekt på å utvikle marine økologiske grunnkart, bygget på tradisjonell havbunnskartlegging og moderne teknologiske løsninger, i samarbeid med brukere, forvaltningen og andre prosjekt innen samme tematikk. Innholdet i og prosedyrer for formidling av marine økologiske grunnkart ble videre utviklet i samarbeid med pilotprosjektet «Marine grunnkart i kystsonen» (se under).

Kartlegging i Frisk Oslofjord 2.0 utføres etter Miljødirektoratets instruks og er finansiert av Miljødirektoratet. Kartleggingen gjennomføres med både ny og tradisjonell metodikk, og resultatene brukes også som bidrag til økologiske grunnkart i nye områder av Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker.

1.4.1 - Det nasjonale havbunnskartleggingsprogrammet «Mareano»

Norge har siden 2005 kartlagt havbunnen til havs (utenfor grunnlinjen) i programmet Mareano. Mareano har som målsetning å bidra med kunnskap til nasjonale forvaltningsplaner for Barentshavet, farvann ved Svalbard, Norskehavet og områdene utenfor Lofoten, samt Nordsjøen. Mareano kartlegger etter en to-trinns prosess, først gjennomføres en dybdekartlegging ved bruk av multistråle ekkolodd og basert på denne kunnskapen gjennomføres tokt med innsamling av biologisk, geologisk og kjemiske prøver av sjøbunnen på utvalgte stasjoner. Høyoppløselige dybdedata, kart over geologi/sedimentbunn, sammen med de innsamlede bunnprøvene og video av havbunnen, modelleres heldekkende naturtypekart. Alle bunnprøver og kartene formidles gjennom www.mareano.no, samt leveres direkte til fora som arbeider med forvaltningsplanene. Mareano finansieres over statsbudsjettet (KLD og NFD, ca. 100 mill. kroner pr. år) og gjennomføres av Kartverket, Norges geologiske undersøkelse og Havforskningsinstituttet.

1.4.2 - Pilotprosjektet «Marine grunnkart i kystsonen»

Kystområdene innenfor grunnlinjen har et tilsvarende, om ikke større, behov for kunnskap for bærekraftig forvaltning i og med mange flere aktører og interessenter. KMD ba Kartverket om å: «Utarbeide et satsingsforslag for et nasjonalt Marine grunnkart i kystsonen program». Et 3-årige pilotprosjekt «Marine grunnkart i kystsonen» med 3 pilotområder: nye Stavanger, Ålesund-Giske og Skjervøy-Kvæningen, ble etablert i 2020. Piloten er finansiert som et spleiselag med kommuner, fylkeskommuner og staten, til sammen 84,6 mill. kroner. Piloten ble gjennomført av Kartverket, Norges geologiske undersøkelse og Havforskningsinstituttet. Produkter fra Marine grunnkart i kystsonen ble lagt ut på «testportalen» <https://marinegrunnkart.avinet.no> og ferdige kartprodukter er publisert på www.geonorge.no.

Frisk Oslofjord og utviklingen av «marine økologiske sjøkart» har lagt til grunn det velfungerende samarbeidet mellom de statlige institusjonene Kartverket, Norges geologiske undersøkelse og Havforskningsinstituttet. Frisk Oslofjord og Marine grunnkart i kystsonen har hatt et fruktbart samarbeid om å løse utfordringer knyttet til kystkartlegging som på flere områder gir større utfordringen enn havkartlegging. Ikke bare er heterogeniteten og variasjon over korte avstander stor på kysten, men høyoppløselige dybdedata innenfor territorialgrensen (12 nautiske mil av land) er sikkerhetsgradert og må håndteres deretter. Frisk Oslofjord har spesielt kunne dra veksler på Marine grunnkart sitt fokus på tilgjengeliggjøring av kartinformasjon gjennom geonorge.no og betydelig brukertesting av ulike kartprodukter. Både Marine grunnkart og Frisk Oslofjord legger grunnlaget for morgendagens kystkartlegging og marine økologiske grunnkart i kystsonen.

2 - Resultater

Forfatter(e): Frithjof Moy (HI), Arne Hestenes (KD), Geir Endregard (ISC), Edith Akerø (ISC) og Svenja Christensen (UiO)

2.1 - Formidling og kommunikasjon til skoleverket og allmennheten

Kunnskap må formidles på en forståelig måte. Frisk Oslofjord-prosjektet utviklet en kunnskapsbank (www.friskoslofjord.no) med informasjon, undervisningsopplegg, dataformidling, videosnutter, bilder og kartverktøy for å tilgjengeliggjøre kunnskap fra prosjektet. Formidling til barn og unge har vært en prioritert oppgave og i prosjektet ble det derfor utviklet et undervisningsopplegg som ble tilbudt alle ungdoms- og videregående skoler i regionen. I tillegg ble det laget mobilutstilling til nasjonalparkenes besøkssentre. Høstkonferansen som ble arrangert våren 2022, var også en viktig arena for kunnskapsformidling. Les mer om prosjektet i kunnskapsbanken på <https://www.friskoslofjord.no/om-frisk-oslofjord/>

I Frisk Oslofjord 2.0 ble undervisningsopplegget videreutviklet med sikte på varige løsninger for både videregående og ungdomsskoler langs hele fjorden.

Formidlingsprosjektet har hatt som mål å skape forståelse og respekt for havet hos befolkning og beslutningstakere og vise viktigheten av å ta vare på havet og de økosystemtjenester det gir oss. I prosjektet har det vært viktig å bygge på faktakunnskap med basis i forskning, overvåkning og miljøkartlegging, for å skape en varig miljøbevissthet og engasjement for Oslofjorden. Kunnskapen må være både etterrettelig og evidensbasert, men måten kunnskapen formidles på er også viktig. Det har vært et sentralt punkt i prosjektet å formidle kunnskapen til et bredt publikum og på en måte som stimulerer til både engasjement og ettertanke. Det ble utviklet praktiske undervisningsopplegg for ungdomsskole og videregående skoler som gav elevene innblikk i både datainnsamling, tolking av data, kunnskap om fjorden og miljøengasjement. I tillegg til egne innsamlede data, fikk elevene tilgang til forskningsdata og innblikk i dagsaktuelle problemstillinger.

Folkeforskning og medvirkning er viktig, og det ble utviklet nye løsninger for folkeforskning gjennom *Dugnad for havet* (<https://dugnadforhavet.no>). Gjennom andre prosjekter ble det også gitt midler til samarbeid mellom flere aktører for å gjøre verktøyet *Dugnad for havet* mer kjent og andelen brukere og besøkende på nettsida har økt.

Det ble etablert både permanente og mobile utstillinger som stimulerer til nysgjerrighet for store og små, i tillegg til kunnskapsformidlingen via nettsiden og sosiale medier.

2.1.1 - Undervisningstilbud videregående skole

I Frisk Oslofjord 1 fikk til sammen 20 skoler i Østfold og Vestfold tilbud om å være med på forskningstokt med Rognfjell. I Frisk Oslofjord 2.0 ble tilbudet utvidet til å gjelde alle de 110 videregående skolene i Viken, Vestfold og Telemark samt Oslo og Buskerud. Det ble god respons, særlig i det siste året da skolene hadde fått tid til å oppfatte hva opplegget gikk ut på og hvordan de kunne innlemme det i skoleruta og lærernes planer for året. I 2022 og 2023 ble det gjennomført ca. 70 tokt i året, fordelt på de tidligere nevnte fylkene. Utgangspunkt for seilasene var kaiplasser ved Langesund, Stavern, Tønsberg, Holmestrand, Bærum/Asker, Drøbak og Fredrikstad. Noen skoler kom seg til kaia på egen hånd eller ved bruk av kollektivtransport, mens andre fikk tilbud om busstransport.

Til forskjell fra første fase, ble innsatsen i Frisk Oslofjord 2.0 konsentrert rundt ett type tokt. Den tidligere

inndelingen med “forskningstokt” og “vanlig tokt” fungerte ikke optimalt. Vi gav i stedet skolene mulighet til å forberede seg til toktet gjennom ulike elevoppgaver og rapporter linket fra www.friskoslofjord.no, samt muligheten til å komme med forespørsler og tilpasning i forkant av toktet. Dette fungerte kjempefint, og selv om ikke alle klassene fikk forberedt seg like godt, kunne opplegget tilpasses slik at alle fikk en lærerik dag på fjorden.

En toktdag kan beskrives med følgende innhold, noe tilpasset vær- og vindforhold: Introduksjon og miljøstatus i Oslofjorden, praktisk prøvetaking ute på dekk og måling av biotiske og abiotiske faktorer, en tur på land for å høste og studere makroalger (Figur 2 Figur 3), mikroskopering av mikroalger, tråling med bløtbunnstrål/slede og registrering av arter fra bunnen og en undervisningsdel om kysttorsken med forsker Even Moland fra HI (filmsnutter spilt inn på forhånd). Opplegget omfatter også informasjon og gjennomgang av Kongsberg Discovery sine instrumenter ombord, ettersom Rognfjell er utstyrt med et avansert splitt-stråle-ekkolodd (EK80: 38 og 200 kHz), strømmåler, og værstasjon for fortløpende datainnsamling gjennom toktene (se kap. Datainnsamling fra nyttefartøy).

Data fra toktene overføres til *Educloud*-plattformen ved Universitetet i Oslo der de blir prosessert og visualisert. Prosessering inkluderer datakonvertering, redusering og første klassifisering av ekko som plankton og fisk. Resultatene kan deretter lastes opp til undervisningsplattformen/appen “Innsikt Oslofjord” (<https://innsikt-oslofjord.educloud.no/>). I denne appen kan skoleklassene jobbe med og analysere dataene fra deres tokt når de er tilbake i klasserommet etter endt tokt (Figur 4). Resultatene fra de biotiske og abiotiske målingene vises også her, etter at elevene legger de inn i en “Ekskursjonsmodul” under Dugnad for havet. På den måten blir datasettet komplett med biologiske og tekniske målinger som gjør elevene i stand til å lage seg et helhetlig bilde av status i Oslofjorden, med egne innsamlede data. De kan også sammenligne med data fra andre klasser som har vært på tokt på samme sted, eller andre steder i fjorden.

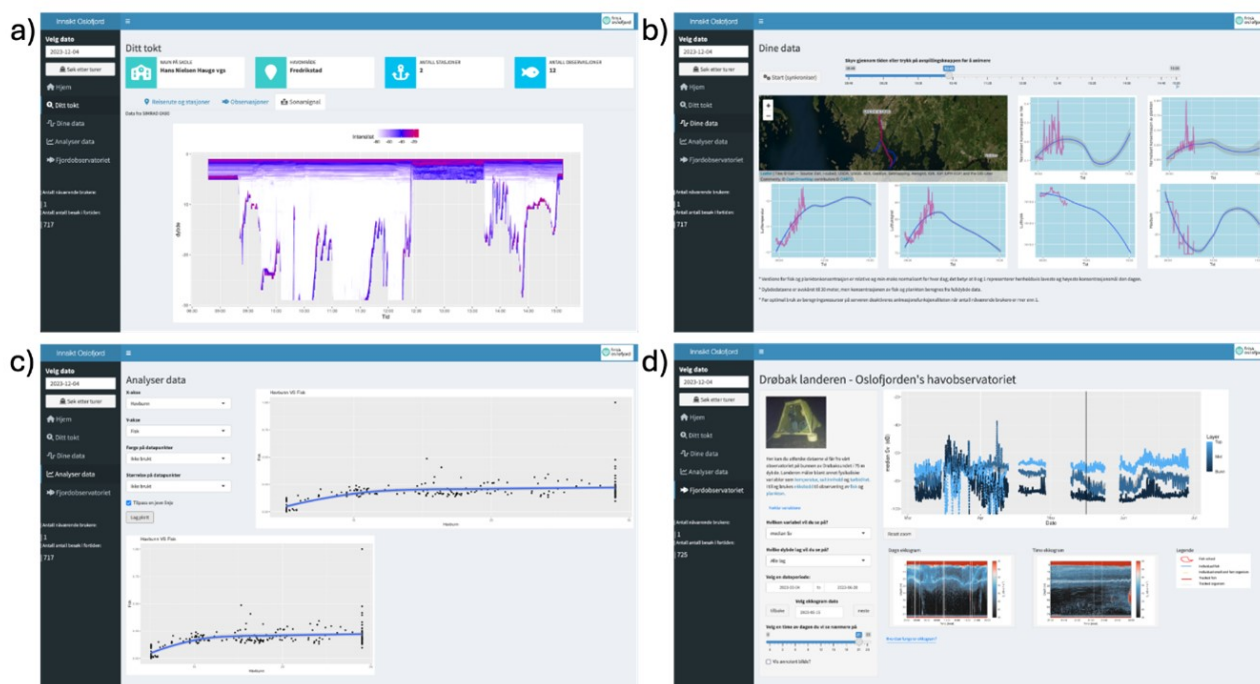
Appen kan også brukes av de som ikke får vært fysisk med på tokt, og det knyttes opp mot en rekke oppgaver basert på målingene gjort ombord. En slik direkte tilgang til egne innsamlede data samt forskningsdata er unikt i skolesammenheng i Norge, og ikke testet tidligere slik vi kjenner til det. Men det er helt i tråd med nye læreplaner, der elevene i enda større grad skal drive utforskning og dybdelæring når de jobber med fagene. Toktet kan også gå inn under tverrfaglige tema, der både samfunnsfag, geografi, teknologi- og forskningslære samt biologi og kjemi finner naturlige krysningspunkt med problemstillingene som elevene blir utfordret på.

Vi har gjort oss mange erfaringer og har utviklet undervisningsopplegget til å bli et godt sammensatt, helhetlig og aktuelt opplegg som gir elevene mulighet til en praktisk undervisning som skolene dessverre i stor grad mangler idag. Vi har fått direkte tilbakemelding på at lærerne synes et gratis opplegg som det vi her tilbyr er “for godt til å være sant”. Alle vi hadde med ut på tokt i 2023 har booket med oss igjen i 2024, da vi har vært så heldige å få videreført disse skoletoktene med nye midler fra Sparebankstiftelsen i 2024 - 26. Da gis de første skolene som melder seg på, muligheten til å være med ut, 65 klasser til sammen i året, og alle kan benytte seg av elevoppgaver og tilgang til egne og andres forskningsdata i vår “nyrenoverte” ressursbank som lanseres ved sesongstart i april 2024.

Opplegget videreutvikles stadig der vi får god hjelp av og masse inspirasjon fra våre gode samarbeidspartnere som også bistår i undervisningen ombord; DuVerden sjøfartsmuseum og vitensenter i Porsgrunn og Vitenparken på Ås i tillegg til Besøkssentrene på Ytre Hvaler og Færder samt UiO sin marinbiologiske stasjon i Drøbak.



Figur 3 . Elever som får undervisning på land, med undervisningsbåten Rognfjell i bakgrunnen. Foto: INSPIRIA



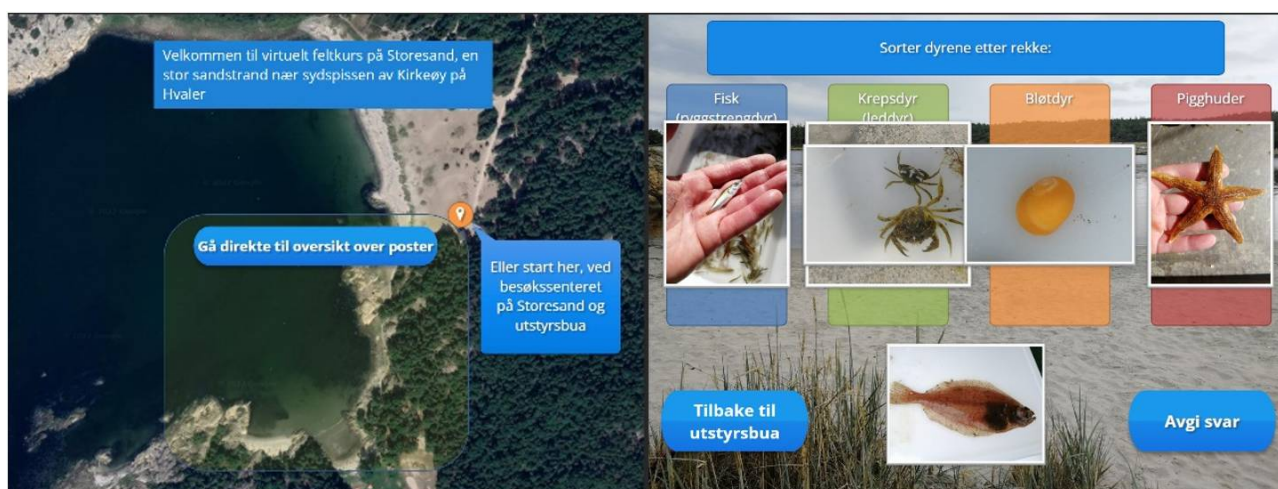
Figur 4 . Skjerm bilde fra appen «Innsikt Oslofjord». Bildene viser de ulike sider i appen skoleelevene kan bruke for å utforske data fra sine egne tokt. De kan for eksempel se på ekkolodd data (a), se på endringer av vær og ekkolodd data over tid (b) og analysere sammenhenger mellom ulike faktorer (c). Fra 2024 er også dataene fra Drøbak landeren inkludert i appen (d).

