



# TOKTRAPPORT FRA ØKOSYSTEMTOKT I VESTLANDSFJORDENE

Hydrografi, vannkjemi, reker, krill, bunnfisk, tobis og perifylla

Forfatter(e): Guldborg Søvik, Tone Falkenhaus, Fabian Zimmermann (HI), Natalya D. Gallo (UiB), Kjell Nedreaas, Jean-Baptiste Danre, Terje Hovland, Trude Hauge Thangstad, Siri Aaserud Olsen, Espen Johnsen og Lars Asplin (HI)

TOKTRAPPORT  
Nr.11 2023



**Tittel (norsk og engelsk):**

Toktrapport fra økosystemtokt i Vestlandsfjordene  
Report from ecosystem cruise in the fjords in Vestland county

**Undertittel (norsk og engelsk):**

Hydrografi, vannkjemi, reker, krill, bunnfisk, tobis og perifylla  
Hydrography, water chemistry, shrimp, krill, demersal fish, sandeel and Periphylla

**Rapportserie:**

Toktrapport  
ISSN:1503-6294

**År - Nr.:**

2023-11

**Dato:**

21.06.2023

**Forfatter(e):**

Guldborg Søvik, Tone Falkenhaus, Fabian Zimmermann (HI), Natalya D. Gallo (UiB), Kjell Nedreaas, Jean-Baptiste Danre, Terje Hovland, Trude Hauge Thangstad, Siri Aaserud Olsen, Espen Johnsen og Lars Asplin (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Jane Aanestad Godiksen (Bunnfisk), Espen Johnsen (Pelagisk fisk), Ole Thomas Albert (Dyphavsarter og bruskfisk) og Kjell Gundersen (Plankton)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Frode Vikebø og Jan Atle Knutsen

**Toktleider(e):****Distribusjon:**

Åpen

**Prosjektnr:**

15619-03

**Oppdragsgiver(e):**

Nærings- og fiskeridepartementet, Norges forskningsråd

**Oppdragsgivers referanse:**

CoastRisk prosjektnummer 299554

**Program:**

Kystøkosystemer  
Marine prosesser og menneskelig påvirkning

**Forskningsgruppe(r):**

Bentiske ressurser og prosesser  
Plankton  
Oseanografi og klima

**Antall sider:**

119

**Samarbeid med**

UNIVERSITY OF BERGEN

## Sammendrag (norsk):

Den Strategiske instituttsatsingen CoastRisk (2019–2023) har hatt som mål å styrke kunnskapsgrunnlaget om ulike påvirkningsfaktorerens betydning for kystøkosystemenes tilstand, funksjon og utvikling. Vestland fylke er ett av flere studieområder i prosjektet, med bla. dypvannsreke (*Pandalus borealis*), kysttorsk (*Gadus morhua*), tobis og dyreplankton valgt ut som fokusarter/-grupper.

Toktet i februar 2022 med RV *Kristine Bonnevie* var et kombinert ressurs- og hydrografitokt som dekket fjorder og kyststrøk fra Karmøy til Stad. Fem døgn ble avsatt til faste CTD-stasjoner og fem døgn ble brukt til biologiske undersøkelser. Bunntråling på gamle kommersielle rekefelt foregikk på dagtid, mens tobisskraping og krillundersøkelser foregikk nattetid. Kartleggingen av dypvannsreke og bunnfisk var en oppfølging av tilsvarende tokt i november 2021, og komplementerte disse undersøkelsene. Kartlegging av krill ble gjort ved hjelp av akustisk mengdemåling langs forhåndsdefinerte kurslinjer i fire fjorder, der registreringene ble verifisert ved hjelp av tråling (Makroplanktontrål, Harstad-trål). Tre utvalgte tobisområder ble undersøkt ved hjelp av tobisskrape. Totalt ble det tatt 80 CTD-stasjoner, 18 bunntrålstasjoner, 13 skrapetrekk på tobisfelt, 11 pelagiske hal (Harstad-trål), sju hal med Makroplanktontrål, to vellykkede hal med MultiNet samt innsamling av hyperbentiske hoppekreps på sju bunntrålhale. I samarbeid med Universitetet i Bergen ble det gjennomført en omfattende innsamling av vannprøver fra faste CTD-stasjoner og bunntrålhale: oksygeninnhold (70 prøver), næringssalter (50), sporstoffer (86) og karbonatkjemi (28).

Shanon-Wiener artsdiversitetsindeks ble beregnet for hvert trålhale. Bunntrålstasjonen i det planlagte deponiområdet i Førdefjorden hadde den høyeste diversitetsindeksen. Artsdiversiteten lenger ute i Førdefjorden var også blandt de høyeste på toktet. Andre trålstasjoner med høy artsdiversitet lå i den nasjonale laksefjorden Etnefjorden, samt i Buefjorden, Aldefjorden og et rekefelt rett vest av Haugesund, de tre siste i ytre kystområder.

Bruskfisk dominerte bunntrålfangstene. Det var lite torskfisk i fangstene, og torsk ble ikke fanget overhodet. Pigghå (*Squalus acanthias*) (sårbar på Norsk rødliste 2021) fikk vi derimot en del god del av. Blålange (*Molva dypterygia*) (rødlistet siden 2006 og oppført som sterkt truet på Norsk rødliste 2021) fanget vi ti eksemplarer av, hvorav fire ble tatt på de to stasjonene i Førdefjorden. Av disse var to modnende, én gytende og én umoden. Skolest (*Coryphaenoides rupestris*) forekom i større antall i Førdefjorden og Lågøyfjorden. Foreløpige genetiske undersøkelser tyder på at skolest i Førdefjorden utgjør en egen genetisk bestand. Toktet dokumenterte to nye tobisfelt ved Bremangerlandet og Vågsøy. På det sistnevnte ble det funnet totalt fire tobisarter. Med unntak av en del funn av enkeltindivider, ble dypvannsreke kun fanget på to undersøkte rekefelt. Til sammen har HI og en rekefisker undersøkt 103 av 156 registrerte rekefelt i Vestland fylke. Pga. forskjellige hindringer var det kun mulig å tråle på 52 felt, hvorav arten fantes på 20. Norsk storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*) dominerte krillfangstene. Det var store variasjoner mellom nærliggende fjorder, der de største forekomstene ble registrert i Høyangsfjorden og Åkrafjorden. Resultatene viste vertikal døgnvandring. Kronemaneten *Periphylla periphylla* dominerte totalfangsten i vekt, og store trålfangster forekom både i indre fjordarmer og i ytre kyststrøk; den største fangsten var i Åkrafjorden. Bambuskorall (*Isidella lofotensis*) (nær truet på Norsk rødliste 2021), som anses å være endemisk i Norge, ble tatt på fire bunntrålstasjoner: på de to stasjonene i Førdefjorden, vest for munningen av Førdefjorden og i Buefjorden.

Kunnskapen om fjordøkosystemene på Vestlandet er mangelfull, med ingen regulær overvåking av krillbestander, tobisfelt eller reke- og bunnfiskbestander på bløtbunn i fjordene. Med klimaforandringer og stadig økende menneskelig påvirkning i dette kystområdet bør regelmessig overvåking implementeres, om ikke nødvendigvis hvert år. Toktet viste at med et stort nok fartøy med plass til mange toktedeltagere og god plass på laboratoriene og på dekk er det mulig å gjennomføre flere parallelle undersøkelser, både fysiske, kjemiske og biologiske, innenfor et relativt kort tidsrom.

## Sammendrag (engelsk):

The Strategic initiative CoastRisk (2019–2023) has strengthened our knowledge on the effects of multiple, interacting pressures on the state, function and development of coastal ecosystems. Vestland county has been one of several priority areas in the project, with northern shrimp (*Pandalus borealis*), coastal cod (*Gadus morhua*), sandeel and zooplankton selected as key ecological and commercial species/groups.

The scientific cruise in February 2022 with RV *Kristine Bonnevie* was a combined resource and hydrography cruise that covered fjords and coastal areas from Karmøy to Stad. Five days were set aside for permanent CTD stations and five days were used for biological investigations. Bottom trawling on old commercial shrimp fields were conducted during the day, while sandeel and krill investigations took place at night. The mapping of northern shrimp and demersal fish was a continuation of a corresponding survey in November 2021 and complemented these investigations. The mapping of krill was conducted using acoustic backscattering measurements along predefined transects in four fjords, where the registrations were verified by trawling (Macroplankton trawl and Harstad trawl). Three selected sandeel areas were examined using a sandeel dredge. In total, 80 CTD stations, 18 bottom trawl stations, 13 dredge hauls on sandeel fields, 11 pelagic trawl hauls (Harstad trawl), seven hauls with Macroplankton trawl, and two successful hauls with MultiNet were taken, as well as collection of hyperbenthic copepods on seven bottom trawl hauls. In collaboration with the University of Bergen, extensive water sampling was conducted on fixed

CTD stations and bottom trawl stations: oxygen content (70 samples), nutrients (50), trace elements (86) and carbonate chemistry (28).

The Shannon-Wiener species diversity index was calculated for each trawl haul. The planned area for mine tailings in Førdefjorden had the highest species diversity index of all the bottom trawl stations on the cruise. The species diversity further west in Førdefjorden was also among the highest on the cruise. Other bottom trawl stations with high diversity were located in the national salmon fjord Etnefjorden, as well as in Buefjorden, Aldefjorden and a shrimp field just west of Haugesund, the latter three were all located in outer coastal areas.

Cartilaginous fish dominated the bottom trawl catches. The abundance of gadoids in the catches was low, and no cod was caught at all. However, quite a few specimens of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) (vulnerable, Norwegian Red list 2021) were collected. We caught ten specimens of blue ling (*Molva dypterygia*) (redlisted since 2006, listed as endangered on the Norwegian Red list 2021), of which four were taken at the two stations in Førdefjorden. Of these four fish, one was immature, two were maturing and one was spawning. Roundnose grenadier (*Coryphaenoides rupestris*) occurred in greater numbers in Førdefjorden and Lågøyfjorden. Preliminary genetic investigations indicate that the roundnose grenadier in Førdefjorden constitute a separate genetic population. The cruise documented two new sandeel fields at Bremangerlandet and Vågsøy. On the latter, a total of four sandeel species were found. With the exception of some catches of single specimens, northern shrimp was only caught on two of the investigated shrimp fields. In total, IMR and a shrimp fisherman have examined 103 of 156 registered shrimp fields in Vestland county. Because of various obstacles, it was only possible to trawl on 52 fields, of which the species was found on 20. Northern krill (*Meganyctiphanes norvegica*) dominated the krill catches. There were large variations between nearby fjords, with the largest krill abundances recorded in Høyangsfjorden and Åkrafjorden. The results showed vertical diurnal migration. The helmet jellyfish *Periphylla periphylla* dominated the total catch by weight, and large trawl catches occurred both in inner parts of fjords as well as in outer coastal areas; the largest catch was in Åkrafjorden. Bamboo coral (*Isidella lofotensis*) (near threatened, Norwegian Red list 2021), considered endemic to Norway, was caught on four bottom trawl stations: on the two stations in Førdefjorden, west of the mouth of this fjord, and in Buefjorden.

The knowledge of fjord ecosystems in Western Norway is insufficient, with no regular monitoring of krill populations, sandeel fields, or populations of shrimp and demersal fish on soft bottom habitats in the fjords. With climate change and a continuously increasing human impact in this coastal area, regular monitoring should be implemented, if not necessarily every year. This cruise showed that with a large enough vessel with room for many cruise participants and sufficient laboratory and deck space, it is possible to carry out several parallel investigations, both physical, chemical and biological, within a relatively short period of time.



# Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	7
<b>2</b>	<b>Toktplan</b>	8
<b>3</b>	<b>Formål</b>	9
3.1	Faste CTD-stasjoner og strømrigger	9
3.2	Vannprøvetaking	9
3.3	Bunntrålstasjoner	9
3.4	Krillstasjoner	10
3.5	Tobisstasjoner	10
3.6	Hyperbentiske hoppekreps	10
3.7	Akustikk	10
<b>4</b>	<b>Utstyr og metoder</b>	11
4.1	Utstyr	11
4.2	Prøvetaking	11
4.3	Faste CTD-stasjoner	12
4.4	Strømrigger	12
4.5	Vannprøvetaking	15
4.6	Bunntrålstasjoner	15
4.6.1	<i>Opparbeiding av rekeprøver</i>	16
4.7	Krillstasjoner	18
4.7.1	<i>Opparbeiding av krillprøver</i>	18
4.8	Tobisstasjoner	20
4.9	Hyperbentiske hoppekreps	20
<b>5</b>	<b>Gjennomføring</b>	21
<b>6</b>	<b>Resultater</b>	24
6.1	Seilingsrute og stasjonsoversikt	24
6.2	CTD-stasjoner	25
6.2.1	<i>Oppsummering</i>	25
6.2.2	<i>CTD-stasjoner</i>	26
6.2.3	<i>Snitt</i>	27
6.2.4	<i>Vannprøver</i>	36
6.3	Biologiske data	47
6.3.1	<i>Bunn<span>d</span>y<span>p</span></i>	47
6.3.2	<i>Fangstsammensetning</i>	47
6.3.3	<i>Artsfordelinger</i>	51
6.3.4	<i>Lengde og vekt i bunntrå<span>l</span>ha<span>l</span></i>	57
6.3.5	<i>Dypvann<span>s</span>reke</i>	60
6.3.6	<i>Skolest</i>	63
6.3.7	<i>Krillstasjoner</i>	64
6.3.8	<i>Tobisundersøkelser</i>	68
6.3.9	<i>Miljø-fangst sammenligninger</i>	69
6.3.10	<i>Akustikk</i>	71
6.3.11	<i>Førdefjorden</i>	73
<b>7</b>	<b>Diskusjon og konklusjoner</b>	75
<b>8</b>	<b>Videre studier</b>	78

8.1	Dypvannsreke .....	78
8.2	Krill .....	78
8.3	Tobis .....	78
<b>9</b>	<b>Takk</b> .....	<b>80</b>
<b>10</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>81</b>
<b>11</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>84</b>
11.1	Vedlegg 1. Tråljournal (2022603) .....	84
11.2	Vedlegg 2. Prøvetakingsinstruks .....	85
11.3	Vedlegg 3. CTD-stasjoner .....	85
11.4	Vedlegg 4. Vannprøver .....	90
11.5	Vedlegg 5. Prøvetakingsprogram ved krillstasjoner .....	92
11.6	Vedlegg 6. Tobisskrape .....	99
11.7	Vedlegg 7. Oversikt over registrerte arter/artsgrupper .....	101
11.8	Vedlegg 8. Rekefelt .....	101
11.9	Vedlegg 9. Kart over rekefelt på Vestlandet .....	103
11.10	Vedlegg 10. Førdefjorden .....	108

# 1 - Bakgrunn

Den Strategiske Instituttssatsingen *Assessing cumulative impacts on the Norwegian coastal ecosystem and its services* (CoastRisk) (2019-2023) ved Havforskningsinstituttet (HI) har hatt som mål å styrke kunnskapsgrunnlaget om ulike påvirkningsfaktorens betydning for kystøkosystemenes tilstand, funksjon og utvikling. Lakseproduksjonsområdet (PO) 3+4 (Vestland fylke) er valgt ut som ett av flere studieområder i prosjektet, mens bla. reker, kysttorsk, tobis og dyreplankton er valgt ut som fokusarter.

Kunnskapen om økosystemet i vestlandsfjordene er mangelfull. Hardangerfjorden ble grundig undersøkt på slutten av 1950-tallet (Tambs-Lyche 1987) og igjen som del av Epigraph-prosjektet (Skaala mfl. 2014). Tambs-Lyche beskrev fiskesamfunnet i Hardangerfjorden basert på en rekke undersøkelser og tokt. Epigraph ble initiert i 2008 av Fiskeri- og kystdepartementet på bakgrunn av økende menneskelig aktivitet i kystsonen, og for å øke kunnskapen om forholdet mellom oppdrett og kyst- og fjordøkologi. Masfjordprosjektet ble gjennomført på 1980- og 1990-tallet (Brattegård mfl. 2011). HI har et årlig pelagisk tokt som dekker Hardangerfjorden, Sognefjorden og Nordfjord (Fiskeriråd fra Havforskningsinstituttet 2022). HIs årlige garn- og rusetokt med hovedformål å bestemme årsklassestyrken til kysttorsk har siden midten av 2010-tallet dekket utvalgte områder grunnere enn 30 meter i ytre kyststrøk.

Store deler av kyst- og fjordøkosystemene på Vestlandet overvåkes imidlertid ikke. PO 3+4 er et av de mest oppdrettsintensive områdene i Norge, med tidligere store utslipp av kjemiske avlusingskjemikalier. Undersøkelser siden 1975 viser at bunnvannet i Masfjorden har blitt mer oksygenfattig (Aksnes mfl. 2019). En komparativ analyse av forskjellige bentiske organismer har vist at tåleevnen for lavt oksygeninnhold varierer veldig mellom taxa, og at fisk og krepsdyr er de to gruppene som er mest sensitive (Vaquer-Sunyer og Duarte 2008). De få rekefiskere som finnes igjen i Hordaland, forteller at dypvannsreke (*Pandalus borealis*) ikke lenger finnes på gamle kommersielle rekefelt innover i Hardangerfjorden. Fiskernes observasjoner ble bekreftet av et kartleggingstokt (toktnummer 2021854) i regi av HI i november 2021 med den innleide reketråleren MS *Brattholm* som viste at dypvannsreken er forsvunnet fra, eller kun finnes i svært lav tetthet på mange av de gamle rekefeltene på Vestlandet (Zimmermann mfl. 2021). Toktresultatene viste også at det finnes svært lite torsk (*Gadus morhua*) på disse rekefeltene. I 2018–2020 ble det rapportert om mange funn av strandet krill, særlig i Rogaland og Hordaland (Søvik mfl. 2021). Krill er viktig som mat for fisk og fantes tidligere i store mengder i vestlandsfjordene noe krillfiske med håv og lys på brygger i Hardangerfjorden tyder på. Nåværende bestandsstatus er ukjent for denne artsgruppen. Tobis eller havsil (*Ammodytes marinus*) er en nøkkelart i økosystemet langs norskekysten. Kystbestanden er sannsynligvis blitt sterkt redusert over flere tiår (Johnsen mfl. 2021), men mangel på overvåking gjør at man ikke har god faglig fundert kunnskap om hvordan havsilbestanden langs kysten har utviklet seg over tid.

HI har i flere år overvåket det fysiske miljøet i fjorder og kyststrøk på Vestlandet gjennom hydrografimålinger i faste posisjoner og innhenting av strømdata fra strømrigger, for bruk primært i vurderinger av miljøpåvirkning av havbruk. Målingene har blitt gjennomført flere ganger i året. Toktet i februar 2022 med RV *Kristine Bonnevie* ble utvidet med fem døgn for å kunne gjennomføre biologiske undersøkelser i tillegg til de oseanografiske. Det ti dager lange toktet dekket fjorder og kyststrøk fra Karmøy til Stad, i det samme området som kartleggingstoktet 2021854, men til dels andre områder som ytre kyststrøk og Hardangerfjorden og Sognefjorden.

## 2 - Toktplan

<b>Fartøy:</b>	RV <i>Kristine Bonnevie</i>		
<b>Toktnavn:</b>	Hardangerfjorden 1		
<b>Avgangsdato:</b>	09.02.2022	<b>Avgangshavn:</b>	Bergen
<b>Ankomstdato:</b>	18.02.2022	<b>Ankomsthavn:</b>	Bergen
<b>Dekningsområde:</b>			
<b>Koordinator:</b>	Lars Asplin		
<b>Prosjekter:</b>		14918, 15619-03, 15691	
<b>Deltagernavn</b>	<b>Rolle</b>	<b>Gruppe</b>	<b>Tidsrom</b>
Guldborg Søvik	toktleder	Bentiske ressurser	09.02.–18.02.
Fabian Zimmermann	forsker	Bentiske ressurser	09.02.–13.02.
Terje Hovland	tekniker	Oseanografi og klima	09.02.–13.02.
Malin Lie Skage	tekniker	Bunnfisk	09.02.–18.02.
Tone Falkenhaus	forsker	Plankton	09.02.–18.02.
Ove Misje Aakre	instrument	Fartøyinstrument	09.02.–18.02.
Reidar Johannesen	instrument	Fartøyinstrument	09.02.–18.02.
Trude H. Thangstad	tekniker	Bentiske ressurser	09.02.–18.02.
Siri Aaserud Olsen	tekniker	Bentiske ressurser	09.02.–18.02.
Jean-Baptiste Danre	tekniker	Oseanografi og klima	09.02.–18.02.
Kjell Nedreaas	forsker	Fiskeridynamikk	13.02.–18.02.
Natalya Gallo	forsker	UiB	09.02.–18.02.
Sigrid Kjelstad	student	UiB	09.02.–18.02.
Carl Bukowski	student	UiB	13.02.–18.02.

## 3 - Formål

Målet med toktet var å kartlegge dyreplankton og bunntilknyttede fisk- og skalldyrbestander i fjorder og kyststrøk på Vestlandet, samt undersøke de fysiske og kjemiske egenskapene til fjordvannet i det samme området. Innsamlingen av data var et samarbeid mellom HI og Universitetet i Bergen (UiB) (Anne Gro Salvanes, Natalya Gallo).

### 3.1 - Faste CTD-stasjoner og strømrigger

Hydrografimålinger i faste posisjoner samt datainnsamling fra strømrigger i Sognefjorden og Hardangerfjorden er en del av innsamlingen av grunnlagsinformasjon om det fysiske miljøet for bruk primært i vurderinger av miljøvirkninger av havbruk. Spesielt gjelder dette i forhold til å validere strømodellresultater som brukes i HIs rådgivning knyttet til lakselus. Innsamlingen støtter spesifikt instituttets langsiktige overvåkningsplan og seriene «Lakselus – modellovervåkning» og «Lakselus – grunnlagsdata».

### 3.2 - Vannprøvetaking

Omfattende vannprøvetaking ble gjennomført for å undersøke hvordan oksygeninnhold i sjøvannet, karbonatkjemi, og innhold av næringssalter og sporstoffer varierte med fjord, dyp og posisjon i fjorden. Målingene av oppløst oksygen i sjøvannet ble brukt til å kvalitetssjekke og korrigere oksygenmålingene fra oksygensensoren på CTD'en. Videre var det et mål å undersøke om og eventuelt hvor ofte hypoksi forekommer i fjordene på Vestlandet, da dette kan påvirke marine samfunn og bunnfisk negativt. Fjorder som Masfjorden har tidligere hatt perioder med oksygenmangel og hypoksi. Karbonatprøvene ble samlet inn for å kunne undersøke hvordan forsuring av sjøvannet påvirker forskjellige arter i vestlandsfjordene, og er et viktig bidrag til en voksende database med karbonatkjemidata fra vestlandsfjordene samlet inn gjennom forskjellige prosjekter ved UiB (HypOnFjordFish, CLIFORD). Næringssaltprøvene skal brukes til å undersøke sammenhengen mellom bunnsamfunn og innholdet av næringssalter i sjøvannet. Prøvene av sporstoff ble samlet inn for å undersøke om de forskjellige vestlandsfjordene har ulike profiler, samt for å undersøke om områder med høy tetthet av lakseoppdrettsanlegg har en annen profil, inkludert et forhøyet nivå av metaller, enn områder med færre anlegg. Sporstoffdata fra bla. Hardangerfjorden og Sognefjorden skal sammenstilles med tilsvarende data allerede samlet inn gjennom HypOnFjordFish-prosjektet i Masfjorden, Sørfjorden, Osterfjorden, Haugsværfjorden og Fensfjorden.

### 3.3 - Bunntrålstasjoner

Bunntråling på de kommersielle rekefeltene på Vestlandet ga informasjon om utbredelse og bestandsstatus for dypvannsreke i vestlandsfjordene. De innsamlede dataene har videre tettet kunnskapshull vedrørende utbredelse og bestandsstatus til alle bunntilknyttede arter (tilgjengelig for trål) på bløtbunn i vestlandsfjordene. Videre var det et mål å samle inn mer data på bunntilknyttede fisk og krepsdyr fra det planlagte gruvedeponiområdet i Førdefjorden.

Som del av et mastergradsarbeid ved UiB gjennomføres det en samfunnsanalyse av de biologiske dataene sammenholdt med de fysiske og kjemiske egenskapene til fjordvannet, samt andre forklaringsvariabler. UiB har en tidsserie med tilsvarende data fra Masfjorden fra 2011 og frem til i dag, en tidsperiode som dekker årene da dette fjordbassenget mistet 60–70 % av oksygeninnholdet. UiB har også noe data fra Lustrafjorden, Sørfjorden, Osterfjorden, Førdefjorden, Åfjorden, Fensfjorden, Kyrkjebø, Haugsværfjord og Sognesjøen.



### 3.4 - Krillstasjoner

Krillundersøkelsene hadde som formål å bedre kunnskapsstatus på forekomster og artssammensetning av krill i utvalgte fjordområder på Vestlandet. Undersøkelsene hadde også som formål å utprøve akustiske metoder for kartlegging av krill. I tillegg til å gi informasjon om tettheter og artssammensetning bidro derfor de innsamlede krillprøvene med å verifisere samt korrigere tolkning av akustiske data. Akustiske metoder inkluderte både registreringer av ekkolodd i utvalgte fjordområder og bruk av WBAT (se under) montert på CTD for å registrere horisontale ekko av organismer i vannsøylen.

### 3.5 - Tobisstasjoner

Både geografisk fordeling og bestandsendringer av tobis er godt kartlagt i norsk sone av Nordsjøen (Johnsen mfl. 2021). En tilsvarende oversikt mangler for bestandene av tobis langs kysten, og man har ikke noen nasjonal oversikt over hvor de viktigste habitatene befinner seg eller hvordan bestandsstørrelsen har endret seg over tid (Bergstad mfl. 2013, Johnsen mfl. 2021). Det er et stort behov for å få en bedre oversikt over kystbestander av tobis ved først å starte med en kartlegging av slike tobisfelt langs kysten, for deretter å overvåke utviklingen av tobis på disse feltene som en rutine. Tobisundersøkelsene hadde som formål å samle inn data fra det allerede kjente tobisfeltet ved Karmøy, i tillegg til å undersøke mulige tobisfelt ved Bremangerlandet etter tips fra en lokal fisker.

### 3.6 - Hyperbentiske hoppekreps

Innsamling av hyperbentiske plankton til prosjektet HYPCOP (Hoppekreps i marine hyperbentiske habitater) ble gjennomført ved sju bunntåstasjoner. HYPCOP (2019–2022) er et kartleggingsprosjekt finansiert av Artsdatabanken, og har som mål å kartlegge hoppekreps i hyperbentiske marine habitater ([Artsdatabanken: hoppekreps](#)). Prosjektet skal fremskaffe informasjon om artenes habitat og utbredelse. Et annet mål med prosjektet er å fremskaffe DNA-strekkoder av alle arter av hoppekreps i norske havområder og legge dette inn i strekkode-biblioteket NorBOL.

### 3.7 - Akustikk

I tillegg til utvidete undersøkelser i utvalgte fjordområder som fokuserte på krill, ble akustiske registreringer dokumentert under hele toktet for å beregne total akustisk refleksjon (nautical area scattering coefficients, NASC) som en indikator av totalbiomasse.

Et nytt fullstendig autonomt dybdeklassifisert vitenskapelig ekkolodd, SIMRAD WideBand Autonomous Transceiver (WBAT), er utviklet og kan plasseres på ulike plattformer, som f.eks. en tradisjonell CTD-sonde. Med WBAT kan man sende raske akustiske pulser ut til 50 meter, og da vil de aller fleste målene opptre som enkeltindivider. Målstyrke (TS) og frekvensrespons vil da avsløre om dette er en mesopelagisk fisk med svømmeblære eller en krill. Under toktet ble WBAT montert på CTD-sondekransen, og logget automatisk akustiske data på alle CTD-stasjoner.

## 4 - Utstyr og metoder

### 4.1 - Utstyr

Oversikt over alt utstyret medbragt på toktet er vist i Tabell 4.1. En beskrivelse av trålene og riggingen finnes i [kvalitetsportalen](#) til HI og er også beskrevet i Tråljournalen fra toktet (Vedlegg 1).

Tabell 4.1. Utstyr brukt under kartleggingstoktet i vestlandsfjordene.

Utstyr	Ekstraustyr	Dører	Kommentar
Campelen 1800	Innernet (10 mm maskevidde), tau til strepping	Thyborøn	Nordsjørigging. Trålnumre 1629, 1630
Makroplanktontrål		Thyborøn	Trålnummer 1703
Harstad-trål	Innernet (8 mm maskevidde)	Thyborøn	Trålnummer 1616
MultiNet Mammoth (1 m2)	9 nett, 405 µm maskevidde, myke cod-end. Depressorlodd. Reservenett med 180 µm		
Planktonhåv	375 µm maskevidde; 37 cm diameter		Monteres på Campelen-trålvaier
Tobisskrape	Rull med 10 mm wire		
Dørsensorer			
Trålløye			
Trålhastighetssensor			
Dybdesensor			På streppingtau
CTD	Vannhentere		
WBAT			Monteres på CTD
Strømrigger			
Elektroniske lengdemålingsbrett med tilhørende vekter			
Fotokamera og -stativ til artsfotografering			Primært strømsild/vassild for bildeanalyse

### 4.2 - Prøvetaking

En detaljert prøvetakingsinstruks finnes i Vedlegg 2. Følgende data og prøver ble samlet inn:

Fra hver CTD-stasjon:

- Hydrologiske data fra hele vannsøylen (saltholdighet, temperatur, oksygen og klorofyll)
- Vannprøver:
  - Full vannprøvetaking på sju faste CTD-stasjoner (oksygeninnhold, sporstoffer, karbonat og næringsalter)

- Sporstoffer og næringssalter på alle CTD-stasjoner i tilknytning til bunntålstasjoner

Fra hvert trålhal:

- Artsbestemmelse, biomasse og antall av all fisk, benthos, alle reke- og krillararter
- Lengdemåling av et representativt utvalg av alle fiskearter
- Individprøvetaking av utvalgte fiskearter
- Lengdemåling (ryggskjoldlengde) og stadiestemmelse av en rekeprøve på opptil 300 reker
- Mageprøver av et representativt utvalg av bunnfisk
- Art, lengde, kjønn og livsstadium av krillprøver
- Genetiske prøver av blålange, dypvannsreke, pigghå og håggjel, samt skolest i Førdefjorden

Fra hvert tobisskrapetrekk:

- Artsbestemmelse, biomasse og antall av alle silarter
- Totallengde og individvekt på opptil 100 individer per silart
- Individprøvetaking (inkludert magefylling) på opptil 25 individer per silart
- Biomasse og antall av bifangstarter

Akustiske data:

- Total akustisk tilbakespredning (NASC verdier)
- Horisontale ekko av organismer i vannsøylen vha. WBAT

### 4.3 - Faste CTD-stasjoner

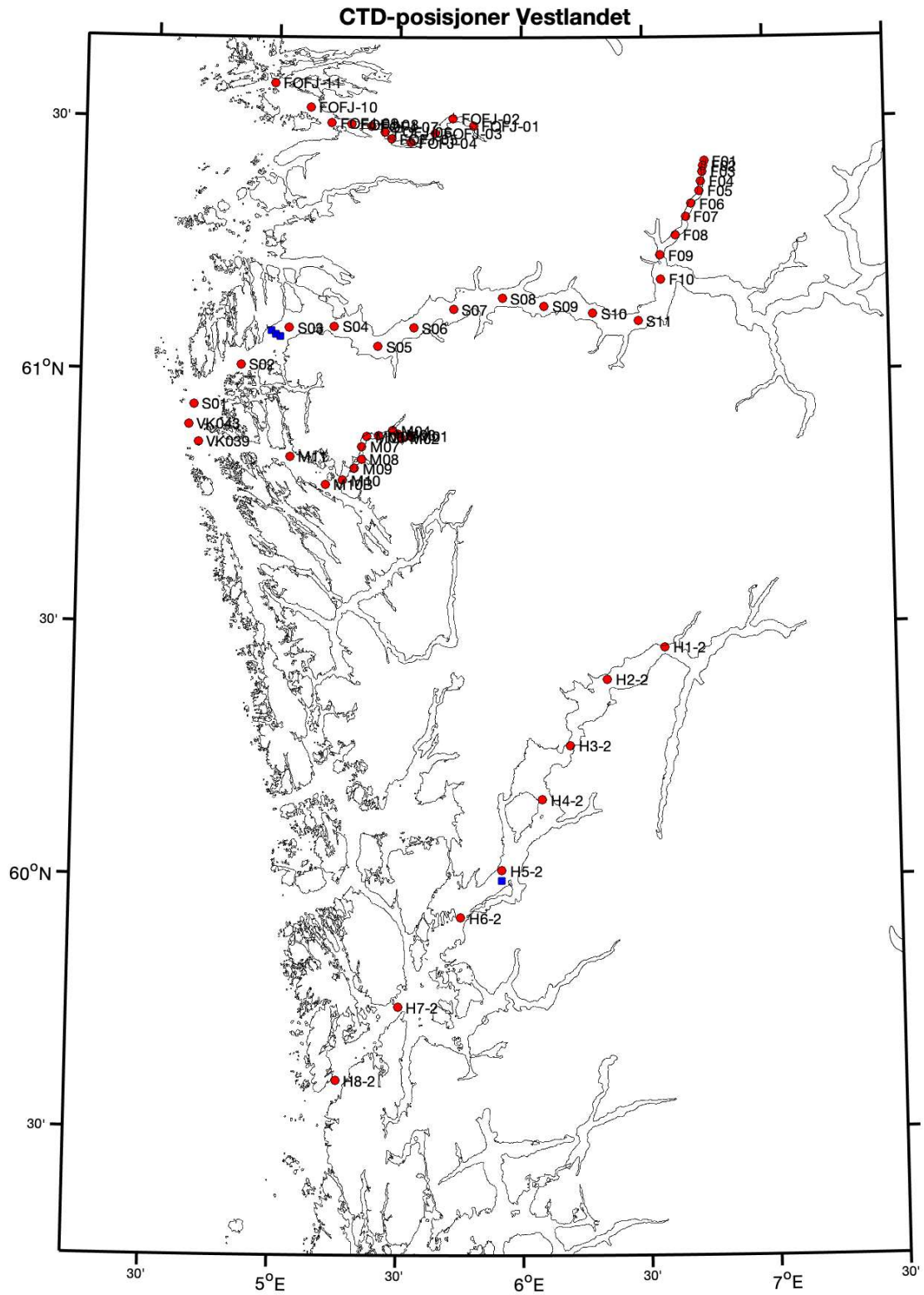
Lars Asplin var ansvarlig for den oseanografiske delen av toktet. De faste CTD-stasjonene tas ca. 10 ganger i året. Det varierer litt fra tokt til tokt hvilke stasjoner som tas. Stasjonene på dette toktet dekket Hardangerfjorden, Masfjorden, Sognefjorden og Førdefjorden (Figur 4.1, Vedlegg 3). Hydrologiske data fra hele vannsøylen (saltholdighet, temperatur, oksygen) ble samlet inn og en vannprøve ble rutinemessig tatt for senere analyse i lab av avvikende salinitet (standard prosedyre på HIs fartøy). For å kunne tråle på rekefelt i Fjærlandsfjorden, ble det bestemt at toktet skulle dekke de faste CTD-stasjonene i denne fjordarmen fremfor CTD-stasjonene i Aurlandsfjorden.