2.1.2 - Undervisningstilbud ungdomsskoler

Frisk Oslofjord (1) laget undervisningstilbudet «Forskning i fjæra», som baserer seg på en dags-ekskursjon til fjæra, enten ved besøkssenteret eller i nærheten av skolen. Etter en opplæringsperiode driftes undervisningen nå av besøkssentrene ved Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker. Elevene bruker vitenskapelige metoder for å kartlegge biologisk mangfold i fjæra ved hjelp av strandnot og beregne mengden krabber med fangst/gjenfangst-metoden.

I Frisk Oslofjord 2.0 ble det laget et digitalt feltkurs til ungdomsskolene, der elevene kan gå på ekskursjon på «Storesand på Hvaler», direkte fra sin egen pc (Figur 5 Figur 5.). Verktøyet er komplett med bilder av utstyr og arter, for å gi en så realistisk opplevelse som mulig. Dette kan være et fint tillegg til skoler som stort sett kun har tilgang på ferskvannsmiljø av ulike slag, slik at man kan komplettere med dette digitale tilbudet for å kunne sammenligne med undersøkelser i et saltvannsmiljø.

Det utarbeides også et undervisningsopplegg for lærere slik at de kan gjennomføre slike feltdager i fjæra på egen hånd, da dette er etterspurt. Det er en kompetanse flere rapporterer at de mangler, samt tilgang til utstyr. Med sikte på videreføring av undervisningsdelen av Frisk Oslofjord, har vi søkt på midler til å kunne sette sammen og låne ut utstyrs-kasser, som et insentiv til å komme seg ut, slik at terskelen blir lavere for flere.



Figur 5 . Skjermbilde fra digitalt feltkurs til ungdomsskolene. Kilde: INSPIRIA

2.1.3 - Formidling til allmennheten

Våren 2023 åpnet Inspirias nye temautstilling «Dypdykk» der fritidsbesøkende og skoler kan undersøke den spennende verden under vann med fokus både globalt og lokalt i Oslofjorden, her tett knyttet opp mot Frisk Oslofjord-prosjektet (Figur 6). Dypdykk er forankret i FNs bærekraftsmål nr. 14 om å bevare og beskytte livet i havet. Gjennom utstillingen kan du få en innsikt i de delmålene som er satt for å sikre at verdenshavene fortsetter å fungere som en viktig ressurs for menneskeheten.

Nettsidene www.friskoslofjord.no ble lansert i ny drakt ved starten av sesongen 2024. Sidene er utviklet som et digitalt magasin med oppdaterte nyheter og saker som omhandler Oslofjorden. Hvis befolkningen ønsker informasjon, skal de kunne gå hit og finne aktualiteter. Sakene skal dekke det som best beskrives som

nedbørsfeltet i Oslofjorden, der 118 kommuner er involvert. Tanken er at vi må nå ut til flest mulig for å komme “i havn” med å redde Oslofjorden rent konkret. Det har vært flere medieoppslag rundt våre tokt, der ungdommenes interesse rundt disse problemstillingene har blitt satt søkelys på. Det er lokal forankring vi trenger, og lokalavisene har vært på med å etablere dette langs seileruta vår. Eksempelvis fra Akershus Amsttidene: <https://www.amta.no/her-kan-ungdommen-i-drobak-vare-marinbiolog-for-en-dag-en-viktig-vekker/s/5-3-1553370>.

En annen del av formidlingen til allmennheten inngår i utstillingen på Besøkssenter Oslofjorden som ble etablert i 2022 av Horten kommune, Inspiria science center, Kongsberg Discovery og Bastø Fosen (Figur 7). Her kan de besøkende lære om fjorden og dens utfordringer gjennom interaktive og engasjerende utstillinger. Informasjonen her bygger blant annet på funn gjort i Frisk Oslofjord-prosjektet. Utstillingen har fått gode tilbakemeldinger og har gode besøkstall, og flere planer for utvikling de neste årene.

Utstillingene på Besøkssenter Ytre Hvaler og Besøkssenter Færder nasjonalparker inngår også i denne formidlingsstrategien, her kan man lese om resultater fra prosjektet samt veien videre, og barna kan utfordre seg med den mobile utstillingen utviklet i første fase av prosjektet, som er like aktuelt.

I oktober 2023 åpnet også en utstilling ombord på Bastø Electric, som skal treffe bredt blant de reisende på landets mest trafikkerte fergestrekning (Figur 8). Her er det bygget en visualisering av havbunnen under ferga, mens de reisende også kan følge med på ekkolodd-data som tegner opp fisk og plankton under båten på skjermer installert av Kongsberg Discovery (se kap. Datainnsamling fra nyttefartøy). Skjermer inkluderer også det populære “Hvem spiser hvem»-spillet, Quiz og artikler om Frisk Oslofjord-prosjektet. Dette har blitt veldig godt mottatt, både av de som jobber ombord, som kan fortelle at det til enhver tid står reisende ved utstillingene.

Våren 2024 kommer det også et undervisningsopplegg som inkluderer utstillingene ombord, utstillingene og på Besøkssenter Oslofjorden, samt turløypa tilknyttet Besøkssenteret, som kan tilbys til skolene i regionen på begge sider av fjorden, først og fremst.

I tillegg rulles det våren 2024 ut spørreundersøkelser i fysisk format, nemlig “Min mening” (Figur 9). Her skal 13 lokasjoner rundt Oslofjorden få installert et møbel med tilhørende skjerm der man som beboer i tilknytning til fjorden skal kunne få si sin mening om problemstillingene rundt Oslofjordens status. På denne måten vil man kunne etablere et unikt beslutningsgrunnlag som politikerne direkte kan ta utgangspunkt i.



Figur 6 . Temautstilling Dyppedykk i Inspirias lokaler i Sarpsborg. Foto: INSPIRIA



Figur 7. Besøkssenter Oslofjorden. Foto: INSPIRIA



BESØK SKOLE KONFERANSE OPPDRAG OM OSS

inspiria.no > [Aktuelt](#) > [Utstilling på Bastø Electric](#)



31.10.2023

Åpnet ny utstilling på Bastø Electric – nå kan reisende lære mer om miljøutfordringene i Oslofjorden

Bastø Fosens elektriske ferge Bastø Electric har nå fått en ny opplevelse som skal gi reisende både kunnskapspåfyll og opplevelser om miljøtilstanden i Oslofjorden.



Figur 8. Åpning av utstilling om bord i Bastø Electric. Skjermdump fra inspiria.no



Figur 9 . Spørreundersøkelser i fysisk format, "Min mening". Foto: INSPIRIA

2.2 - Ny teknologi

Datainnsamling under havoverflaten er både tidkrevende og kostbart, og setter store krav til både utstyr og mannskap i tillegg til nøyaktighet og fagkunnskap. Med ny avansert teknologi åpner det seg muligheter for datainnsamling og overvåking som vi ikke har hatt tidligere.

I Frisk Oslofjord prosjektet ble det testet og tatt i bruk ny teknologi for å finne kostnadseffektive metoder for å kartlegge bunnområder, kontinuerlig overvåke vannmassene, og for å håndtere og formidle store mengder data. Dette har bare vært mulig ved å kombinere fagkunnskap, ekspertise og utstyr fra flere ledende institusjoner på sine fagfelt og samarbeide tett.

2.2.1 - Datainnsamling fra nyttefartøy

I denne arbeidspakken ble det undersøkt muligheten for å samle inn data fra farkoster med regelmessig trafikk/tokt i Oslofjorden. I prosjektet ble to ulike fartøy, skolebåten M/S Rognfjell og fergen MF Bastø Electric, utstyrt med moderne teknisk utstyr egnet for å overvåke klima, tilstanden i vannsøylen og bunnforholdene. I tillegg ble det utviklet softwareløsninger for å beskrive dataene og tilby innsikt i Oslofjorden. Universitetet i Oslo, Inspiria, Besøkssenter Oslofjorden og Kongsberg Discovery samarbeidet om disse oppgavene.

2.2.1.1 - M/S Rognfjell

Hovedvekten av innsatsen ble tilført M/S Rognfjell (Figur 10). Dette skipet benyttes til skoletokt i Frisk Oslofjord prosjektet, og ble oppgradert ved å sette inn en sensorpakke fra Vaisala, anbefalt av meteorologisk institutt. Pakken inneholder barometer, termometer og hygrometer, samt en integrasjon til PC som samler inn data i et format egnet for videre deling av dataene.

M/S Rognfjell ble utstyrt med tre ulike akustiske sensorer: strømmåler, ekkolodd og sidesøkende sonar.

Strømmåleren EC 150 er en høyoppløselig ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) som gjør fartøyet i stand til å måle strømforholdene nedover i vannsøylen, slik at man kan få et nøyaktig bilde av strømrretning og -styrke der båten passerer.

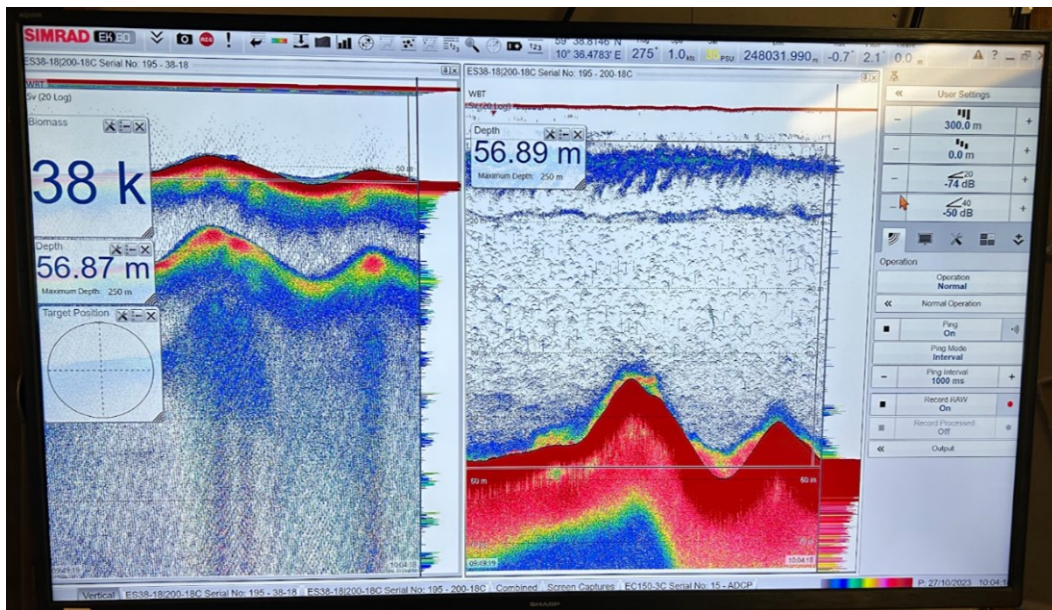
For å registrere fisk og plankton ble M/S Rognfjell også utstyrt med vitenskapelig splitt-stråle ekkolodd, EK80. Ekkoloddet har 2 forskjellige frekvenser, 38kHz og 200kHz.

- 38kHz er velegnet til å telle enkeltfisker og stimer på de dyp som er relevante i prosjektet. Den lar seg også nøyaktig kalibreres slik at dataene kan brukes til bestandsestimering sammen med andre data fra andre fartøy (Figur 11).
- 200kHz er velegnet til å se på større ansamlinger av plankton, samt å se på fiskene. Figur 12 viser hvordan planktonlaget framstår på ekkoloddet og hvordan ekkolodd kan verifisere at fysisk prøvetaking tas fra rett vannlag. I dette tilfellet kan man se at planktonhåven går ned til planktonlaget på 17-18 meters dyp, og deretter opp igjen.

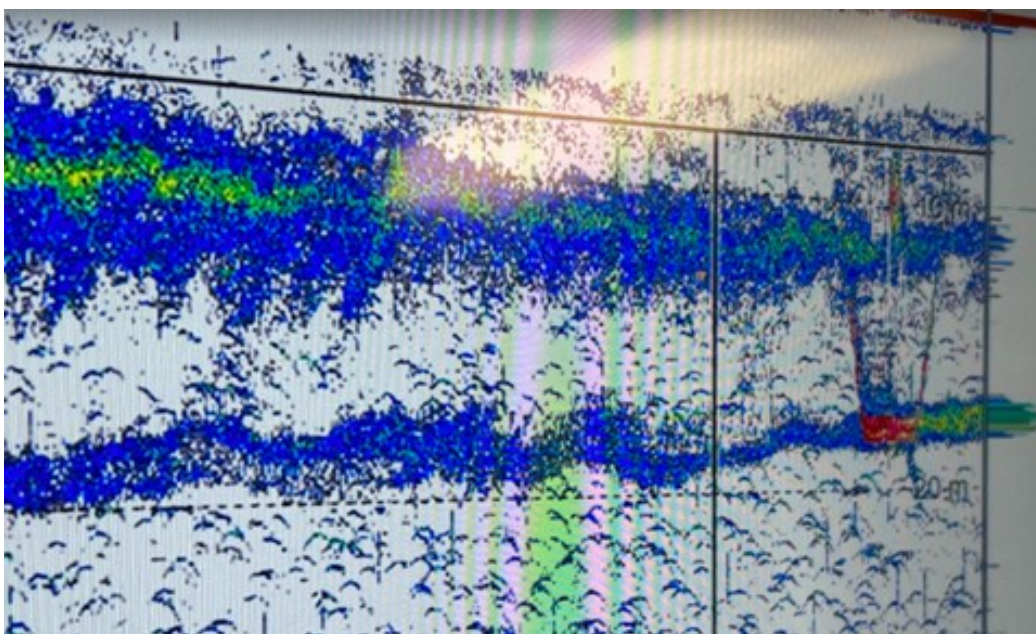
En sidesøkende sonar (EA 440) ble montert på M/S Rognfjell. Instrumentet fungerer ved å sende ut lyd til begge sidene av fartøyet og presentere endringer i hardhet i det lydstrålene treffer, og brukes til å finne objekter og geologiske formasjoner under fartøy. I prosjektet har instrumentet blitt brukt av studentene og mannskap om bord til å identifisere vrak (Figur 13), objekter og se på geologien i Oslofjorden.



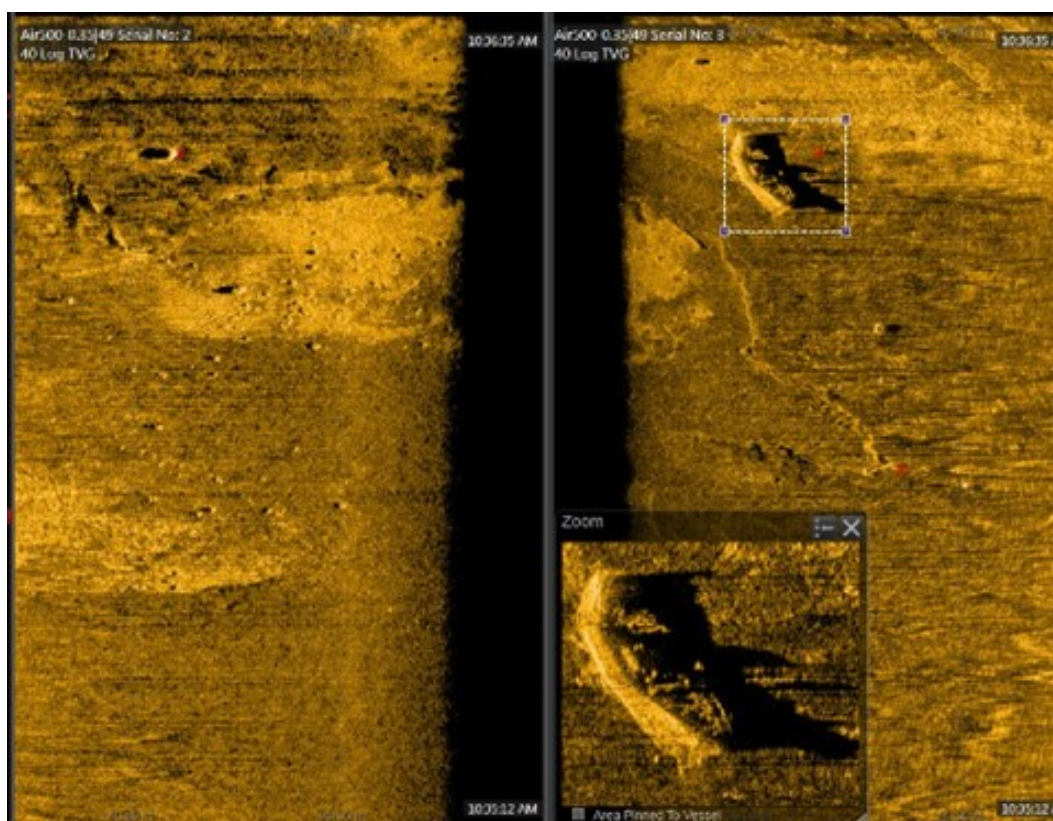
Figur 10 . M/S Rognfjell til kai ved Vollen i Asker



Figur 11 . Ekkolodd EK80 viser to ulike frekvenser. På høyre side (38kHz) kan man se en større stim med fisk som beiter på planktonlagene som finnes på 10 og 20 meters dyp. Venstre side viser fra frekvensen 200kHz.



Figur 12 . Planktonforekomster i ekkolodd-dataene (200 kHz). Figuren viser prøvetaking i planktonlaget på 18 meters dyp.



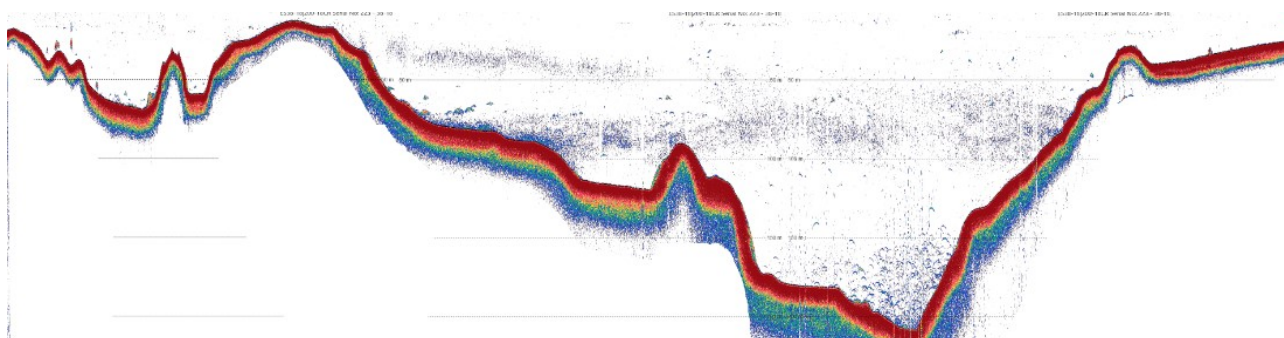
Figur 13 . Den sidesøkende sonaren (EA 440) viser her et skipsvrak. EA 440 har god oppløsning, men er mer sårbar for bevegelser i skipet siden det er montert på et fartøy som beveges av bølgene.

2.2.1.2 - MF Bastø Electric

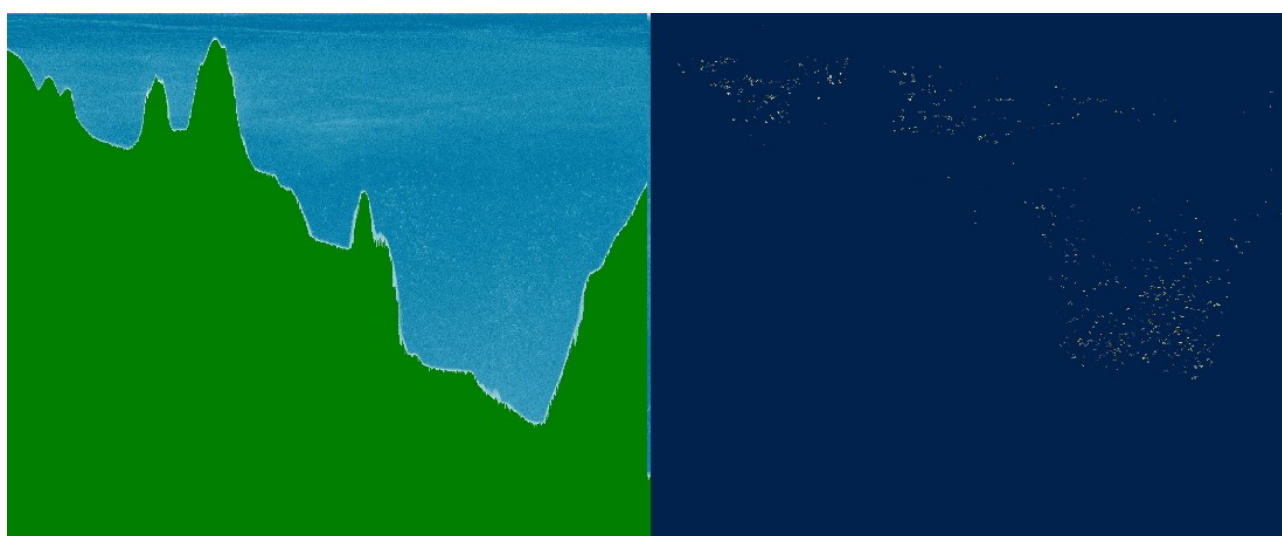
MF Bastø Electric er en elektrisk passasjer- og bilferje som går mellom Horten og Moss i Oslofjorden flere ganger hver dag. Ved hjelp av samarbeid med Besøkssenter Oslofjorden og Miljødirektoratet ble det mulig å montere et tilsvarende EK80-ekkolodd som står på M/S Rognfjell, også på MF Bastø Electric. Instrumentet ble montert mens fartøyet var i dokk, og ble gjort i forbindelse med installering av en permanent utstilling om Oslofjorden som Besøkssenter Oslofjorden monterte. Finansiering ble delt mellom Frisk Oslofjord-prosjektet og Besøkssenteret.

Kongsberg Discovery monterte også sin nye KI (kunstig intelligens) dataprosesseringsløype ombord på MF Bastø Electric som identifiserer stimer med fisk og segmenterer de ut (Figur 14 og Figur 15).

Dataene har blitt klargjort for deling med UiOs EduCloud og HIs NMDC. Slike data kan bli viktige til å overvåke fiskemengden i Oslofjorden over tid (tidsserier), ettersom fartøyet krysser fjorden flere ganger i døgnet, gjennom hele året.



Figur 14 . Ekkolodd rådata fra en passering av Oslofjorden mellom Horten og Moss. Fiskene holder til i de dypeste områdene der hvor MF Bastø Electric krysser. På denne passeringen var det lite fisk registrert.



Figur 15 . Figuren viser hvordan KI løsningen har isolert havbunnen, og valgt ut fiskene blant dataene som ekkoloddet har sett. Til venstre, i rådataene kan man også se de interne lagene i havet.

2.2.2 - Undervannsstasjoner

En undervannstasjon er en sensorplattform med mange av de samme sensorene som et moderne forskningsfartøy, men til forskjell fra et fartøy står stasjonen fast på bunnen og samler data kontinuerlig gjennom døgnet, alle dager i året. Dette gir unike tidsserier som kan bidra til å registrere forandringer i miljøet over tid. Undervannsstasjonen fungerer således som en «meteorologisk værstasjon» for miljøet i fjorden. I tillegg fungerer den også som en «bombrikkestasjon» som teller alle fiskene som passerer.

I Frisk Oslofjord 1.0 ble det benyttet både batteridrevne (WBAT) og permanente bunnstasjoner. I Frisk Oslofjord 2.0 ble konseptet utvidet til en større undervannstasjon med flere sensorer. Fokuset var å undersøke hvor kostnadseffektivt det var mulig å lage en undervannstasjon som logger essensielle data, men uten å komme opp i samme omfang og kostnader som f.eks. LoVe stasjonen utenfor Lofoten (<https://loveocean.no>).

Den nye undervannsstasjonen ble utviklet av Kongsberg Discovery og UiO, i samarbeid med Metas AS som konstruerte selve undervannsstrukturen. Undervannsstasjonen overvåker havet ved hjelp av hydroakustikk, optikk og fysiske målinger. Til sammen ble 8 sensorer montert, og stasjonen har utvidelsesmuligheter. De 8 sensorene på bunnstasjonen er:

- To ekkolodd: et Simrad EK80 70kHz som brukes til å registrere fisk og plankton gjennom hele vannsøylen over undervannsstasjonen. Det er vitenskapelig kalibrert og kan blant annet brukes til biomasse-beregninger og adferds-studier av fisk og plankton. Det andre ekkoloddet er et Kongsberg ADCP ekkolodd (CP200 og CP333) som registrerer vannstrømmhastigheter i hele vannsøylen over bunnstasjonen. Det registrerer blant annet tidevannet og kan brukes til å beregne vanntransporten inn og ut av Oslofjorden.
- Hydrofon som registrerer lyd og som kan brukes til å lytte etter marine pattedyr og fisk, og registrere lydforurensninger fra blant annet skipstrafikk.
- Kamera som registrerer fisk og større plankton i nærheten av bunnstasjonen
- Fire ulike miljøsensorer som registrerer temperatur, salinitet (saltholdighet), trykk og turbiditet (vannklarhet).

Undervannsstasjonen (Drøbak-landeren) ble plassert i Drøbaksundet i mars 2023 (Figur 16). Den står på ca. 75 m dybde og er kablet til UiOs feltstasjon «Tollboden» i Drøbak sentrum. Drøbak ble valgt som utplasseringssted på grunn av den sentrale plasseringen mellom indre og ytre Oslofjord.

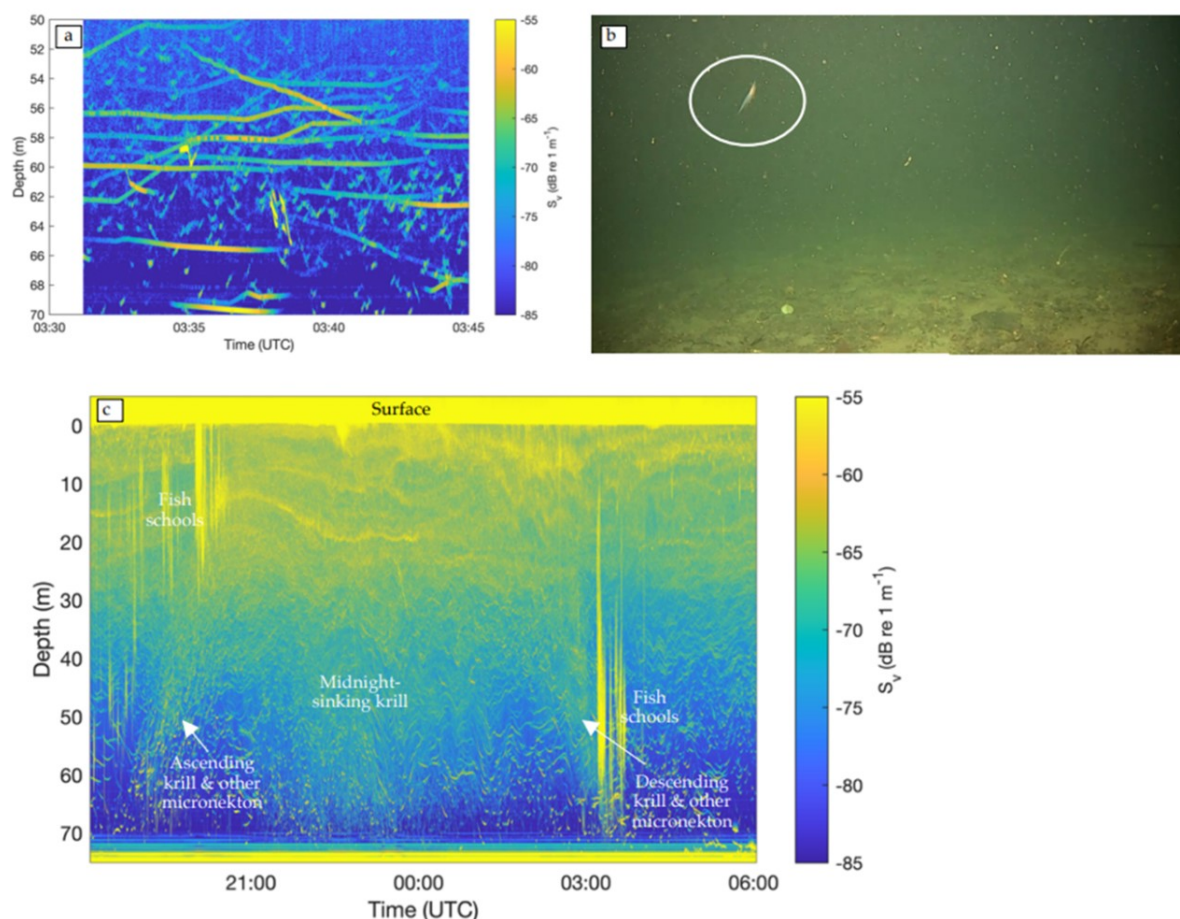


Figur 16 . Utplassering av bunnstasjonen i Drøbaksundet mars 2023.

Drøbak-landeren har direkte nettverksforbindelse til UiO og alle dataene blir overført til UiO der de prosesseres og videreformidles til forskning og undervisning. De fysiske dataene (temperatur, salinitet, turbiditet) brukes i flere masterprosjekter som lager et «Klimabarometer», en digital tvilling av Oslofjorden (<https://ebjohnsen.org/project/oslofjord/>).

Ekkolodd-dataene blir konvertert og analysert for å visualisere hvordan fisk og planktonfordelingen endrer seg

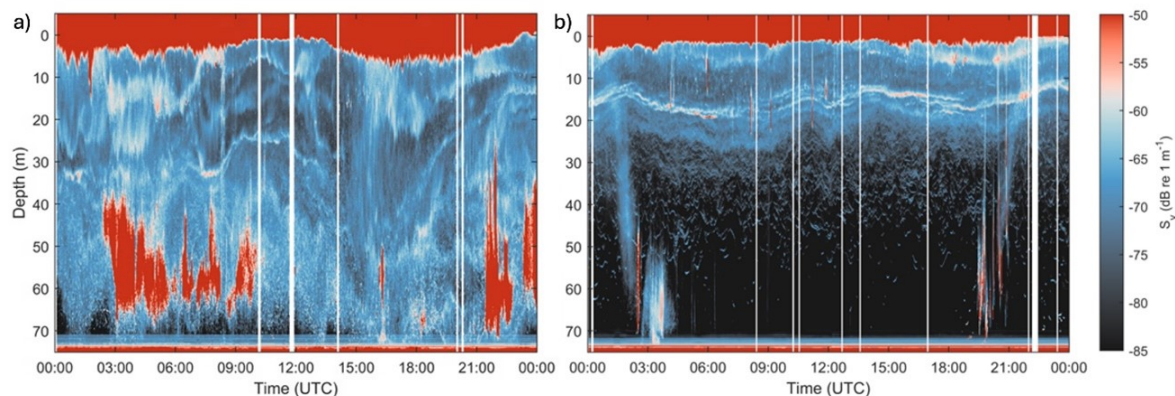
over tid. Siden tidlig 2024 er resultatene inkludert i en egen fane i «Innsikt Oslofjord»-appen. Fra ekkolodd-dataene kan biomassen beregnes på to måter; enten som gjennomsnittet av alt ekko som stammer fra fisk i hele vannsøylen og regne dette om til fiskemengde, så kalt ekko-integrering. Eller man kan telle alle ekko som stammer fra enkelt fisk som passerer. Nær bunnen er det mulig å gjennomføre akustisk target-tracking som brukes for å regne ut svømmehastigheter til fisk og større plankton (mest sannsynlig krill) (Figur 17). Kameraet brukes bare ved behov for å unngå støy i akustiske opptak og endret dyreadferd på grunn av lyset.



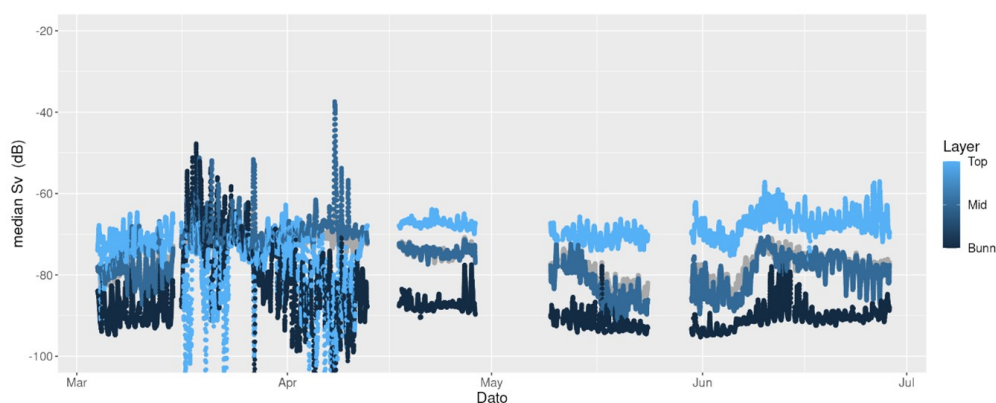
Figur 17 . Opptak av krill fra Drøbak-landeren: a) nedvandring av svake, raske targets tilsvarende krill en morgen i midten av april 2023. B) En enkelt krill på kameraet. C) vertikalvandring av krill og flere andre targets om natten 26.-27.04.2023.

Landeren logget data i ca. 4 måneder før tekniske problemer oppsto som førte til at den måtte tas opp og repareres. Ekkolodd-dataene er lovende. Lokasjonen er svært dynamisk med henhold til både fysikk og biologi. Første resultater viser høy variabilitet gjennom dagen og over årstidene. Gjennom hele perioden var fisk og plankton tall høyere om natten enn om dagen, tilsvarende med døgnvandring. Antall fisk og størrelse til fiskestim var størst rundt midten til slutten av mars, muligens som følge av utstrøm av vann fra indre Oslofjord i en periode med høy turbulens og blanding (Figur 18 , Figur 19 og Figur 20). Ekkosignalene viste tydelig lagdeling særlig i mai og juni, muligens samsvarende med økt stratifisering.