### 4.4 - Strømrigger

Terje Hovland og Jean-Baptiste Danre hadde ansvaret for strømriggerne på toktet. En strømrigg i Hardangerfjorden utenfor Rosendal ble tatt opp for skifte av batteri og avlesing av data og satt ut igjen. Strømmålerene står på 30–40 meters dyp. Én måler oppover og én nedover i dypet. Tre rigger (Nortek Signatur) i Sognesjøen ble tatt inn. Disse tre riggerne ble deretter satt ut på tvers av fjorden litt vest for det planlagte gruvedeponiområdet i Førdefjorden (Tabell 4.2), i forbindelse med en masteroppgave omhandlende spredningspotensialet av gruvepartikler fra deponiet.

Tabell 4.2. Posisjoner for strømrigger i Førdefjorden.

Navn	Breddegrad	Lengdegrad	Bunndyp (m)
Vevring N	61 29,176 N	005 21,234 Ø	343
Vevring M	61 28,988 N	005 21,245 Ø	343
Vevring S	61 28,821 N	005 21,237 Ø	343



Figur 4.1. Faste CTD-stasjoner (røde punkt med nummerering) i fjordene på Vestlandet som ble tatt på toktet. Posisjon og dyp finnes i Vedlegg 3. Blå firkanter viser posisjoner til strömrigger.



## 4.5 - Vannprøvetaking

Natalya Gallo fra UiB hadde ansvaret for vannprøvetakingen på toktet. Utvidet (full) vannprøvetaking ble tatt på til sammen sju CTD-stasjoner (to i Hardangerfjorden (H5\_2, H2\_2), to i Sognefjorden (S11, S05), en i Fjærlandsfjorden (F08), og to i Førdefjorden (FOFJ\_04, FOFJ\_10)) (Figur 4.1, Vedlegg 3). Utvelgelsen av de sju stasjonene ble gjort etter følgende kriterier: 1) faste CTD-stasjoner, 2) stasjoner i dypere områder for å få data fra en dyp vannsøyle, 3) to stasjoner per fjord (med unntak av Fjærlandsfjorden) og 4) én stasjon i den indre og én i den ytre delen av fjordene. En oversikt over alle vannprøvene som ble tatt, er gitt i Vedlegg 4.

Totalt 70 vannprøver ble tatt for å måle nøyaktig oksygenkonsentrasjon i sjøvannet ved hjelp av Winkler-titrering. Prøvene ble tatt fra de sju faste CTD-stasjonene, bunntålstasjoner med veldig lavt O<sub>2</sub>-innhold (dvs. Etnefjorden og Sogndalsfjorden), Masfjorden, dype deler av Sognefjorden samt et par ekstra stasjoner. Vannprøvene ble tatt fra Niskin-flaskene på CTD'en og tilsatt 1 ml MnCl<sub>2</sub> (manganklorid) og 1 ml NaOH/NaI (lut/natriumjodid) med én gang for å binde det oppløste oksygenet. Destillert vann ble tilsatt og flaskene ble satt i kjøleskapet. Prøvene ble analysert om bord innen 48 timer. Winkler-titrering er den beste metoden for å måle oppløst oksygen i vann. Dataene ble brukt til å finjustere målingene fra oksygensensoren på CTD'en, som måler oksygen på alle CTD-hal.

Totalt 28 prøver ble tatt for karbonatkjemi-analyser. Disse vannprøvene ble tatt på de sju faste CTD-stasjonene med utvidet vannprøvetaking, samt på bunntålstasjonene med veldig lavt O<sub>2</sub>-innhold (Etnefjorden og Sogndalsfjorden). Prøvene ble analysert for total alkalinitet og oppløst uorganisk karbon av Kristin Jackson-Misje på Geofysisk institutt på UiB. Disse verdiene, sammen med målte konsentrasjoner av fosfat og silikat, og verdier av salinitet, temperatur og trykk, ble brukt til å beregne andre karbonatkjemi-parametere inkludert pH, og metningstilstand av aragonitt og kalsitt. Beregningene ble gjort vha. R-pakken seacarb.

Femti vannprøver for analyser av næringssalter (nitritt (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), fosfat (PO<sub>4</sub>), and silikat (SiO<sub>4</sub>)) ble samlet inn, på de sju faste CTD-stasjonene (på 3–5 dyp i vannsøylen), i Masfjorden (fast CTD-stasjon M05) og på alle bunntålstasjonene (nær bunn). Vannprøvene på 60 ml ble konserverert ved å tilsette 0,2 ml kloroform og ble analysert på land av Linda Fønnes Lunde på HI.

På alle posisjoner og dyp der det ble samlet inn næringssaltprøver, ble det også samlet inn vannprøver for sporstoffanalyser (86 totalt). Prøveantallet er høyere enn for næringssaltprøvene da det ble tatt replikate prøver på de sju faste CTD-stasjonene. Hildegunn Almelid på Geofysisk institutt på UiB analyserte prøvene vha. ICP-OES (iCAP 7600-Thermo Fisher). Prøvene ble analysert for alle sporstoffer som instrumentet er kalibrert for: aluminium (Al), arsenikk (As), bor (B), barium (Ba), kalsium (Ca), kobolt (Co), krom (Cr), kopper (Cu), europium (Eu), jern (Fe), kalium (K), lantan (La), litium (Li), magnesium (Mg), mangan (Mn), natrium (Na), nikkel (Ni), bly (Pb), svovel (S), silisium (Si), strontium (Sr), vanadium (V), yttrium (Y) og sink (Zn). Dataene vil bli sammenstilt med tilsvarende data samlet inn gjennom HypOnFjordFish-prosjektet i Masfjorden, Sørfjorden, Osterfjorden, Haugsværfjorden og Fensfjorden.

## 4.6 - Bunntålstasjoner

Guldborg Søvik og Fabian Zimmermann var ansvarlige for prøvetakingen med Campelen-trål. HIs standard bunntålstasjon, Campelen-trålen, har en maskevidde på 20 mm i fiskeposen, og innernett med 10 mm maskevidde. Campelen-trålen ble rigget med Nordsjørigging slik det gjøres på det årlige Reketoktet i Skagerrak og Norskerenna (Søvik og Thangstad 2020) for å unngå leirhal på bløtbunn. Dørsensorer, trålløye, trålhastighetssensor og dybdesensor på streppingtau ble benyttet. Trålhastighet var 2,5–3,3 knop, og tauetid var 15 minutter, men en del hal hadde kortere tauetid grunnet bunnforhold. Trålene ombord (1629, 1630) ble

ikke sjøtestet før bruk, men begge trålene hadde blitt sjøtestet under Reketoktet i januar 2022. Da ble kun trål 1629 godkjent for bruk, og det var bare denne som ble benyttet under hele toktet i fjordene.

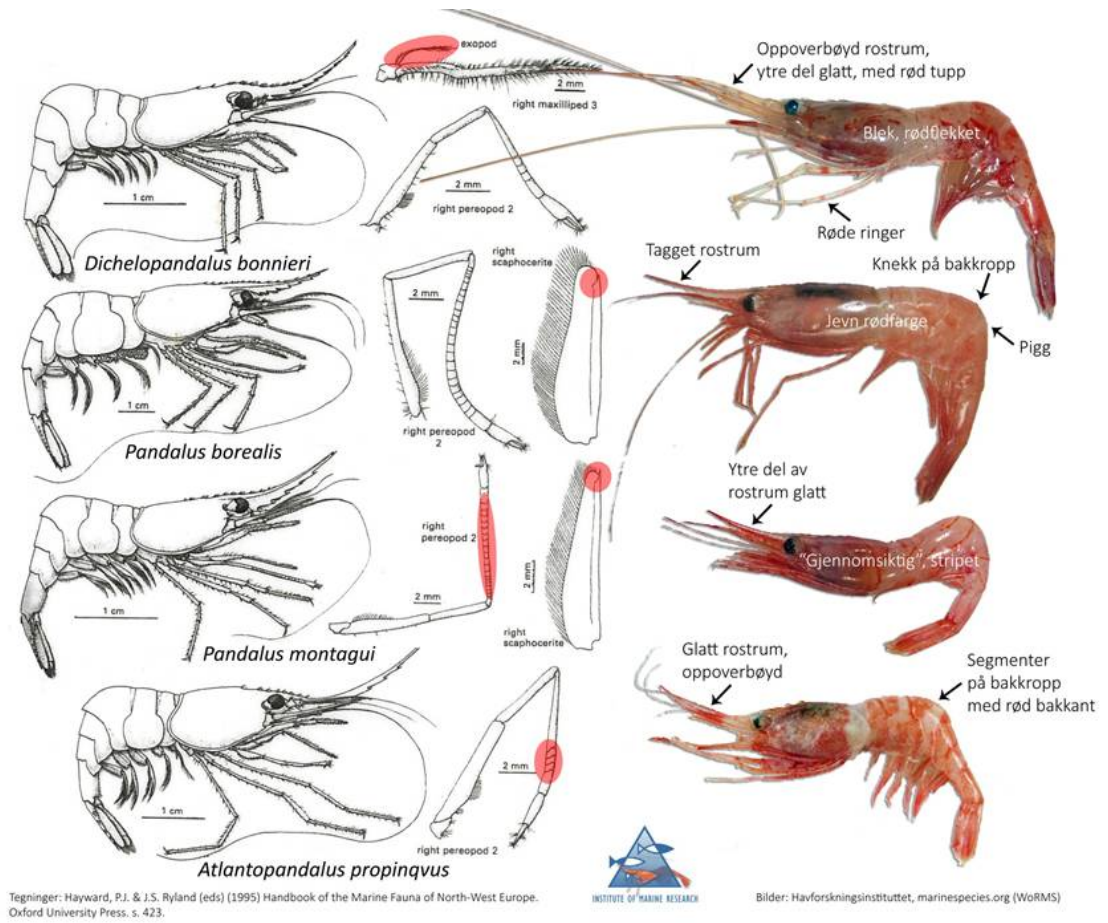
Det ble ikke gjort forsøk på å plukke ut bunntålstasjoner (rekefelt) tilfeldig. Erfaringen fra kartleggingstoktet i november 2021 (2021854) var at på ganske mange felt er det ikke mulig å tråle pga. sjøkrepsbruk, oppdrettsanlegg og/eller kabler i eller på tvers av feltene (Zimmermann mfl. 2021). Fjordbunnen i en del felt er i tillegg for ujevn for tråling. Videre er mange av rekefeltene berørt av skytefelt, dumpingsområder for gammel ammunisjon og/eller minefelt fra andre verdenskrig. Alle de på forhånd utplukkede trålstasjonene ble sjekket av Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), som undersøkte om de lå i eller i nærheten av dumpfelt for ammunisjon, skytefelt eller minefelt. Rekefelt ble derfor plukket ut basert på følgende kriterier: 1) plassering i områder ikke dekket av toktet 2021854, 2) utenom dumpingsområder e.l., 3) geografisk spredning og 4) informasjon fra lokale rekefiskere om hvor det er mulig å bunntåle. For å kunne sammenligne data fra de to toktene, ble noen stasjoner tatt på nytt i rekefelt allerede trålt på toktet 2021854. Underveis måtte vi revurdere de på forhånd utplukkede feltene basert på forhindringene beskrevet over, og nye felt ble plukket ut. Noen trålhal ble også tatt utenfor oppmerkede rekefelt, på egnet bunn. Alle bunntålstasjoner ble gått over og bunnforholdene sjekket, før de eventuelt ble trålt.

På hver bunntålstasjon ble det tatt et CTD-hal, hvor det ble tatt vannprøver for næringssalter og sporstoffer (fra bunnvannet) (avsnitt 4.5). Når det var mulig, koblet vi bunntålhal med de faste CTD-stasjonene for å spare toktid.

#### **4.6.1 - Opparbeiding av rekeprøver**

Fra hver bunntålfangst ble det tatt ut en rekeprøve (2–3 kg) som ble sortert til art/artsgruppe. Alle Pandalidae reker (Figur 4.2), glassreker og krill ble sortert til art, mens mudderreker ble sortert til gruppe. Totalvekten av rekefangsten ble fordelt på art/gruppe etter andel i rekeprøven. En prøve på opptil 300 dypvannsreker ble lengdemålt (carapaxlengde/ryggskjoldlengde) og kjønns- og stadiebestemt (hanner, intersex, og flere forskjellige modningsstadier for hunner).

Pandalide rekearter i Nordsjøen og Skagerrak  
ved Trude Hauge Thangstad, Havforskningsinstituttet



Figur 4.2. Oversikt over de fire artene i familien Pandalidae i norske farvann.

## 4.7 - Krillstasjoner

Tone Falkenhaug var ansvarlig for krillprøvetakingen. På hver krillstasjon ble det benyttet tre ulike redskaper for å fange et bredt størrelsesspekter av krill og annet mikronekton: HIs standard pelagiske trål Harstad-trål, Makroplanktontrål (krilltrål) og MultiNet Mammoth.

Harstad-trålen har 60 mm maskevidde i fiskeposen og innernett med 8 mm maskevidde. Sveipelengde er 60 meter. Dørsensorer og trålløye ble benyttet. Trålhastighet var 3,5–3,9 knop. Tauetid var på 5 til 16 minutter.

Makroplanktontrålen har 6x6 m trållåpning, og 3x3 mm maskevidde (4 mm strukket) fra trållåpning til cod-end. Sveipelengde er 70 meter. Dørsensorer og trålløye ble benyttet. Trålhastighet var 2–3 knop. Tråling ble gjennomført som skråhal, fra nær bunn og opp til overflaten, og tauetid avhang derfor av dybde.

MultiNet Mammoth (Hydrobios) er et planktonredskap som benyttes for innsamling av plankton fra ulike dyp. Den har et åpningsareal på 1 m<sup>2</sup>, og er utstyrt med 9 nett som kan åpnes og lukkes på ønskede dyp. MultiNet er utstyrt med dybdesensor samt to flowmetere, som beregner filtrert volum for hvert nett. Ved dette toktet ble det benyttet nett med maskevidde 405 µm, for å gi bedre fangbarhet av krill. Prøvetaking ble gjennomført som skråhal fra bunn til overflate (båtens fart 1,5 knop, wire inn 0,5 m/sek). Det ble benyttet depressor-lodd. Pga. mange forskjellige redskap på dekk var det ikke mulig å taue MultiNet bak båten. Redskapet ble istedenfor heist ut over styrbord side av båten og tauet med wire fra kran. Dette viste seg å være en sub-optimal løsning og forårsaket tekniske problemer med utstyret både ved utsetting og tauing.

Fire fjordområder for krillundersøkelser ble valgt ut i forkant av toktet (Osafjorden, Åkrafjorden (ved Skånevik), Masfjorden og Høyangsfjorden, delvis basert på områder med gode forekomster av krill på brislingtoktet til HI i august-september 2021. I hvert av de fire områdene ble det gjennomført krillstasjoner etter følgende program (se Vedlegg 5 for fullstendig oversikt):

- Først akustisk transekt (sikksakk) som dekket en del av fjorden
- Deretter 1–2 pelagiske stasjoner innenfor transektet:
  - CTD med WBAT
  - Makroplanktontrål 1–2 hal (skråtrekk fra bunn til overflate)
  - MultiNet (7–8 dyp, skråtrekk fra bunn til overflate)
  - Harstad-trål (horisontalt trekk i akustisk lag)

I Osafjorden ble det gjennomført to krillstasjoner (natt), i indre og ytre del av det akustiske transektet. I Masfjorden og Høyangsfjorden ble prøvetakingsprogrammet gjennomført både nattetid og ved dagslys (samme posisjon) for å avdekke døgnvariasjoner i forekomst og vertikalfordeling av krill. På grunn av tekniske problemer, lyktes det kun å fullføre to hal med MultiNet: i Åkrafjorden og Høyangsfjorden.

På hver krilltrålstasjon ble det tatt et CTD-hal. MultiNet-stasjoner ble gitt samme stasjonsnummer som CTD-stasjoner. De biologiske dataene fra MultiNet-stasjonene ble også lagt inn i Biotic Editor og ble tildelt serienummer på lik linje med trålstasjonene og tobisskrapestasjonene.

### 4.7.1 - Opparbeiding av krillprøver

For krillfangster fra Makroplanktontrål og Harstad-trål ble totalmengde (vekt) samt antall krill registrert. Fra Makroplanktontrål ble det dessuten tatt ut en delprøve for lengdemåling og artsbestemmelse. Minst 100 individer fra hver delprøve ble lengdemålt og artsbestemt. Totalmengde ble målt som avstand fra spissen av

rostrum til enden av telson. Kjønn og modningsgrad ble ikke bestemt. Hver lengdemålte delprøve ble deretter fiksert på formalin. Øvrige fangster fra Makroplanktontrål og Harstad-trål ble opparbeidet som vanlige fangster for pelagisk trål.



## 4.8 - Tobisstasjoner

Kjell Nedreaas og Espen Johnsen var ansvarlige for tobisprøvetakingen på toktet. Det ble benyttet en standard tobisskrape som vist skisse og foto av i Vedlegg 6. Tobisskraperen har en underside med ringbrynje. Det ble brukt 14 mm wire med en lengde på 3x bunndypet + 50 meter under skraping. Standard prosedyre er å bruke 10 mm wire, noe som ikke ble gjort på dette toktet. Slepefarten var 2 knop og tauetiden 10 minutter. Lengde og maskevidde av sekken på tobisskraperen ble målt til hhv. 5,3 meter og 5 mm (halvmaske).

Det ble skrapet etter tobis på to banker mellom Utsira og Karmøy (heretter referert til som Utsira), i tre tilfeldig oppgitte posisjoner på hver banke (breddegrad, lengdegrad og taueretning). Tobisfelt ved Vågsøy og Bremangerlandet ble identifisert ved hjelp av nye marine grunnkart (sedimentkart) som ble lagt inn på Olex'en på broen, samt informasjon fra lokal fisker. Områder med sandhabitat ble skrapet (fire stasjoner ved Bremangerlandet og tre ved Vågsøy). Prøver av alle silarter fra alle skrapetrekk ble fryst ned og senere opparbeidet på land (individprøvetaking av 25 individer per art inkludert magefylling og genetikprøver).

## 4.9 - Hyperbentiske hoppekreps

Tone Falkenhaug var ansvarlig for innsamlingen av hyperbentiske hoppekreps. En planktonhåv (375 µm maskevidde; 37 cm diameter) ble festet på Campelen-trålwire for innsamling av plankton nær bunn (hyperbenthos). Etter innsamling ble prøven skylt med sjøvann gjentatte ganger og deretter dekantert for å fjerne mest mulig sediment. Hele prøven ble deretter fiksert på 96 % ethanol. Totalt ble det samlet inn prøver fra ni ulike bunntåstasjoner (Tabell 4.3).

Prøvene har ennå ikke blitt opparbeidet.

Tabell 4.3. Bunntåstasjoner der planktonhåv var festet på Campelen-trålwire for innsamling av hyperbentiske hoppekreps.

Serienummer	Dato	Lat	Lon	Dyp (m)
22305	10.02.2022	59.9665	5.9702	163-171
22314	11.02.2022	59.5872	5.2498	343-373
22315	11.02.2022	59.6557	5.8693	177-199
22323	13.02.2022	61.0290	5.0137	280-224
22328	14.02.2022	61.2352	6.5777	299-294
22333*	16.02.2022	61.4840	5.4203	340-320
22335	16.02.2022	61.4677	4.8887	267-274
22343	17.02.2022	61.7650	5.1987	113-135
22344	17.02.2022	61.3138	4.8603	191-227

\* Serienummer 22333: Deponiområde Førdefjorden. Hoppekreps med parasitt til Henrik Glenner, Institutt for biovitenskap, UIB.

## 5 - Gjennomføring

Toktet var et kombinert ressurs- og hydrografitokt som dekket fjorder og kyststrøk i Vestland fylke, fra Karmøy til Stad. Toktet varte ti døgn der fem døgn var avsatt til faste CTD-stasjoner (årlige hydrografiske undersøkelser) samt seiletid. I tillegg til CTD på de faste stasjonene ble det tatt CTD i tilknytning til alle bunntrålhål og hal med Makroplanktontrål. Bunntråling foregikk hovedsakelig på dagtid, mens tobisskraping (to områder) og krillundersøkelser (fire områder) foregikk nattetid. Kartlegging av krill ble gjort ved hjelp av akustisk mengdemåling langs forhåndsdefinerte kurslinjer i utvalgte fjorder. De akustiske registreringene ble verifisert ved hjelp av tråling (Makroplanktontrål, Harstad-trål). De to utvalgte tobisområdene ble undersøkt ved hjelp av tobisskrape.

09.02. Avgang fra Bergen kl. 09:30. Det var mye vind på kysten og vi startet derfor i Hardangerfjorden. I Austevoll hadde vi plukket ut et rekefelt, men bunnen var for ujevn for tråling og det var masse blåser i området. Vi plukket opp en strømrigg i nærheten av Rosendal og tok CTD-stasjonen rett ved (H5\_2) med full vannprøvetaking. Deretter steaming mot Osafjorden, hvor vi var fremme kl. 22:00, på det første krillområdet. Akustikken viste et belte av liv i overflaten. MultiNet virket ikke. Det ble tatt hal med Makroplanktontrålen og Harstad-trålen to steder i fjorden. Fangsten inneholdt en del krill og glassreker og en del små svarthå. Bunntråling var ikke mulig.

10.02. Resten av de faste CTD-stasjonene ble tatt på vei ut fjorden. Strømriggen ble satt ut igjen på samme sted. Deretter gikk vi inn i sundet ved Rosendal og tok et bunntrålhål (rekefelt «Dimmelsvik») og CTD. Halet var skittent med gammelt bruk, en del fisk og en liten dypvannsreke. På vei til Utsira bunntrålte vi på «Røværfjorden» (vinterfelt), anbefalt av fisker Bjørn Oskar Magnussen. Magnussen fortalte at nabofeltet «Røvær nord» er et typisk høstfelt som har vært mye brukt og som også burde være trygt å tråle på. Fangsten bestod av 3,9 kg reker, både store og små (8–9 mm CL). Vi var fremme på tobisfeltet ved midnatt.

11.02. Vi tok seks skrapehal på tobisfeltet ved Utsira, i på forhånd oppgitte posisjoner, med gode fangster på alle stasjonene (10–30 stk. på hvert hal). På vei nordover igjen ble det tatt CTD på «Røværfjorden». Deretter CTD og bunntrålhål rett sør av Bømlø («Raudholmane»). Vi trålte i rennen øst av rekefeltet, da bunnen så ut til å være ujevn i selve feltet. Tre rekefelt nord for Espevær ble sjekket da rekefisker Sigurd Jøsang hadde fortalt at det var blitt tatt gode fangster der: «Vest av Gissøya», «Holmeosen/Bekkjanaset» og «Geitungsoen», men bunnen var for dårlig til tråling. I Bømlafjorden tok vi den siste faste CTD-stasjonen i Hardangerfjorden (H8\_2) og trålte rett ved. Ingen reker. I Etnefjorden gjorde tett snødrev det vanskelig å se eventuelle teiner. Bunnen var ujevn, men vi tok et kort hal på 10 minutter, og CTD på det dypeste stedet i fjorden. Pga. mulige anoksiske tilstander på bunnen ble trålfangsten fryst ned til UiB. Liten fangst, ingen torsk, én dypvannsreke. Krillstasjon i Åkra fjorden om natten, fra munningen og inn til Åkra (sikksakkurs). Det var problemer med MultiNet, og det ble bare tid til én krillstasjon. 170 kg av kronemaneten *Periphylla periphylla* i Makroplanktontrålen, men den stod hovedsakelig nær bunnen. I Harstad-trålen var det mest krill og brisling, og fire svarthå.

12.02. Rekefelt i Møkstrafjorden i Austevoll ble sjekket ut. Feltet nord i fjorden hadde ujevn bunn og det var krepsebruk der. Ingen bunntråling, men vi tok et CTD-hal med vannprøver (næringssalter og sporstoffer). For mye vind til å tråle på feltene «Sør av Marsteinen» og «Goltastein/Glesvær». Steaming til Masfjorden hvor vi var fremme ca. 15:00. CTD-stasjon M05 ble tatt, deretter krillstasjon (Makroplanktontrål og Harstad-trål) i dagslys, steaming videre innover fjorden og så faste CTD-stasjoner ut igjen, det ble samtidig kjørt sikksakk-kjøring. Tilbake på M05 ble det tatt hal med Harstad- og Makroplanktontrål, altså den samme krillstasjonen i dagslys og i mørke for å sammenligne. Tilbake ut Masfjorden og faste CTD-stasjoner.

13.02. Siste faste CTD-stasjon i Masfjorden ble tatt i 04:00-tiden. Et rekefelt i fjordmunningen («Øst av Holsnøy») kunne ikke tråles pga. et oppdrettsanlegg rett ved. I munningen av Fensfjorden tok vi tre faste CTD-stasjoner (VK039, VK043, S01). Det ligger to rekefelt nord for munningen («Djuposen v/Byrknes» og «Nord av Røytinga»). Vi fant ikke god bunn på «Djuposen» og endte med å ta et hal vest av feltet. Det ble et kort og dårlig hal, trålen lettet fra bunn flere ganger. Liten fangst. På Fønnes kai ved Mongstad ble Terje og Fabian satt av, og Kjell og Carl kom om bord. På vei ut igjen sjekket vi ut «Nord av Røytinga», men bunnen var for ujevn til tråling. Tre strømrigger i Sognesjøen ble tatt opp på første forsøk. Så prøvde vi å få tatt et bunntålhal ved Eivindvik. På «Gulafjorden» ble vi hindret av kabler, krepsebruk, oppdrettsanlegg og ujevn bunn. På «Dingenesosen» var det hindringer, men vi skjøt av helt nord i feltet og trålte oss utover. Halet ble altså tatt nord for selve rekefeltet. Fangsten inneholdt mye *P. periphylla*, en stor vanlig uer, men ingen dypvannsreker. Deretter CTD med vannprøver fra bunn (næringssalter og sporstoffer). I Høyangsfjorden var det krillstasjon (nattstasjon). Sikksakk inn fjorden og en stasjon med alle tre redskaper. Harstad-trålen ble kjørt i de øverste 20 meter (nesten helt ren fangst av norsk storkrill). Det var mye mer krill i Harstad-trålen enn i Makroplanktontrålen. MultiNet fungerte, men flow'en virket ikke, slik at vannmengden gjennom hver sekk ikke kunne beregnes.

14.02. Vi var fremme i Sogndalsfjorden ved frokost, der vi tok to trålhal, ett fra Eidsfjorden og utover, og ett lenger ute i hovedfjorden. I forbindelse med det første halet ble det tatt tre CTD'er. Først én, deretter én til for å få vannprøve for O<sub>2</sub>, da det laveste O<sub>2</sub>-nivået på toktet så langt var i denne fjorden. Den tredje CTD'en ble tatt fordi flaskene lakk på nr. to. Ingen dypvannsreker. Veldig mye brusfisk, >100 kg havmus i innerste hal, 25 pigghå i det ytterste. Mye hågjel. Innover Fjærlandsfjorden ligger det kabler på kryss og tvers, pluss et skipsvrak. Rekefisker Frode Kvamme, som fisket der for 15–20 år siden fortalte at det den gang fantes reke overalt i fjorden. De var hvite i skallet og han mente det kom av brevannet. Han fortalte at det var finest å tråle utenfor kraftlinjen, så da gjorde vi det. Ingen reker. CTD før halet, deretter fast stasjon F08 ved hiving (full vannprøvetaking). Steaming til bunnen av fjorden og så tok vi alle de faste CTD-stasjonene på vei ut igjen.

15.02. De faste CTD-stasjonene ble tatt på vei ut Sognefjorden. Om morgenen jobbet vi i Høyangsfjorden (krillstasjon ved dagslys). Sikksakk-kjøring til akustikk, deretter ett hal med Makroplanktontrålen, og to hal med Harstad-trålen, ett på ca. 40 meters dyp, og ett på 100 meters dyp. Det første inneholdt kun krill (pluss én manet), det andre kun laksesild, altså to adskilte lag i vannsøylen. Mellom de to halene med Harstad-trålen løsnet en skrue på trommelen, så vi ventet en halvtime mens det ble fikset. Det var NATO-øvelse i fjorden (en fregatt og en ubåt). Vi måtte holde oss langs nordsiden av fjorden. Fartøyene lå i nærheten av fast stasjon S06, så den stasjonen måtte kuttes. Etter S05 og S04 gikk vi nordover mot Førdefjorden. Trålte helt vest i feltet «Dalsfjorden Vilnesfjorden». Det ble satt ut tre strømrigger litt vest av det planlagte dumpingsområdet i Førdefjorden. Deretter fast CTD-stasjon FOFJ\_08 rett i nærheten. Vi gikk så innover Førdefjorden og tok de faste CTD-stasjonene underveis.

16.02. Vi kom til det planlagte dumpingsområdet i Førdefjorden ved frokosttider der vi tok et trålhal (felt «Brufjorden») og en CTD med vannprøver (næringssalter og sporstoffer). Deretter faste CTD-stasjoner vestover (FOFJ\_09 og 10), et nytt bunntålhal i samme rekefelt (utenfor dumpingsområdet) og så de to ytterste faste CTD-stasjonene. Nordvest i feltet «Stavfjorden» tok vi et bunntålhal (ingen reker) og CTD med vannprøve. I feltet nord for Stavfjorden, «Øst av Røringane», fant vi derimot ikke trålbar bunn. I Florø plukket vi opp rederisjef Inge André Utåker som skulle være med oss resten av toktet. Om kvelden steamet vi til Bremangerlandet og Vågsøy.

17.02. Tobisskraping frem til 07:00-tiden: tre hal rett vest av Vågsøy og fire hal rett vest av Bremangerlandet. Flau vind, rolig vugging, til tider fullmåneskinn. Opptil fire ulike silarter i samme hal ved Vågsøy: storsil, ufløkket storsil, glattsil og havsil. Færre arter ved Bremangerlandet, men fine fangster begge steder. Ved

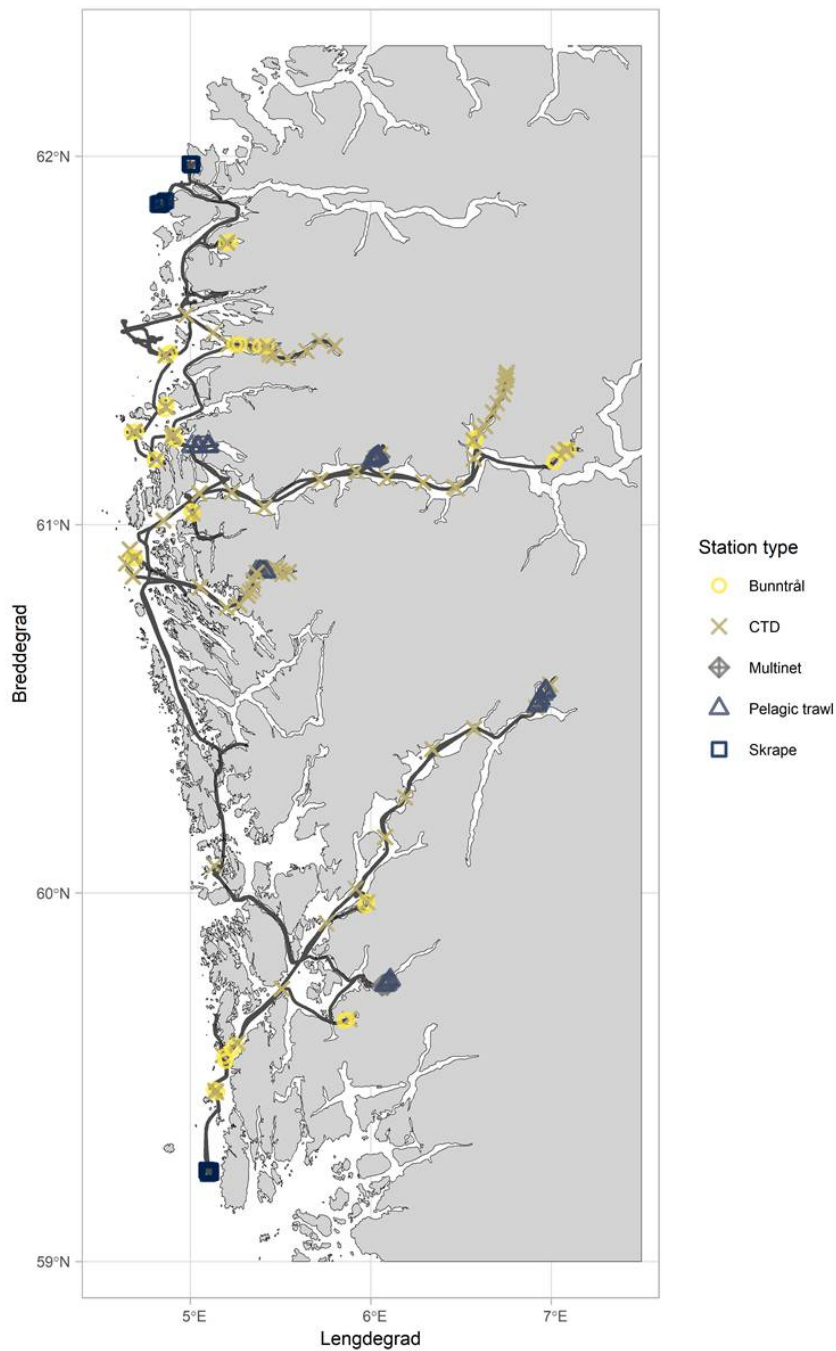
Bremangerlandet fikk vi kun 1–3 liter sand i trålposen, og sanden inneholdt veldig mye annet liv, bla. mange små muslinger. Ved Vågsøy var det mye mer sand i trålposen. Ved frokosttid steamet vi tilbake gjennom Fåfjorden og inn i Frøysjøen. Første bunntålfal ble tatt utenfor Svelgen (felt «Nordgulen»). Grunt fal, lavt O<sub>2</sub>-innhold. Jernverk inne i fjorden. Fangst ca. 1 kg dypvannsreker pluss en god del lysing, sei, hyse, lyr, men nesten ingen bruskfisk. På feltet «Ytre Nordalsfjorden», rett nord for Florø, fikk vi ikke trålt pga. dårlig bunn. Vi fikk tatt tre bunntålfal til, først to på «Aldefjorden» – nordøst i feltet, og vest i feltet (sør for Værlandet), deretter «Lågøyfjorden» sent på kvelden. Det siste halet ble svært kort (3 minutter). Om natten tok vi tre fal med Harstad-trålen i Åfjorden, på 30, 100 og 200 meters dyp. De to øverste halene var dominert av hhv. norsk storkrill, og laksesild og storkrill, mens det dypeste halet hadde en mer blandet fangst.

18.02. Steaming til Bergen.

## 6 - Resultater

### 6.1 - Seilingsrute og stasjonsoversikt

I løpet av ti toktdøgn ble det tatt 80 CTD-stasjoner, 18 bunntålstasjoner, 13 skrapetrekk på tobisfelt, 11 pelagiske trålstasjoner (Harstad-trål), 7 hal med Makroplanktontrål og 2 vellykkede hal med MultiNet med til sammen 11 prøver (Figur 6.1, Vedlegg 5).