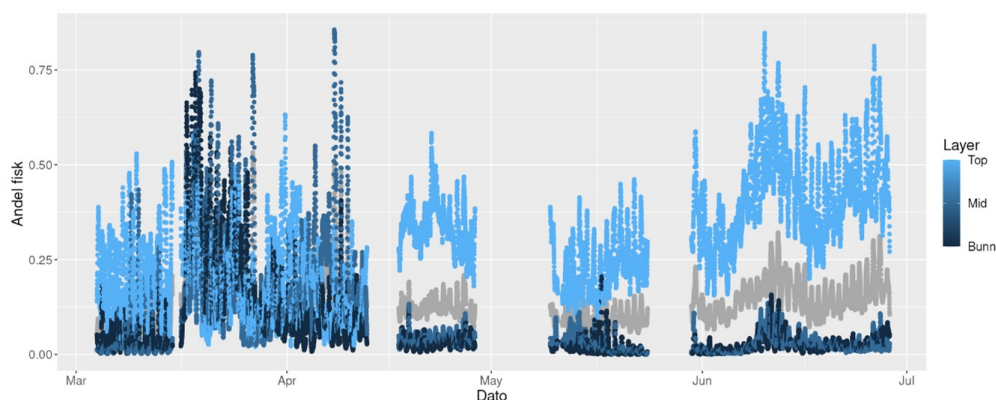
Kameraet kan også brukes til miljøovervåking og flere fiskearter ble filmet ved landeren, blant annet torsk, sei, hvitting og slimål (Figur 21). I tillegg kunne vi identifisere krill, pelagiske flerbørstemarkere, pilorm og krabber. Flere av disse ble tiltrukket lyset.



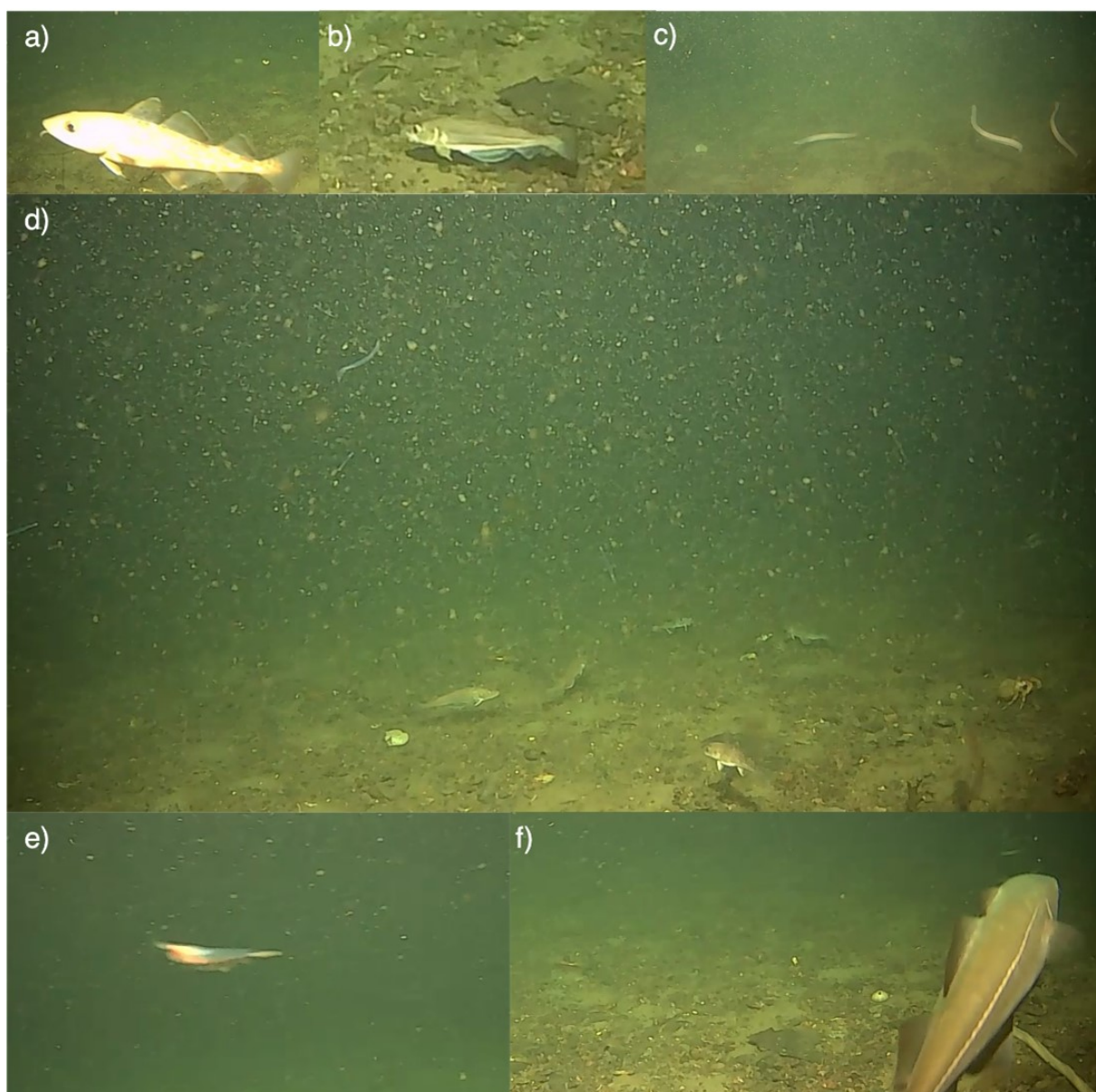
Figur 18 . Døgnnekkogram fra ekkoloddet på Drøbak-landeren fra a) 17. mars 2023 og b) 17. mai 2023. Ekkogrammet fra mars viser mye dynamikk og store fiske stim (røde ekkom i 40-70 m dyp), mens vannmassene var mer lagdelte i mai. Døgnvandring av (sannsynligvis) krill og fisk vises mellom kl. 01-03 og 20-22.



Figur 19 . Median backscatter i ulike vannlag fra mars til juli. De dypere lagene (mørk blå) har høyest backscatter i mars. Overflatelaget har høyest backscatter i mai og juni. Daglige endringer fører til høy variabilitet. Forskjellen i backscatter mellom lagene tyder på stratifisering.



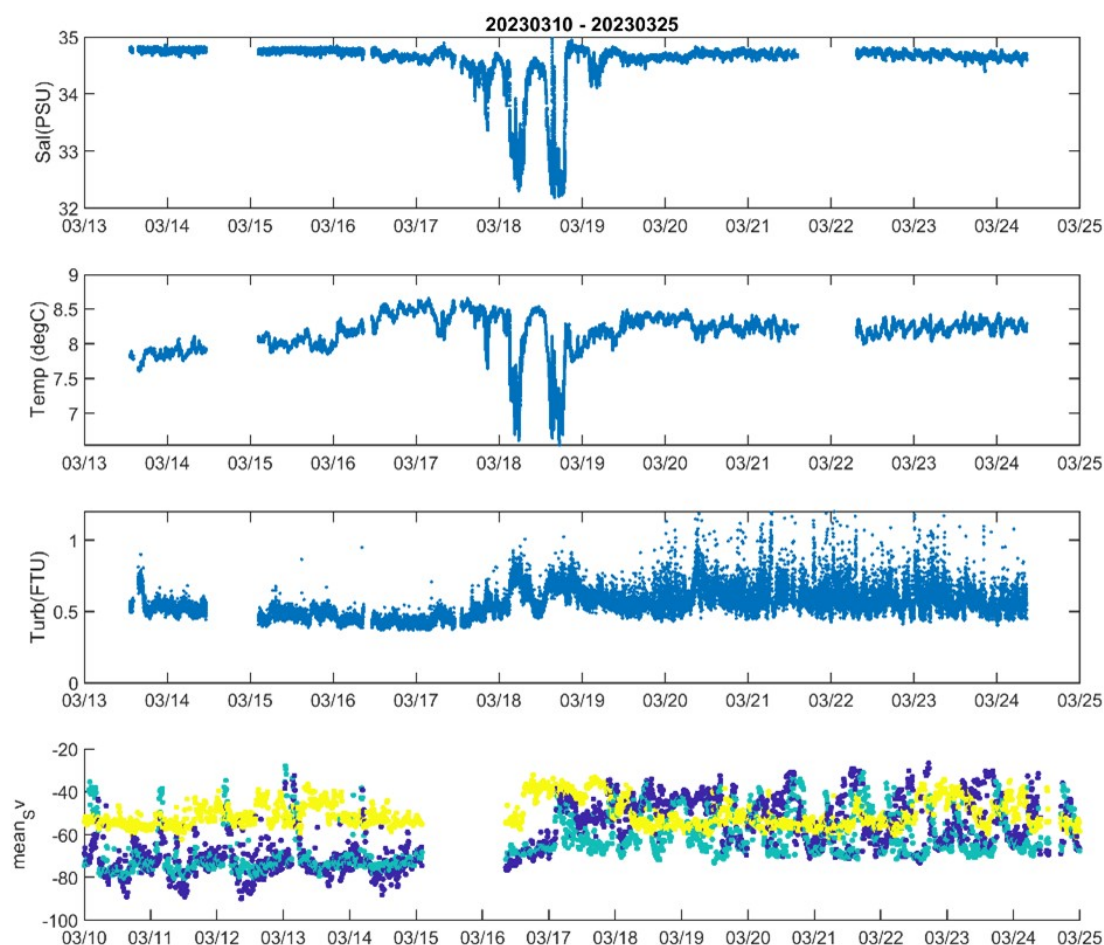
Figur 20 . Tidsserie av fiske-ekko fra mars til juli. I mars og begynnelsen av april forekom fiskene gjennom hele vannsøylen og delvis i store, tette stim. Fra midten av april minket biomassen i dypere vannlag og fiskene oppholdt seg mest i øverste lag. Noen av ekkene i øverste lag kan være overestimert.



Figur 21 . Bilder fra Drøbak landeren. A) torsk, b) hvitling, c) slimål, d) flere fisk, e) krill, f) sei.

Eksempel fra tidsserien – mars 2023: Ekkosignalene målt med 70 kHz EK80 endret seg drastisk rundt 17. mars 2023 (Figur 22). Endringene skjedde i samhold med endringer i vannmassen (temperatur og salinitet) muligens på grunn av et værskifte som førte til utveksling av vannmasser fra indre Oslofjord. Frem til 16. mars dominerte kalde lufttemperaturer under 0°C med nordlig vind og snø mens fra 17. mars blåste det kraftig (>10 m/s) fra sør med temperaturer over null og regn (<https://seklima.met.no/observations/>).

På 18. mars 2023 morgen og kveld, sank både salinitet og temperatur ved lander lokaliteten (75 m dybde) med henholdsvis 1.5°C og 2 PSU mens turbiditet økte med ca. 0.25 FTU (fra 0.5 til 0.75 FTU) i den perioden. Dette viser til en kaldere og ferskere vannmasse. Turbiditet forble høyere og mer variabel etter denne perioden. Ekkostyrke, særlig i bunnlaget og fisketall samt den fysiske dynamikken (turbulens, indre bølger, etc.) var lav før 17. mars 2023. Så økte backscatter og fisketall gjennom hele vannsøylen. Dette skyldes både fysikk og biologi. Mellom 17. og 24. mars viste ekkogrammene høy turbulens og dyp blanding. Samtidig dykket store fiskestim opp i målingene.



Figur 22 . Tidsserie fra midten av mars 2023 med salinitet (a), temperatur (b), turbiditet (c) og gjennomsnitt backscatter (d). Dagen med høye fluktuasjoner i temperatur og salinitet ble fulgt av en periode med økt turbiditet og gjennomsnittsbackscatter i de dypere lagene (blå og grønn). Gult = topplag.

2.2.3 - Automatisert kartlegging og overvåking

Overvåking av kystområder med tradisjonelle metoder er svært kostnadsdrivende. Et moderne forskningsskip kan koste flere hundre tusen kroner om dagen å operere. I dette prosjektet har Kongsberg Discovery og Havforskningsinstituttet jobbet med konsepter for hvordan man kan bruke selvgående farkoster (autonomi), både under og over vann for å bidra til overvåkingen av fjorden.

2.2.3.1 - Undervannsautonomi

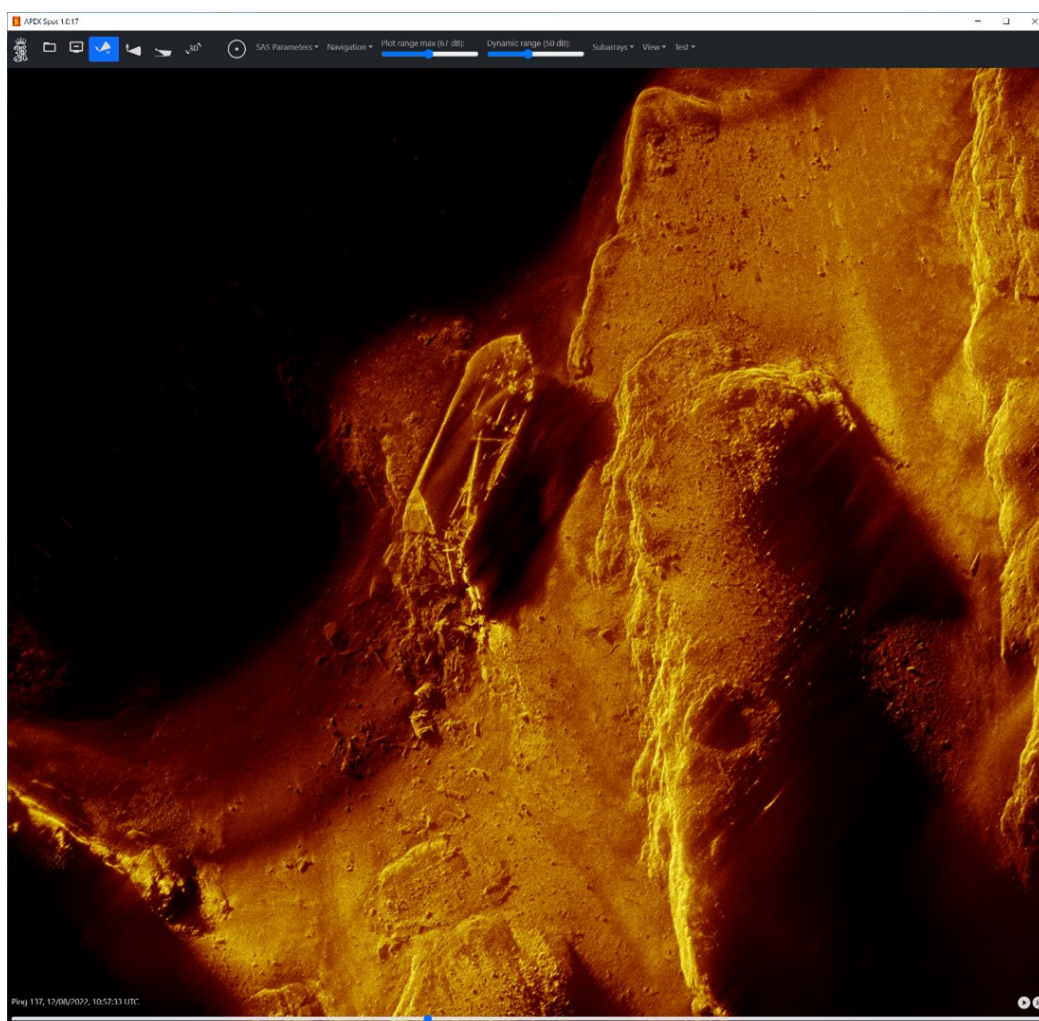
I Frisk Oslofjord-prosjektets første år viste Kongsberg Discovery, den gang Kongsberg Maritime hvordan det å bruke autonome undervannsroboter (AUV) kunne bidra til å avsløre detaljer som skjulte seg på havbunnen. Trålspor og koraller ble funnet ved hjelp av høyoppløselig sidesøkende sonar montert på undervannsfarkosten Hugin. I Frisk Oslofjord 2.0 ønsket vi å vise hvordan man kunne bruke både mindre og større undervannsfarkoster til denne kartleggingen.

Den noe mindre undervannsfarkosten Munin+ og den mye større Hugin Superior ble benyttet til denne oppgaven i prosjektet som ble utført i fire ulike området (Figur 23).



Figur 23 . Områder som ble undersøkt/testet med selvgående farkoster

HUGIN Superior er en av de mest avanserte undervannsfarkoster med flere sensorer og større rekkevidde enn tidligere modeller. Ved å ha tilgang på den større Hugin Superior kunne vi utforske fornminner i det utvidede operasjonsområdet til Frisk Oslofjord 2.0 og utveksle funn med Norsk Maritime Museum. En rekke objekter av interesse ble funnet. En kartlegging av troppeskipet "RIO", som ble senket av den polske marine dagen før 2. verdenskrig i Norge, ble også gjennomført i denne omgang (Figur 24). Forbedringer på sensor på Hugin Superior og prosesseringssystemer, særlig rundt softwareløsninger, ble demonstrert for prosjektpartnerne.



Figur 24 . Figuren viser hvordan RIO ble truffet med torpedoer i siden.