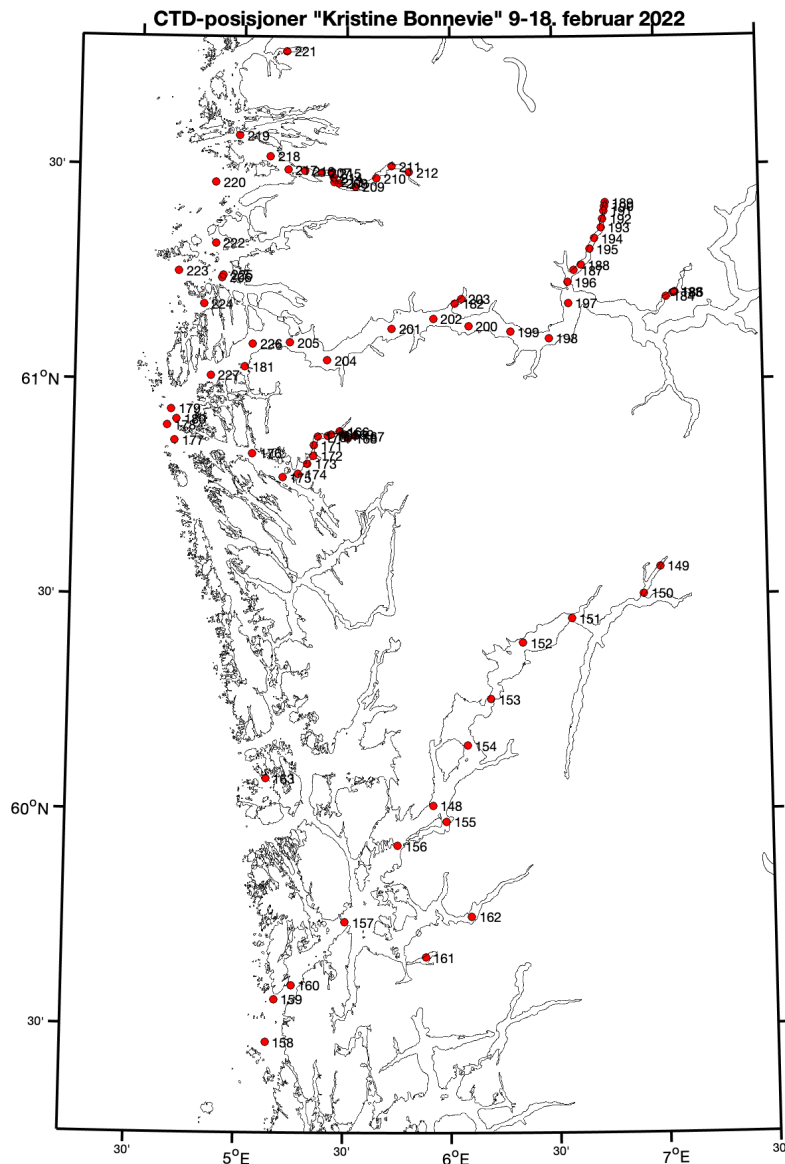
Figur 6.1. Kart med seilingsruten og aktiviteter. Farge og form på stasjoner viser stasjonstype.



## 6.2 - CTD-stasjoner

### 6.2.1 - Oppsummering

Alle de faste CTD-stasjonene (Figur 4.1) ble tatt, med unntak av S06 i Sognefjorden. Det var militærøvelse i fjorden og militærfartøyene lå rett ved denne stasjonen. Totalt ble det tatt 80 CTD-stasjoner på hele toktet, 54 faste stasjoner og i tillegg 26 stasjoner i tilknytning til trållhal eller ekstra vannprøvetaking (Figur 6.2, Vedlegg 3, 4).



Figur 6.2. Posisjoner for alle CTD-hal på toktet, med CTD-stasjonsnummer fra toktet. Detaljer i Vedlegg 3.

### 6.2.2 - CTD-stasjoner

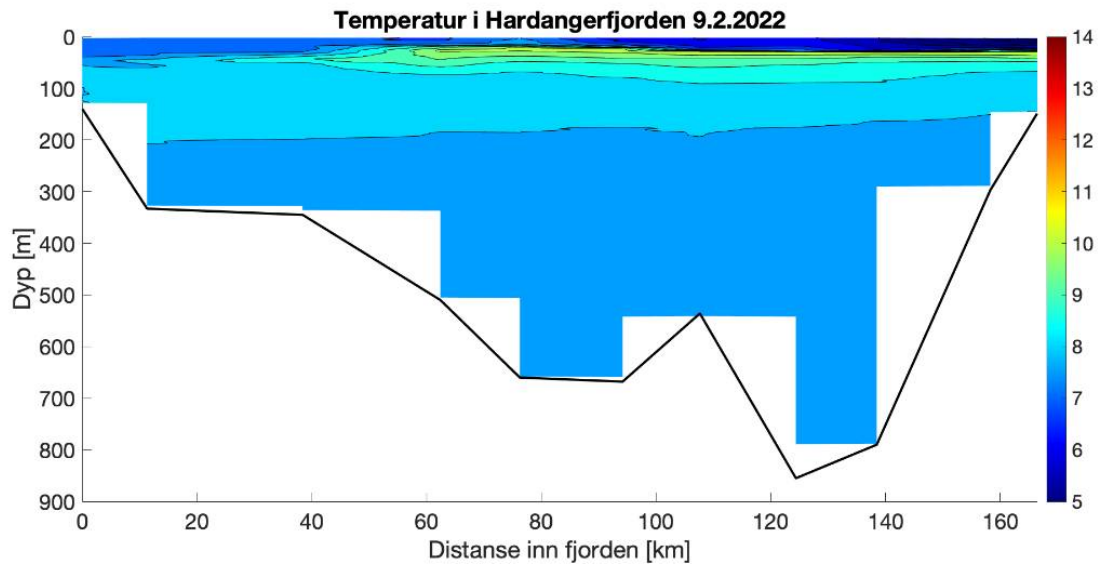
Bunntemperaturen i toktområdet lå på mellom 7,5 og 9°C, med de laveste temperaturene i de dypere delene av Hardangerfjorden og Sognefjorden og varmere bunnvann langs kysten. Tilsvarende bunntemperaturer er registrert i Skagerrak og Norskerenna i første kvartal (Søvik og Thangstad 2021). De to CTD-stasjonene med høyest bunntemperatur lå innerst i Fjærlandsfjorden og Førdefjorden (Figur 6.3). Bunnvannet på disse to stasjonene hadde også lav saltholdighet, men området med aller lavest saltholdighet i bunnvannet var Sogndalsfjorden. Bunnvannet i Sogndalsfjorden hadde også lavt O<sub>2</sub>-innhold, det samme gjaldt for bunnvannet i Etnefjorden og Nordgulen (Figur 6.3). Alle disse fjordene har grunne terskler.

*Figur 6.3. Temperatur, salinitet og oksygeninnhold i bunnvannet på alle CTD-stasjonene.*

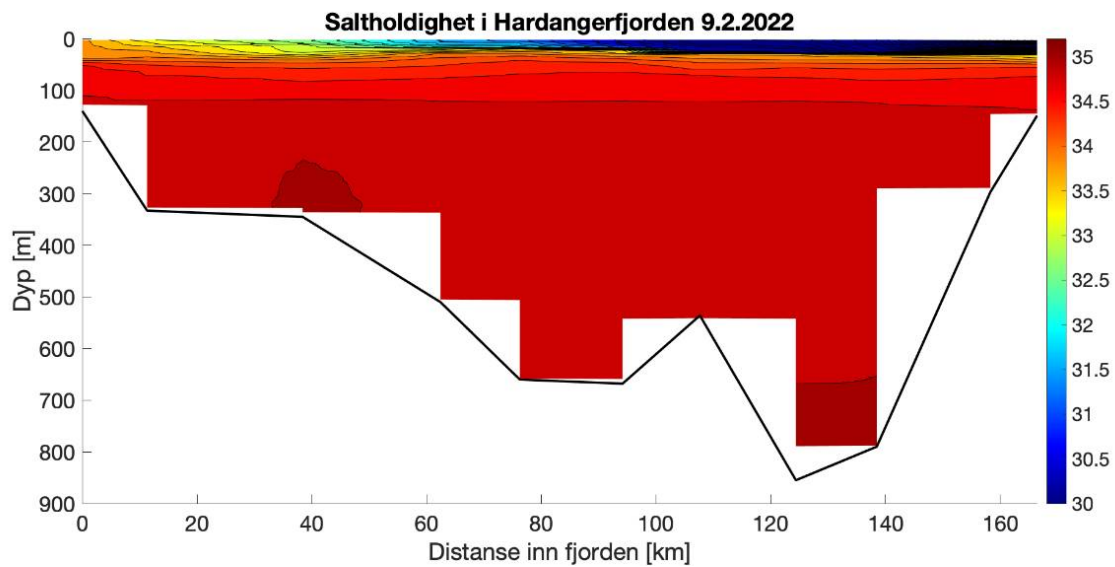
### 6.2.3 - Snitt

Figurene 6.4 til 6.23 viser resultater for temperatur, salinitet og oksygenkonsentrasjon i hele vannsøylen fra CTD på de faste snittene i Hardangerfjorden, Masfjorden, Sognefjorden inkludert Fjærlandsfjorden og Førdefjorden, samt strømmålinger i Hardangerfjorden. Kartutsnitt er tatt med for de fjordene der CTD-stasjonene ligger så tett at nummereringen ikke er lesbar i Figur 4.1.

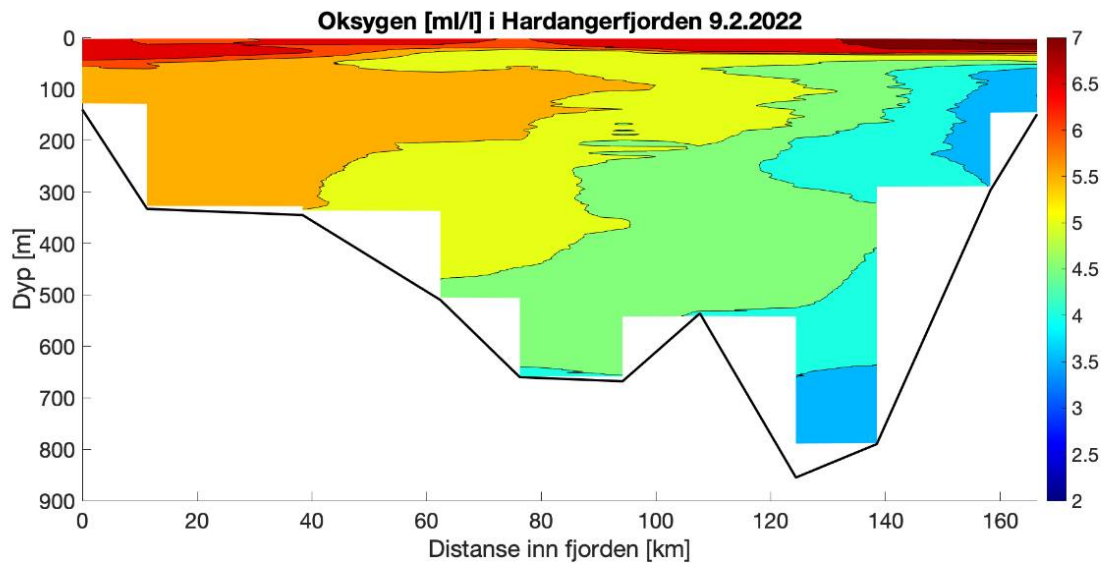
#### 6.2.3.1 - Hardangerfjorden



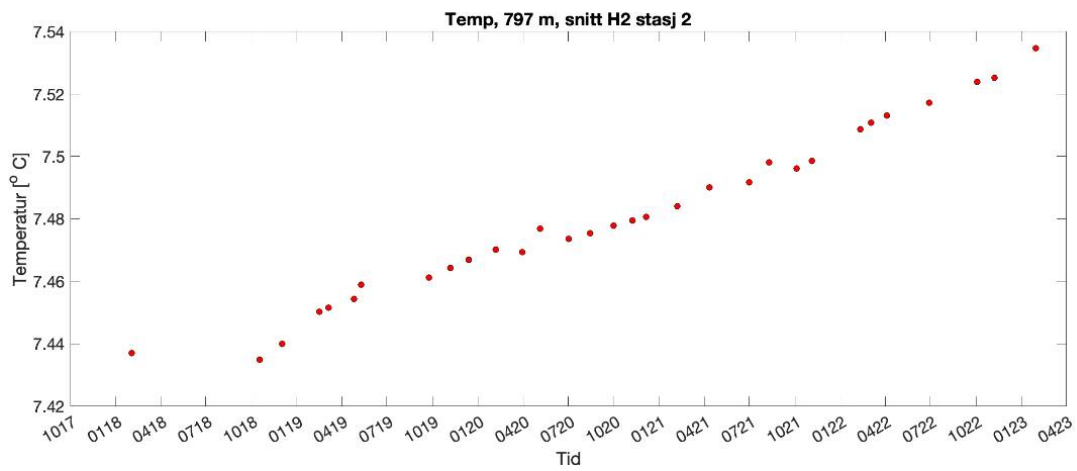
Figur 6.4. Temperatursnitt innover i Hardangerfjorden.



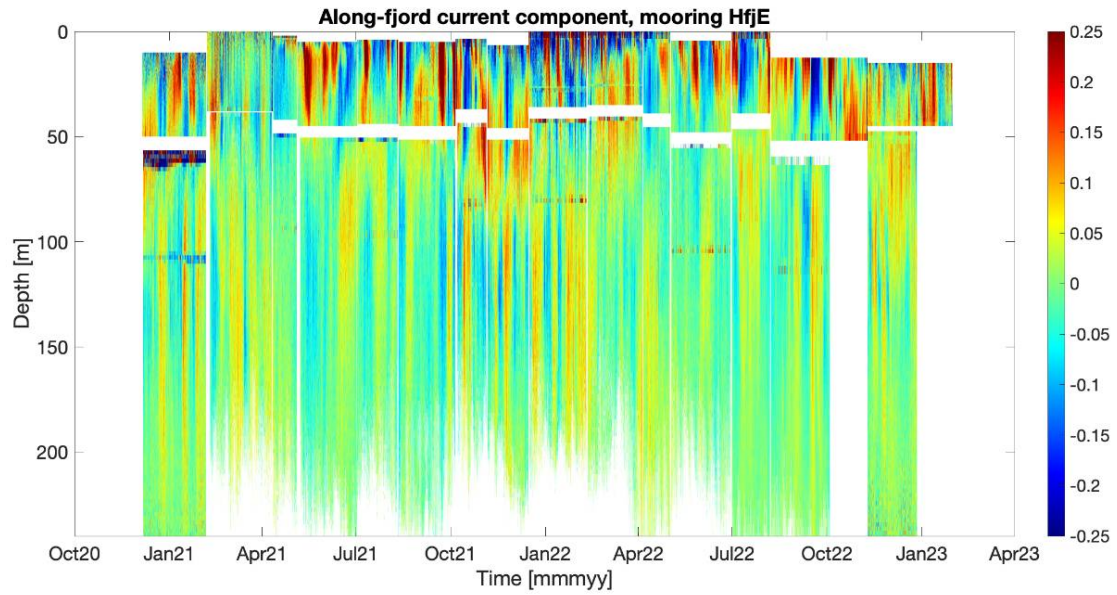
Figur 6.5. Salinitetssnitt innover i Hardangerfjorden.



Figur 6.6. Oksygennivå innover i Hardangerfjorden.

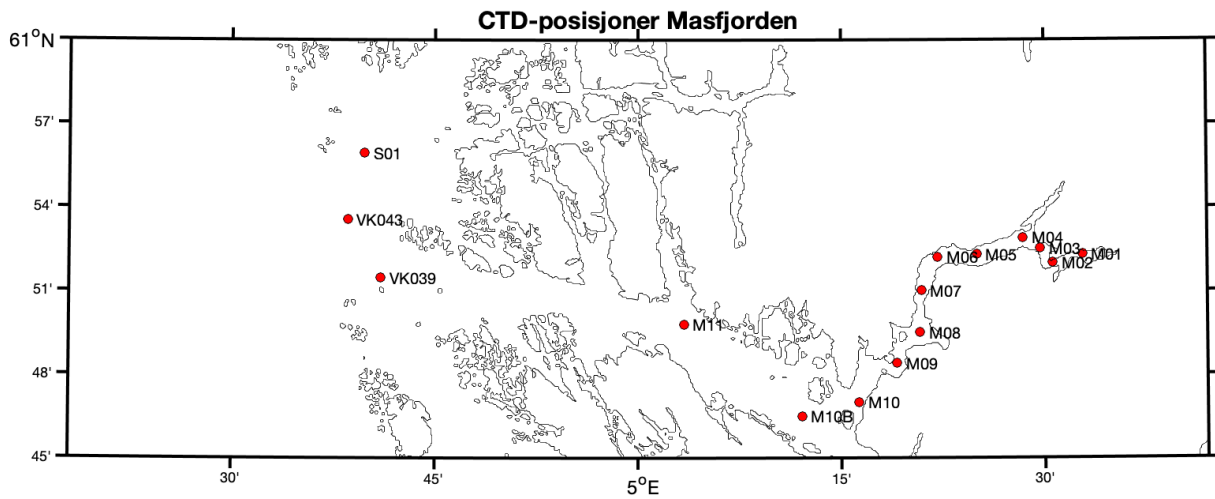


Figur 6.7. Tidsserie for temperatur i dypvannet ved stasjon H2\_2 i Hardangerfjorden fra februar 2018 til februar 2023. Temperaturen i dypvannet har økt jevnt siden målingene startet i 2018.

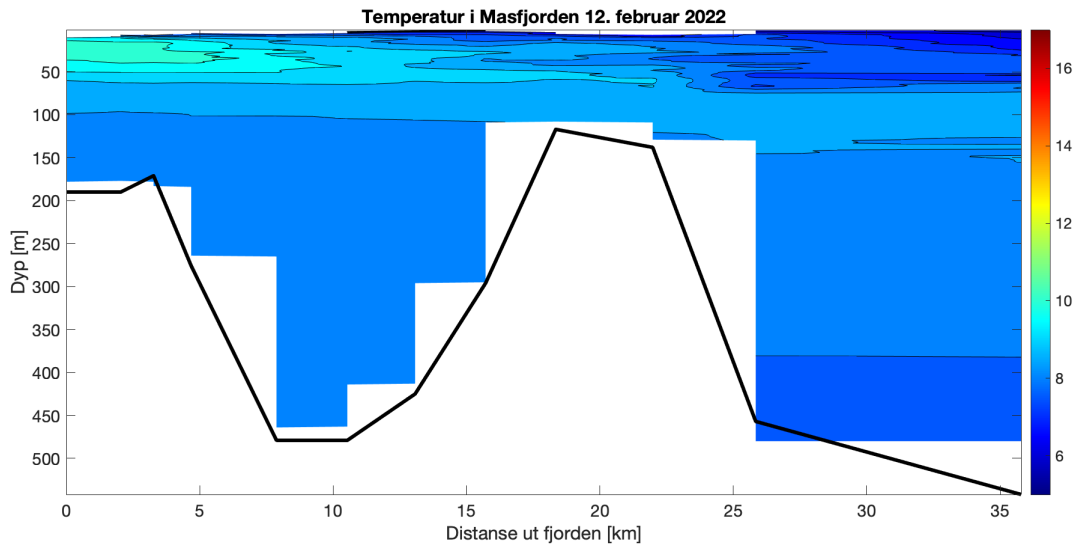


Figur 6.8. Tidsserie fra strømriggeren ved Rosendal fra januar 2021 til januar 2023. Strømhastighet er oppgitt i m/sek. Positive verdier (rødt) er inn fjorden mens negative (blå) er ut. Aksen er ca. 45 grader i forhold til nord (NNV).

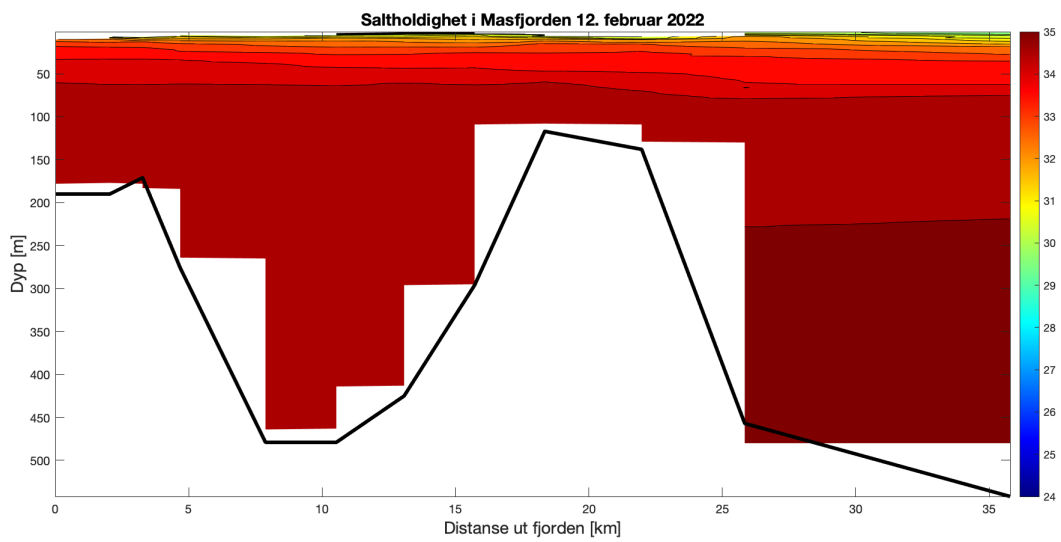
### 6.2.3.2 - Masfjorden



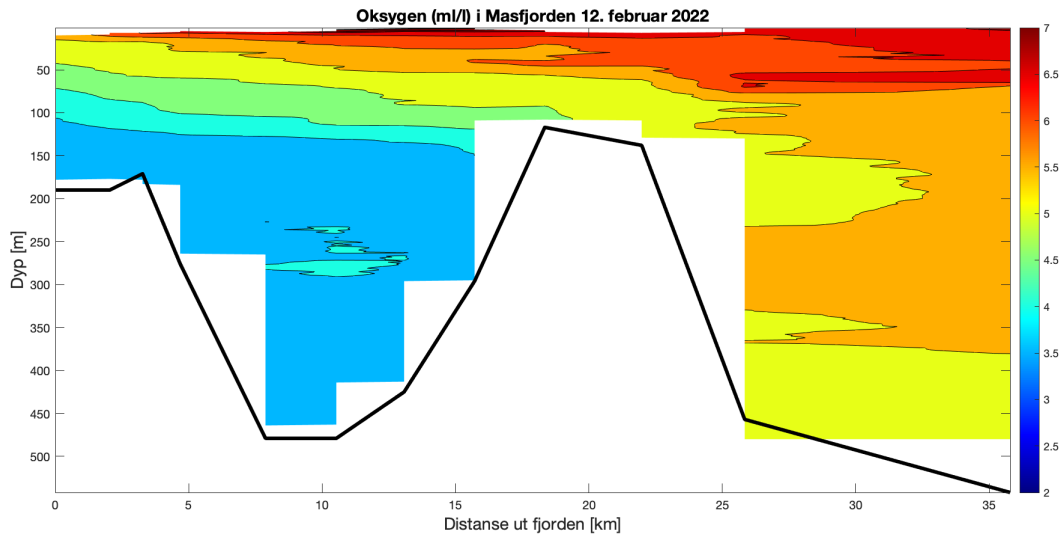
Figur 6.9. Plassering av de faste CTD-stasjonene i Masfjorden og Fensfjorden.



Figur 6.10. Temperatursnitt utover i Masfjorden.

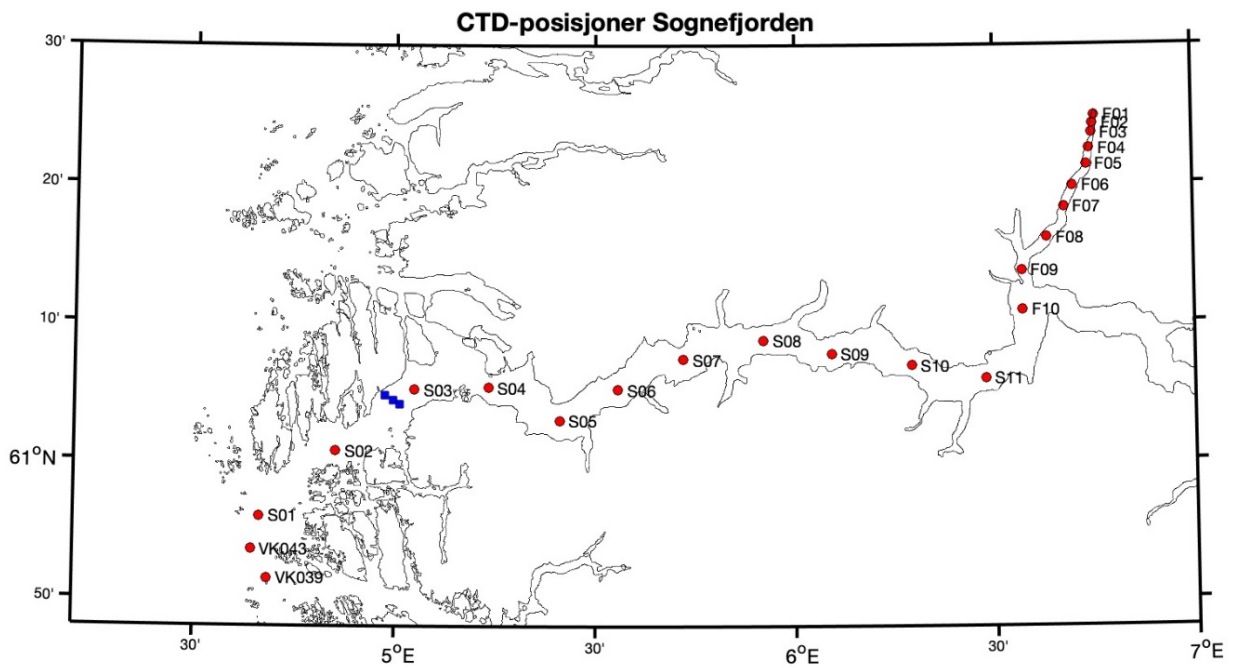


Figur 6.11. Salinitetssnitt utover i Masfjorden.

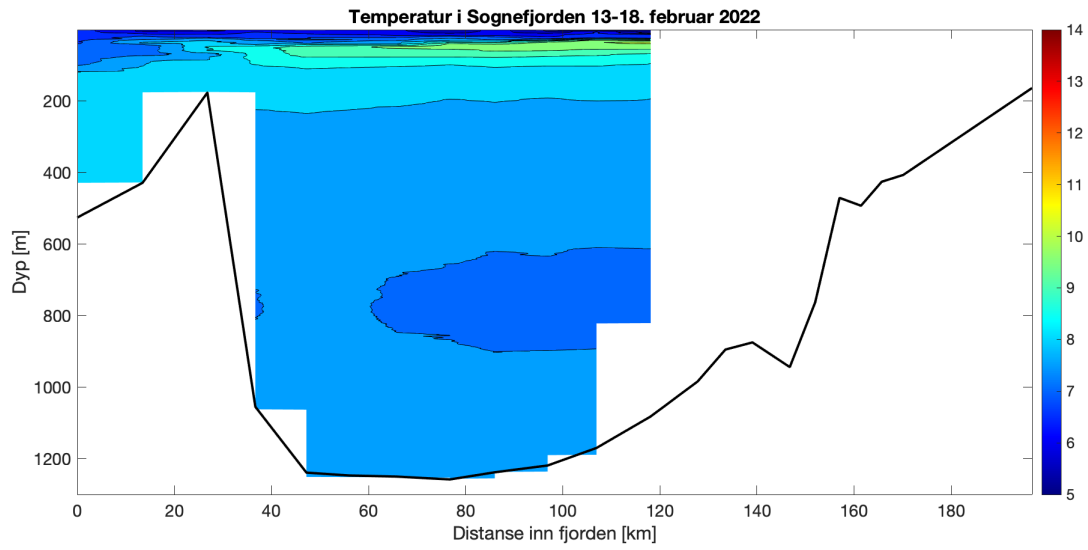


Figur 6.12. Oksygennivå utover i Masfjorden.

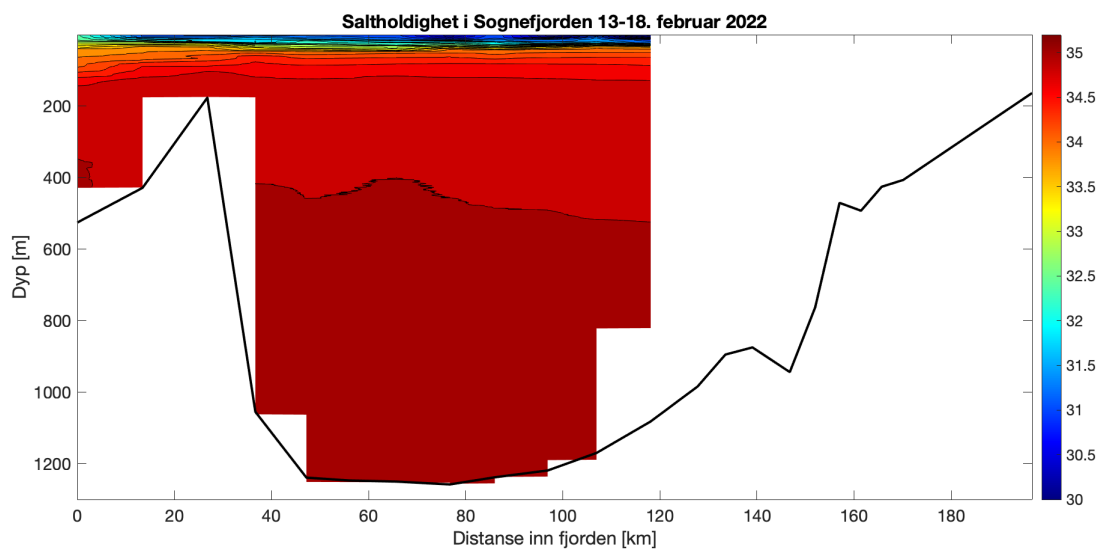
### 6.2.3.3 - Sognefjorden



Figur 6.13. Plassering av de faste CTD-stasjonene i Sognefjorden, inkludert Fjærlandsfjorden.

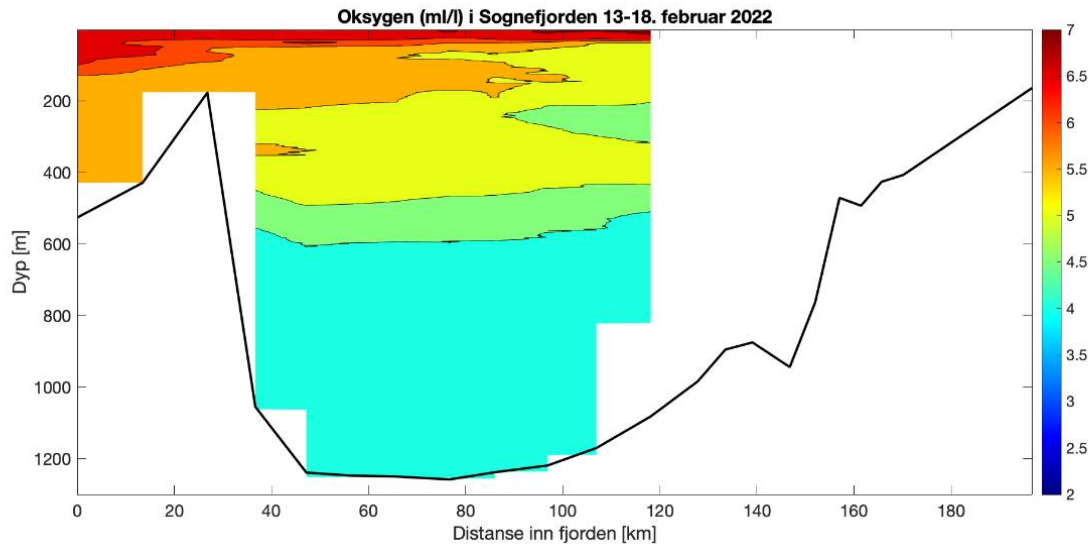


Figur 6.14. Temperatursnitt innover i Sognefjorden.



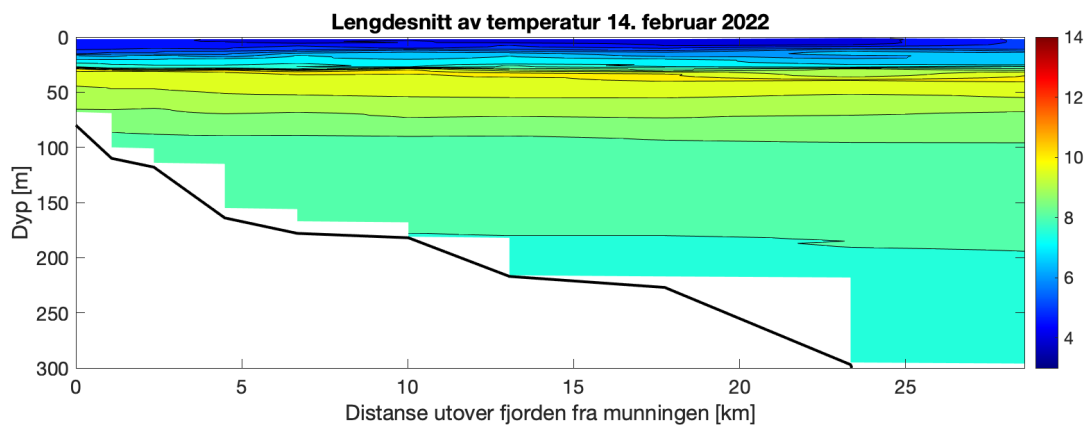
Figur 6.15. Salinitetssnitt innover i Sognefjorden.



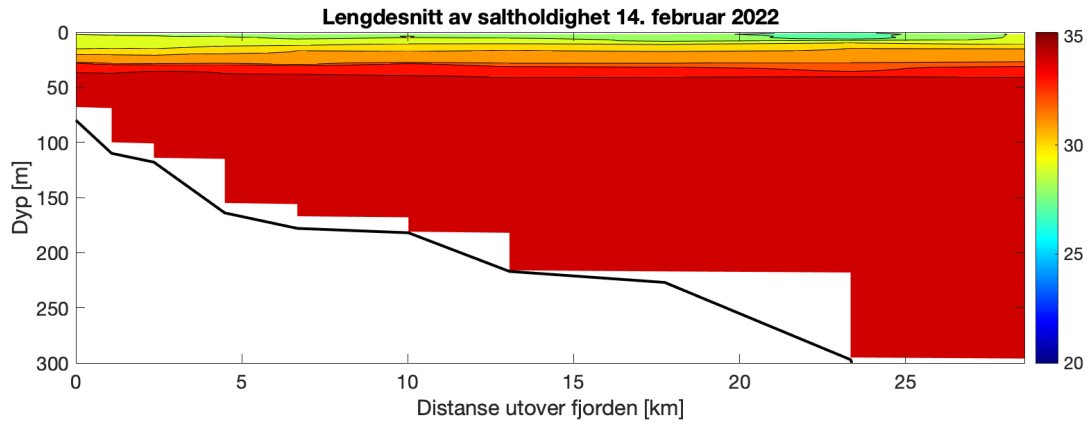


Figur 6.16. Oksygenivå innover i Sognefjorden.