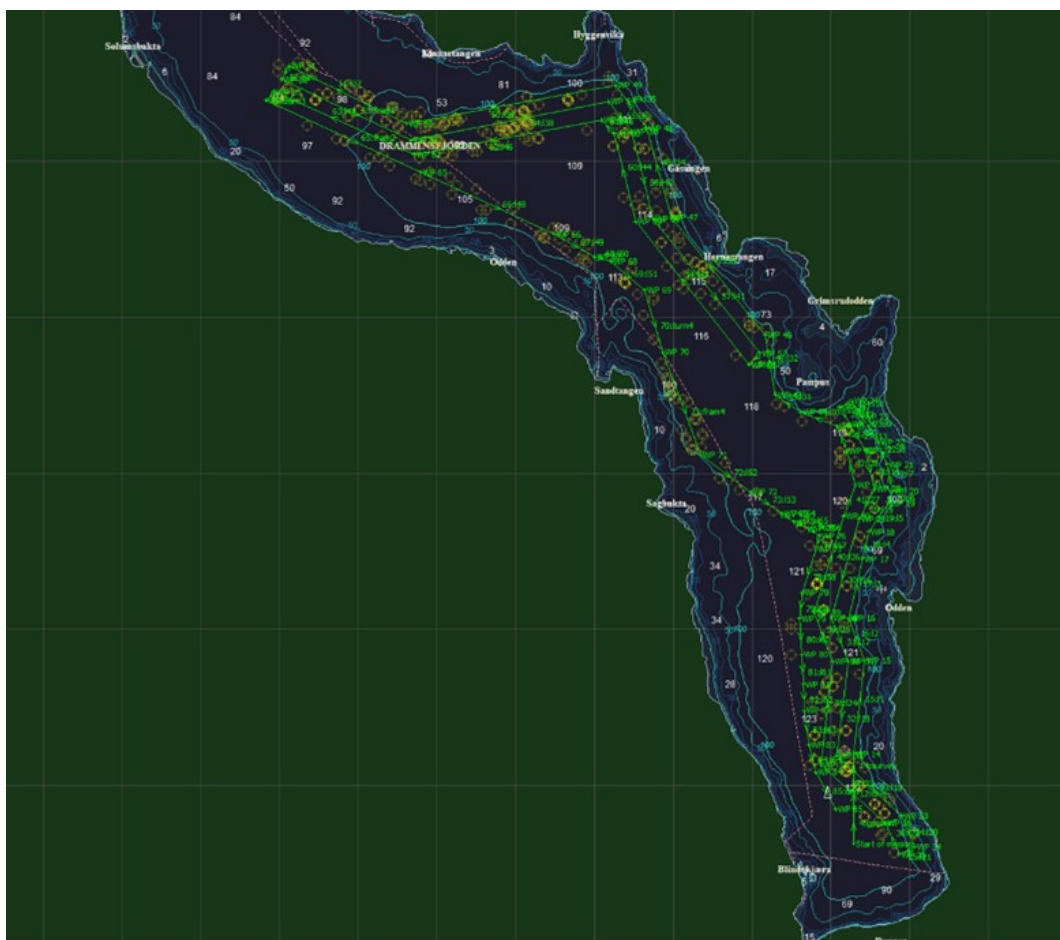
I løpet av prosjektperioden overtok Havforskningsinstituttet 2 stykk Munin+ fra Kongsberg Discovery AS. I Frisk Oslofjord prosjektet undersøkte vi hvordan disse farkostenes ekstra høy frekvente sidesøkende sonar kunne brukes til objekt-deteksjon på havbunnen. På ett av toktene i Drammensfjorden ble over 30 ukjente farkoster og objekter identifisert, og resultatene ble delt med Norsk Maritimt Museum.

Vi jobbet også med konsepter og tester rundt bruk av slike farkoster i utfordrende vannforhold, f.eks. i brakkvannet i Drammensfjorden med stor tetthetsforskjell fra ferskt overflatevann til salt dypvann, for å få relevant erfaring med overføringsverdi til kartlegging og overvåking av norske fjorder. Saltholdighetsforskjeller påvirker farkostens oppdrift.

Det ble testet hvordan dykk og opphenting av farkosten kunne gjøres der hvor saltholdigheten hadde store forskjeller mellom stedet oppdraget startet og sluttet. Vi benyttet anledningen for å jobbe med arbeidsmetode og operasjonalisere prosessen til Havforskningsinstituttet for å ta i bruk denne nye kapasiteten med «Munin+».

Området i Drammensfjorden er relativt dypt, over hundre meter, med bratte kanter ned, og relativt flat havbunn (Figur 25). Drammenselva og Drammensfjorden har vært brukt til transport av varer så lenge det har vært mennesker her, og vi var spent over hva vi ville finne, og i hvilken tilstand funnene ville ha. Vannforholdene går fra bortimot ferskvann øverst i fjorden til brakkvann nederst i fjorden, og det reduserte saltinnholdet burde gi

gode forhold for å produsere fine sonar data. Strømforholdene og farkostens oppdrift burde trekke kvaliteten ned. At området ikke tråles, ga også mulighet for å finne mange eldre fartøy.

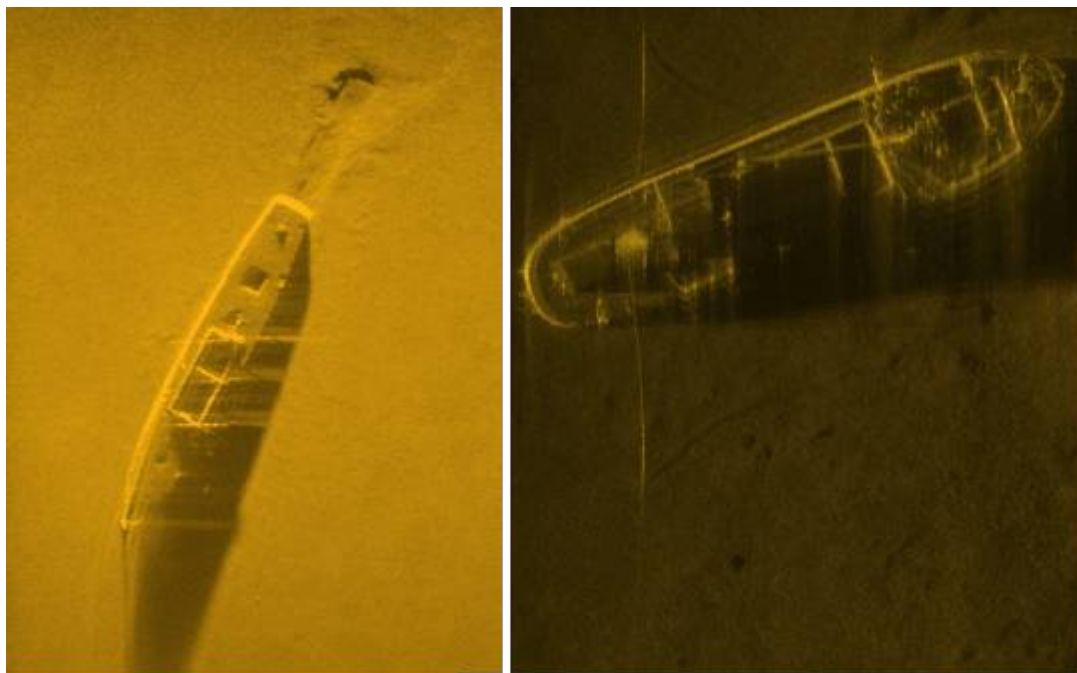


Figur 25 . Toktområdet innenfor Svelvik i Drammensfjorden..

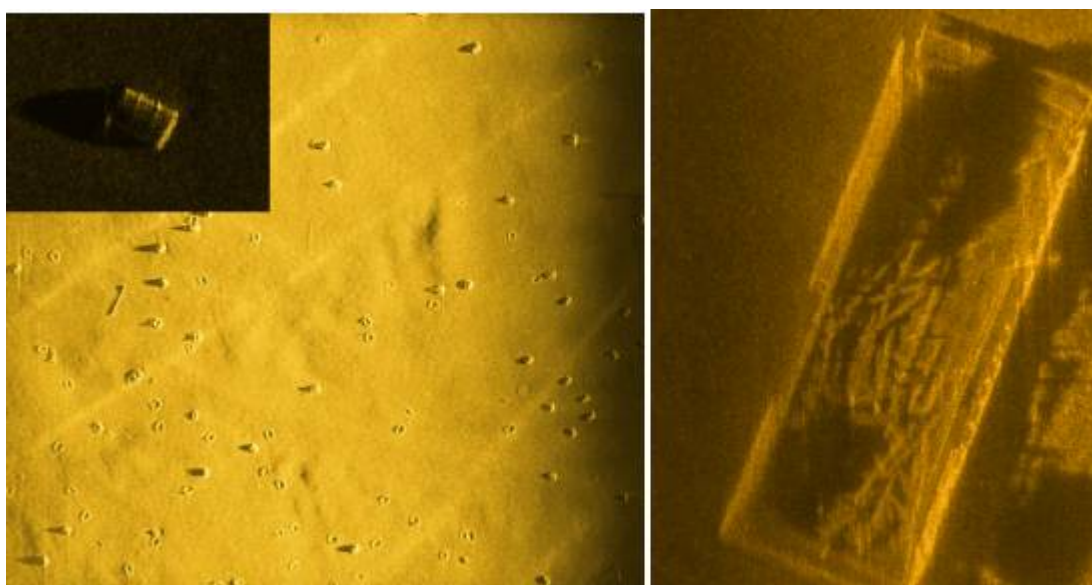
Blant fartøyene vi fant var det flere lektere og fritidsbåter, men også noen militære farkoster fra andre verdenskrig. Særlig ett av vrakene skapte stor interesse, da formen antydte at dette fartøyet var bygget for fart. Flere teorier om vraket ble lansert, blant annet at det var en tysk torpedobåt, men vraket ble til slutt identifisert som "Shetlands-Larsen" sitt fartøy "Vigra", som ble brukt for de norske motstandsstyrkenes spesial-operasjoner under andre verdenskrig (Figur 26). Fartøyet sank under privat eie i Drammensfjorden på 70 tallet.

Flere andre farkoster ble funnet, inkludert flere kjente vrak som f.eks. MS Storesund. Dataene funnet med undervannsfarkosten viste også at selv om vrak er kjente betyr det ikke at deres posisjon er nøyaktig kommunisert. MS Storesund lå et godt stykke unna sin markering i sjøkartet, og det var lagt undervannsledninger rett over selve vraket (Figur 26). Slike ledninger vil da få unødig høy slitasje og kan i verste fall ryke.

Vi identifiserte også relativt mye marint avfall, særlig øverst i fjorden der fartøy som kommer fra de relativt trygge forholdene i Drammens havn, blir eksponert for sør-vestlige vinder. Ett sted ble det observert ca. 200 metall-tønner som spredt utover et større område, og i varierende grad av oppløsning (Figur 27).



Figur 26 . Venstre: Fartøyet "Vigra" som ble brukt av "Shetlands Larsen" i andre verdenskrig. Høyre: Bildet viser undervannskabel som ble lagt over MS Framnes



Figur 27 . Et større felt med tønner i varierende grad av oppløsning. Instrumentet HISAS 2040 montert på Munin+ er et sterkt verktøy for å kartlegge utstrekningen av marint avfall, samt å kartlegge endring på slike felt. Bildet til høyre viser en 20 fots container under oppløsning. Vannforholdene med lav saltholdighet gjør disse sonarbildene ekstra klare.

2.2.3.2 - Overflate-autonomi

I løpet av prosjektperioden har det vært en rivende utvikling innenfor selvkjørende farkoster som kan bære ulike sensorer for å utforske fjorden. Frisk Oslofjord 2.0 prosjektet har gjennomført flere tokt og arbeidet på flere farkoster for å belyse hvordan de kan brukes til kystovervåkning. Av toktprogrammet som har blitt utført har

følgende punkter vært tema.

- Bruk av autonomi for å identifisere marint avfall
- Bruk av autonomi for å se på fiskebestander
- Bruk av autonomi for å kartlegge grunne områder
- Sammenligning av elektrisitet vs. fossile drivstoff

I 2022 ble den autonome farkosten «Balder», av merket Sounder USV, utstyrt med sensorer som var kapabel til å detektere små objekter. Den ble også utstyrt med en spesiell KI (kunstig intelligens) løsning som var trent på å indentifisere små objekter som stakk opp av havbunnen. Prosjektet gjennomførte så et lengre autonomt survey, fra Horten til Oslo via Holmestrand der hensikten var å identifisere avfall og gi data som kunne benyttes til opprydding i fjorden (Figur 28). Oppdraget viste hvordan både Autonomi og KI var blitt i stand til å gjennomføre lengre tokt med vesentlig lavere kostnad enn større forskningsfartøy. Oppdraget viste også at vi er tidlig i den autonome utviklingen, og at man enda hadde problemer med å identifisere dynamiske hindringer som f.eks. kitere i en travel fjord.

I 2023 fikk prosjektet mulighet til å teste hvordan forbedringer i autonomien (evne til å kjøre selv) nå gjorde at man kunne la selvkjørende fartøyer gjennomføre døgntkontinuerlige oppdrag. Fartøyet "Frigg", en videreutvikling av Sounder USV for Havforskningsinstituttet med en gondol for måling av fisk, plankton og havstrømmer, ble benyttet til å kartlegge ytre deler av Oslofjorden (Figur 29). Toktet viste at autonomien nå hadde kommet så langt at fartøyet gjennomføre et lengre tokt på egenhånd, kun støttet via operatørstasjoner fra land (Figur 30). Varmekamera og radar ble benyttet for å sørge for at fartøyet ikke ble innblandet i noen farlige situasjoner.

OSLO
Avis for deg med ❤️ for Oslo

Logg inn Din bydel ▾ Nyhetsbrev **Bli abonnent** Meny



Dronen er fullt autonom, men av sikkerhetsmessige grunner vil det være en person om bord når dronen kjøres i Indre Oslofjord. Foto: Lydia Elise Nyland Andersen / Oslo Havn

Unik drone skal undersøke Oslofjorden

Kongsberg Maritime har i samarbeid med studenter fra NTNU utviklet en autonom dronebåt på åtte meter som skal kartlegge Oslofjorden. Dronen er utstyrt med teknologi som er fremst i verden, og skal undersøke fjorden for søppel.

 Perter Tønning
JOURNALIST

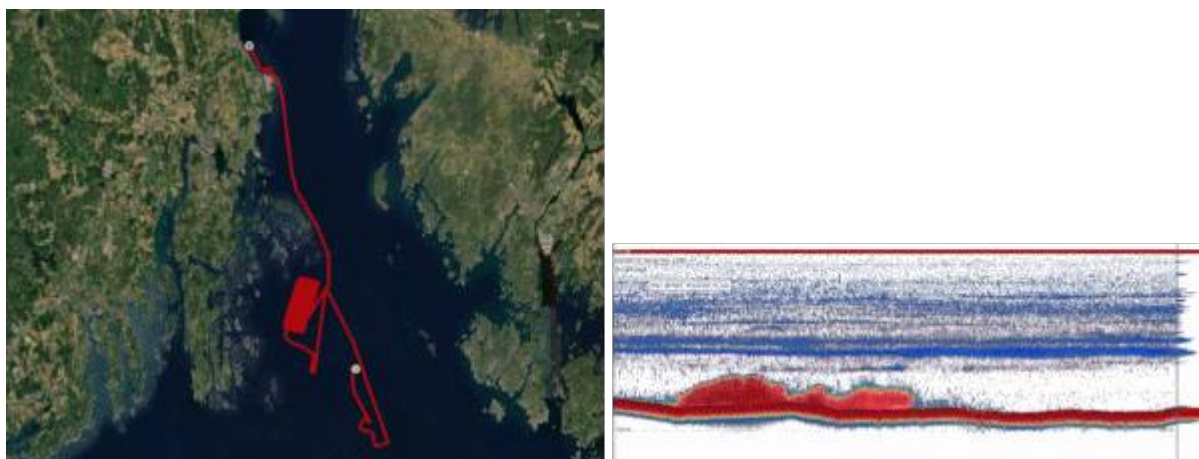
PUBLISERT torsdag 04. august 2022 - 16:40

Figur 28 . Faksimile drone Oslofjorden



Figur 29 . Frigg i Oslofjorden



Figur 30 . Oversikt over løypa som "Frigg" fulgte på egenhånd, med kartlegging av Hvalerrenna og området mellom Færder fyr og Fulehuk fyr. Ekkoloddet viste blant annet en fiskestim (i rødt) ved havbunnen på 80 meters dyp.

I prosjektet har vi også undersøkt muligheten for enda mindre selvkjørende farkoster. I samarbeid med NTNU og UiO har Kongsberg Discovery laget en prototyp på et hel-elektrisk, ekstremt manøvrerbart selvkjørende overflate drone (Figur 31). Farkosten kan, i tillegg til å være en plattform for uttesting av motorer, batterier, sensorer og selvkjøringsalgoritmer, komme seg til steder hvor det er svært grunt, eller svært trangt.