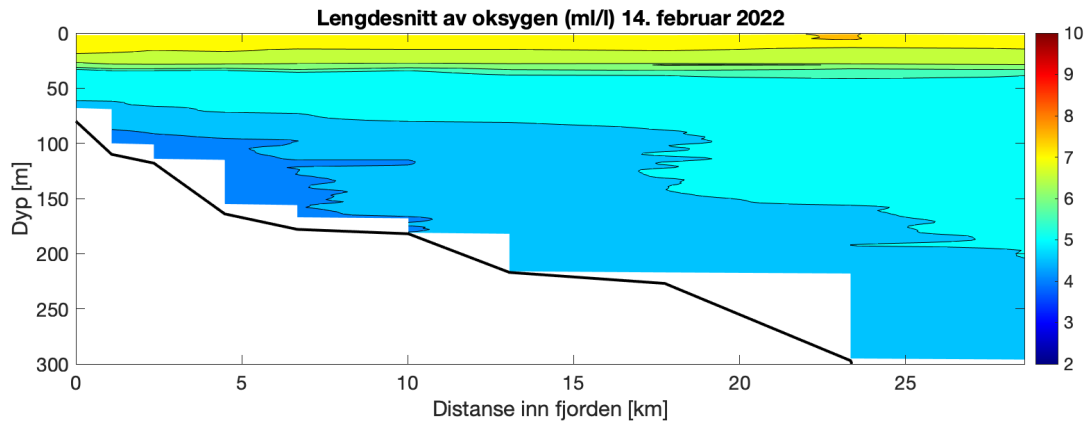
#### 6.2.3.4 - Fjærlandsfjorden



Figur 6.17. Temperaturnytt utover i Fjærlandsfjorden.

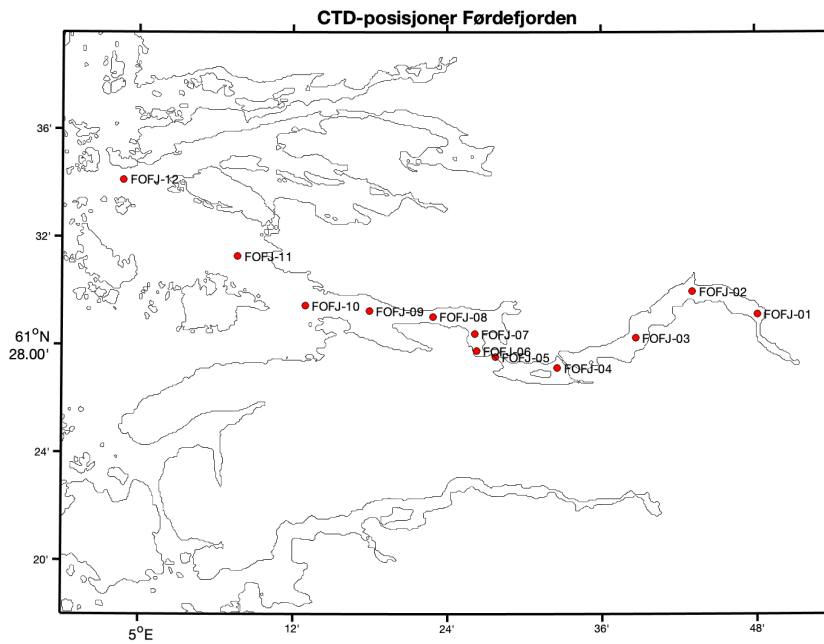


Figur 6.18. Salinitetssnitt utover i Fjærlandsfjorden.

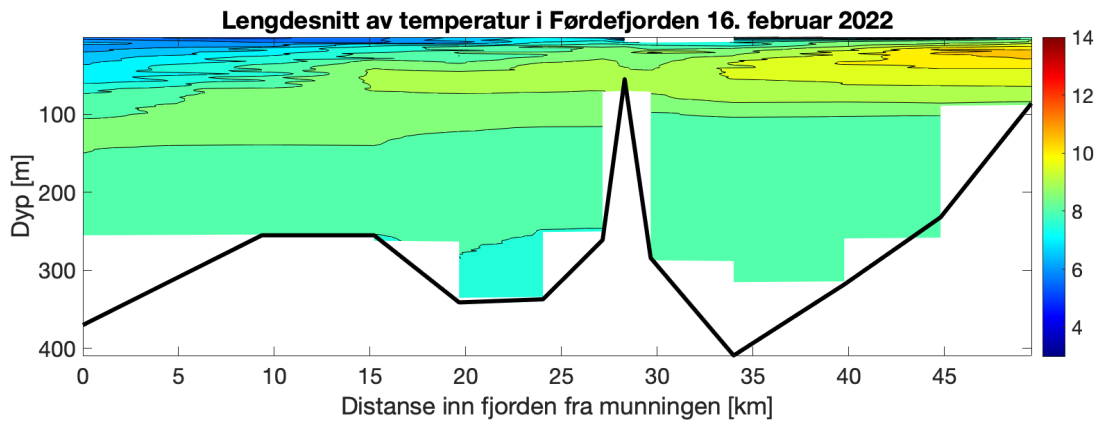


Figur 6.19. Oksygennivå utover i Fjærlandsfjorden.

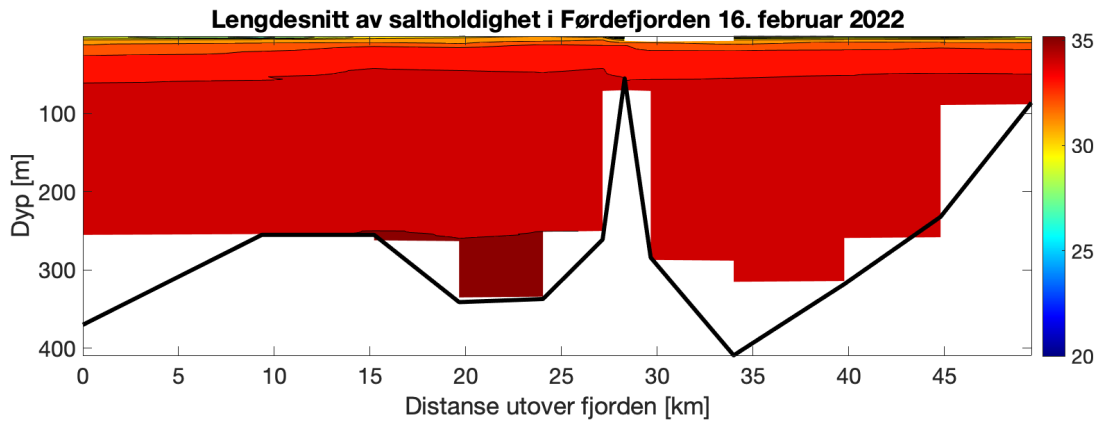
### 6.2.3.5 - Førdefjorden



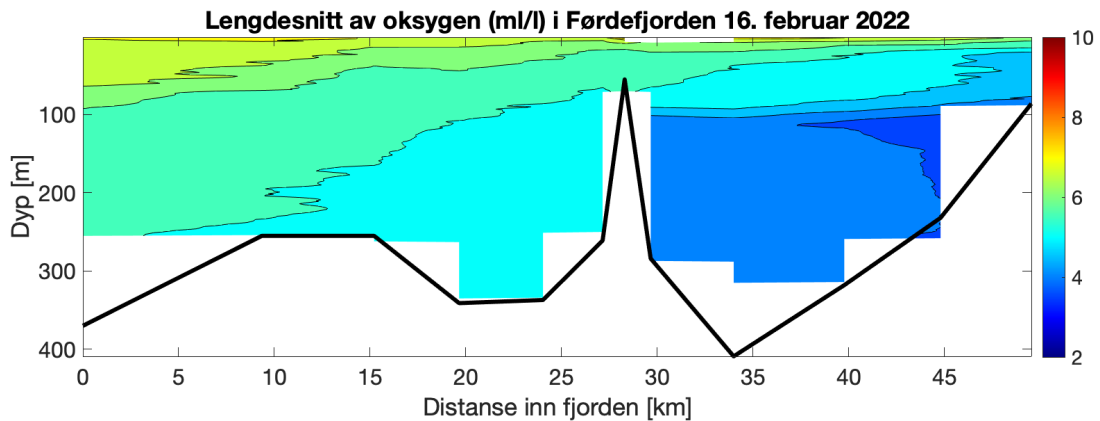
Figur 6.20. Plassering av de faste CTD-stasjonene i Førdefjorden.



Figur 6.21. Temperatursnitt innover i Førdefjorden.



Figur 6.22. Salinitetssnitt innover i Førdefjorden.

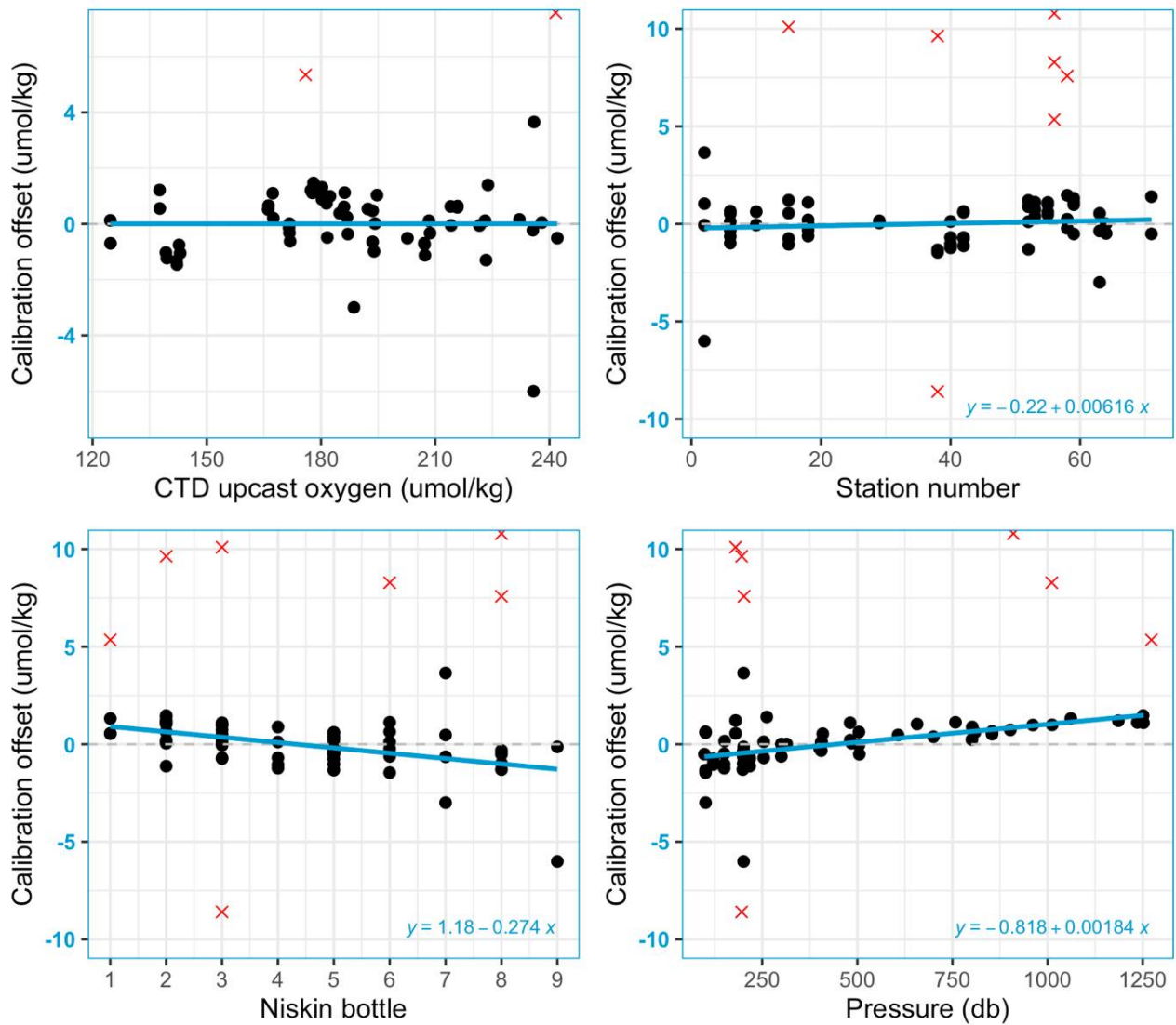


Figur 6.23. Oksygennivå innover i Førdefjorden.

## 6.2.4 - Vannprøver

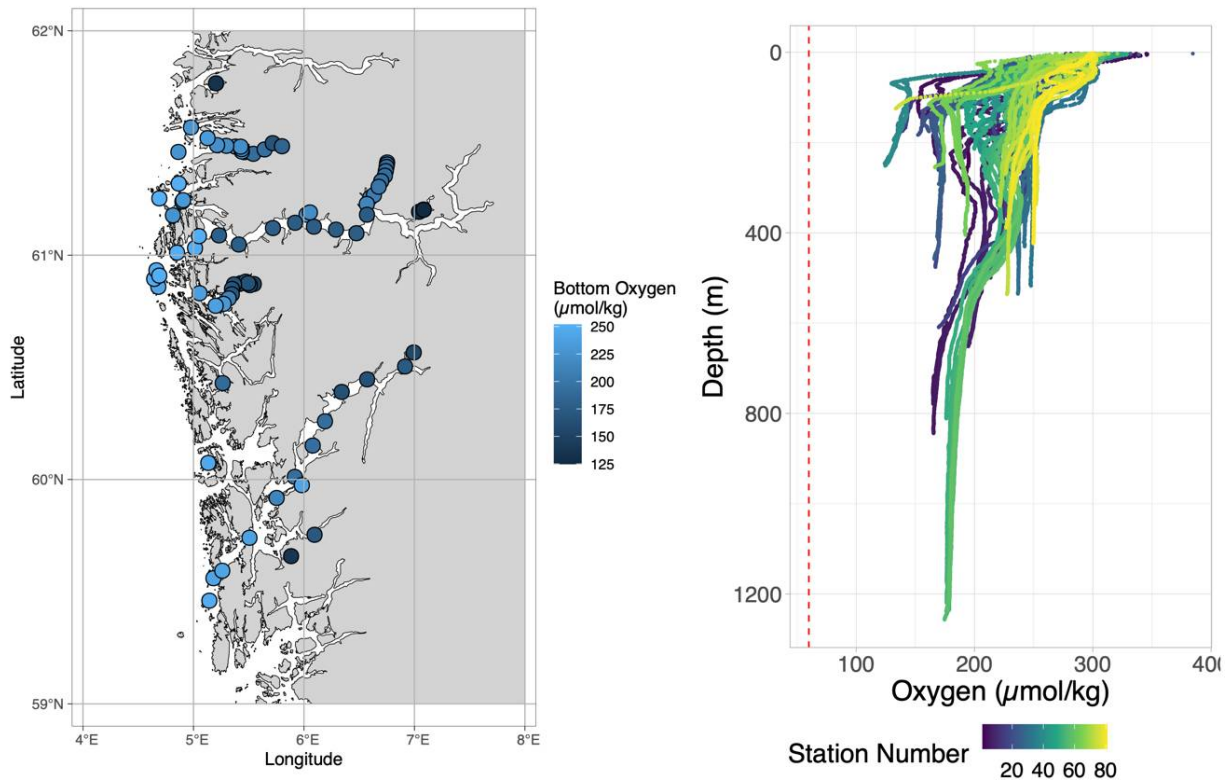
### 6.2.4.1 - Winkler-titrering, oksygenkalibrering og variasjon i oksygeninnhold

Winkler-titreringen muliggjorde eventuelle nødvendige korrigeringer på grunn av mulig drift av oksygensensoren på CTD'en. Sammenligningen mellom den Winkler-målte oksygenkontrasjonen og oksygenkonsentrasjonen rapportert fra CTD'en viste at alle målingene var presise og nøyaktige, noe som viser at oksygensensoren på CTD'en var godt kalibrert. Det var dermed et minimalt behov for korrigering. Det gjennomsnittlige avviket mellom CTD-verdiene og de Winkler-korrigerte oksygenkonsentrasjonene var  $-0,025 \pm 1,281 \text{ umol/kg}$  (Figur 6.24). Det var lite som tydet på en økende sensordrift gjennom toktet (Figur 6.24). Den beregnede ligningen for kalibrering av konsentrasjonen av oppløst oksygen i  $\text{umol/kg}$  er  $y = -1,28 + 1,006x$ , og for oksygenkontrasjon i  $\text{ml/l}$  er ligningen  $y = -0,0295 + 1,006013x$ , der  $x$  er oksygenkontrasjonen rapportert fra CTD'en og  $y$  er den korrigerte oksygenkontrasjonen.



Figur 6.24. Gjennomsnittlig avvik mellom CTD-verdiene (rådata) og de Winkler-kalibrerte oksygenverdiene var minimal ( $< 1 \text{ umol/kg}$ ) (øverst til v.), og den gode sammenhengen mellom rådataene og de kalibrerte verdiene var konsistent for alle CTD-stasjonene (øverst til h.). Avvik per Niskin-flaske og ved økende trykk (db) er vist henholdsvis nede til v. og til h. Datapunkt som ble brukt i oksygenkalibreringen er vist som svarte punkt, mens uteliggere som ble antatt å være feilmålinger og utelatt fra kalibreringen, er vist som røde kryss.

Resultatene viste at bunnvannet i alle de undersøkte fjordene var relativt oksygenrikt. Det var ingen indikasjoner på hypoksiske tilstander på noen av CTD-stasjonene (Figur 6.25). Det kan se ut som om bunnvannet i bassengene i mange av fjordene på Vestlandet ble fornyet i løpet av 2021 (sen vår/tidlig sommer), noe som kan forklare de relativt høye oksygennivåene som ble observert på dette toktet. Vi observerte imidlertid at konsentrasjonen av oppløst oksygen i bunnvannet ble lavere jo lenger inn i fjordene vi kom.

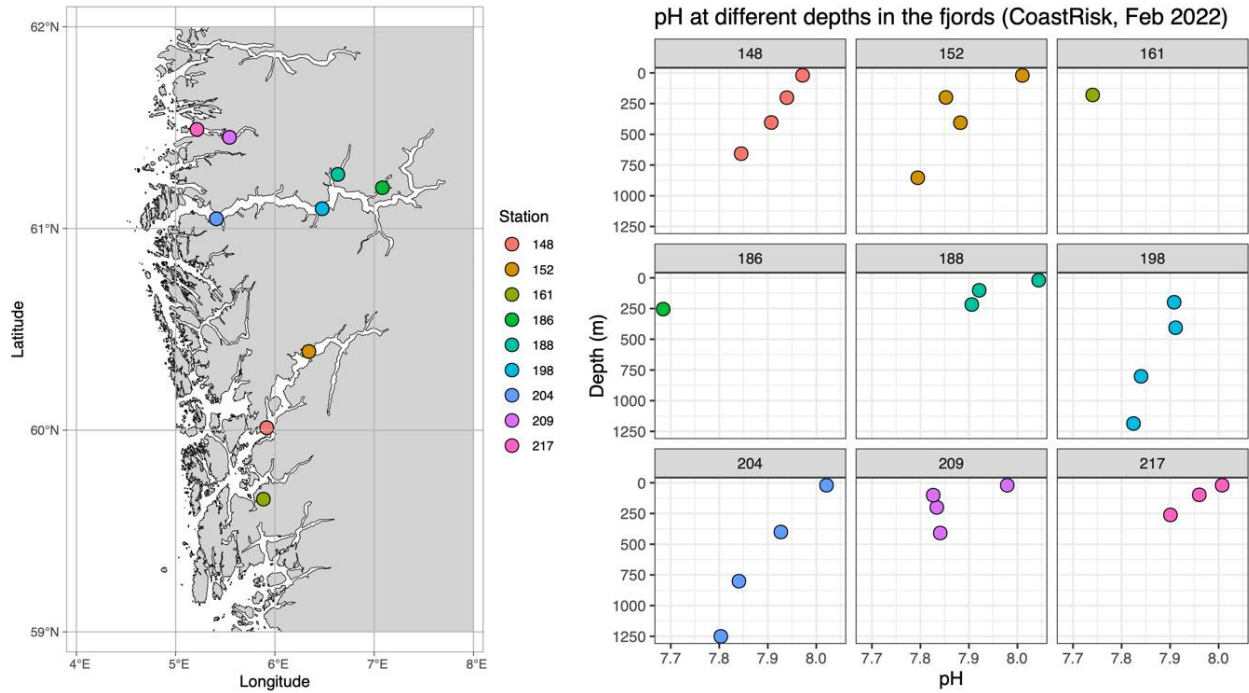


Figur 6.25. Oksygenkontrasjon på bunn (til v.) og vertikale profiler av oppløst oksygen (til h.) for alle CTD-hal på toktet. Den vertikale røde, stiplede linjen i høyre figur indikerer terskelverdi for hypoksi (60  $\mu\text{mol/kg}$ ) og viser at alle CTD-stasjonene lå godt over dette nivået.

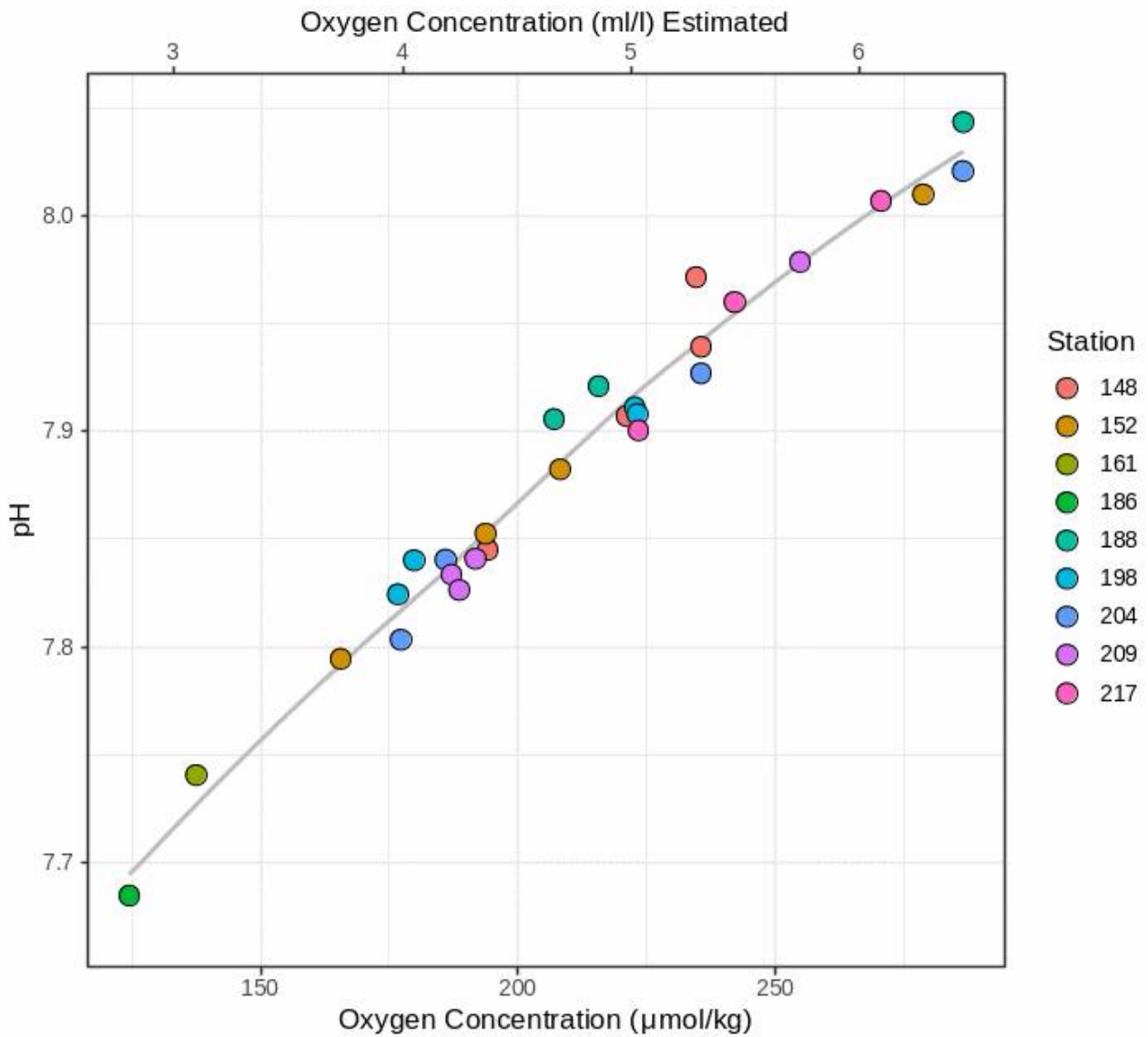
#### 6.2.4.2 - Karbonatkjemi

pH lå generelt på 8 i overflaten og minket nedover i dypet. Den laveste verdien (<7,7) fant vi i bunnvannet på stasjon 186 i den indre delen av Sogndalsfjorden (Figur 6.26). Siden respirasjon forbruker oksygen og produserer  $\text{CO}_2$  er det en sterk positiv sammenheng mellom konsentrasjonen av oppløst oksygen og pH i vannet (Figur 6.27). Oksygenkonsentrasjonen forklarte nesten 98 % av variasjonen i den observerte pH'en over alle de 28 innsamlede vannprøvene (generalized additive model tilpasset vha. R-pakken mgcv).

Kalsiumkarbonat er en viktig bestanddel i skallet til mange sjødyr som koraller, blekkspruter, muslinger og snegler. Metningstilstanden til aragonitt og kalsitt er derfor økologiske relevante parametre. En metningstilstand mindre enn 1 betraktes som undermettet, og kalsittiske eller aragonittiske former av kalsiumkarbonat vil begynne å løses opp under slike forhold. Videre kan en lavere metningstilstand føre til at skalldyr må bruke mer energi på å bygge skallet. Resultatene våre viste at forholdene i toktområdet aldri var undermettet når det kom til kalsitt, og at for aragonitt var det kun tre vannprøver som var undermettet (Figur 6.28). Vannprøven med den laveste metningstilstanden for både kalsitt og aragonitt kom fra stasjon 186 i den indre delen av Sogndalsfjorden (Figur 6.28).

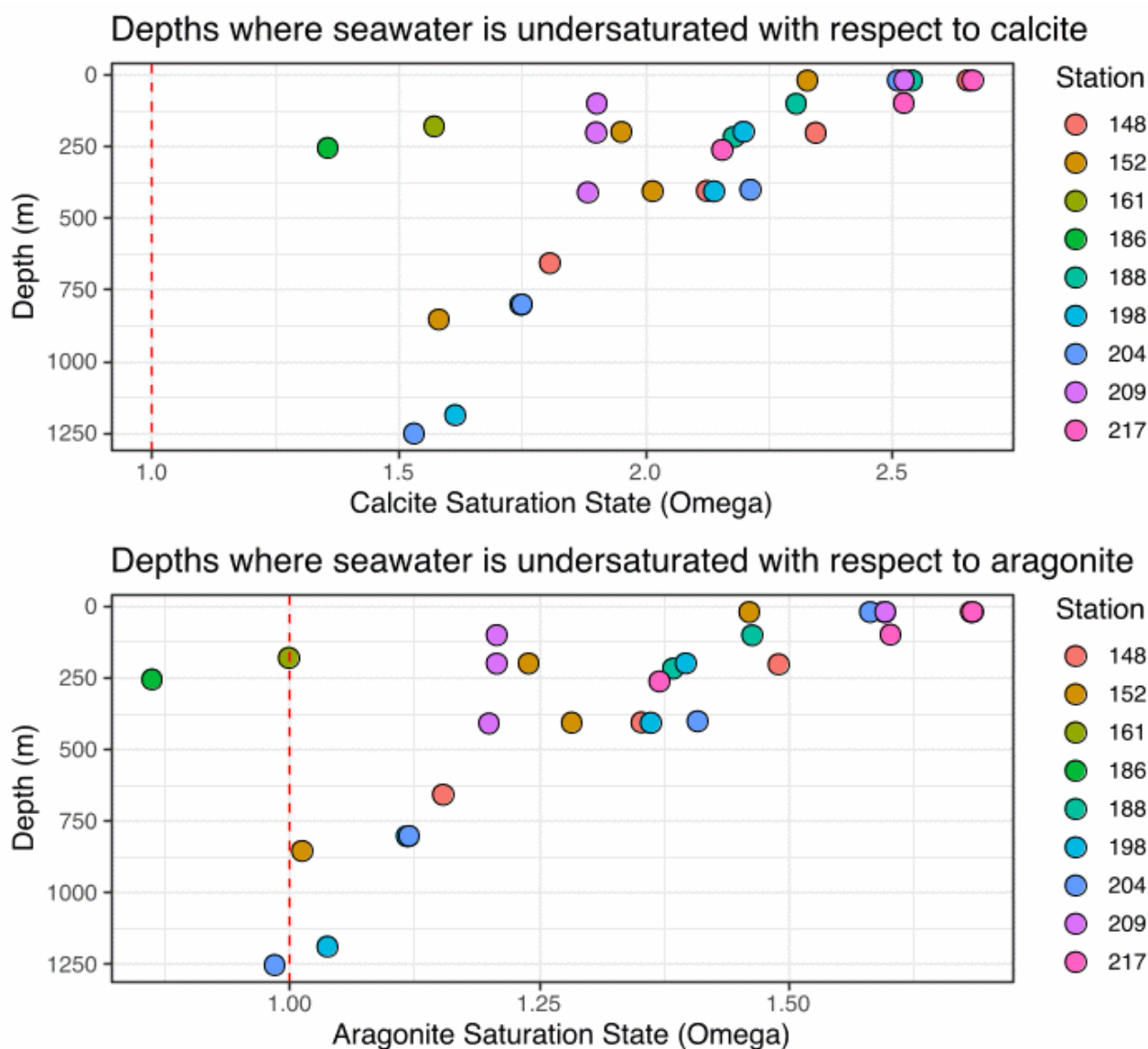


Figur 6.26. CTD-stasjonsnummer og lokasjonene der vannprøvene til karbonatkjemianalysene ble tatt (til v.) og pH på forskjellige dyp i vannsøylen på de enkelte CTD-stasjonene (til h.). De forskjellige stasjonene har forskjellig farge. Prøvene ble tatt på følgende faste CTD-stasjoner: H5\_2 (148), H2\_2 (152) (Hardangerfjorden), S11 (198), S05 (204) (Sognefjorden), F08 (188) (Fjærlandsfjorden), FOFJ\_04 (209) og FOFJ\_10 (217) (Førdefjorden), samt i de to områdene som hadde lavest oksygeninnhold i bunnvannet (dvs. Etnefjorden (161) og den indre delen av Sogndalsfjorden (186)).



Figur 6.27. Sammenhengen mellom konsentrasjon av oppløst oksygen og pH for alle vannprøvene som ble tatt for karbonatkjemi-analyser. Farge på datapunkter indikerer CTD-stasjon. Geografisk plassering av stasjonene er vist i Figur 6.26.





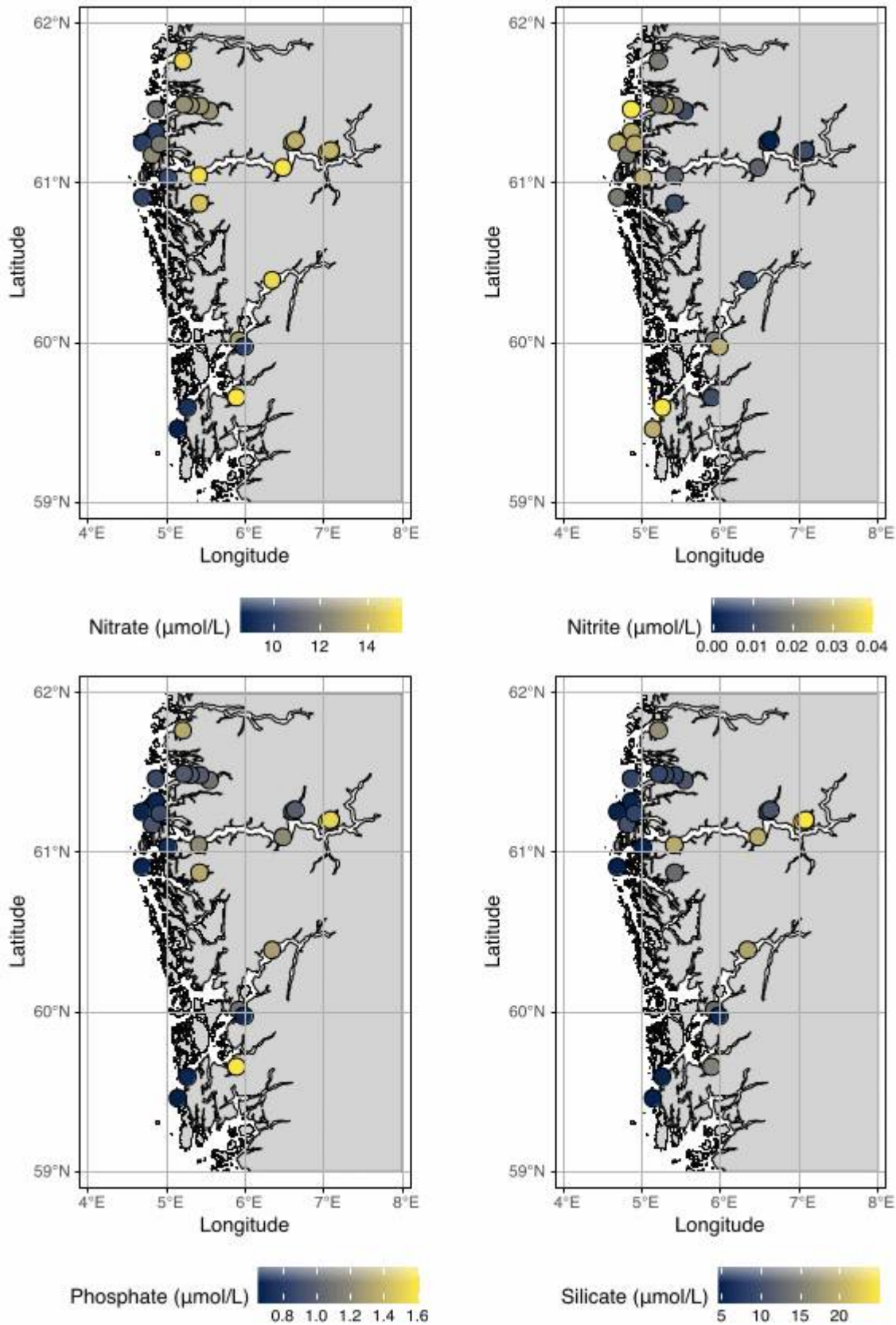
Figur 6.28. Metningstilstanden til kalsitt (øverst) og aragonitt (nederst) for alle stasjoner og dyp. Farge på datapunkter indikerer CTD-stasjon. Geografisk plassering av stasjonene er vist i Figur 6.26. Den stiplede vertikale, røde linjen indikerer  $\Omega = 1$ , der  $\Omega$  er lik metningstilstand. Prøvene til venstre for linjen er undermettet.