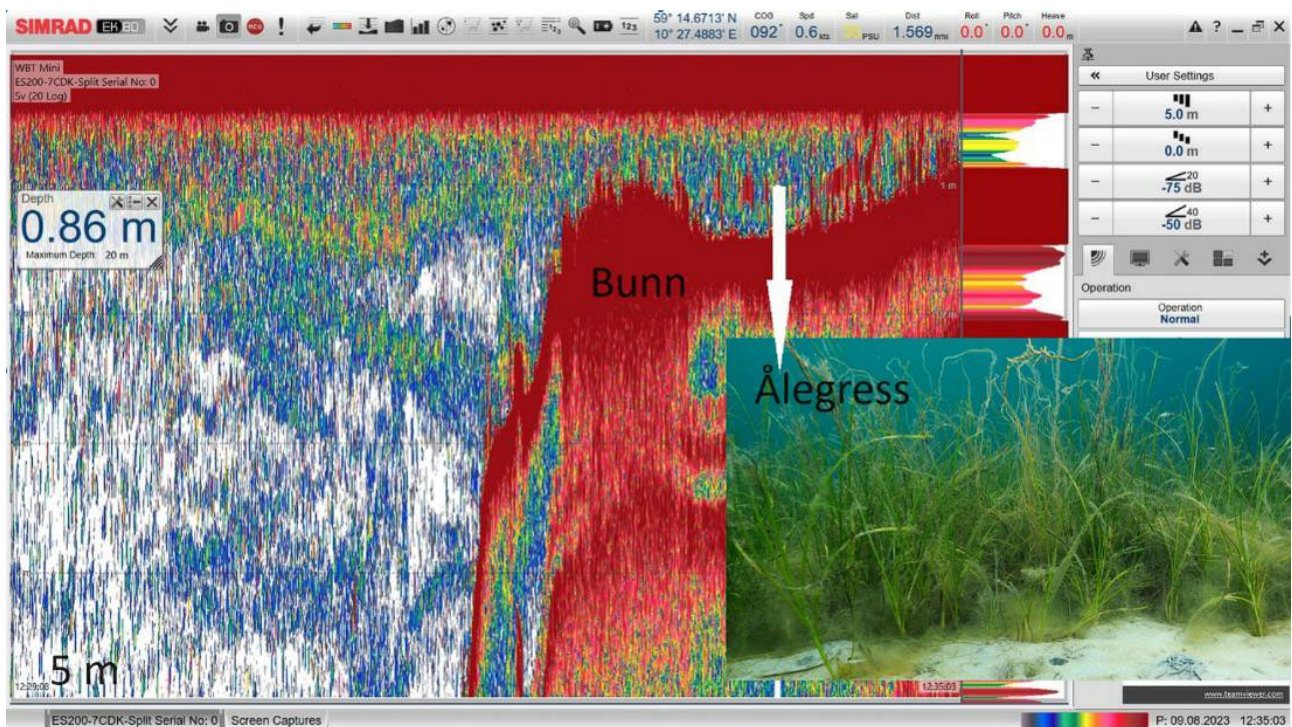
Farkosten ble demonstrert i august 2023 flere steder, og skapte stor oppmerksomhet om mulighetene teknologien gir. Det ble holdt en presentasjon for publikum i Tønsberg, en presentasjon for lokal og fylkespolitikere i Horten og en intern presentasjon for andre studentprosjekter og lokalpolitikere i Kongsberg.

Det ble også anledning for å kjøre forsøksstokt i Hortens Indrehavn og ved Husøy i Tønsberg-skjærgården. Under forsøkene testet vi ut to nye instrumenter for å se deres effektivitet på slike fartøy. En omni-sonar, SY50, ble testet i Horten og et ekkolodd, EK80 200khz, ble testet for å se etter ålegress ved Husøy (Figur 32).

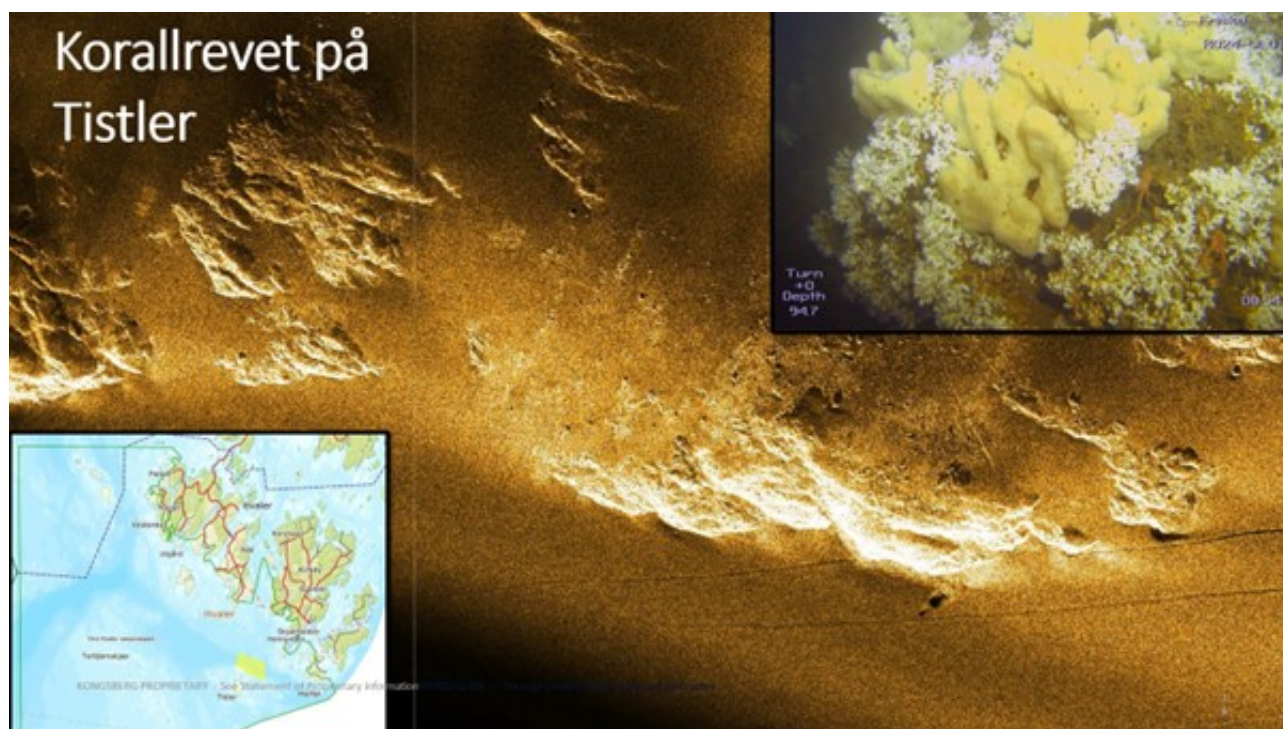
I Frisk Oslofjord (1) ble korallrevet ved Tisler kartlagt med AUV Hugin (Figur 33) og resultater fra kartleggingen ble lagt til grunn for videre kartlegging av Tisler-revet i Frisk Oslofjord 2.0 (se kap. Detaljstudier av korallforekomster).



Figur 31 . Testing av farkosten RAN USV i Horten Indrehavn.



Figur 32 . Data fra ekkoloddet EK80 200khz og hvordan RAN USV kunne gå inn i veldig trange og grunne farvann som er vanskelig for større usv'er.



Figur 33 . Kartlegging av korallrevet ved Tistler

2.2.4 - Flykartlegging med grønn laser

Det er et stort behov for å kartlegge grunne sjøområder i kyst-Norge, spesielt fordi disse kystområder er dårlig kartlagt med bruk av gammel og grov metode for oppmåling, samt at sjøkart og landkart mangler sømløs overgang. Kostnaden knyttet til tradisjonell dybdekartlegging med multistråleekkolodd øker betydelig ettersom dypet blir grunnere, fordi bredden på havbunnen som ekkoloddet kartlegger blir smalere og det kreves flere turer fram og tilbake for å dekke et grunt havområde sammenliknet med et dypt havområde. Samtidig er det vanskeligere for større fartøy å kartlegge på helt grunt vann og i strandsonen.

Frisk Oslofjord 2.0 bidrar til å endre på dette ved at et ca. 20 km² stort område med variert natur på østsiden av Tjøme og videre ut i Færder nasjonalpark, kartlegges med grønn laser fra fly i april 2024 (Figur 34).

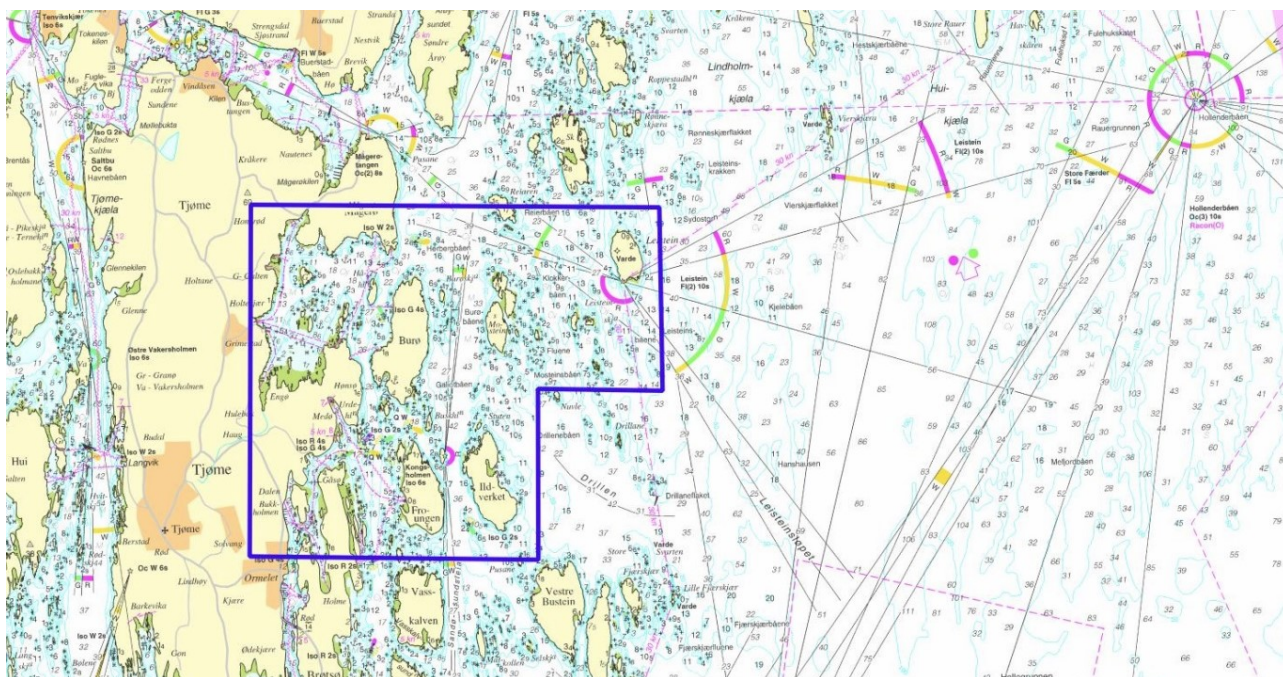
Kartlegging fra fly gjøres best i godt vær med god sikt i vannet og flygningen ble gjennomført den 13. april. Det ble samtidig tatt flybilder av høy kvalitet som vil bli brukt til å klassifisere objekter og natur i og under havoverflaten. Kartverket og FKK i Vestfold gjennomførte også en feltdag på sjøen med innmåling av punkter og profiler i sjø og på land, samt tok spektrale prøver av tang og tare.

Kartproduktet blir en tredimensjonal terrengmodell med sømløs overgang mellom sjø- og landdata som vil bli gjort tilgjengelig for forskningsmiljøer, forvaltning og undervisning. Opparbeiding av data og kartproduksjon er tidkrevende og vil fortsette også i 2025.

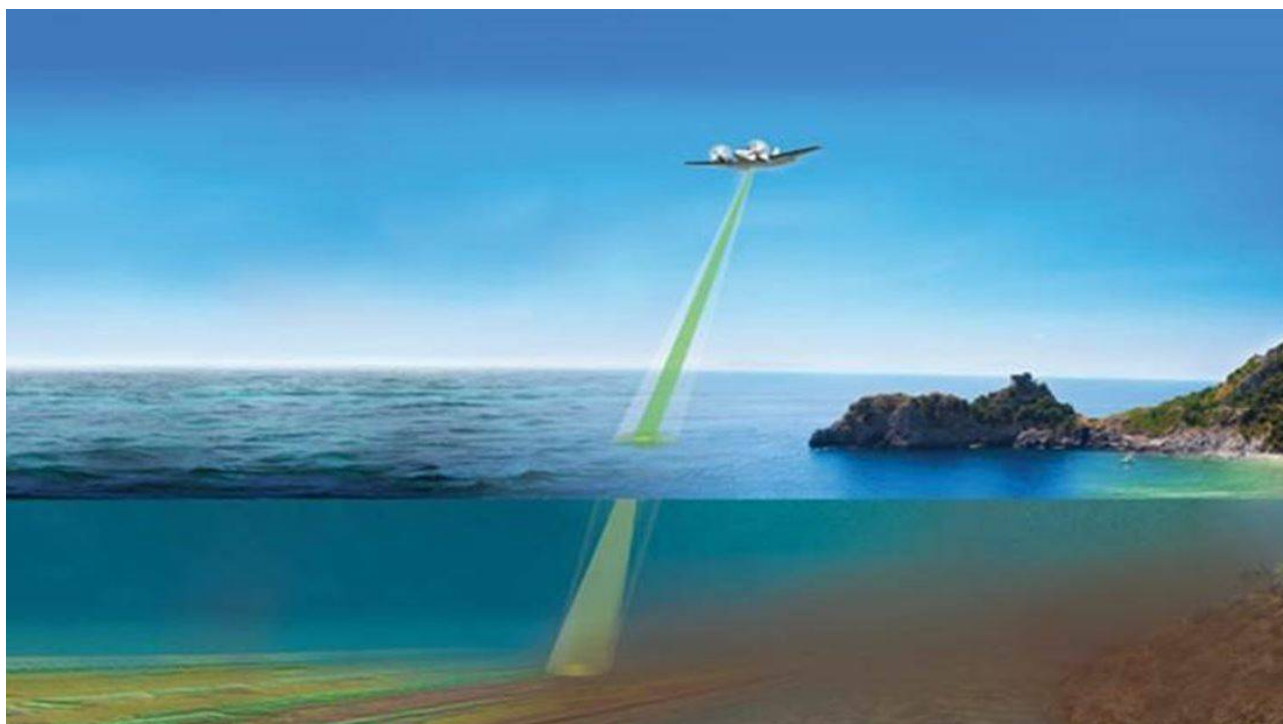
Flybåren laserteknologi for sjøkartlegging (Figur 35) er tidligere testet ved Fjøløy og Klosterøy for Marine grunnkart kystsonen i Rogaland ([Nye dybdedata i kystsonen i Stavanger | Kartverket.no](#)) og på Helligvær og Bliksvær i Nordland ([Helligvær og Bliksvær er kartlagt over og under vann | Kartverket.no](#)).

På Fjøløy ble det i tillegg til fly-kartlegging også samlet inn naturdata med tradisjonell metodikk til analyse og verifisering av objekter i flyfoto og laserpunktene (Figur 36). Det planlegges også tradisjonell innsamling i Frisk Oslofjord våren 2024 til bruk sammen med laserdata i naturkartlegging. En utfordring i Oslofjorden er at vannet

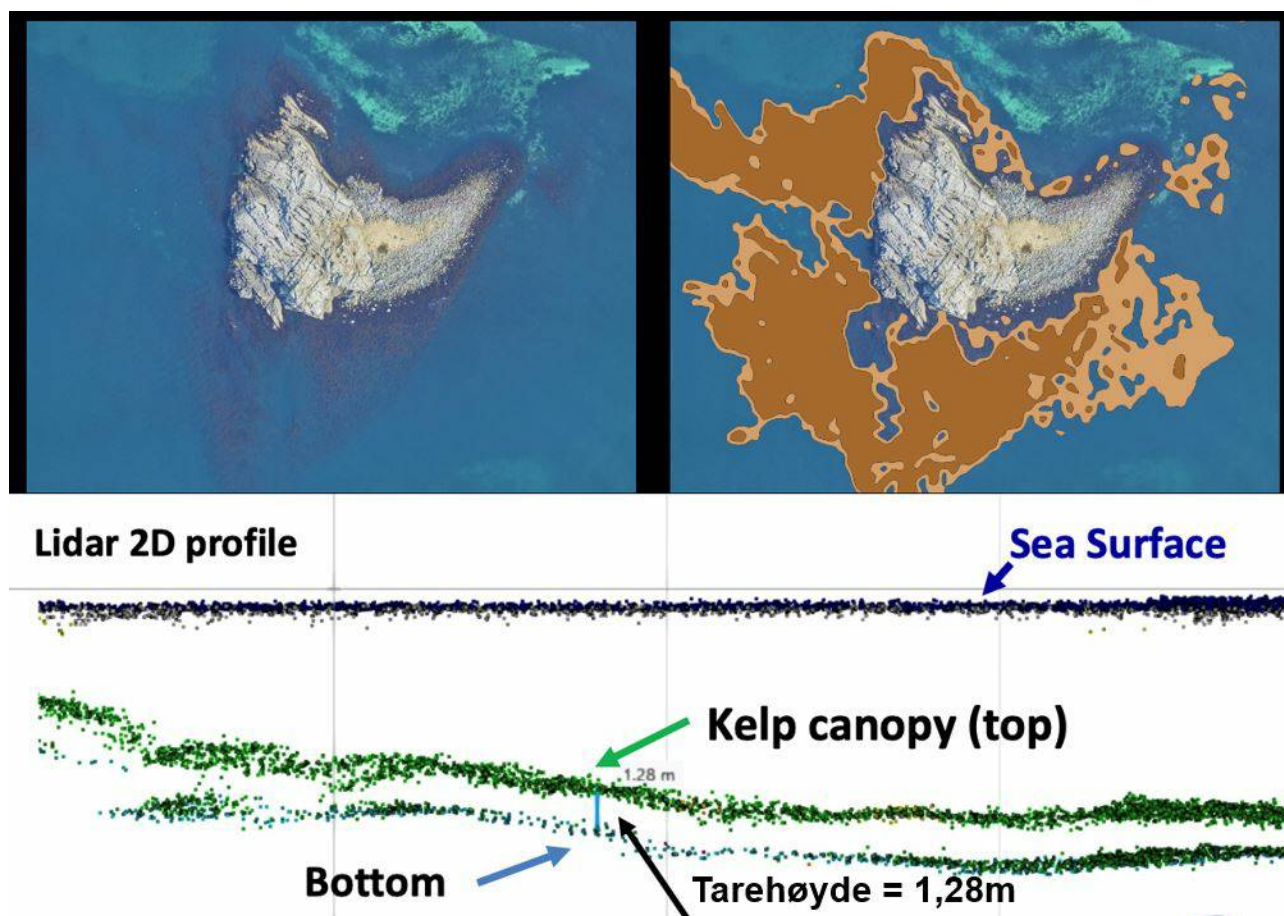
generelt er har mer farge og ikke er så klart som ved Fjøløy. Det blir en nyttig erfaring mht. operasjonalisering av ny teknologi i Oslofjordregionen generelt.



Figur 34 . Kart over området som skal kartlegges med grønn laser fra fly i 2023.



Figur 35 . Bruk av grønn laser (Lidar) til å kartlegge havbunnen på grunne områder. Illustrasjon: Teledyne Optech (klippet fra Kartverket).



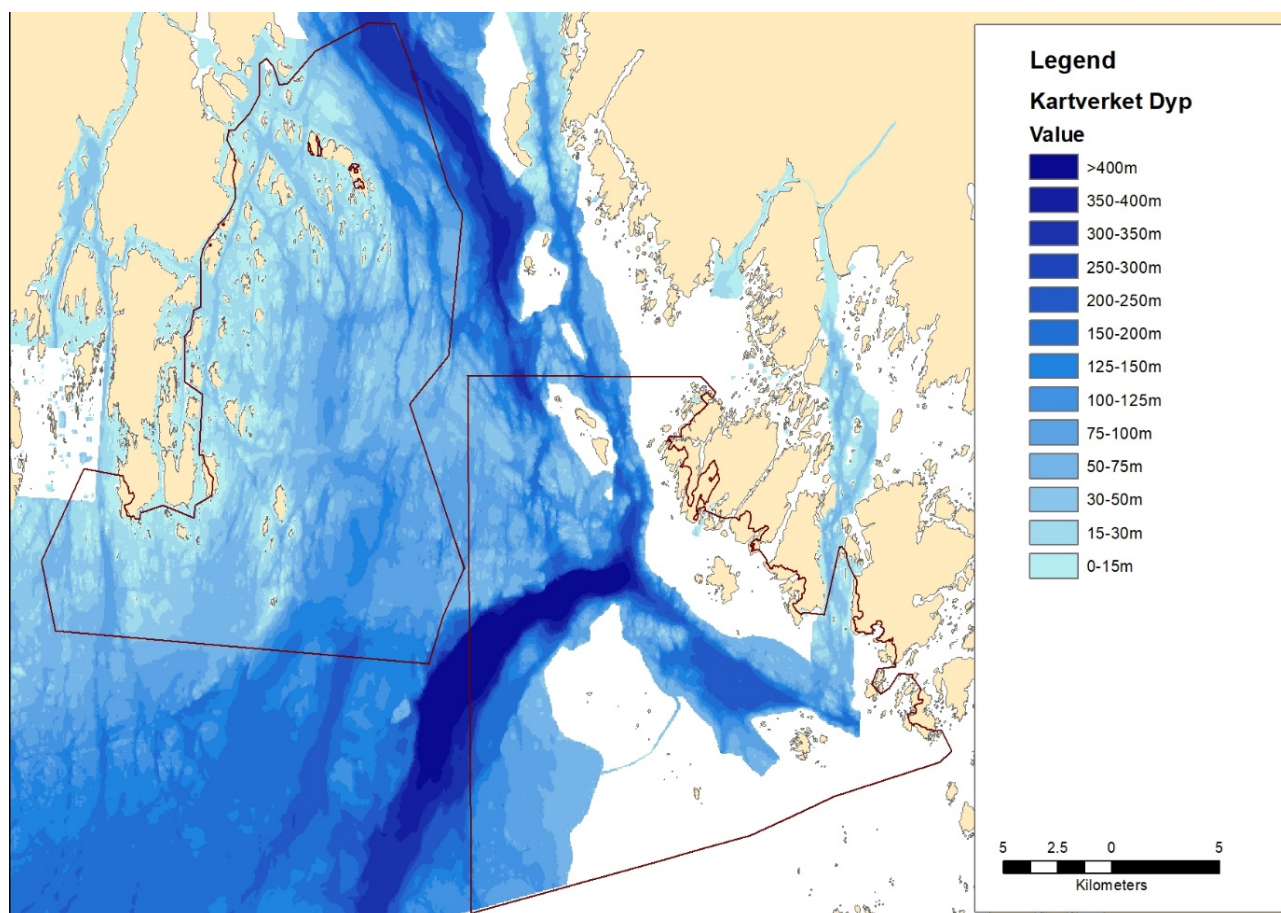
Figur 36 . Flyfoto (venstre panel) og måling med grønn laser (Lidar) (nedre panel) ved Fjøløy i Rogaland. Høyre panel viser utbredelse av tareskog med brun farge på bildet. Nedre panel viser punktskyen som ble reflektert fra lasermålingen, med tydelig refleksjon av havoverflaten (Sea Surface), bladdekke på tareskogen (Kelp canopy) og bunn (Bottom).

2.3 - Marine økologiske grunnkart

2.3.1 - Dybdekart

Høyoppløselige dybde data viser terreng og bunnhardhet som er viktige faktorer for sedimenttyper og avgrensning av utbredelse av arter. Eksempelvis er dyr som lever på hardbunn (som koraller og svamp), naturlig avgrenset til undersjøiske stein, knauser og fjell. Høyoppløselige dybdekart brukes som grunnlag for innsamling av bunnprøver til geologi og biologi.

I Frisk Oslofjord 1.0 ble det laget høyoppløselige dybdekart for hele ytre Oslofjord dypere enn 50 m dyp og i grunnere områder i Færder nasjonalpark, basert på eksisterende dybdemålinger fra Kartverket (Figur 37). Slike høyoppløselige dybdekart er sikkerhetsgradert innenfor territorialgrensen (12 nautiske mil av land) og detaljert kartlegging av bunnforhold og bruk av data med bedre oppløsning enn 50 m krever tillatelse fra Forsvaret (FOH). I arbeidet med økologiske grunnkart har både HI og NGU hatt tilgang til høyoppløselige data under et gradert regime, for å kunne lage naturkart over sjøbunnen. Men alle kart fra prosjektet er publisert i henhold til gjeldende regelverk med 50 x 50 m oppløsning. Av praktiske grunner er også modellering av naturtyper (Natur i Norge og Natur Enheter) gjennomført på datasett med 50 x 50 m oppløsning for å slippe å måtte arbeide begrenset av et strengt gradert regime.

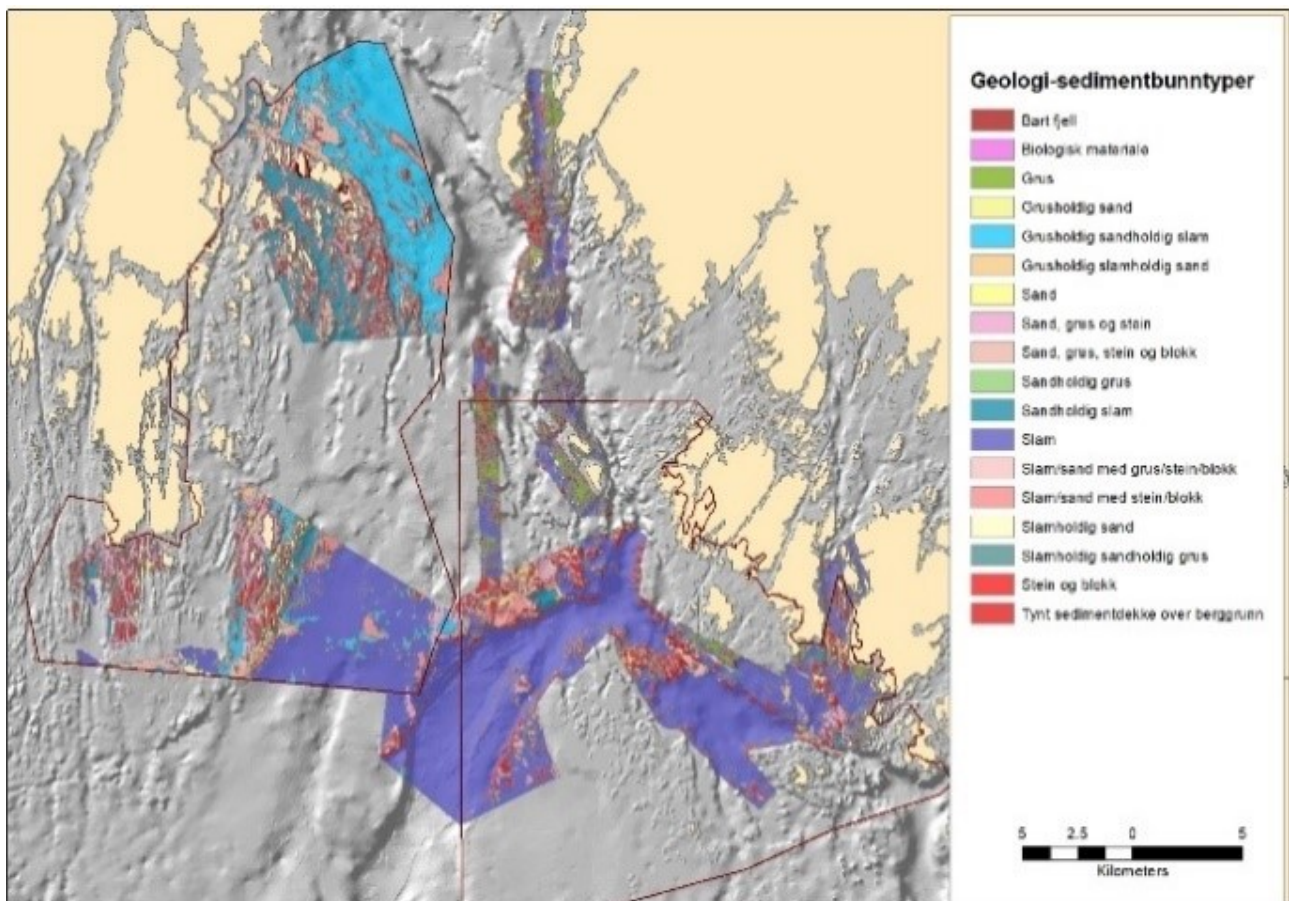


Figur 37 . Dybdekart over Ytre Oslofjord kartlagt med multistråleekkolodd. Hvite områder er grunne områder som foreløpig ikke kartlagt med multistråleekkolodd (sjøkart basert på kun gamle målinger). Kartet viser også utstrekning av Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker. Kilde: Kartverket.

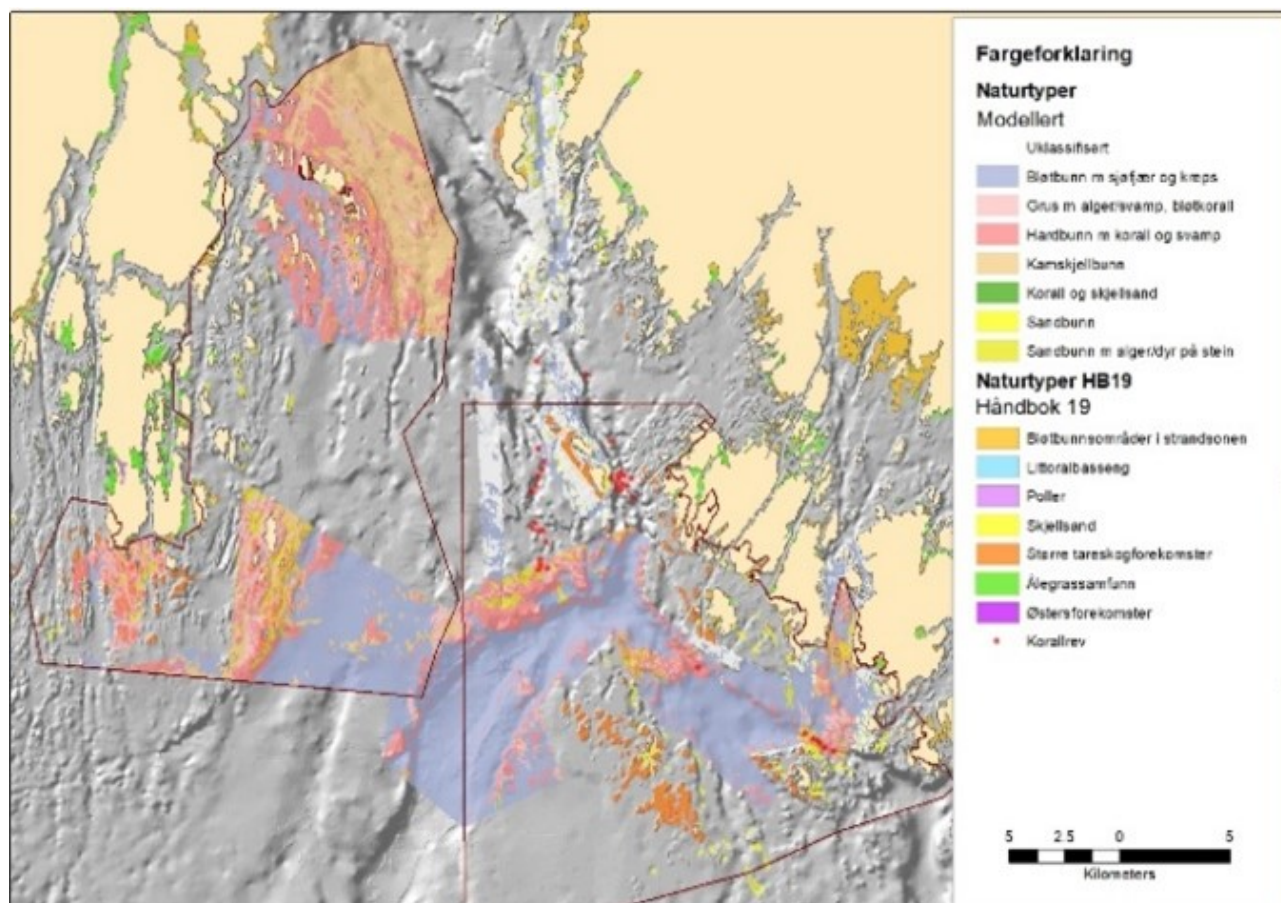
Som det framgår av Figur 37 mangler det gode dybdedata på grunne områder, spesielt i Ytre Hvaler nasjonalpark. Ny teknologi for kartlegging i grunne områder er under utvikling, se omtale i kap. *Flykartlegging med grønn laser*, og fly-kartlegging testes ved Tjøme i Færder nasjonalpark. Erfaringer fra dette er ikke minst nyttige for framtidig kartlegging av området Torbjørnshjørn-Heia i Ytre Hvaler nasjonalpark (Figur 37) hvor det mangler nyere sjømålinger (hvite områder midt i nasjonalparken).

2.3.2 - Geologi- og biologikart

Kartlegging av geologi og biologi med ny og tradisjonell metodikk ble i stor grad gjennomført i fase 1 av Frisk Oslofjord og kartene ble publisert med sluttrapporten fra prosjektet (Strandli et al. 2022). Geologikartene (Figur 38) er publisert på geoNorge.no, mens biologikartene (Figur 39) er tilrettelagt for publisering i påvente av nye data innsamlet i 2022.



Figur 38 . Havbunnens geologiske sammensetning (sedimenttyper) i kartlagte områder av Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker.
Kilde: NGU.