#### 6.2.4.3 - Næringssaltanalyser (nitrat, nitritt, fosfat og silikat)

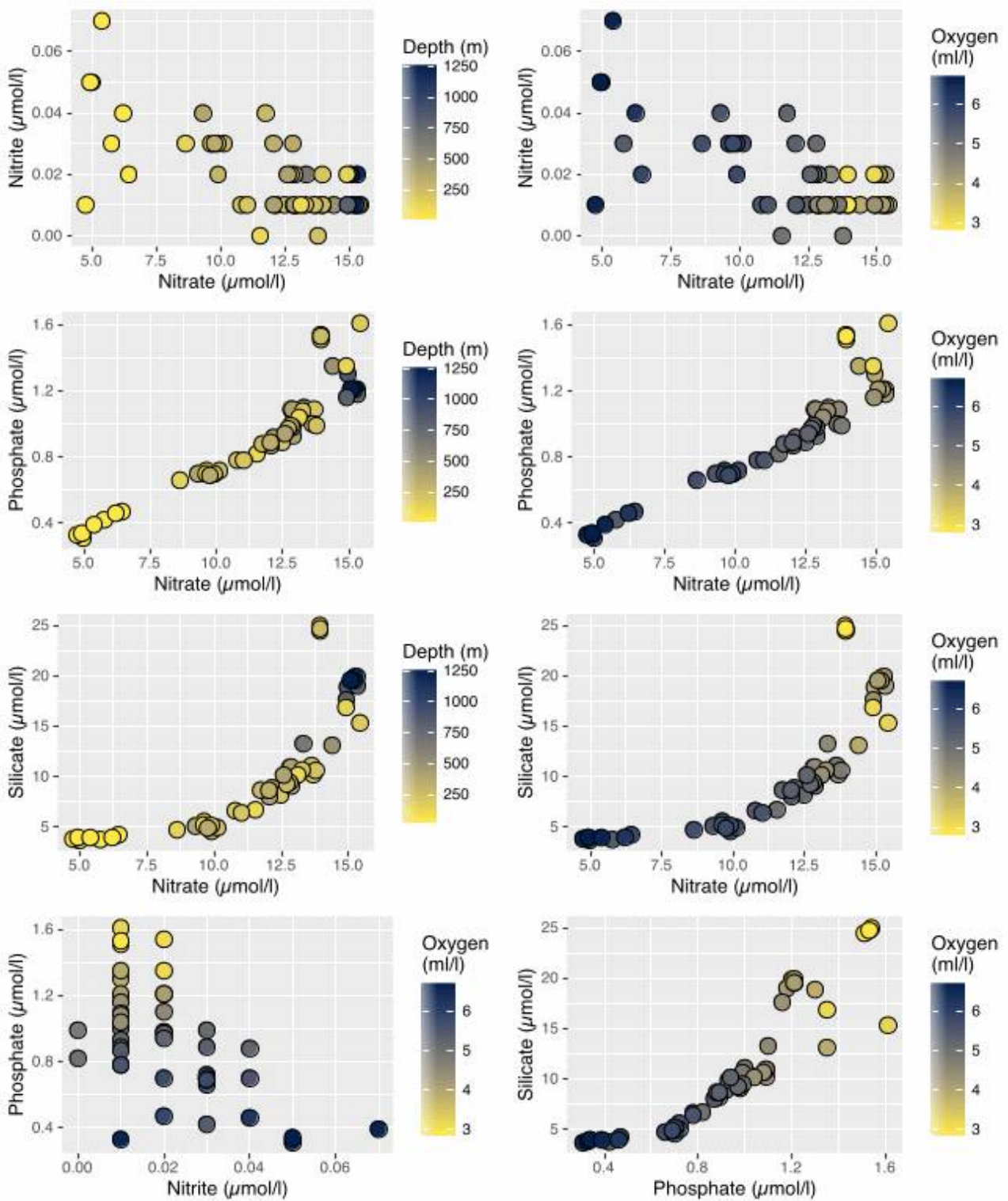
Generelt ble det målt høyere konsentrasjoner av nitrat i bunnvannet i indre deler av fjordene, mens høyere konsentrasjoner av nitritt i bunnvannet ble målt på stasjonene nærmere kysten eller offshore (Figur 6.29). Høyere konsentrasjoner av både fosfat og silikat ble målt i bunnvannet i de innerste delene av fjordene (Figur 6.29).

Sammenhengen mellom nitrat og nitritt var negativ, men noen grunne stasjoner hadde lave konsentrasjoner av både nitrat og nitritt (Figur 6.30). Konsentrasjonen av nitrat øker i dypere og mer oksygenfattig vann (Figur 6.30). Det var en sterk positiv lineær sammenheng mellom konsentrasjonen av nitrat og fosfat, der vannprøver med lavt oksygeninnhold hadde høye konsentrasjoner av både nitrat og fosfat (Figur 6.30). Det var også en positiv sammenheng mellom nitrat og silikat, selv om denne sammenhengen ikke var lineær; vannprøver fra større dyp og med lavt oksygeninnhold hadde høyere nitrat- og silikatkonsentrasjoner (Figur 6.30). Det var en negativ sammenheng mellom nitritt- og fosfatkonsentrasjoner og en positiv sammenheng mellom fosfat og

silikat (Figur 6.30).



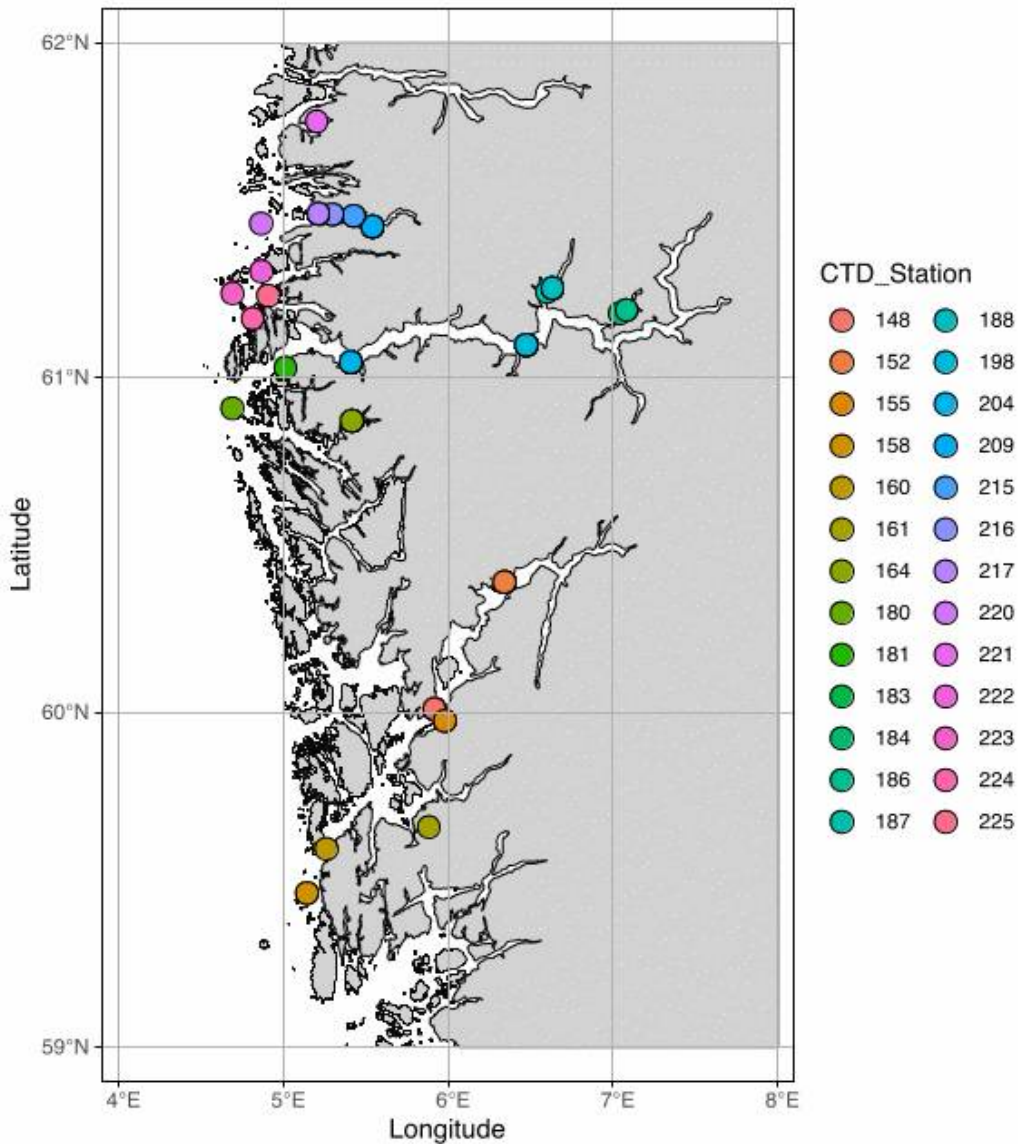
Figur 6.29. Konsentrasjonen av nitrat, nitritt, fosfat og silikat i bunnvannet på de sju faste CTD-stasjonene med utvidet vannprøvetaking, på alle bunntrålstasjoner, samt i Masfjorden. Prøvene ble tatt på følgende faste CTD-stasjoner: H5\_2 (148), H2\_2 (152) (Hardangerfjorden), S11 (198), S05 (204) (Sognefjorden), F08 (188) (Fjærlandsfjorden), FOFJ\_04 (209), FOFJ\_10 (217) (Førdefjorden), og M05 (Masfjorden).



Figur 6.30. Sammenheng mellom målte næringssaltkonsentrasjoner, og dyp og oksygenkonsentrasjon.

#### 6.2.4.4 - Sporstoffer

Figur 6.31 viser hvor vannprøvene for sporstoffanalysene ble tatt. Følgende grunnstoff ble ikke funnet i noen av vannprøvene: aluminium, arsenikk, kobolt, europium, lantan, nikkel, bly, vanadium og yttrium. Alle prøvene ble tynnet ut 1:10 før analysene, og det er mulig at sporstoff som ikke ble funnet, likevel var tilstede i svært lave konsentrasjoner som instrumentet ikke klarte å detektere etter uttynningen. Tabell 6.1 viser en oppsummering av minimum, maksimum og gjennomsnittlige konsentrasjoner for hvert av stoffene som ble funnet i vannprøvene.



Figur 6.31. CTD-stasjoner der det ble tatt vannprøver for sporstoffanalyser. Farge på datapunkter indikerer CTD-stasjon. Prøvene ble tatt på følgende faste CTD-stasjoner: H5\_2 (148), H2\_2 (152) (Hardangerfjorden), S11 (198), S05 (204) (Sognefjorden), F08 (188) (Fjærlandsfjorden), FOFJ\_04 (209), FOFJ\_10 (217) (Førdefjorden), og M05 (164) (Masfjorden), samt på alle bunntålstasjoner.

Tabell 6.1. Minimum, maksimum og gjennomsnittlige konsentrasjoner for alle sporstoffene som ble funnet og målt under toktet. Ppm indikerer at konsentrasjonen er oppgitt i «parts per million» (deler per million) (mg/l) og ppb indikerer at konsentrasjonen er oppgitt i «parts per billion» (deler per milliard) (ug/l).

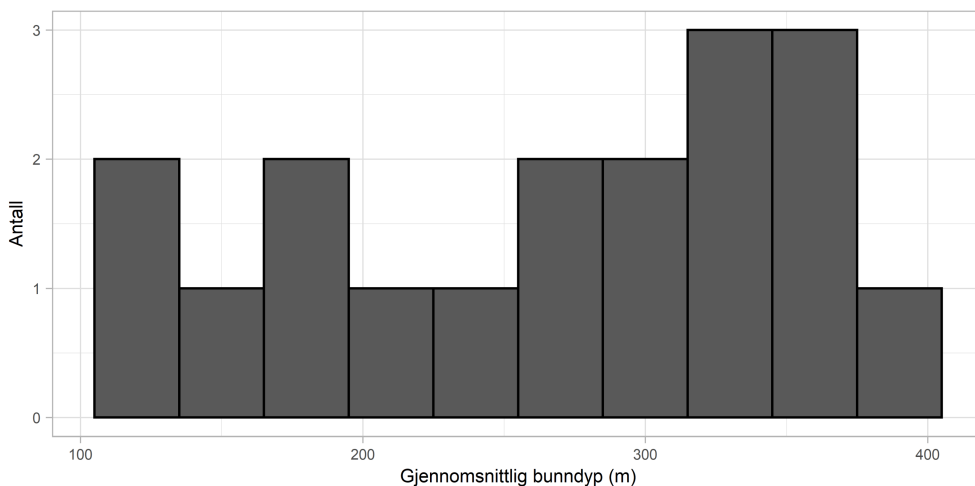
	Minimum	Maksimum	Gjennomsnitt
Bor (ppb)	3666	4461	4076
Barium (ppb)	0	23,3	0,271
Kalsium (ppm)	349,1	402,2	383
Krom (ppb)	0	47,3	1,6
Kopper (ppb)	0	26	8,477
Jern (ppb)	0	4152	120
Kalium (ppm)	324,4	376,7	357,9
Litium (ppb)	153,9	176,1	169,5
Magnesium (ppm)	1167	1349	1288
Mangan (ppb)	0	35,6	0,814
Natrium (ppm)	9557	11104	10637
Svovel (ppm)	781	927,3	878,2
Silisium (ppb)	0	706,2	189,5
Strontium (ppb)	6410	7480	7056
Sink (ppb)	0	32	0,37



## 6.3 - Biologiske data

### 6.3.1 - Bunndyp

Figur 6.32 viser fordeling av bunndyp for de 18 bunnrålstasjonene. Det grunneste bunndypet undersøkt på toktet, var på 43,6 meter (tobisfelt), og det dypeste det ble trålt på var 639 meter (MultiNet).



Figur 6.32. Histogram som viser bunndyp på alle bunnrålstasjoner med Campelen-trålen.

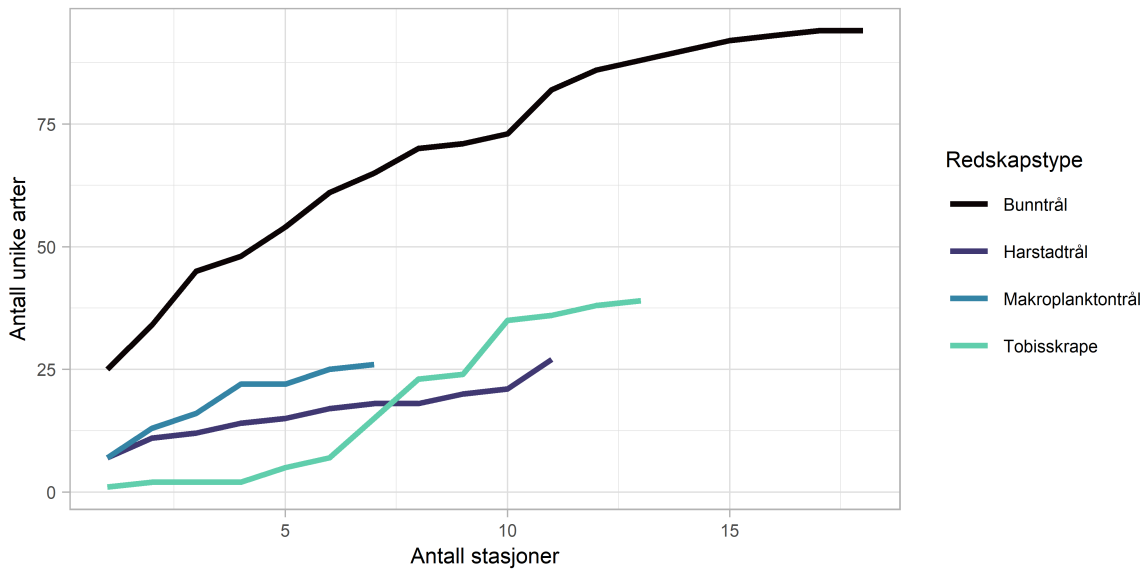
### 6.3.2 - Fangstsammensetning

Det ble registrert 131 arter og artsgrupper under toktet, inkludert kategorier som fremmedlegeme og tang og tare (Vedlegg 7). Noen av de registrerte kategoriene er imidlertid overlappende som langfingerkreps og trollhummer, eller delvis overlappende som glassreker, glassreke, rødglassreke og Pasiphaeidae. Campelen-trålen fanget det høyeste antallet arter/artsgrupper (Figur 6.33). På tobisfeltene vest av Vågsøy og Bremangerlandet var det en mye større artsriktighet enn på feltene ved Utsira. Mange av benthos-artene i skrapetrekene ble bare bestemt til gruppe (f.eks. sjøstjerner, svømmekrabber, svamper, eremittkreps og børsteormer), så artsrikdommen i tobisskraperen var høyere enn det Figur 6.33 viser.

Havmus og kronemaneten *P. periphylla* dominerte fangstene mht. biomasse (Figur 6.34). Andre arter som dominerte fangstene i vekt var pigghå, svarthå, kolmule og norsk storkrill. På 2021-toktet i vestlandsfjordene var det *P. periphylla* som totalt dominerte den totale fangstvekten (Zimmermann mfl. 2021). *P. periphylla* ble best fanget av Makroplanktontrålen, som ble tauet fra bunn og opp til overflaten (skråhal), mens de største fangstene av norsk storkrill ble fanget av Harstad-trålen som ble tauet horisontalt i de øvre 50 metrene. En del svarthå stod pelagisk og ble fanget av Harstad-trålen. Laksesild forekom på flest stasjoner (30) (Figur 6.35), etterfulgt av norsk storkrill. Av større fisk var det svarthå som forekom på flest stasjoner, etterfulgt av havmus, hågjel og kolmule. Rekearten *Dichelopandalus bonnieri* (familie Pandalidae) forekom også på mange stasjoner. I november 2021 var glassreker den artsgruppen som forekom på flest stasjoner, mens svarthå, kolmule, laksesild og smørflyndre også ble tatt på mange stasjoner (Zimmermann mfl. 2021).

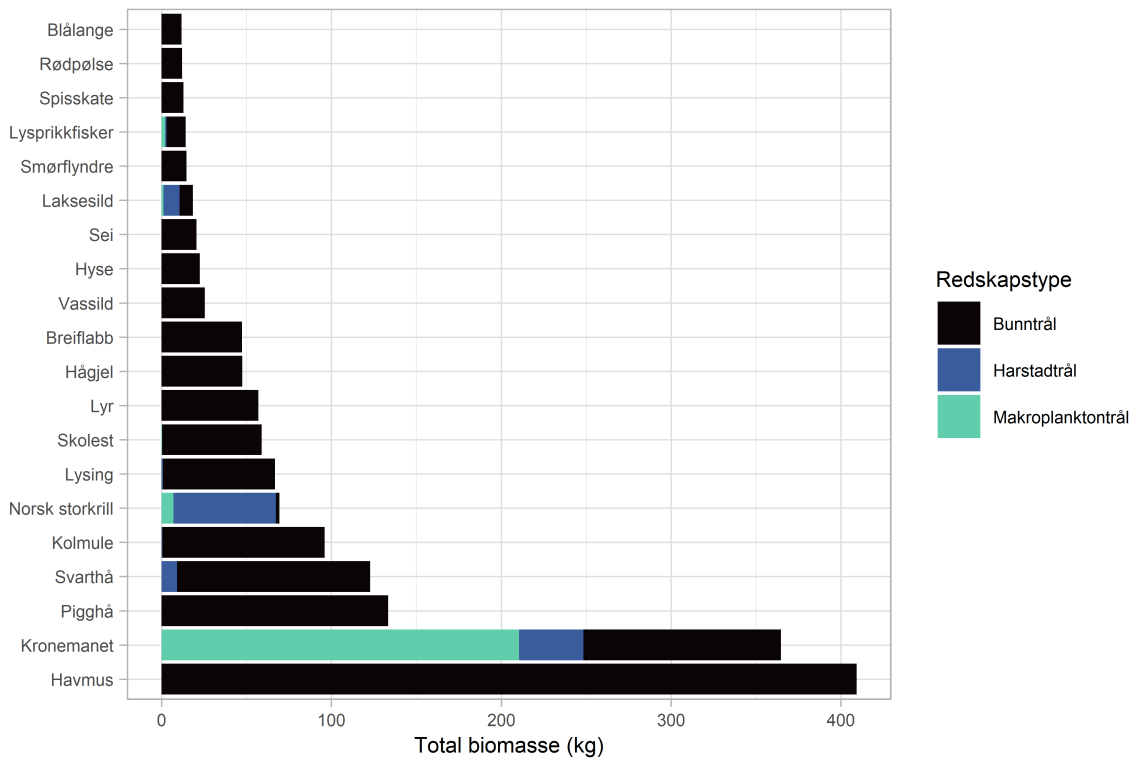
Shanon-Wiener diversitetsindeks ble beregnet for hvert trålhal, basert på andelen av hver art/artsgruppe i vekt (Figur 6.36). Indeksen beregner diversitet basert på antall arter og hvor jevnt antallet/biomassen er fordelt på artene. Artsdiversiteten var gjennomgående høyere på bunnrålstasjonene sammenlignet med de andre redskapene (Figur 6.36), men en del av benthosfangsten i tobisskraperetrekene ble ikke opparbeidet til art slik at artsdiversiteten var høyere her enn det resultatene viser. Bunnrålstasjonen med den høyeste

diversitetsindeksen var stasjonen i det planlagte deponiområdet i Førdefjorden. Diversiteten i området rett vest for det planlagte dumpingområdet var også blandt de høyeste på toktet. Andre bunntålstasjoner med høy artsdiversitet lå i Etnefjorden, i Buefjorden (ved Lammetun), Aldefjorden (øst av Værlandet) og på rekefeltet «Røværifjorden» vest for Haugesund.

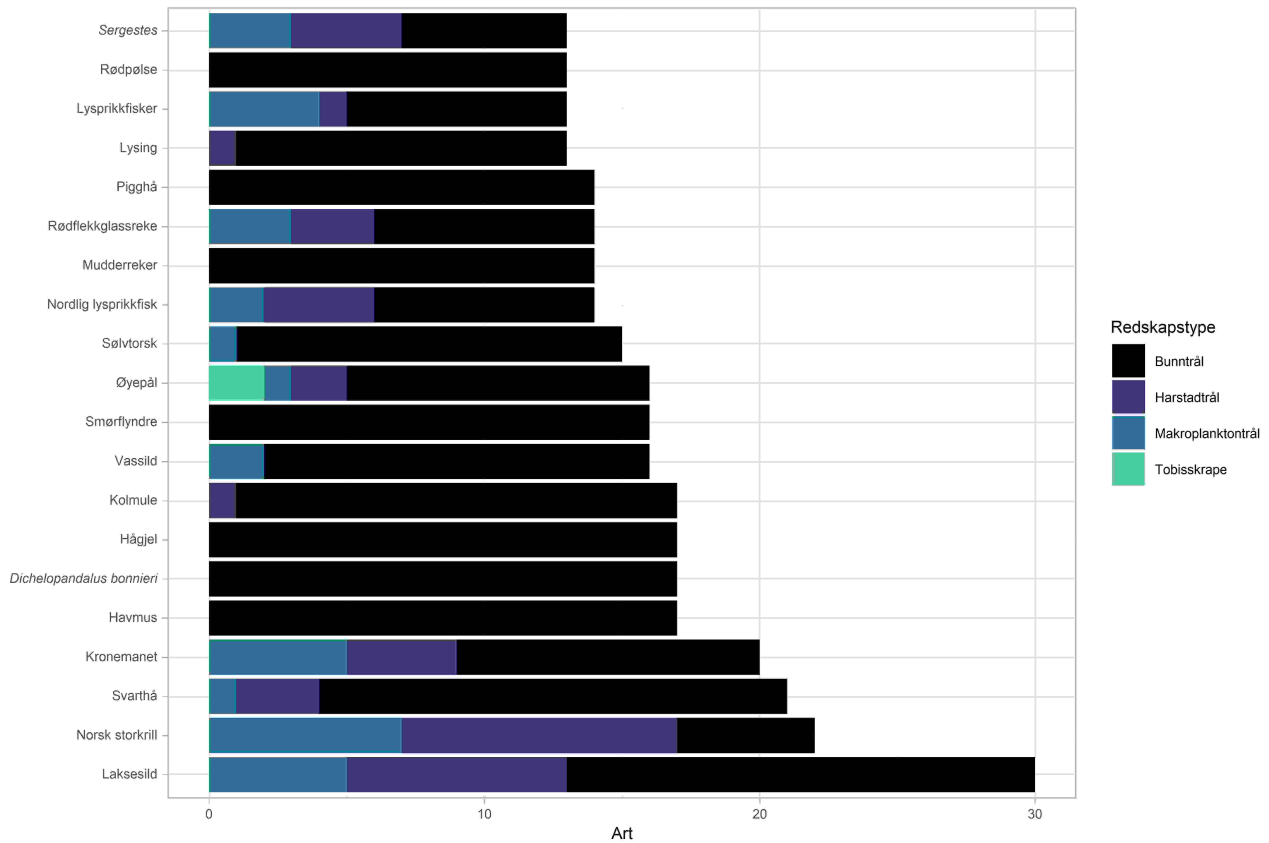


Figur 6.33. Kumulativt antall arter per antall stasjoner, for alle redskapstyper. Arter er her det laveste taksonomiske nivået som ble bestemt og inkluderer noen artsgrupper (f.eks. sjøstjerner) som kan inkludere mer enn én art.

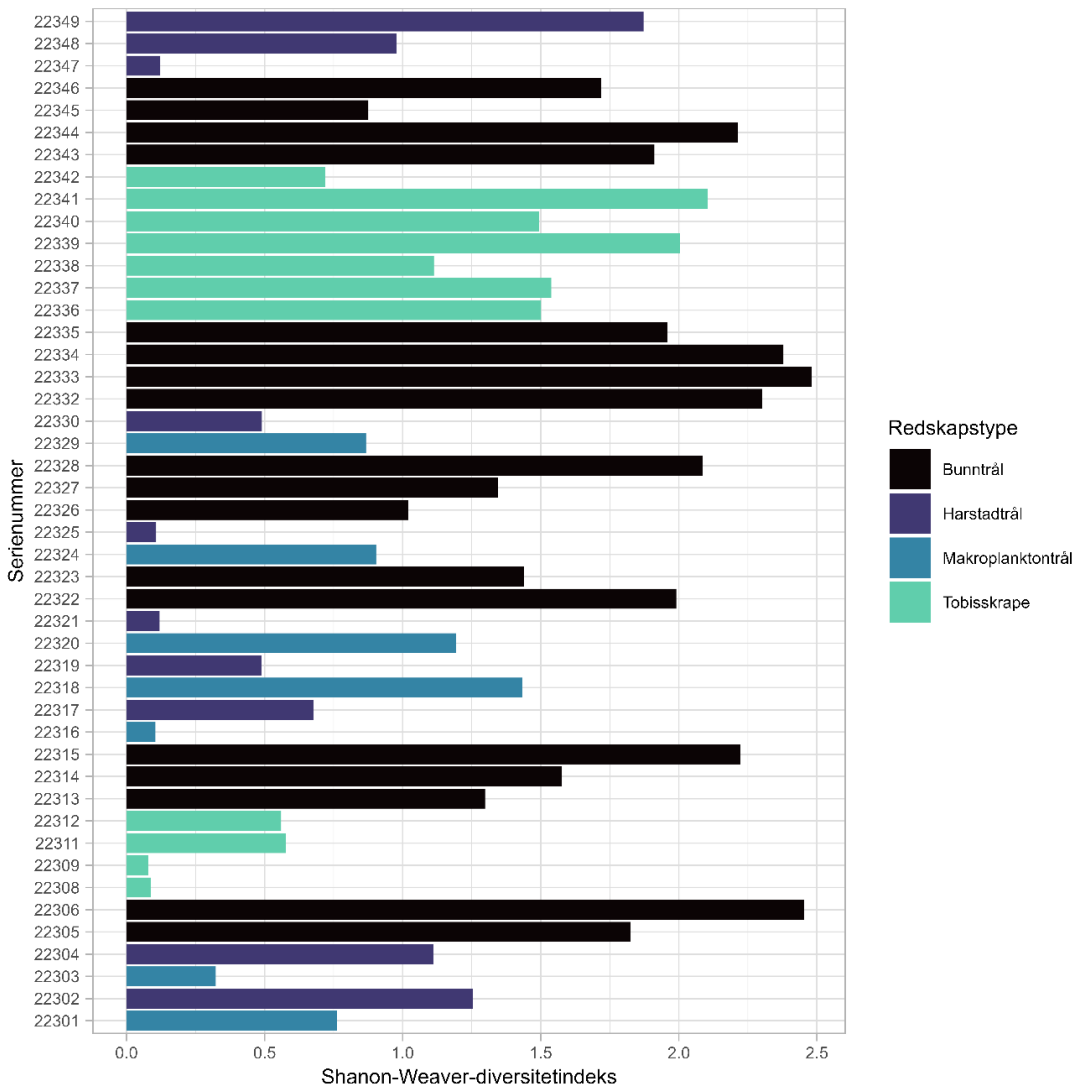




Figur 6.34. De 20 artene med høyest forekomst basert på totalbiomasse på hele toktet, per redskapstype. Arter er her det laveste taksonomiske nivået som ble bestemt og inkluderer artsgruppen lysprikkfisker som kan inkludere mer enn én art. Figuren er basert på fangst fra 18 bunnetrålstasjoner, 11 hal med Harstad-trål og sju hal med Makroplanktontrål.



Figur 6.35. De 20 artene med høyest forekomst basert på antall stasjoner med forekomst, per redskapstype. Arter er her det laveste taksonomiske nivået som ble bestemt og inkluderer noen artsgrupper (mudderreker, lysprikkfisker, Sergestes) som kan inkludere mer enn én art. Figuren er basert på fangst fra 18 bunntålstasjoner, 11 hal med Harstad-trål, sju hal med Makroplanktontrål og 13 skrapetrekk på tobisfelt.

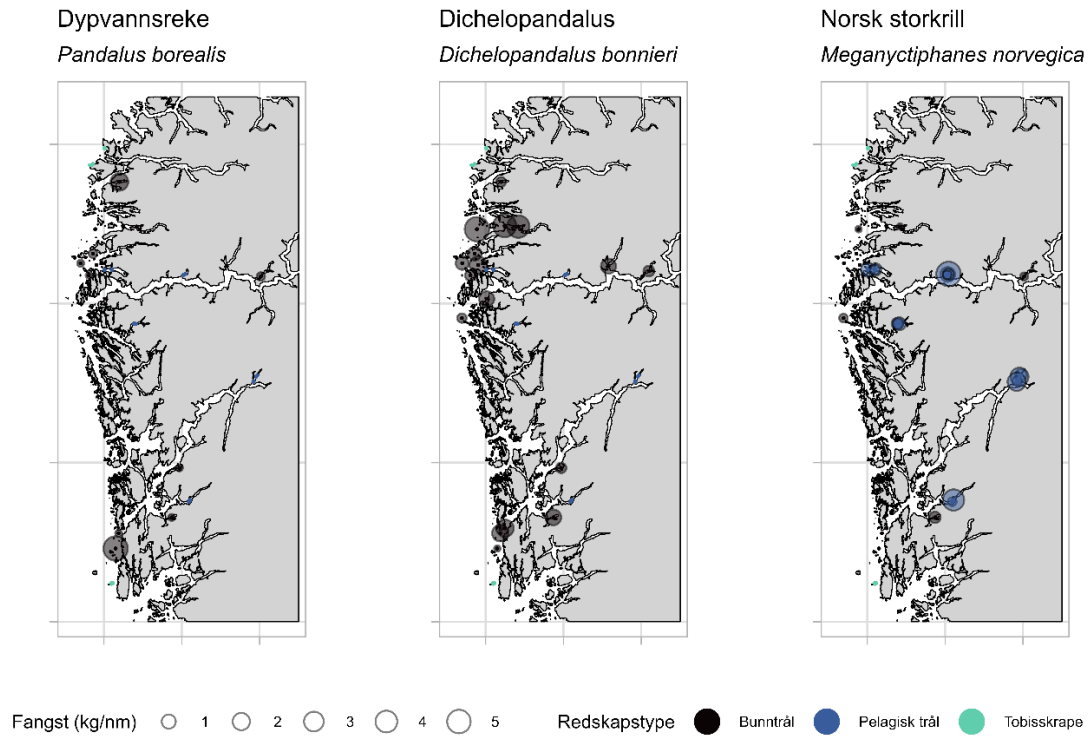


Figur 6.36. Shannon-Wiener diversitetsindeks per stasjon. Stasjoner uten diversitet (kun én art) vises ikke. På stasjon (serienummer) 22307 og 22310 ble det kun fanget havsil; på stasjon 22331 ble det kun fanget laksesild. De seks høyeste indeksene ble funnet vest av Haugesund (22306), i Etnefjorden (22315), Buefjorden (22332), det planlagte dumpingområdet i Førdefjorden (22333), vest i Førdefjorden (22334) og i Aldefjorden (22344).