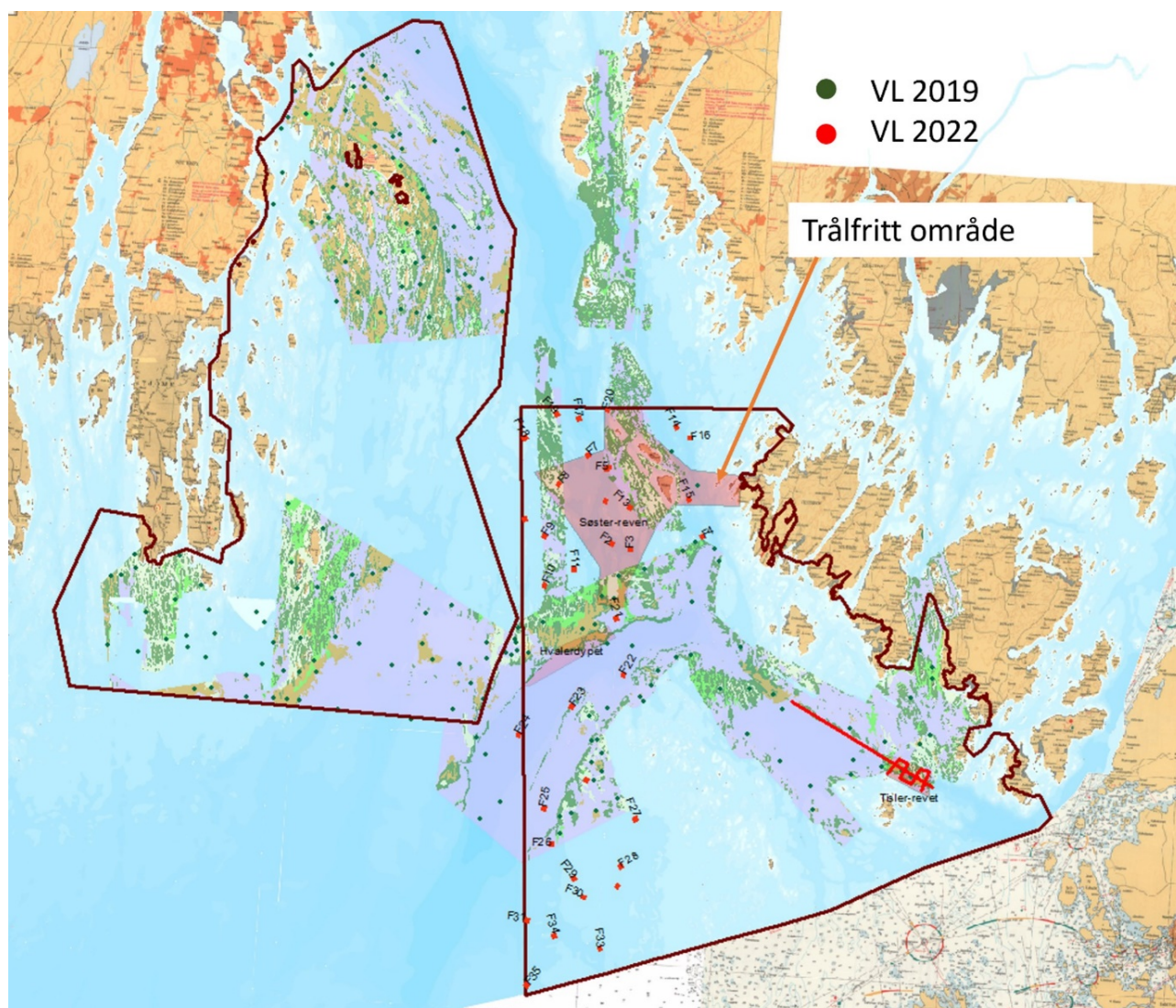
Figur 39 . Havbunnens biologiske sammensetning (naturtyper) i kartlagte områder av Færder og Ytre Hvaler nasjonalparker, presentert sammen med naturtyper kartlagt etter Håndbok 19 (naturbase).

2.3.2.1 - Kartlegging i Frisk Oslofjord 2.0

Frisk Oslofjord 2.0 har hatt fokus på å operasjonalisere bruk av ny teknologi i naturkartlegging. Kartleggingen i prosjektet har vært etter Miljødirektoratets instruks, finansiert av Miljødirektoratet, og er gjennomført med både ny og tradisjonell metodikk. Det har vært fokusert på 6 ulike naturenheter på dypere vann. Disse er:

- NE-23 Hardbunnskorallskog
- NE-24 Bløtbunnskorallskog
- NE-25 Svampsamfunn
- NE-26 Korallrev
- NE-27 Sjøfjærsamfunn
- NE-28 Dyp slambunn i Skagerrak

Havforskningsinstituttet gjennomførte et tokt 14-30 oktober 2022 til Ytre Oslofjord med FF G.O.Sars, i samarbeid med kartleggingsprosjektet Mareano. Mareano kartla i området «foreslått SVO NS4 Ytre Oslofjord» som ligger utenfor grunnlinjen, mens Frisk Oslofjord som hadde mål å kartlegge innenfor grunnlinjen i Ytre Hvaler nasjonalpark. Kartleggingen ble gjennomført med personell fra HI og NGU og data opparbeides i fellesskap med Kartverket etter standard metoder. Stasjonsnett er vist i Figur 40 .



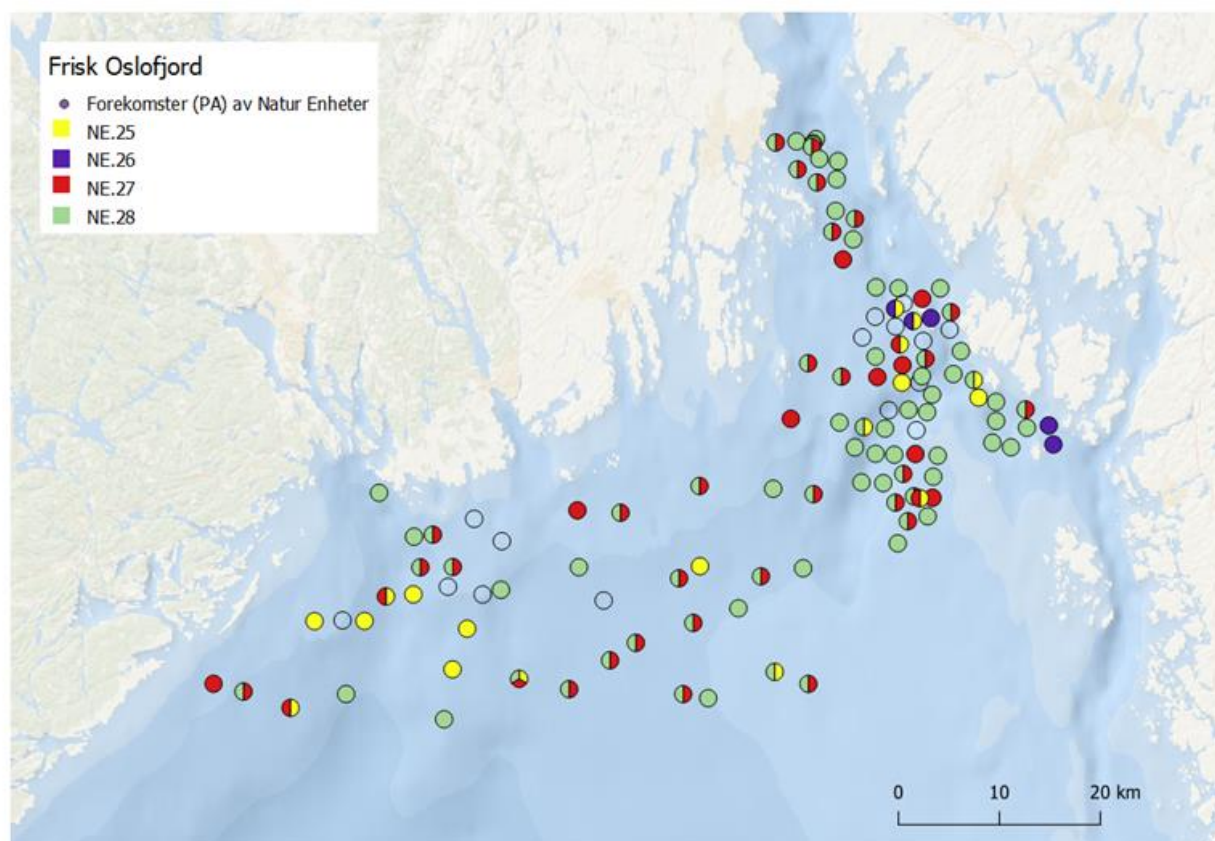
Figur 40 . Kart over kartlagte stasjoner i 2022 (røde, nummererte punkter) i Ytre Hvaler nasjonalpark. Stasjoner ferdig kartlagt i Frisk Oslofjord (2019) er vist med mørk grønne punkter. Rød strek og sik-sak-strek viser utvidet kartlegging i 2022 av korallrevet ved Tisler.

Videokartlegging av havbunnen ble utført med bruk av Mareanos store video-rigg (Chimera) som slepes med en jevn fart av 0,7 knop 1,5 m over havbunnen. Observasjoner av arter, habitater og annet registreres fortløpende på toktet samtidig som video-film lagres for senere gjennomgang i mer detalj i lab på land. Det ble også samlet inn prøver av bunnen til geologiske analyser.

I alt ble 35 stasjoner kartlagt, samt en utvidet kartlegging av korallrevet ved Tisler (Figur 39). 20 av stasjonene var innenfor eller utenfor «trålfri» sone som ble opprettet ved Søstrene i forbindelse med opprettelsen av Ytre Hvaler Nasjonalpark i 2009 («Trålfritt område» i Figur 40).

Resultater og kart fra kartlegging er en tidkrevende prosess hvor naturkart lages på grunnlag av terreng, bunnsedimenter og biologiske observasjoner og funn. Kart fra 2022-kartleggingen forventes ferdig kvalitetssikret og tilrettelagt for leveranse innen utgangen av 2024. Foreløpige resultater fra kartlegging etter Miljødirektoratets instruks er vist i Figur 41 . 50 m av havbunnen er filmet på hver stasjon og observerte naturenheter på den enkelte stasjon er vist som et kakediagram, i det flere naturenheter ble funnet på samme stasjon. F.eks. ble sjøfjærsamfunn ofte funnet på dyp slambunn. Gjennom samarbeid med Mareano-

programmet ble det mulig å samle inn data fra et mye større område enn kun gjennom Frisk Oslofjord. Dette datasettet inkluderes også i utredningen av dype naturenheter for Miljødirektoratet.



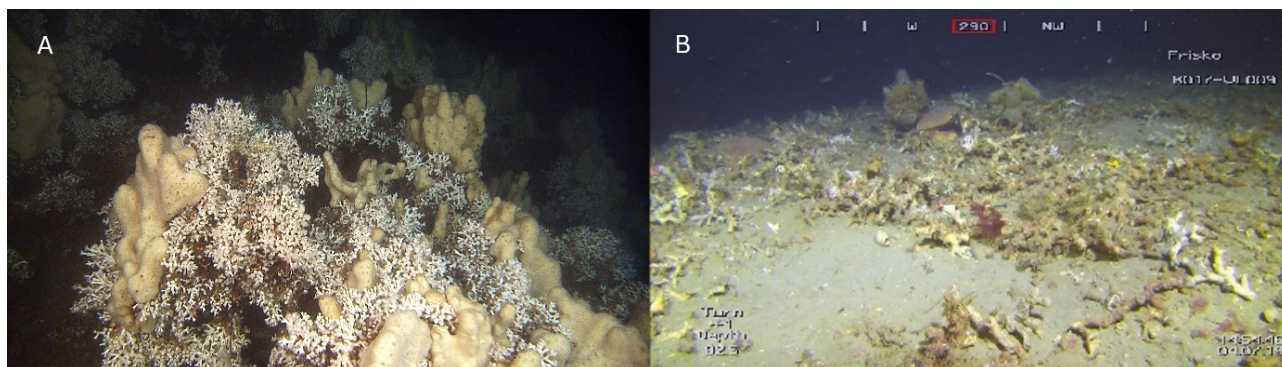
Figur 41 . Kart over identifiserte naturenheter på kartlagte stasjoner i 2021-2022. Stasjoner i Skagerrak er kartlagt i Mareano-programmet og stasjoner i Ytre Oslofjord er kartlagt i Frisk Oslofjord-programmet. Forklaring til NE-koder: NE-25 = Svampsamfunn, NE-26 = Korallrev, NE-27 = Sjøfjærsamfunn og NE-28 = Dyp slambunn i Skagerrak.

2.3.3 - Detaljstudier av korallforekomster

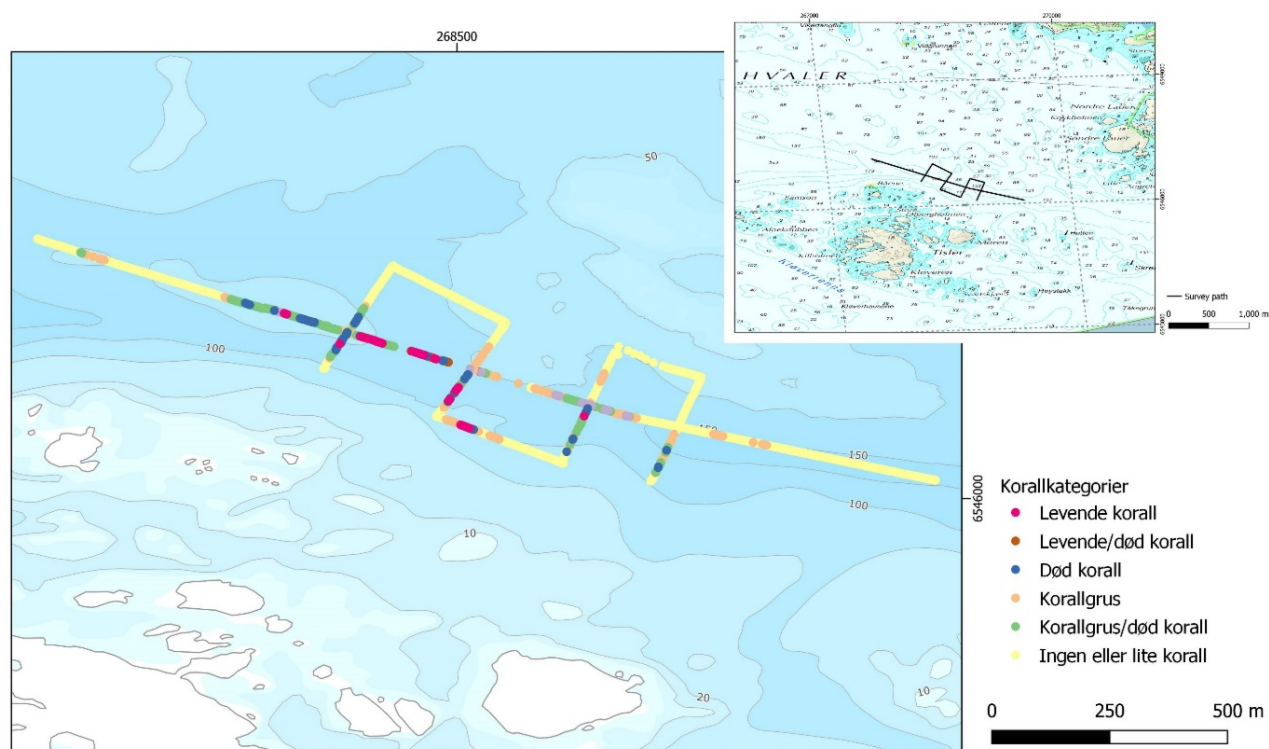
Tisler-revet et av våre størst kystnære korallrev (øyekorall, på latin *Desmophyllum pertusum*, tidligere *Lophelia pertusa*, Figur 42) ble oppdaget i 2002 og først nå 20 år senere, følger vi opp med norsk kartlegging av revet. Revet har blitt kartlagt og undersøkt flere ganger av svenske forskere.

På toktet i 2022 ble det til sammen kartlagt 5500 meter med video fra Tisler-revet. Det ble filmet langs med ryggen av korallrevet og krysset fram og tilbake på tvers av revet, for å få godt bilde av revets utbredelse og tilstand (Figur 43). Analyse av dybdedata og høyoppløselige sonarbilder innsamlet av den selvgående undervannsfarkosten Hugin (AUV) i Frisk Oslofjord 1, ble brukt til å bestemme kartleggingstraséen.

Korallrev består av levende, hvite korall-polypper som vokser på ryggen av gamle døde korallskjelletter. Et korallrev er derfor en blanding av døde og levende korallstrukturer. Langs den kartlagte traséen (5500 m) ble det observert ca. 10 % levende koraller og 50 % korallgrus eller døde koraller. Det ble ikke observert «ferske» trålspor eller andre store menneskelige fotavtrykk i det beskyttede området av Tisler-revet.



Figur 42 . Videobilde til venstre viser den hvite steinkorallen «glasskorall» eller «øyekorall» (på latin *Desmophyllum pertusum*, tidligere *Lophelia pertusa*) sammen med den gul-hvite svampen *Mycale lingua* (intet norsk navn) på Tisler-revet. Videobilde til høyre viser knust korall og korallgrus etter fysisk påvirkning.



Figur 43 . Trasé kartlagt av Tisler-revet i 2022 og registrering av levende og døde partier av korallrevet.

3 - Referanser

Aarflot, J.M., L.-J. Naustvoll, F. Moy, K.M. Norderhaug, F. Berg, C. Kvamme, G. Søvik, A.R. Kleiven, J. Albretsen, C.F. Brandt, S.H. Thorbjørnsen og T. Falkenhaus 2024. Pilotprosjekt for vurdering av samlet påvirkning i Oslofjorden – ytre del. Rapport fra havforskningen 2024-15. ISSN: 1893-4536.

Klima-og Miljødepartementet 2021. Helhetlig tiltaksplan for en ren og rik oslofjord med et aktivt friluftsliv. Klima-og miljødepartementet 2021. T-1571B.

Strandli, B., Moy, F., Kroglund, T., Hestnes, A., Endregard, E., Walday, M., Ottesen, D., Ådland, T., Brandt, C.F., Mathisen, T., Christensen, L., Moland, E. 2022. Sluttrapport fra prosjektet «Frisk Oslofjord»
https://friskoslofjord.no/media/1223/sluttrapport-friskoslofjord_netutgave_ny.pdf



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no