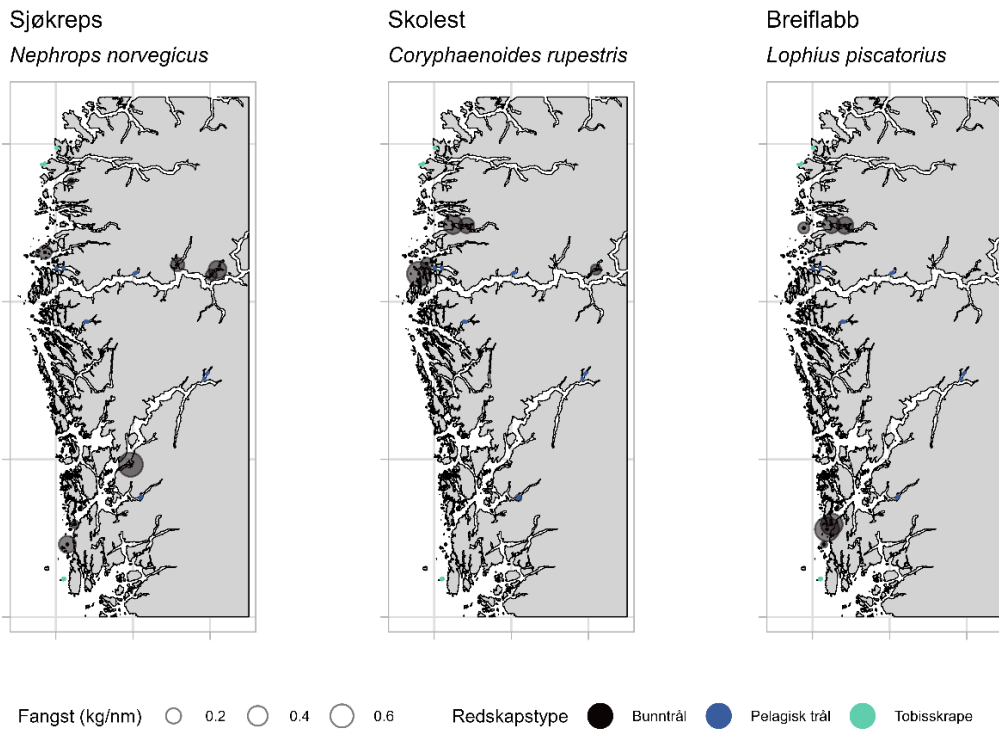
### 6.3.3 - Artsfordelinger

Dypvannsreken ble funnet i større antall kun på to stasjoner på toktet: nordvest av Haugesund (rekefelt «Røværfjorden») og på rekefeltet «Nordgulen» ved Svelgen i Bremanger (Figur 6.37, Vedlegg 8, 9). *D. bonnieri* var jevnere fordelt utover hele toktområdet. Norsk storkrill ble også funnet i hele toktområdet. Krill ble først og fremst fanget i Harstad-trålen og forekom på alle krillstasjonene. Sjøkreps forekom på åtte av de 18 bunntrålstasjonene, også på stasjonene inne i Sognefjorden (Figur 6.38). Denne arten fanges generelt dårlig av bunntrål. To av de beste fangstene av skolest og breiflabb fikk vi i Førdefjorden, både i det planlagte deponiområdet og litt lenger vest i fjorden (Figur 6.38). Det var veldig lite torskefisk i fangstene, og torsk forekom ikke (Figur 6.39). Det ble tatt totalt ti blålange, hvorav to i det planlagte deponiområdet og to rett vest av deponiområdet. Brisling forekom først og fremst i pelagiske redskaper inne i Åkrafjorden og Osafjorden (Figur 6.40). Sild ble fanget både i pelagisk trål og i Campelen-trålen, både langt inne i fjordene og ytterst i Bømlafjorden. Kolmule fantes stort sett i hele toktområdet, med de største fangstene nord for Sognefjorden. Vassild, lysprykkfisk og øyepål forekom spredt over hele området (Figur 6.41). Det samme gjorde lysing, havmus

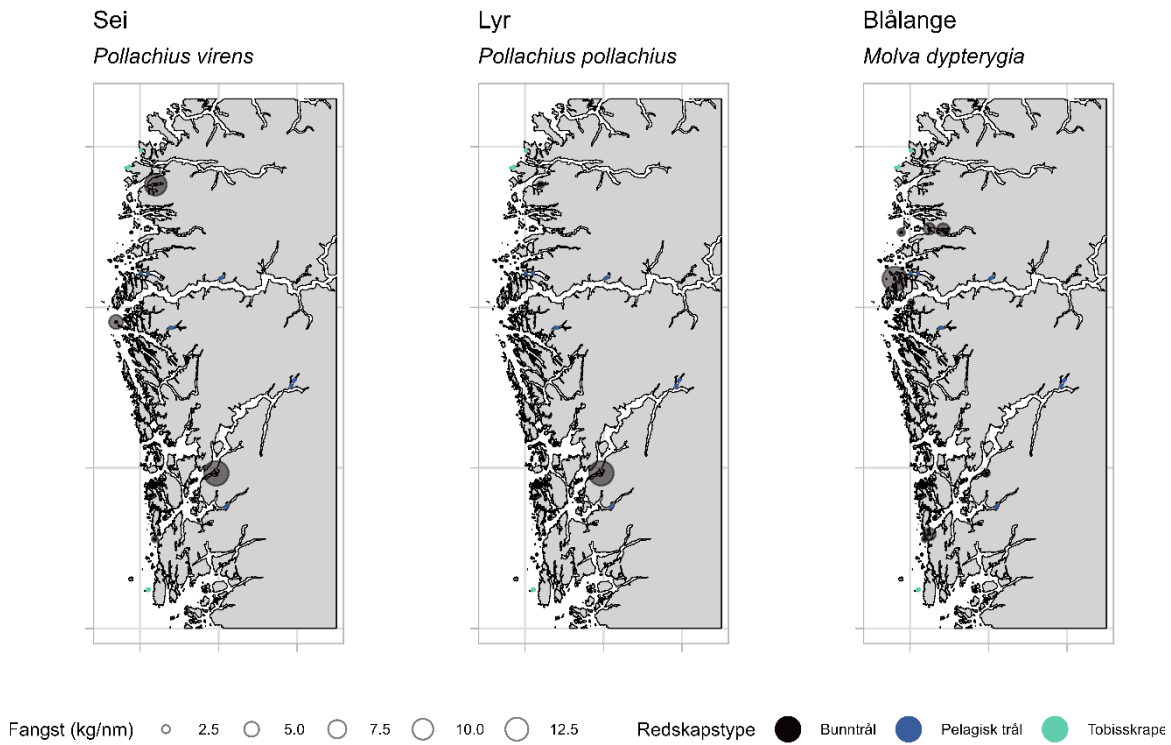
og haifiskartene (Figurer 6.42, 6.43). Kronemaneten *P. periphylla* hadde også en vid utbredelse i hele toktområdet (Figur 6.42).



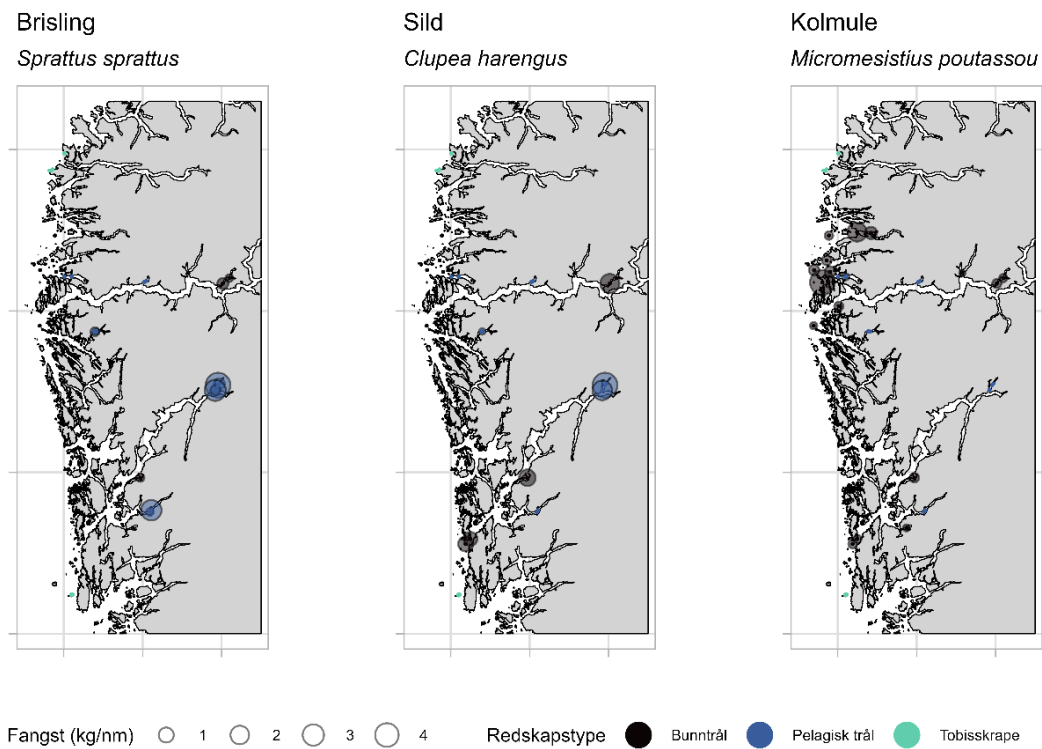
Figur 6.37. Fangstfordeling skalert på standardisert fangstvekt (fangst i kg per trålt nm) for dypvannsreke, *Dichelopandalus bonnieri* og norsk storkrill.



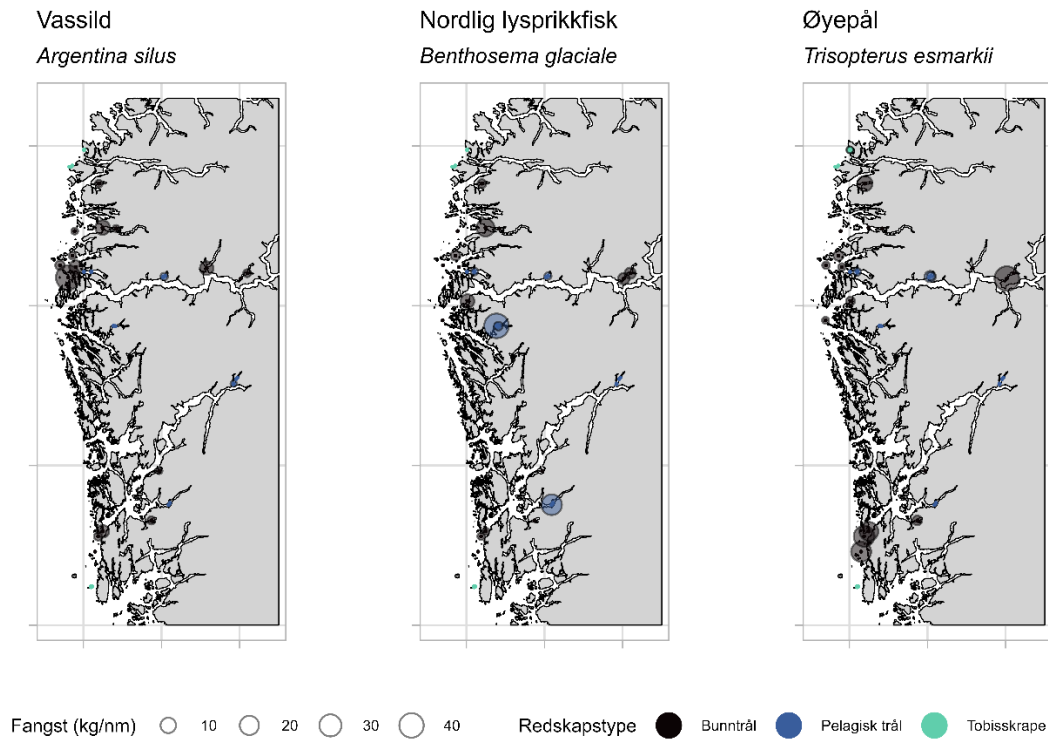
Figur 6.38. Fangstfordeling skalert på standardisert fangstvekt (fangst i kg per trålt nm) for sjøkreps, skolest og breiflabb.



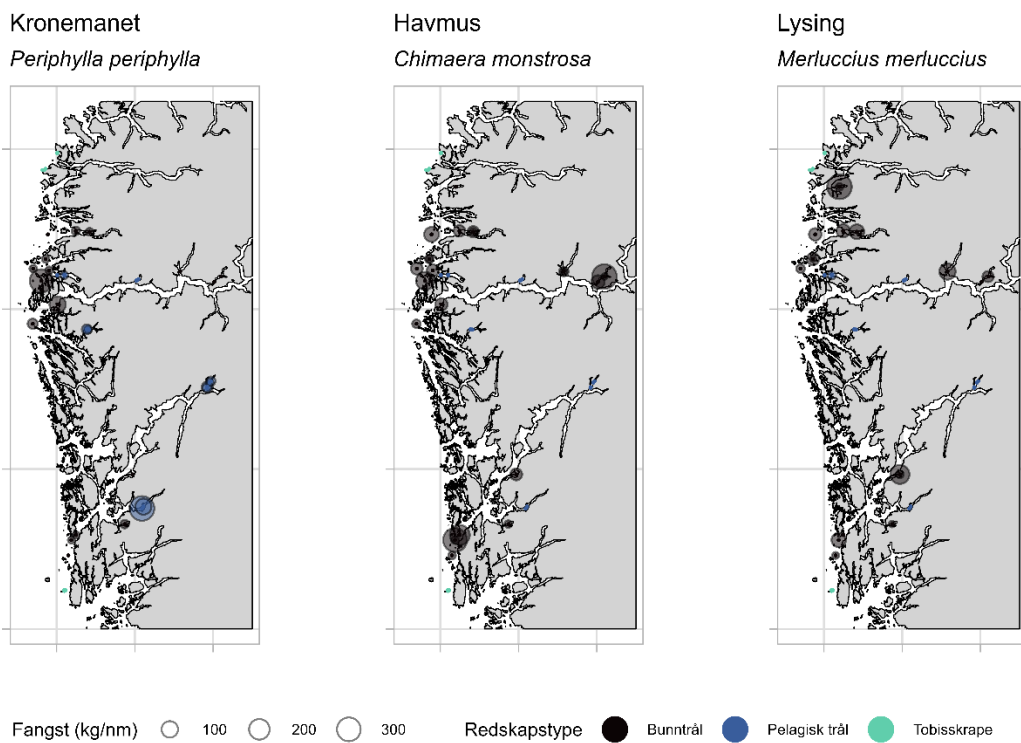
Figur 6.39. Fangstfordeling skalert på standardisert fangstvekt (fangst i kg per trålt nm) for sei, lyr og blålange.



Figur 6.40. Fangstfordeling skalert på standardisert fangstvekt (fangst i kg per trålt nm) for brisling, sild og kolmule.



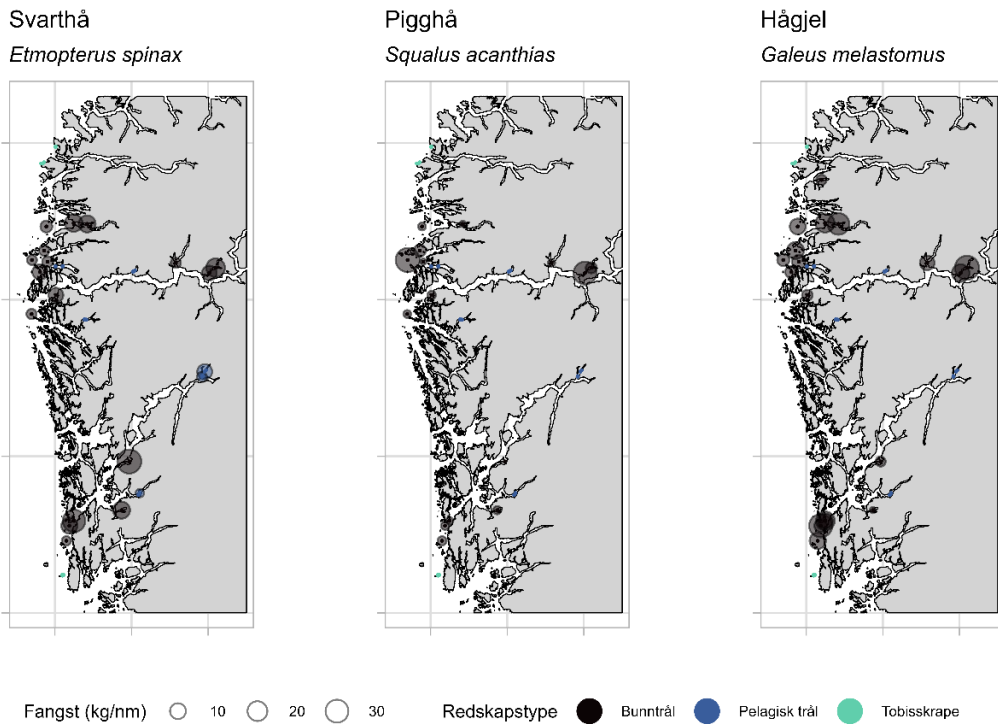
Figur 6.41 Fangstfordeling skalert på standardisert fangstvekt (fangst i kg per trålt nm) for vassild, nordlig lysprikkfisk og øyepål.



Figur 6.42. Fangstfordeling skalert på standardisert fangstvekt (fangst i kg per trålt nm) for kronemanet, havmus og lysing.



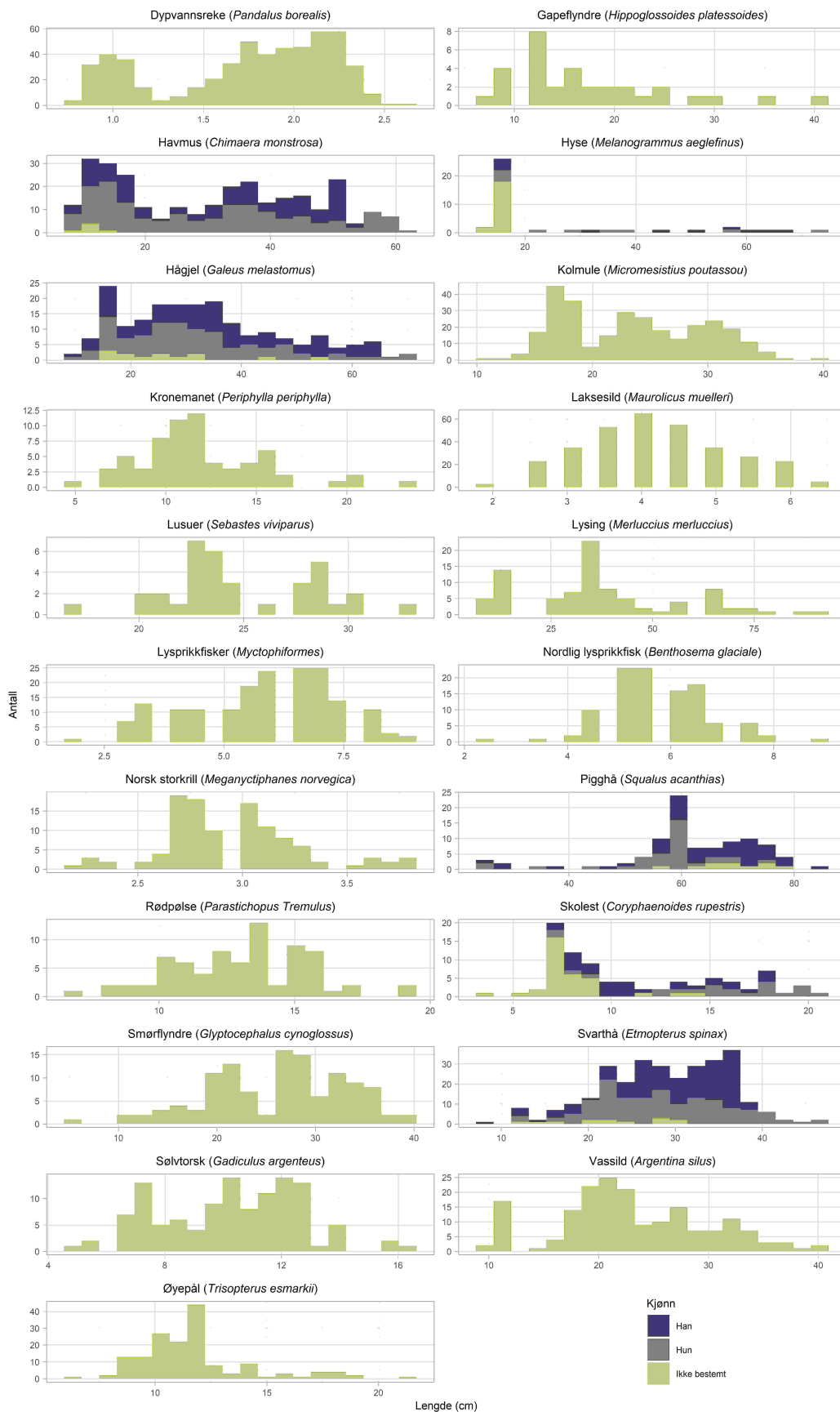




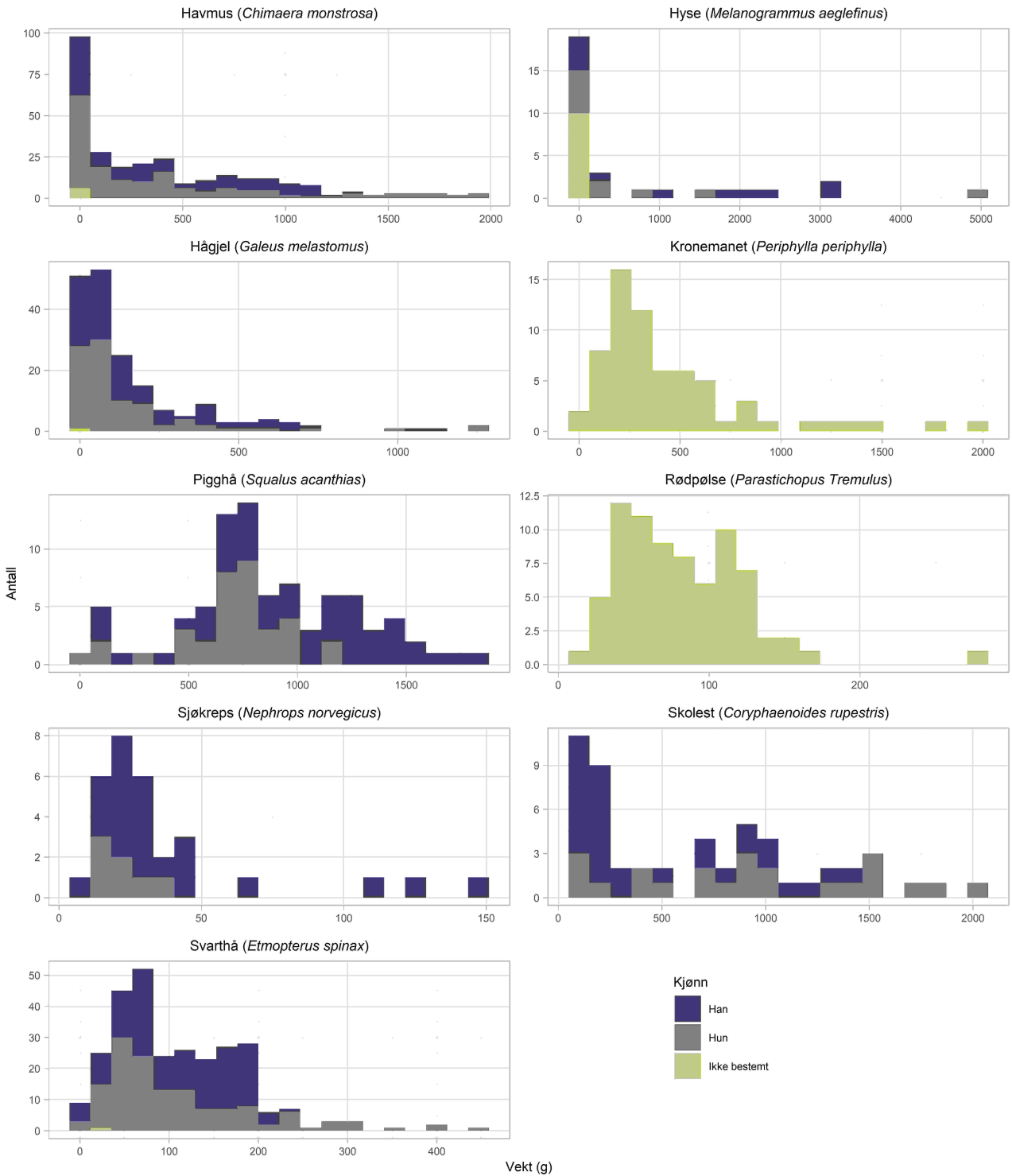
Figur 6.43. Fangstfordeling skalert på standardisert fangstvekt (fangst i kg per trålt nm) for svarthå, pigghå og hågjel.

### 6.3.4 - Lengde og vekt i bunntålhal

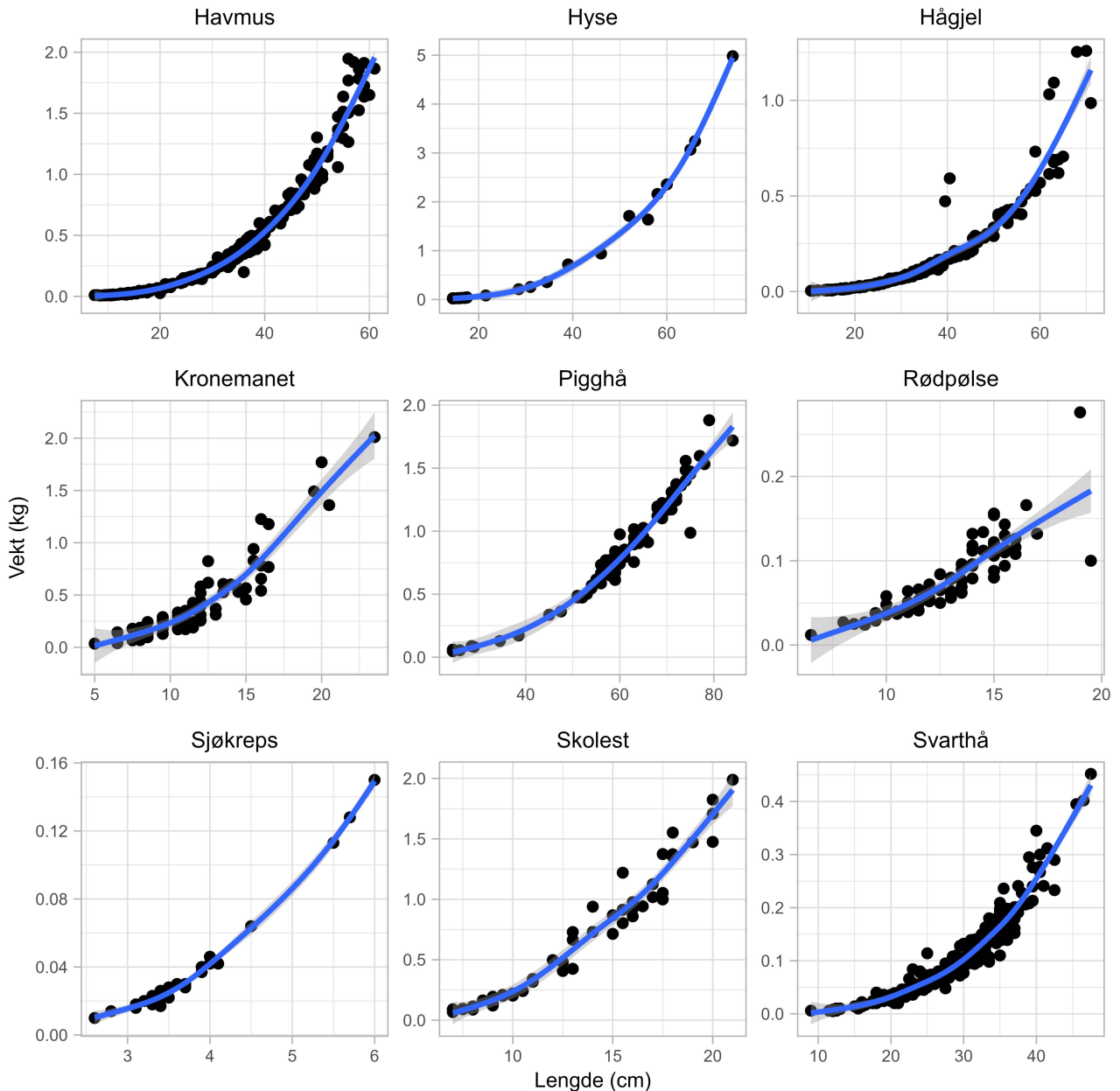
Bruskfiskartene havmus og hågjel var jevnt fordelt over alle størrelsesgrupper og begge kjønn, mens fangstene av svarthå og særlig pigghå var dominert av større individer (Figurer 6.44, 6.45). Hyse skilte seg ut med en stor overvekt av juvenil fisk i fangstene. Skolestfangstene var også dominert av små individer. Lengde-vekt forhold ble beregnet for ni arter (Figur 6.46).



Figur 6.44. Lengdefrekvensfordelinger av alle arter med minst 30 individmålinger i Campelen-trålen. Frekvensfordelingen er per kjønn for de artene som har informasjon om kjønn.



Figur 6.45. Vektfrekvensfordelinger av alle arter med minst 10 individuelle vektmålinger i Campelen-trålen. Frekvensfordelingen er per kjønn for de artene som har informasjon om kjønn.



Figur 6.46. Lengde-vekt forhold for alle arter med individuell lengde- og vektprøvetaking. Svarte punkter er lengde-vekt-målinger per individ mens blå linjer er trendlinjer (GAM smoother spline).

### 6.3.5 - Dypvannsreke

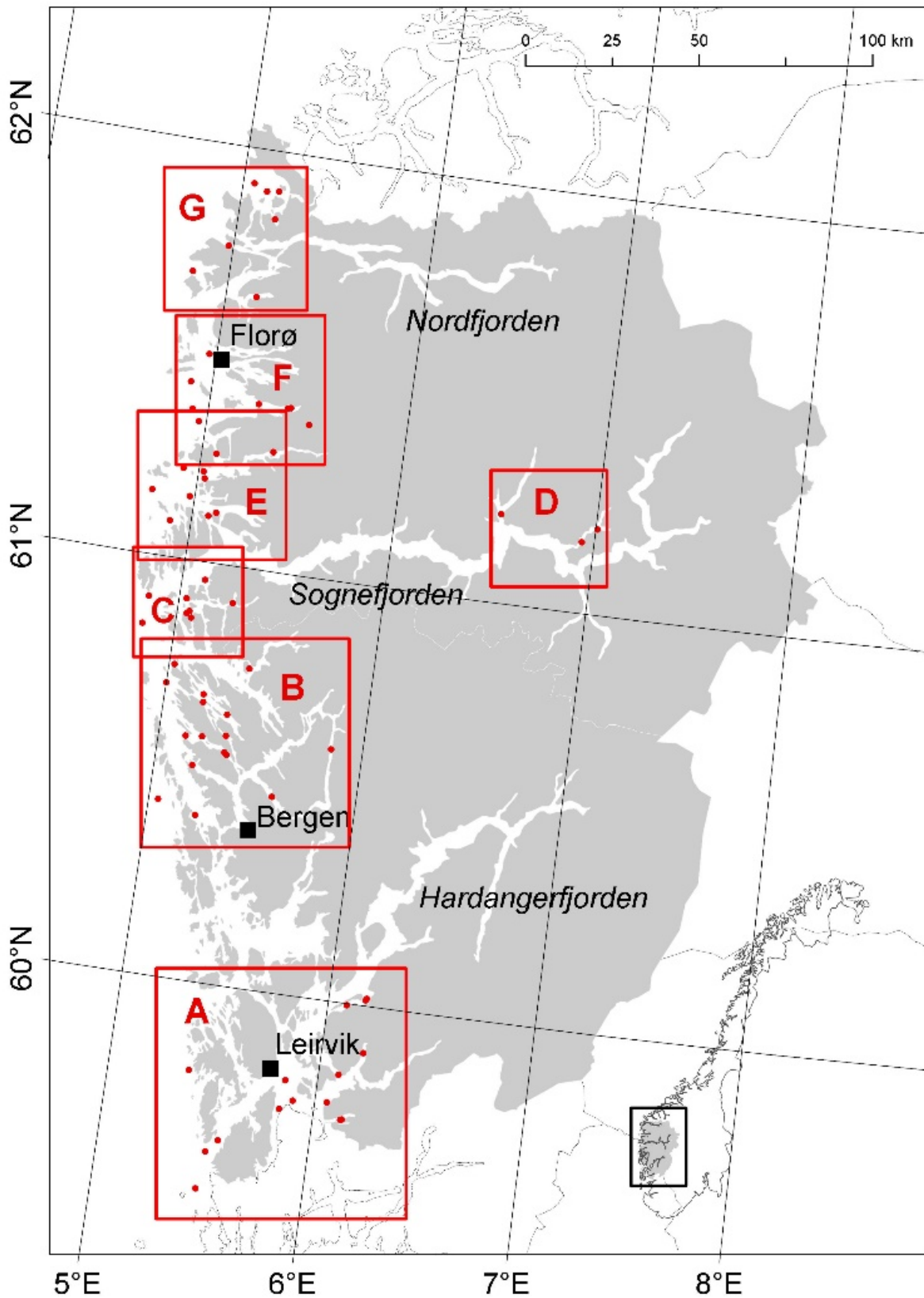
#### 6.3.5.1 - Lengdefordeling

Lengdefordelingen av dypvannsreke viste forekomst av både 1-åringer (hanner) og eldre reker (hunner og hanner), men de minste reke (2021-årsklassen) forekom kun på rekefeltet i sør (serienummer 22306) (Figur 6.47). 2021-årsklassen er en god årsklasse (ICES 2022a) som fra og med 2022 har dominert fangstene i Skagerrak og Norskerenna, men denne årsklassen var ikke til stede i rekeprøven fra Nordgulen (serienummer 22343), hvor rekrutteringen så ut til å være dårlig.

*Figur 6.47. Lengdefordeling (carapaxlengde/ryggskjoldlengde i mm) av dypvannsreke på de to bunntåstasjonene der arten forekom i litt større antall, serienummer 22306 ("Røvær-fjorden") og 22343 (rekefelt "Nordgulen"). Den første modaltoppen består av 1-årige reker.*

#### 6.3.5.2 - Rekefelt

Informasjon om forekomst av dypvannsreke på de gamle kommersielle rekefeltene i Hordaland, Sogn og Fjordane og helt nord i Rogaland basert på dette toktet, det tilsvarende toktet i november 2021 (2021854), opplysninger fra en lokal rekefisker, Levi Vollan, samt én trålstasjon på HIs Reketokt i 2023 (2023006001) er vist i Vedlegg 8 og 9, med en oversikt over det undersøkte området i Figur 6.48. Tabell og kart i vedleggene viser felt hvor man har funnet dypvannsreke og felt hvor man ikke har kunnet tråle pga. ujevn bunn, kabler eller andre hindringer på bunn, krepsebruk og/eller oppdrettsanlegg. Fiskeridirektoratet har registrert 78 rekefelt i Hordaland og 74 i Sogn og Fjordane (inkludert ett rett nord for Stad som ikke lå inne i toktområdet) ([Fiskeridirektoratets kartløsning](#)), til sammen 156 felt, inkludert fire felt helt nord i Rogaland. På de 103 feltene som ble plukket ut, var det mulig å tråle på 52 (50,5 %), og av de trålte feltene ble det funnet dypvannsreke på 20 av feltene (38,5 %). Det er altså 104 rekefelt i fjordene på Vestlandet hvor man ikke har undersøkt om dypvannsreke finnes. På HI sine tokt har man funnet mer enn en håndfull reker kun på tre trålstasjoner (rekefelt), mens Levi Vollan fikk fangster i samme størrelsesorden på 10 av 14 trålbare felt; det kan imidlertid ikke utelukkes at en del av dette var *D. bonnieri* som lett kan forveksles med dypvannsreke (Figur 4.2).

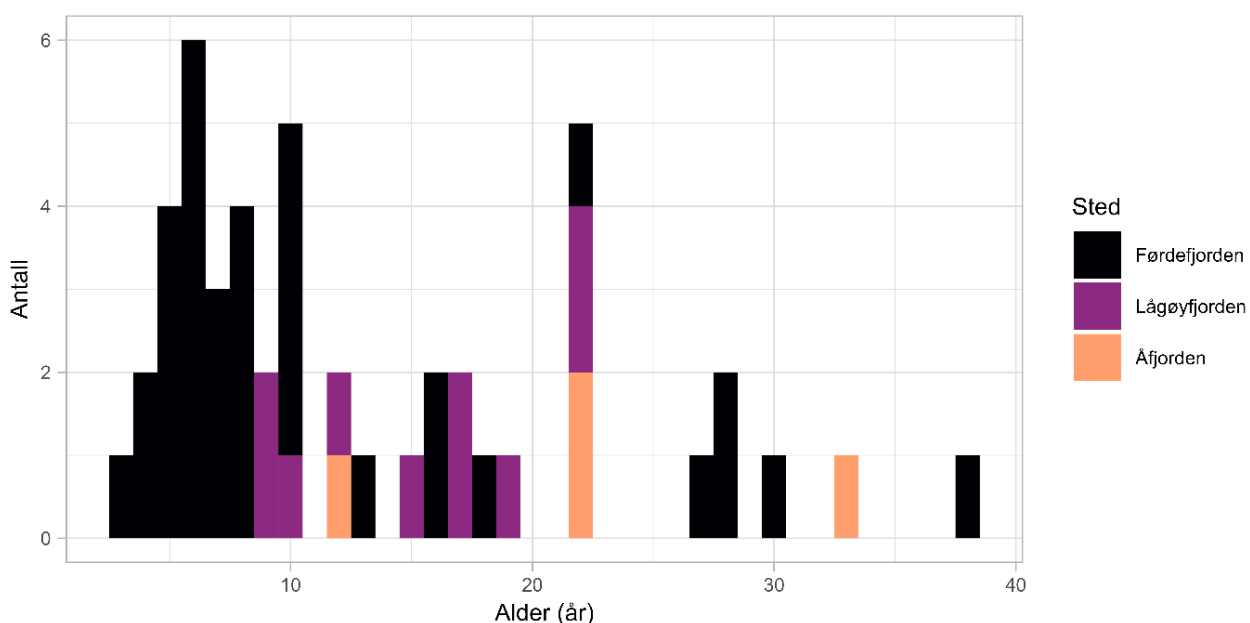


Figur 6.48. Oversikt over rekeundersøkelser i Vestland fylke gjennomført av HI (tre forskjellige tokt) og lokal rekefisker Levi Vollan, der røde prikker viser bunntålposisjoner. Bokstavkodene viser til kart i Vedlegg 9 med detaljer.

## 6.3.6 - Skolest

### 6.3.6.1 - Aldersfordeling

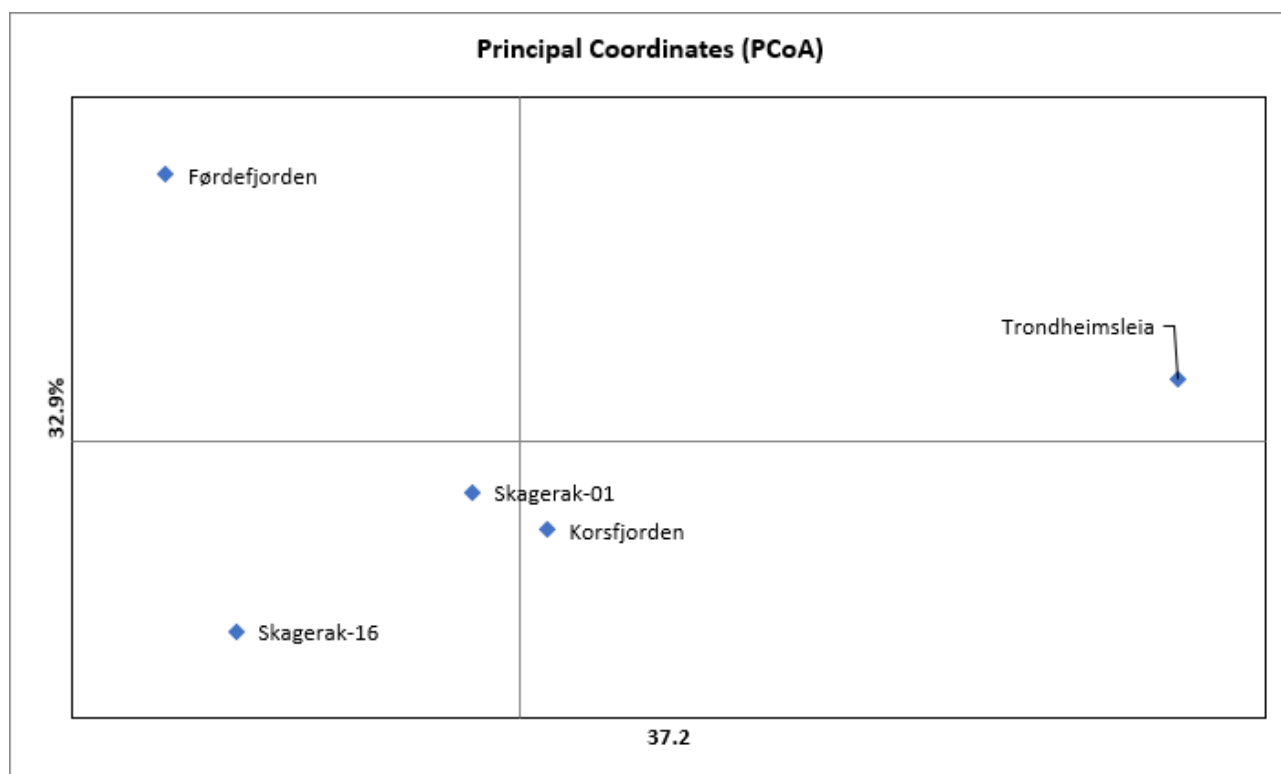
Otolittene fra skolest som ble fanget i området mellom Sognesjøen og Førdefjorden, viser en aldersfordeling med en overvekt av fisk i alderen 3–10 år, men også med noen 30–40 år gamle individer (Figur 6.49). De fleste yngre fiskene ble fanget på de to trålstasjonene i Førdefjorden, men aldersprøvene fra de to stasjonene i Åfjorden og Lågøyfjorden bestod av få individer og gir dermed ikke nødvendigvis et representativt bilde av aldersfordelingen til bestanden i disse fjordene.



Figur 6.49. Aldersfordeling av skolest fra Åfjorden (rekefelt "Dalsfjorden Vilnesfjorden", serienummer 22332, 4 stk.), Lågøyfjorden (rekefelt "Lågøyfjorden", serienummer 22346, 10 stk.) og Førdefjorden (rekefelt "Brufjorden", serienummer 22333 (planlagt dumpingområde), 14 stk. og serienummer 22334 (vest i feltet), 20 stk.).

### 6.3.6.2 - Genetisk populasjonsstruktur

Det ble tatt genetiske prøver av 96 skolest fra de to bunntrålstasjonene i Førdefjorden, 16 individer fra det planlagte deponiområdet og 80 individer fra stasjonen lenger ute i fjorden, men bare 68 stykker ble med i analysen da det var loci som ikke fungerte for de resterende individene. Skolestprøvene fra Førdefjorden ble sammenlignet med tilsvarende, eldre prøver fra Skagerrak, Korsfjorden og Trondheimsleia (Figur 6.50).



Figur 6.50. PCoA plott som viser den genetiske avstanden mellom skolest fra fire forskjellige steder langs norskekysten, basert på parvise sammenligninger mellom prøver ( $F_{st}$ ), der de to aksene forklarer hhv. 37,2 og 32,9 % av variasjonen mellom prøvene. Figuren er basert på 68 individer fra Førdefjorden og omtrent det samme antallet individer fra hver av de andre prøvene.

### 6.3.7 - Krillstasjoner

#### 6.3.7.1 - Mengder og lengdefordelinger

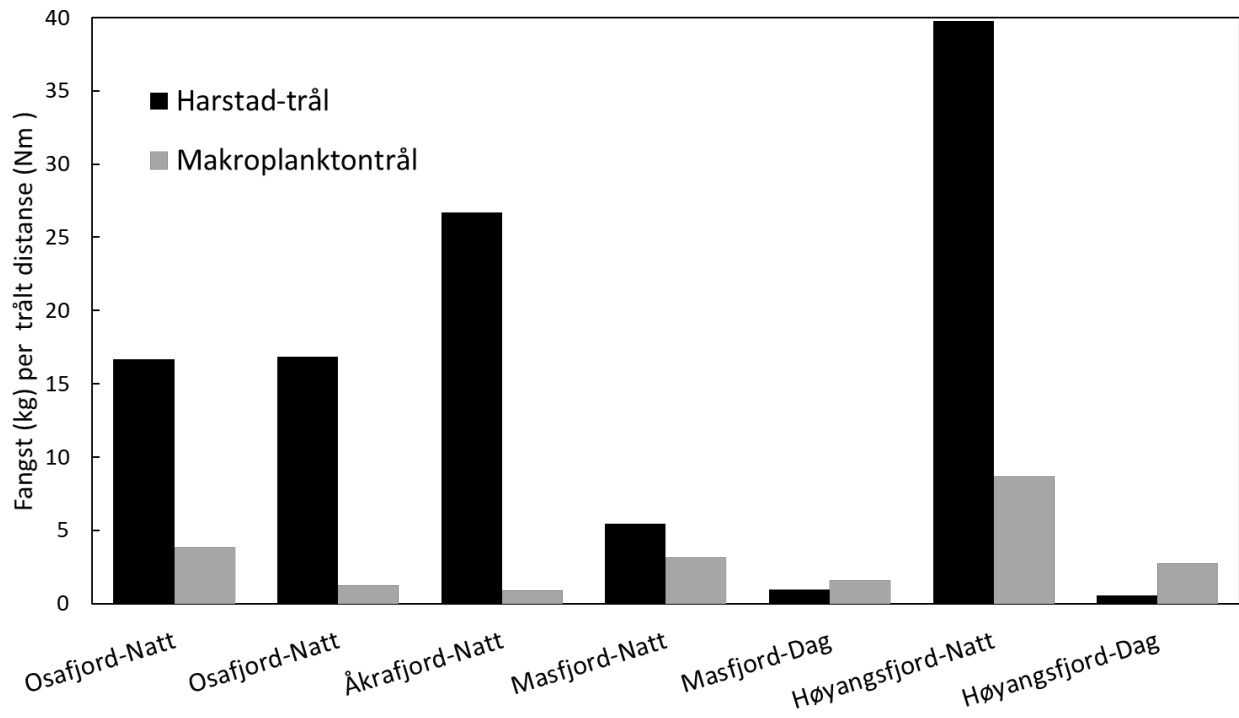
Norsk storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*) dominerte krillfangstene på samtlige stasjoner. I tillegg ble det funnet innslag av *Nematoscelis megalops* i Masfjorden og Høyangsfjorden, samt *Thysanopoda acutifrons* i Osafjorden. De største forekomstene av norsk storkrill ble registrert på nattstasjoner i Høyangsfjorden og Åkrafjorden. Krillen stod da i de øvre 20 metrene, og horisontale trekk med Harstad-trål ga de største fangstene av krill (40 og 26,7 kg pr nm tauet distanse i hhv. Høyangsfjorden og Åkrafjorden). De laveste forekomstene av krill ble observert i Masfjorden, med lave trålfangster i både dag- og natthal (Figur 6.51).

Vertikalfordelinger ble observert ved hjelp av akustiske registreringer i forkant av samtlige krillstasjoner. To tydelige akustiske lag ble observert: et øvre lag på 10–50 meter som vertikalvandret gjennom døgnet, samt et mesopelagisk lag på 200–300 meters dyp. De største forekomstene av krill ble registrert i det øvre laget (horisontale trekk med Harstad-trål). Det mesopelagiske laget bestod vanligvis av en blanding av mesopelagisk fisk, krill og *P. periphylla* (fangster fra skråtrekk med Makroplanktontrål). Figur 6.52 viser et eksempel på akustiske registreringer fra Høyangsfjorden, der de største krillfangstene ble registrert i det øvre laget på ca. 20 meter.

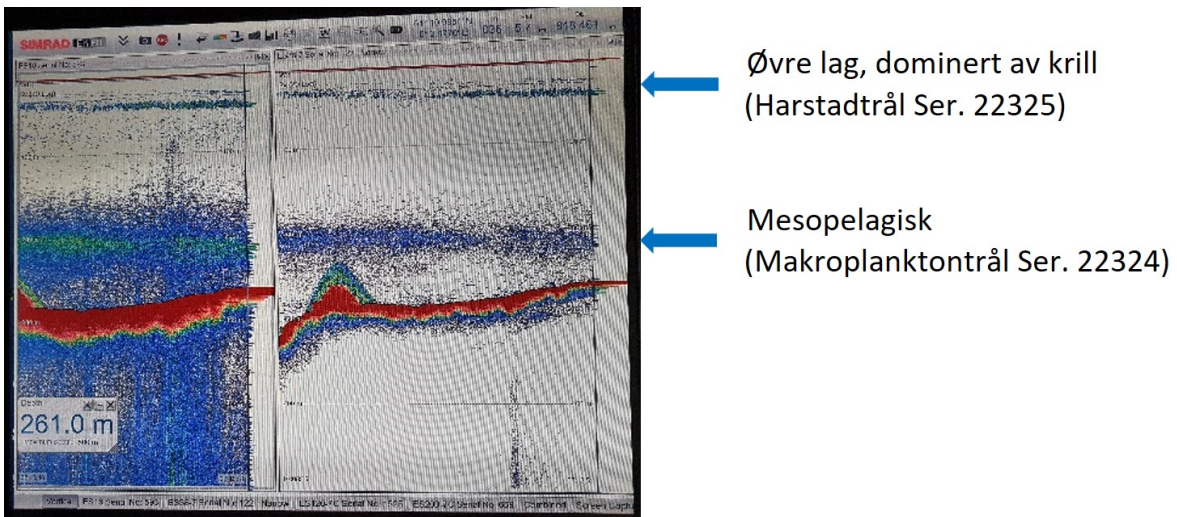
Lengdefordelinger av *M. norvegica* for de to pelagiske trålene er vist i Figur 6.53. Harstad-trålen hadde bedre fangbarhet for større individer, mens Makroplanktontrålen hadde større andel av den minste størrelsesfraksjonen. De to trålene ble tauet i ulike dyp og er derfor ikke helt sammenlignbare. Norsk storkrill gyter i mars-juni, og blir kjønnsmoden etter 1 år ved ca. 27–35 mm størrelse. Individer 27–30 mm hører derfor sannsynligvis til 0-gruppe, og større individer hører til I-gruppe (2 år gammel) eller II-gruppe. Osafjorden skilte



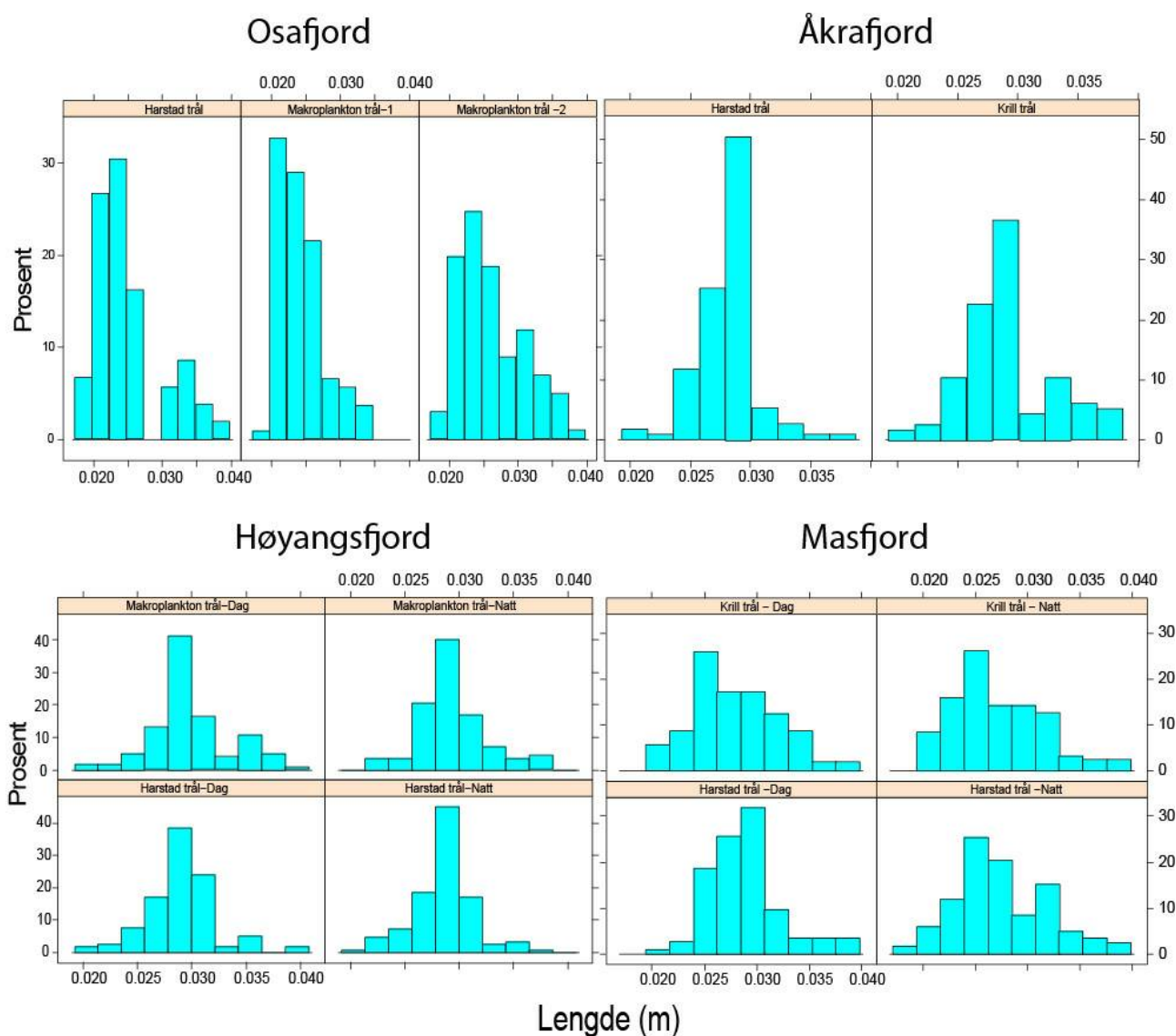
seg ut, ved å ha en større andel av små individer sammenlignet med de øvrige tre fjordområdene. En større andel av 0-gruppe (27–30 mm), og juvenile (<27 mm) i denne fjorden kan tyde på andre produksjonsforhold, eller at fjorden har en adskilt krillpopulasjon.



Figur 6.51. Fangster av norsk storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*) i to pelagiske tråler. Fangstene er normalisert mot tauet tråldistance (kg/nm).



Figur 6.52. Akustisk registrering ved krillstasjon i Høyangsfjorden, 15.02.2022 (nattstasjon).



Figur 6.53. Lengdefordelinger av norsk storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*) i trålfangster, per fjord, redskap og tid på døgnet. Lengdefordelingene fra Osafjorden og Åkrafjorden er fra natt.

### 6.3.7.2 - Fangstsammensetning i pelagisk redskap

Andelen av de forskjellige artskategoriene i pelagisk trål varierte veldig fra fjord til fjord, mellom redskap (Harstad-trål og Makroplanktontrål) og mellom dag og natt (Figur 6.54). Harstad-trålen ble tauet horisontalt i det øvre akustiske laget (ca. 40–0 meter), mens Makroplanktontrålen ble trukket som skråhal fra bunn til overflate. Makroplanktontrålen fanget derfor en større andel av det mesopelagiske sjiktet. På nattetid var fangstene i Harstad-trålen i Høyangsfjorden og Masfjorden totalt dominert av norsk storkrill, Åkrafjorden var dominert av *P. periphyllo*, mens fangstene i Osafjorden og Åfjorden var mer blandet. På dagtid stod mesopelagisk og pelagisk fisk høyere i vannsøylen og ble fanget i større grad av Harstad-trålen. Makroplanktontrålen som fisker fra bunn og opp til overflaten, hadde en annerledes fangstsammensetning enn Harstad-trålen, noe som var særlig tydelig i Masfjorden og Osafjorden der *P. periphyllo* dominerte fangstene. Denne maneten må ha stått dypere i disse to fjordene sammenlignet med i Åkrafjorden. På det ene vellykkede MultiNet-halet i Høyangsfjorden ble følgende artsgrupper fanget:

0–20 meter: krill

50–120 meter: lysprikkfisk, glassreker, copepoder (hoppekreps), siphonoforer (klasse Hydrozoa)

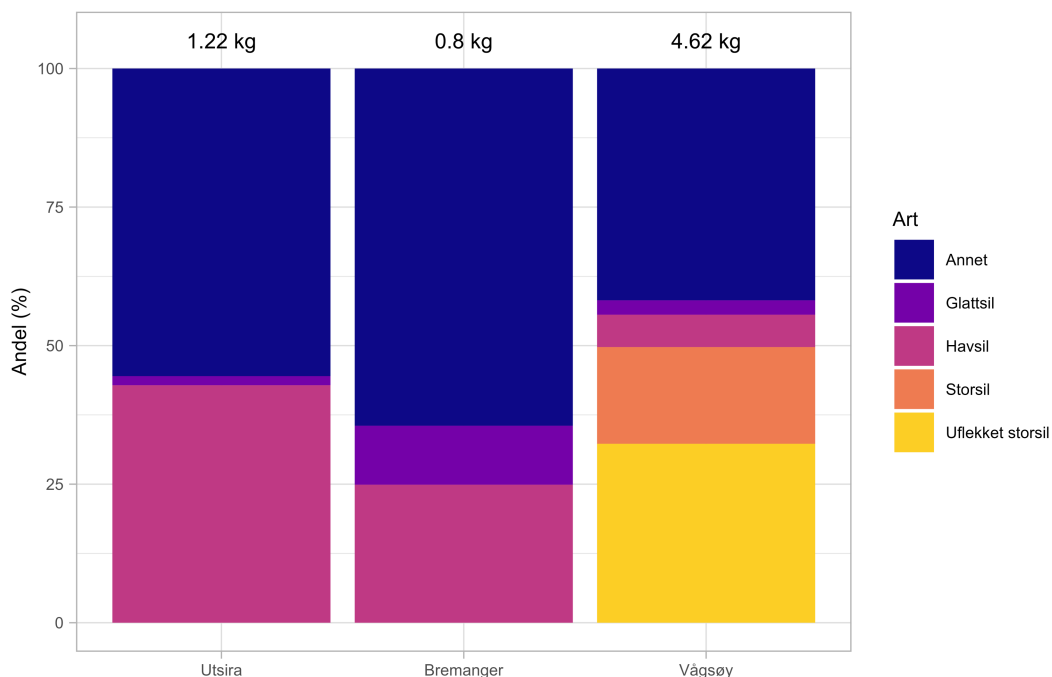
200–250 meter: mysider, lysprikkfisk, siphonoforer, copepoder, og 1 stk. krill

*Figur 6.54. Fangstsammensetning i Makroplanktontrålen og Harstad-trålen per artskategori i prosentandel av totalvekt per fjord og tid på døgnet (natt/dag).*

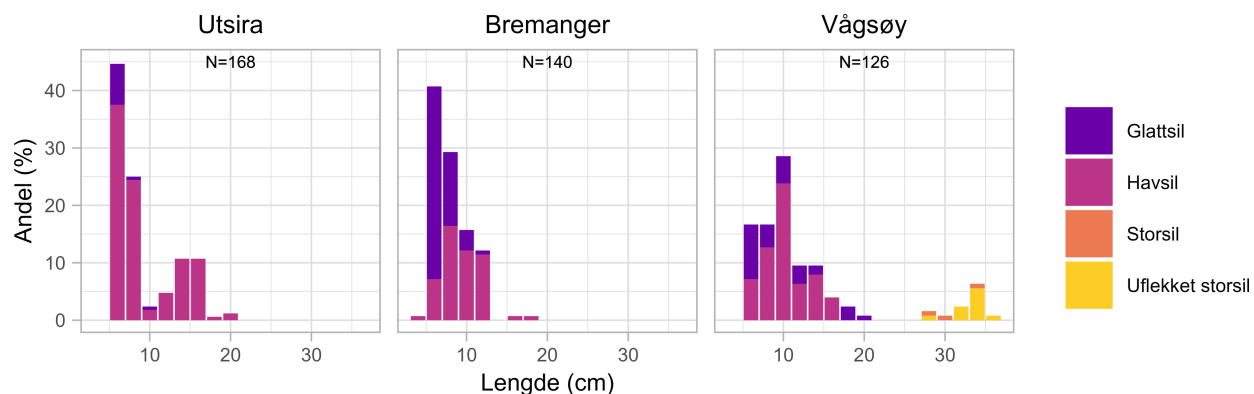
### **6.3.8 - Tobisundersøkelser**

Artssammensetningen i tobisskrapetrekene varierte mellom de tre områdene som ble undersøkt, både når det gjaldt silarter og bifangst (Figur 6.55). På tobisfeltet ved Utsira var fangstene totalt dominert av havsil, og på én stasjon ble det fanget en rødspette på 670 g. På tobisfeltet ved Bremangerlandet var det havsil og glattsil i fangstene, samt veldig mye bifangst. På feltet ved Vågsøy, der de største fangstene ble tatt, var det derimot uflekket storsil og storsil som dominerte av silartene (i vekt), to arter som ikke ble fanget ved Utsira eller ved Bremangerlandet.

Ved Utsira var fangstene dominert av små havsil, mens fangstene ved Vågsøy og Bremangerlandet var dominert av større havsil og inneholdt omtrent ingen små individer (Figur 6.56).



Figur 6.55. Andel silarter og annet i tobisskrapefangster i prosentandel av totalvekt per tobisfelt.

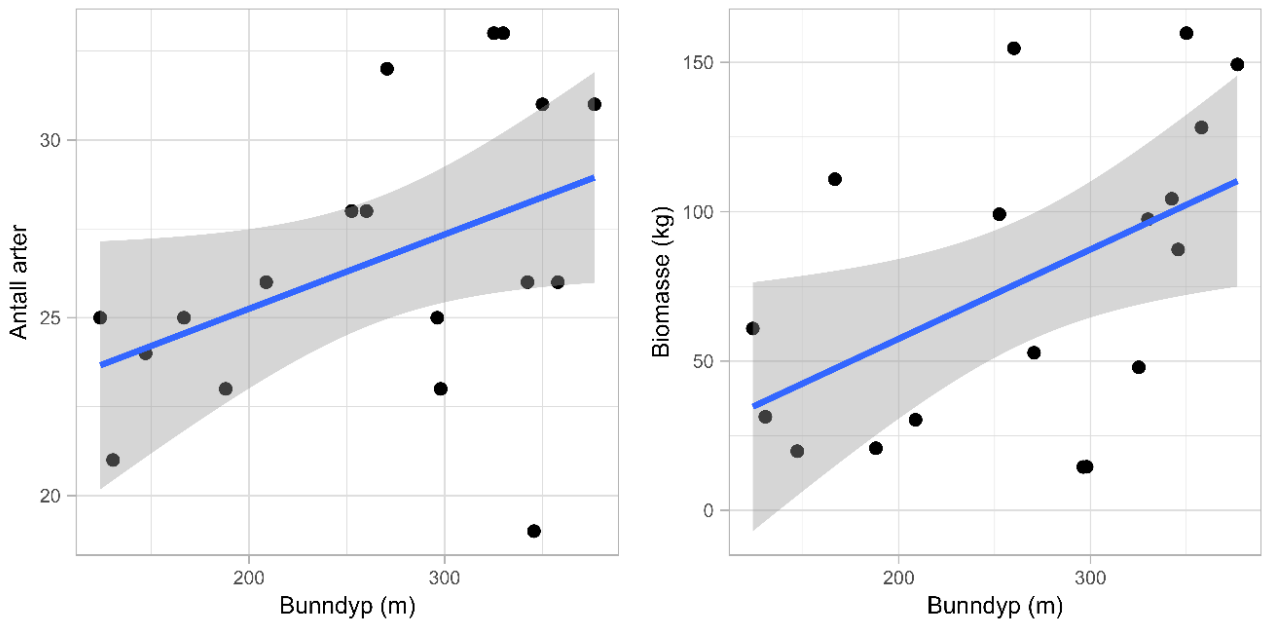


Figur 6.56. Lengdefordelinger av silarter i prosent, per tobisfelt. Totalprøvemengde (N) er vist i hver figur.

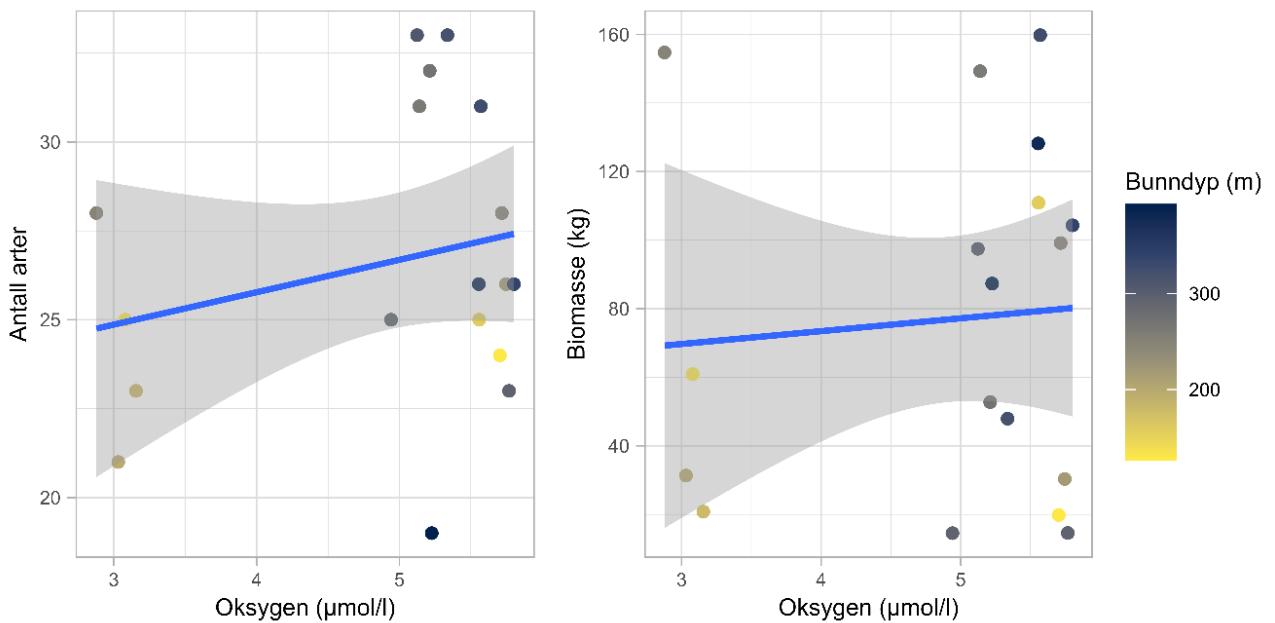
### 6.3.9 - Miljø-fangst sammenligninger

Vi fant en positiv korrelasjon mellom antall arter og biomasse, og bunndyp (Figur 6.57), mens sammenhengen mellom antall og biomasse og hhv. bunntemperatur og O<sub>2</sub>-innhold i bunnvannet var mindre klar (Figurer 6.58, 6.59). Hvordan de forskjellige miljøvariablene påvirker fiskesamfunnet i fjordene er som nevnt del av et pågående mastergradsprosjekt. Den ene relativt gode rekefangsten vi fikk, var i Nordgulen, et basseng med et lavt O<sub>2</sub>-innhold (Figur 6.3). Fangsten var her, i tillegg til dypvannsreke, dominert av torskefisk, lysing og smørflyndre. Av bruskfisk fikk vi bare tre små hågjel i trålen. I Sogndalsfjorden, det andre av tre oksygenfattige basseng dekket av toktet, var det derimot bruskfisk som totalt dominerte fangstene, men øyepål, kolmule,

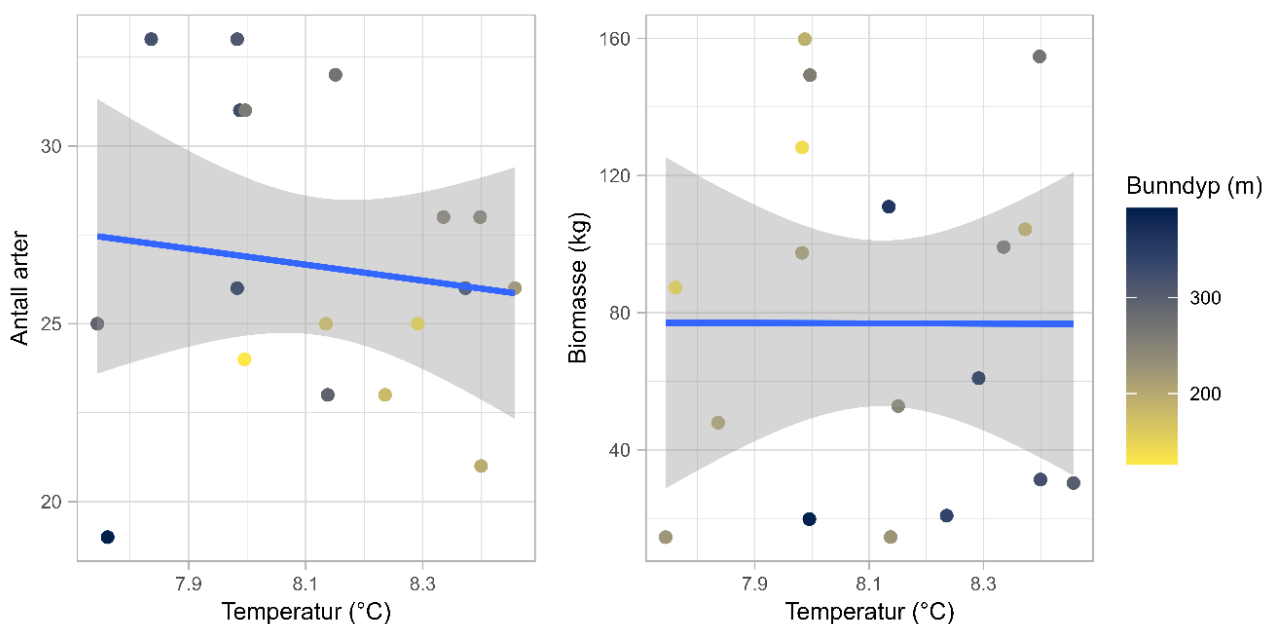
hvitting, hyse, sølvtorsk og én kveite ble også fanget.



Figur 6.57. Sammenhengen mellom bunndyp (meter) og artsdiversitet (venstre) og totalbiomasse (uten kronemaneter, høyre). Svarte punkter representerer observasjoner fra de 18 bunntålstasjonene, blå linjer og grå områder viser trendlinjen basert på en lineær regresjon (gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall).



Figur 6.58. Sammenhengen mellom oksygeninnhold og artsdiversitet (venstre) og totalbiomasse (uten kronemaneter, høyre). Fargede punkter representerer observasjoner fra de 18 bunntålstasjonene, blå linjer og grå områder viser trendlinjen basert på en lineær regresjon (gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall). Bunndyp (meter) per tålstasjon er indikert med en fargeskala.



Figur 6.59. Sammenhengen mellom temperatur og artsdiversitet (venstre) og totalbiomasse (uten kronemaneter, høyre). Fargede punkter representerer observasjoner fra de 18 bunntålstasjonene, blå linjer og grå områder viser trendlinjen basert på en lineær regresjon (gjennomsnitt og 95 % konfidensintervall). Bunnndyp (meter) per tålstasjon er indikert med en fargeskala.

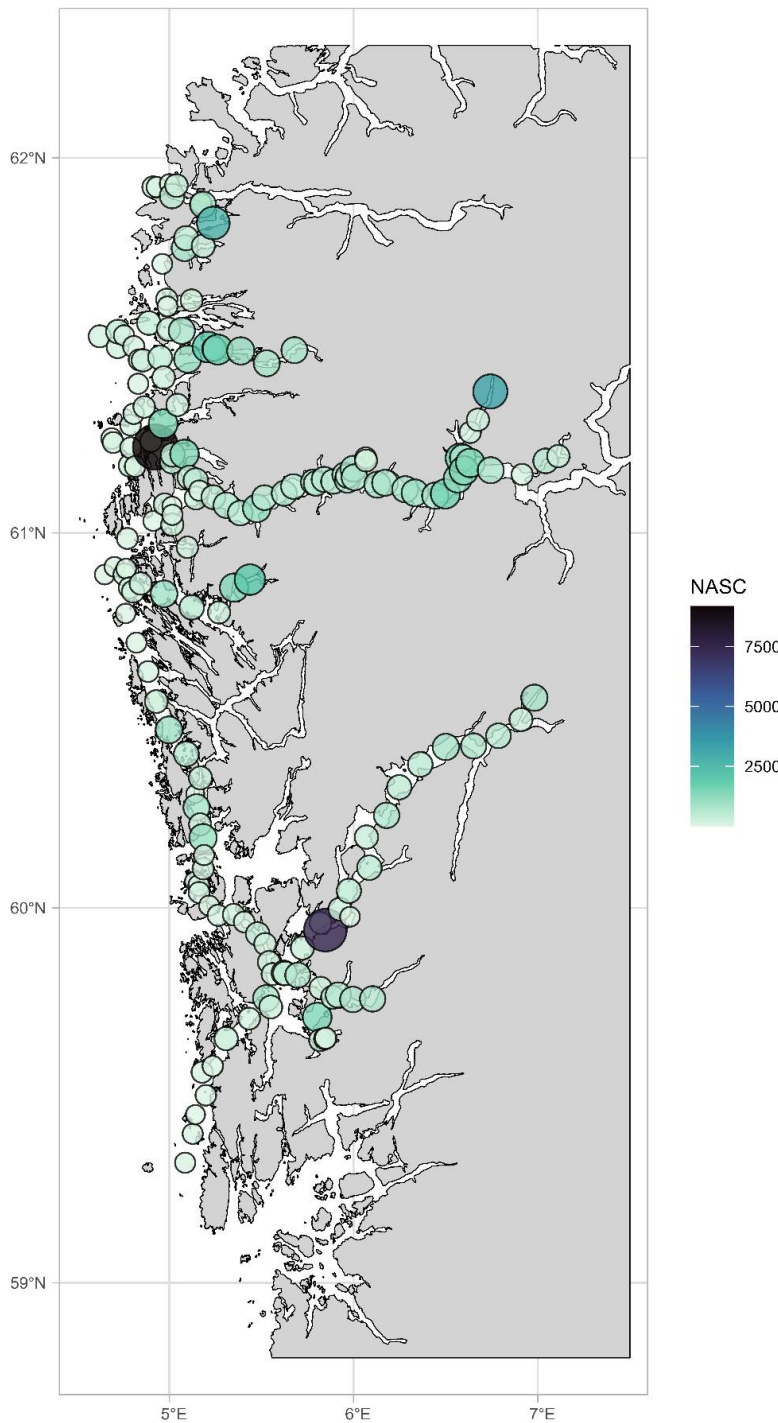
### 6.3.10 - Akustikk

Akustiske registreringer (NASC-verdier) langs seilingsruten var relativt jevne, med få større registreringer i noen områder, særlig utenfor Hardangerfjorden og Sognefjorden. Fordi den reflekterende biomassen stort sett består av en kompleks blanding av dyreplankton inkl. krill, pelagisk og mesopelagisk fisk og annet, og fordi det ble ikke trått systematisk på registreringer, ble tolking av registreringer til artskategorier svært usikker utenfor de utvalgte fjordområdene for krillundersøkelser. Derfor vises her kun totale NASC-verdier (Figur 6.60). NASC-verdiene ble dessverre ved en feil ikke eksportert og lagret med 1 nm eller 0,1 nm oppløsning, men bare oppsummert per 5 nm over hele vannsøylen og alle artskategorier. Dette gjør det følgelig vanskelig i ettertid å studere patcher og endringer innenfor 5 nm intervaller.

På HIs tokt tolkes akustiske målinger, sammen med trål- eller håvfangster, ved hjelp av "Large Scale Survey System"-programvaren (LSSS) for å trekke ut informasjon om artsgrupper og arter. LSSS gir oss mulighet til å prøve ut flere metoder for å skille artsgrupper basert på artenes særegne refleksjonsegenskaper. Særlig ble det under toktet nyttig å studere de akustiske lagenes ulike relative responser på de ulike akustiske frekvensene 18 kHz, 38 kHz, 120 kHz og 200 kHz. For organismer uten svømmeblære (f.eks. plankton, krill) vil styrken på ekkoet øke med økende frekvens (Rayleigh tilbakespredning). Små fisk med svømmeblære, f.eks. laksesild og lysprikkfisk, vil kunne ha resonant tilbakespredning på lave akustiske frekvenser (18 kHz), og altså mye sterkere ekko på 18 kHz enn på høyere frekvenser (Korneliussen mfl. 2020). Tolke kategorier brukt og lagret under toktet var "Andre", "Krill", "Meso/Plankton", "Mesopelagisk", "Pelagisk" og "Plankton". "Meso/Plankton" ble mest brukt underveis i toktet, men i hovedområdene for krillundersøkelser forsøkte vi å skille "Mesopelagisk" og "Plankton", og allokerte plankton til krill der vi hadde trålfangster å støtte oss til.

I de fire hovedområdene gjorde vi aktiv bruk av ekkoterskel (Sv-terskel – nedre grense i LSSS fargeskala). Dette er nyttig for å skille mellom fisk og dyreplankton, men også for å fordele sA (NASC) mellom fiskeslag. Som en standard så ble det etter støyfjerning tersklet til -70/-72 dB for å skille “Meso/Plankton” fra fisk i 10 meter bunnkanal. I vannsøylen over ble det tersklet hardt inntil frekvensresponsen ble stabil, og dersom 18 kHz responsen da var kraftigere enn for høyere frekvenser så ble gjenværende NASC allokert til mesopelagisk fisk. I Høyangsfjorden ble det registrert at 18 kHz frekvensen økte med lavere Sv-terskling, og det ble stilt spørsmål om dette kunne være en typisk frekvensrespons for siphonoforer (klasse Hydrozoa). Særlig MultiNet-hal i Høyangsfjorden ga stor støtte for ovenfor beskrevet måte å tolke akustikken, men også Harstad-trål og Makroplanktontrål når disse ble satt ut i de ulike dybdene man ønsket å identifisere (se kapittel 6.3.7). Målingene gjort med SIMRAD WideBand Autonomous Transceiver (WBAT) er når denne toktrapporten går i trykken, ennå ikke analyserte.



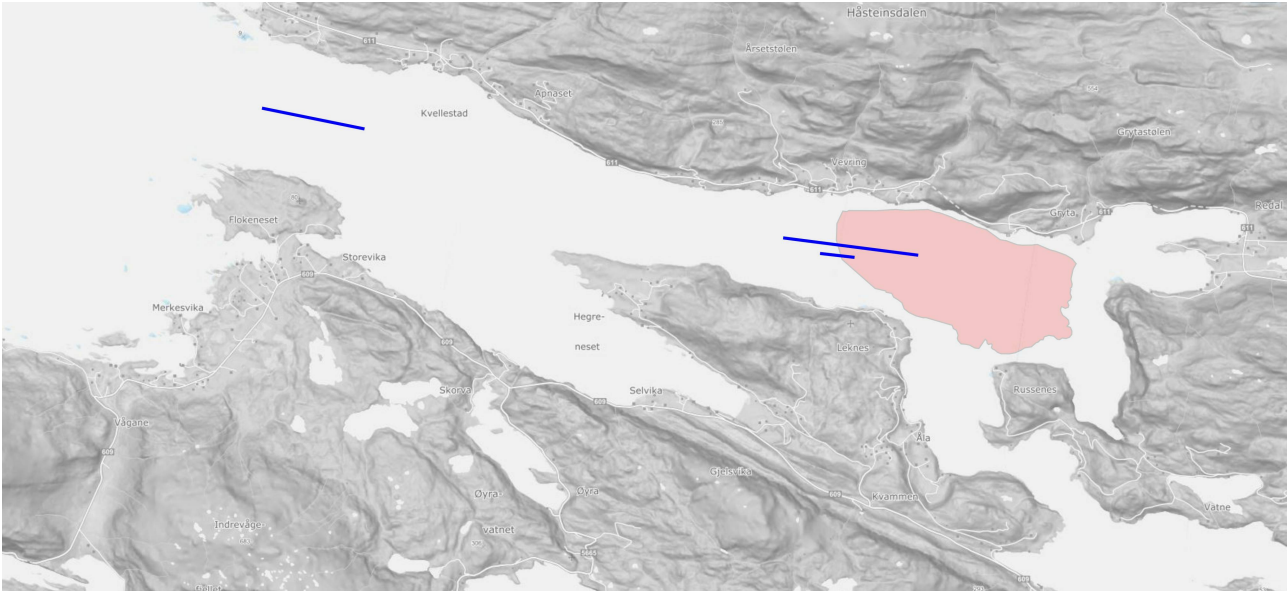


Figur 6.60. Registrert akustisk refleksjon (nautical area scattering coefficient, NASC) langs seilingsruten. NASC-verdier ble oppsummert for 38 kHz per 5 nm over hele vannsøylen og alle artskategorier etter LSSS-prosessering og tolking, der alt som er støy, dårlig bunn og nautiske miler med tråling/CTD er fjernet. NASC-verdier er vist både ved fargeskala og størrelse på sirklene.

### 6.3.11 - Førdefjorden

Plasseringen av bunntålstasjonene i Førdefjorden er vist i Figur 6.61. To av de tre bunntålstasjonene med høyest diversitetsindeks på dette toktet var de to stasjonene i Førdefjorden (Figur 6.36); stasjonen med den høyeste diversitetsindeksen lå i det planlagte deponiområdet. Fire av totalt ti blålinger på toktet ble fisket i Førdefjorden, to i den ytre delen og to i det planlagte deponiområdet (alle hanner). Av dem var én umoden (32

cm lang), to modnende (70 og 77 cm) og én gytende (86 cm). Én pigghå ble fanget i det planlagte deponiområdet. Bambuskorall (*Isidella lofotensis*) ble tatt i bunntrålen på totalt fire stasjoner på dette toktet, deriblant de to i Førdefjorden. Denne arten forekom også i ytre kyststrøk vest for munningen av Førdefjorden (sørvest av Askrova) og i Buefjorden (vest av Lutelandet). Vedlegg 10 gir en oversikt over arter fanget i Førdefjorden både på dette toktet og på toktet i november 2021, samt fiskearter tatt i garn under undersøkelser i forbindelse med konsekvensutredning for utvinning av rutil i Engebøfjellet (Bjelland og Helle 2008).



Figur 6.61. Plasseringen av de to bunntrålstasjonene i Førdefjorden vist som trålstreker som det ble trålt langsmed. Den korteste trålstreken viser stasjonen fra toktet i 2021 (toktnummer 2021854). Utstrekningen av det planlagte gruvedeponiområdet er vist med rosa farge.

## 7 - Diskusjon og konklusjoner

Mange av de samme artene som dominerte fangstene i bunntrålen på 2021-toktet (2021854) i vestlandsfjordene, var også dominerende i Campelen-trålen på dette toktet (Zimmermann mfl. 2021). Forskjellen i fangstsammensetning, som at reketrålen på MS *Brattholm* fanget mer glassreker, krill og lysprikkfisker, kan skyldes den vertikale åpningen på trålene, der den kommersielle trålen hadde en høyde på 14–20 meter, mens Campelen-trålen på dette toktet hadde en høyde på mellom 3,5 og 5 meter. Sei ble også fanget i større antall i den kommersielle reketrålen. Forskjellene i fangstsammensetningen mellom de to toktene kan også gjenspeile forskjellig fordeling av trålstasjoner i området, og/eller tid på året.

Fiskefangsten på dette toktet var dominert av bruskfisk, der havmus var den arten det ble fisket desidert mest av. Svarthå, håggjel og pigghå dominerte også fangstene, i antall og/eller vekt. Pigghå, som er vurdert som sårbar på Artsdatabanken sin rødliste for arter 2021 (Rødlista 2021), var arten med den tredje største totale fangstvekten. Dette skyldtes hovedsakelig to store fangster, på hhv. 20 og 82 kg. Den største fangsten ble tatt på en av de ytterste trålstasjonene rett sør for Værlandet, hvor trålen sannsynligvis traff en stor stim. Artikkelen til Tambs-Lyche (1987) er en faunistisk beskrivelse av fiskesamfunnet i Hardangerfjorden basert på tokt og andre undersøkelser i tidsrommet 1956–1963. Tambs-Lyche fant 126 marine fiskearter i fjorden, basert på innsamlinger ved bruk av bunntrål, line, strandnot, garn, ruser og teiner. Til sammenligning registrerte vi 59 fiskearter/-grupper fra bunntrål i hele toktområdet (Vedlegg 7). Svarthå, pigghå, håggjel og havmus ble også på 1950- og 1960-tallet funnet i hele Hardangerfjorden. I motsetning til våre resultater, fanget Tambs-Lyche også torskefisk som torsk, hyse, hvitting, lyr, sei, øyepål, kolmule og sypike i forskjellige typer redskap i hele Hardangerfjorden. For flere av disse artene (torsk, hyse, sei, lyr) oppgis det ikke om de er fanget spesifikt i bunntrål, og det er derfor vanskelig å slå fast om manglende funn (torsk) og til dels lave fangstrater på våre tokt skyldtes at artene er i sterk tilbakegang eller om de befinner seg på andre dyp og habitater enn der vi trålte. Vi fikk totalt ti eksemplarer av den sterkt truede blålangen (Rødlista 2021) (Vedlegg 7). Denne arten ble av Tambs-Lyche rapportert til å forekomme i alle deler av Hardangerfjorden. Forskjellen i antall arter kan kanskje også forklares med sesongvariasjoner. HI sine to tokt var i november og februar, mens kartleggingen på 1950- og 1960-tallet ble gjennomført gjennom hele året (Tambs-Lyche 1987). Lysingbestanden i ICES områdene 3, 4, 6, 7 og 8 (inkludert Skagerrak og Nordsjøen) har økt kraftig siden 2010-tallet (ICES 2022b), og sannsynligvis har bestanden i vestlandsfjordene også økt. I løpet av alle toktene i Hardangerfjorden på 1950- og 1960-tallet ble det kun fanget én hunn, i et laksegarn. Vi fanget totalt åtte individer på fire bunntrålstasjoner i Hardangerfjorden og 90 totalt i hele toktområdet. Toktet i 2021 (2021854) fanget derimot ikke lysing i Hardangerfjorden (på ni bunntrålstasjoner).

De to fjordtoktene til HI i 2021 og 2022 har vist at dypvannsreken har forsvunnet eller finnes i svært lave tettheter på veldig mange av rekefeltene i Vestland fylke. Flere av de undersøkte rekefeltene ligger i nasjonale laksefjorder (Vedlegg 8) (Zimmermann mfl. 2021). Av 156 rekefelt i Vestland fylke, inkludert 4 felt helt nord i Rogaland, har HI og rekefisker Levi Vollan til sammen trålt på ca. en tredel. Det kan ikke utelukkes at arten fremdeles finnes på noen av de feltene som ennå ikke har blitt undersøkt, slik vi også kom over enkelte felt med en viss mengde, men resultatene våre tyder på at det ikke lenger finnes kommersielle forekomster av arten i vestlandsfjordene. Rekefeltene langs norskekysten ble utforsket og beskrevet etter hvert som det kystnære fisket utviklet seg og bredde seg nordover, og flere felt på Vestlandet ble registrert allerede på 1920-tallet (Hjort og Ruud 1938). I nyere tid har Fiskeridirektoratet registrert rekefelt langs hele norskekysten gjennom intervjuer av lokale fiskere ([Fiskeridirektoratets kartløsning](#)). Dette er felt der det har foregått eller fortsatt foregår kommersiell tråling etter reker. I tillegg finnes det sannsynligvis utallige mindre, ikke-trålbare områder med reker (Zimmermann mfl. 2019). De fleste rekefeltene på Vestlandet ble registrert av Fiskeridirektoratet i 1988 eller

1995, noen ble også registrert på 2000-tallet (Vedlegg 8). Sannsynligvis ble det trålt etter reker i vestlandsfjordene på 1980- og 1990-tallet, noe også historiske landinger indikerer (Melaa mfl. 2022). Rekebestanden i Skagerrak og Norskerenna har ligget under føre-var nivået siden 2011, hovedsakelig pga. lav rekruttering, men 2021-årsklassen ser ut til å være en god årsklasse (ICES 2022a). Denne årsklassen var til stede på rekefeltet helt nord i Rogaland ("Røvær-fjorden"), men ikke i Nordgulen, hvor det ikke var noen 1-åringer i trålfangsten. Uten nærmere studier er det vanskelig å si noe om rekrutteringsdynamikken til Nordgulen i særdeleshet, og kystrekebestandene på Vestlandet generelt, men resultatene våre kan tyde på lokal rekruttering.

Norsk storkrill (*Meganctiphanes norvegica*) dominerte krillfangstene på toktet. I tillegg ble det registrert enkelte forekomster av krillartene *Nematoscelis megalops* og *Thysanopoda acutifrons*. Norsk storkrill er vanligvis den dominerende krillarten i fjordene, og forekommer vanlig langs hele norskekysten fra Oslofjorden til Barentshavet. Toktet foregikk i forkant av gyteperioden for norsk storkrill, som i vestlandsfjorder er anslått å vare fra mars til juni (Wiborg 1971, Matthews 1973). I likhet med tidligere undersøkelser fant vi store variasjoner i forekomster av krill mellom nærliggende fjorder (Wiborg 1966, 1971, Matthews 1973, Kaartvedt og Svendsen 1990). På dette toktet ble de største forekomstene registrert i Høyangsfjorden og Åkrafjorden. Vi observerte dessuten forskjeller i størrelsesfordelinger mellom fjorder som kan tyde på variasjoner i produksjonsforhold mellom de ulike områdene. Vi registrerte større forekomster av krill i et øvre akustisk lag om natten, som indikerer at krill foretok vertikal døgnvandring. Imidlertid har tidligere studier vist at deler av populasjonen ikke vertikalvandrer om vinteren, men står igjen dypt i vannsøylen (Kaartvedt mfl. 1988). Trålfangstene viste at de akustiske lagene i varierende grad består av en blanding av ulike organismer (fisk, krepsdyr og maneter). Rene forekomster av krill ble observert i de øverste 20 metrene i noen av områdene, og mengdene av dette vil være mulig å estimere akustisk med relativ stor grad av nøyaktighet. WBAT-målingene (som ennå ikke er analyserte) vil kunne inneholde gode målstyrkemålinger av denne krillen som grunnlag for nøyaktige mengdemålinger.

Kronemaneten *P. periphylla* dominerte fangstene på begge fjordtoktene (Zimmermann mfl. 2021). Maneten er rapportert i store mengder fra fjorder på Vestlandet og nord til Bodø (James mfl. 2002, Sørnes mfl. 2007, Tiller mfl. 2014). På dette toktet fikk vi de største fangstene (22–179 kg) i Osafjorden, Åkrafjorden, i Nyhammarsundet i Sognesjøen og i Lågøyfjorden nord for Sula, altså både i indre fjordarmer og langs den ytre delen av kysten; den største fangsten var i Åkrafjorden. I november 2021 ble de største fangstene (26 kg til 3 tonn) tatt i Skånevikfjorden, Bjoafjorden og Ålfjorden i Sunnhordland, i Mangersfjorden og Lurefjorden i Nordhordland, i Gulafjorden, ytterst i Sognesjøen og i Dalsfjorden (Zimmermann mfl. 2021). Fangster på mer enn 100 kg ble tatt på alle stasjonene i Sunnhordland, samt i Lurefjorden som er kjent for sine forekomster av denne arten (James mfl. 2002, Sørnes mfl. 2007), men også ytterst i Mangersfjorden. *P. periphylla* kan utkonkurrere torskfisk som toppredator og spiser raudåte, fiskelarver samt brisling og småsild.

Førdefjorden var den mest artsrike fjorden av de undersøkte fjordene og kystområdene på dette toktet. Bunntrålstasjonen i det planlagte deponiområdet hadde 34 registrerte arter/artsgrupper og den høyeste artsdiversitetsindeksen av alle bunntrålstasjonene. Artsdiversiteten i Førdefjorden var høy også på toktet i november 2021 (2021854) (Zimmermann mfl. 2021); bunntrålstasjonen i det planlagte deponiområdet hadde den åttende høyeste indeksen av totalt 34 stasjoner. En undersøkelse av bløtbunnsfaunaen i Førdefjorden i forbindelse med konsekvensutredningen viste at tilstanden til bunndyrsamfunnet var god eller meget god, både innerst og ytterst i fjorden, og at arts- og individantall var høyere i Førdefjorden sammenlignet med fem andre vestlandsfjorder (Hardangerfjorden, Høyangsfjorden, Gløppen, Lurefjorden, Bjørnafjorden) (Rygg 2008). Tilsammen viser disse tre undersøkelsene at både bunndyr- krepsdyr- og fiskefaunaen i denne fjorden er blant de mest artsdiverse i undersøkte kyst- og fjordstrøk på Vestlandet. Blålange, pigghå og bambuskorall (Figur 6.1) ble fanget der (hhv. sterkt truet, sårbar og nær truet på Norsk rødliste 2021). Blålangen, som har vært



rødlistet siden 2006, gyter om våren, og gytingen skjer tidligere i fjordene enn ute i havet. Våre resultater er den første vitenskapelige dokumentasjonen av rennende blålange i norske fjorder (Kristin Helle, pers. komm.), tidligere har dette vært rapportert av lokale fiskere. På toktet i 2021 ble det også fanget modnende blålange i det planlagte deponiområdet (en 94 cm lang hunn). Fangst av modnende og gytende blålange indikerer at gyting er sannsynlig i Førdefjorden. Bambuskorallen *Isidella lofotensis* er sannsynligvis endemisk i Norge, dvs. den forekommer kun i norske farvann (Buhl-Mortensen mfl. 2015). Forekomst av bambuskorallskogbunn i fjorden kan ikke utelukkes når arten er tilstede. Denne naturtypen står på Norsk rødliste 2021 som sterkt truet. Resultatene våre viser at skolest fra Førdefjorden, på tilsvarende vis som skolest i Trondheimsleia, skiller seg fra sørligere prøver i Korsfjorden og Skagerrak. Delaval mfl. (2017) konkluderte med at skolest i fjorder og langs kysten i Sør- og Vest-Norge utgjør egne separate populasjoner. Våre foreløpige resultater kan tyde på at det også i Førdefjorden finnes en egen genetisk populasjon av skolest. Da resultatene for Førdefjorden kun er basert på 4 loci (ut av 7) bør det imidlertid kjøres flere analyser før man trekker sikre konklusjoner om det finnes en egen genetisk bestand av skolest i Førdefjorden. Et fjorddeponi ved Vevring vil utradere habitatet til skolest, som er en dypvannsfisk, i denne delen av fjorden.



Figur 6.1. Bambuskorall (*Isidella lofotensis*) fra bunntålstasjonen i Buefjorden, ved Lammetun (serienummer 22332).

## 8 - Videre studier

### 8.1 - Dypvannsreke

Dypvannsreke er utbredt langs hele norskekysten og utgjør en nøkkelart i økosystemet. Rekene beiter på plankton gjennom vertikale døgnvandring og er selv et viktig byttedyr for mange arter bunnfisk, den binder dermed sammen bentiske og pelagiske deler av kystøkosystemene. Lokale rekefiskere har i mange år fortalt om minkende rekebestander langs deler av norskekysten. Da det ikke finnes noen systematisk overvåking av de dypere områdene i vestlandsfjordene og derfor heller ingen tidsserier, vet vi ikke når rekene forsvant fra dette området. En kombinasjon av landingsstatistikk (per statistisk lokasjon) og samtaler med lokaler fiskere er nødvendig for å tidfeste nedgangen i bestanden. Årsakene bak kollapsen kan være sammensatte, men en tidfesting vil gjøre det lettere å identifisere mulige årsakssammenhenger. Pga. den nåværende svært lave tettheten, må en rekolonisering av rekefeltene i vestlandsfjordene sannsynligvis måtte skje ved at rekelarver driver inn utenfra, dvs. fra den større bestanden i Skagerrak og Norskerenna. Modellering av rekelarvedrift bør gjennomføres for å undersøke forbindelsen mellom fjordfeltene og offshore-bestanden, samt variasjoner i innsig mellom år.

### 8.2 - Krill

Krill (Euphausiacea) har en viktig rolle i fjordøkosystemene, både som predator (på hoppekreps og alger) og som byttedyr for en rekke fiskearter, fugl og pattedyr. I løpet av 60-, 70- og 80-tallet ble det gjennomført flere enkeltundersøkelser av krill i noen fjorder. Imidlertid foregår det ikke regulær overvåking av krillbestander på kysten. Det er derfor ukjent hvordan klimarelaterte endringer, samt annen menneskelig påvirkning har påvirket bestandene av krill i fjordene de siste 40 årene. I tillegg er det en økende interesse for høsting på lavere trofisk nivå i norske kystområder, inkludert krill. Det er derfor behov for bedre kunnskap om mengder og produksjon av krill i kystområder. Et første steg til bedre kunnskapsgrunnlag om krillforekomster er å implementere krillprøvetaking på nåværende pelagiske tokt. Dette toktet viste at Harstad-trål og Makroplanktontrål egner seg godt for fangst av krill, og registrering av krill i fisketrål kan gi verdifulle data. Imidlertid vil det kreve en standardisering av prøvetaking og analyser. Resultatene fra toktet illustrerer at mengdeberegning av krillbestander er en av de største utfordringene og vil kreve utvikling av ny metodikk, men undersøkelsene våre viser at det vil være mulig. MultiNet med stor maskevidde viste gode resultater med hensyn til fangst av de yngre livsstadiene, men sampler relativt lite vannvolum. Pelagiske tråler bør derfor videreutvikles med multisamplers for å gi kvantitative krillprøver fra ulike dyp. Dette er særlig viktig for krill i fjordsystemer, der ulike deler av populasjonen står på ulike dyp. I tillegg må de akustiske metodene videreutvikles, inkludert tolking av akustiske data bla. vha. frekvensresponsanalyser, estimering av målstyrke, samt bruk av tauede eller nedsenkbare akustiske sensorer (WBAT). De innsamlede WBAT-dataene fra toktet bør analyseres, gjerne i forbindelse med en studentoppgave.

### 8.3 - Tobis

Det er et stort behov for å få en bedre oversikt over geografisk fordeling og endring i mengde over tid av kystbestander av tobis, som er en nøkkelart i kystøkosystemene. I 2016 ble det publisert en oppsummering om tobis på Vestlandet og i Nordsjøen i perioden 1950–1990 basert på intervjuer av fiskere langs vestlandskysten (Tangen mfl. 2016). Et av formålene med studien var å skaffe historisk kunnskap om sammenhengen mellom de rike tobisfeltene ute i Nordsjøen og tobisen på kysten. På 1950- og 1960-tallet var det ganske vanlig at det enkelte år var store forekomster med tobis ved kysten. Flere observasjoner tyder på at tobisen drev inn fra havet som yngel, og da oppstod det rene «lemenår» ved kysten, der fugl og fisk kunne fråtse i matfatet. En

tilsvarende «eksplosjon av tobis» oppstod i 2019, og det er tydelig at predatorerne responderer veldig positivt på en slik endring i mattilbudet.

Tobisfeltet ved Utsira har vært kjent lenge. I en utvidet kartlegging av tobisområdene langs norskekysten viser dette toktet at man kan kombinere lokal kunnskap fra f.eks. snurrevadfiskere (som gjerne fisker torsk på sandbunn) og marine grunnkart som eksisterer for deler av kysten, for å identifisere tobisområder. Denne metodikken ble brukt med et vellykket resultat da HI identifiserte tobisfelt ved Bremangerlandet og Vågsøy som er beskrevet i denne rapporten. Det er et klart mål at kartleggingen av tobisområder skal fortsette fremover, og det er også et mål at man definerer noen referanseområder langs kysten som skal overvåkes jevnlig. Slik kan det etableres en tidsserie som kan brukes til å beskrive endringer i rekruttering, artsfordeling og bestandsstørrelse i kystbestandene av tobis.

## 9 - Takk

En stor takk til skipper Tom Ole Drange og mannskapet hans på RV *Kristine Bonnevie* for all hjelp med gjennomføringen av toktet. Det ble en del prøving og feiling, med tråling på ukjent og til dels dårlig bunn innimellom blåser og oppdrettsanlegg. Mannskapet på dekk anført av trålbass Frank Boska måtte håndterte fem forskjellige redskapstyper, pluss CTD'en.

Siri Aaserud Olsen, Trude Hauge Thangstad og Malin Lie Skage gjorde en kjempejobb med å opparbeide alle prøvene fra de forskjellige redskapene i løpet av toktet, mens Åse Husebø, Lisbet Solbakken og Rupert Wienerroither stod for opparbeiding og alderslesing av tobis på land i etterkant av toktet, samt kvalitetsikring av tobisarter. De to studentene, Sigrid Kjelstad og Carl Bukowski, var til veldig god hjelp i fiskelab'en og med vannprøvetakingen. Instrumentfolkene takkes for stor innsats med å få WBAT og MultiNet til å fungere.

Tusen takk til Hege Øverbø Hansen som aldersbestemte alle skolestene, og til Geir Dahle som analyserte skolestgenetikkprøvene og laget PCoA-plottet i rapporten.

Nyansatte Joakim Skjefstad på rederi ble en nøkkelperson i arbeidet med å få lagt inn sedimentkart for området i Olex-versjonen på broen, som egentlig er for gammel.

Rekefiskerne Bjørn Oskar Magnussen, Sigurd Jøsang og Olav Dale hjalp oss velvillig med nyttig informasjon om bunnforhold og trålemuligheter på rekefeltene ved Utsira, ved Bømlø og på Austevoll, mens pensjonert rekefisker Frode Kvamme delte masse nyttig kunnskap om rekefeltene i Sogn og Fjordane med oss.

Tobisfisker Geir Kenneth Eriksen hjalp oss med posisjoner for skrapehal på feltet ved Utsira, mens fisker Bjørn Årdal tipset oss om mulige tobisfelt ved Vågsøy og Bremangerlandet, basert på egne observasjoner.

Rekefisker Levi Vollan som har prøvd seg på rekefiske på Vestlandet, lot oss velvilligst få bruke sine erfaringer og fangstopplysninger fra rekefelt i 2022 i denne rapporten.

Arnt Johnsen på Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) sjekket våre på forhånd utplukkede rekefelt langs hele vestlandskysten opp mot opplysninger om gamle minefelt, dumpingsområder for ammunisjon og skytefelt og bidro slik til at vi bare trålte i sikre områder.

SIO oksygen-titreringssystemet ble velvillig lånt ut til toktet av Kristin Jackson-Misje på Geofysisk institutt på Universitetet i Bergen.

Takk til Terje van der Meeren som laget Figur 6.61.

Vi skylder alle en stor takk for at toktet ble så vellykket som det ble!



## 10 - Referanser

- Aksnes, D.L., Aure, J., Johansen, P.-O., Johnsen, G.H. og Salvanes, A.G.V. 2019. Multi-decadal warming of Atlantic water and associated decline of dissolved oxygen in a deep fjord. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 228. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106392>
- Bergstad, T.A., Johannessen, T., Nilssen, T.A., Barrett, R.T. 2013. Fagrappport for tobis (Ammodytidae) på norskekysten - Miljødirektoratet. M5-2013. 20 pp. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2013/juli-2013/fagrappport-for-tobis-ammodytidae-pa-norskekysten/>
- Bjelland, O. og Helle, K. 2008. Dypvannsfisk i Førdefjorden. Sannsynlighet for miljøkonsekvenser for bestander av dypvannsfisk som følge av dypvannsdeponi av gruvegang fra rutil-utvinning i Engebøfjellet, Naustdal kommune. Rapport fra Havforskningen 2008-9. 11 pp. [https://www.hi.no/hi/nettrapper/rapport-fra-havforskningen/2008/2008-9\\_hi-rapp\\_pdf\\_til\\_web](https://www.hi.no/hi/nettrapper/rapport-fra-havforskningen/2008/2008-9_hi-rapp_pdf_til_web)
- Brattegard, T., Høisæter, T., Sjøtun, K., Fenchel, T. and Uiblein, F. 2011. Norwegian fjords: From natural history to ecosystem ecology and beyond. *Marine Biology Research* 7(5): 421–424. <https://doi.org/10.1080/17451000.2011.561355>
- Buhl-Mortensen, L., Olafsdottir, S.H., Buhl-Mortensen, P., Burgos, J.M. and Ragnarsson, S.A. 2015. Distribution of nine cold-water coral species (Scleractinia and Gorgonacea) in the cold temperate North Atlantic in light of bathymetry and hydrography. *Hydrobiologia* 759: 39–61.
- Delaval, A., Dahle, G., Knutsen, H., Devine, J. and Salvanes, A.G.V. 2017. Norwegian fjords contain sub-populations of roundnose grenadier *Coryphaenoides rupestris*, a deep-water fish. *Marine Ecology Progress Series* 586: 181–192. <https://doi.org/10.3354/meps12400>
- Fiskeriråd fra Havforskningsinstituttet. 2022. Kystbrisling (*Sprattus sprattus*) i Hardangerfjorden (omr-lok 08–15, 20, 21), Sognefjorden (28–39), Nordfjord (28–36) og Trondheimsfjorden (7–25, 26, 27). <https://www.hi.no/resources/Kystbrisling-rad-2022.pdf>
- Hjort, J. og Ruud, J.T. 1938. Rekefisket som naturhistorie og samfundssak. Fiskeridirektoratets skrifter. Serie Havundersøkelser Vol. V, No. 4. 158 pp.
- ICES. 2022a. Joint NAFO/ICES *Pandalus* Assessment Working Group (NIPAG). ICES Scientific Reports. 4:38. 25 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.19692181>
- ICES. 2022b. ICES Advice 2022 – hke.27.3a46-8abd – <https://doi.org/10.17895/ices.advice.19448012>
- James, G., Tiemann, H. and Båmstedet, U. 2002. Development and biology of *Periphylla periphylla* (Scyphozoa: Coronatae) in a Norwegian fjord. *Marine Biology* 141: 647–657.
- Johnsen, E., Sørhus, E., de Jong, K., Lie, K.K. og Grøsvik, B.E. 2021. Kunnskapsstatus for havsil i norsk sone av Nordsjøen. Rapport fra Havforskningen nr. 2021-33. 44 s. ISSN:1893-4536. <https://www.hi.no/hi/nettrapper/rapport-fra-havforskningen-2021-33>
- Kaartvedt, S., Aksnes, D.L. and Aadnesen, A. 1988. Winter distribution of macroplankton and micronekton in Masfjorden, western Norway. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45(1/2): 45–55.
- Kaartvedt, S. and Svendsen, H. 1990. Advection of euphausiids in a Norwegian fjord system subject to altered freshwater input by hydra-electric power production. *J. Plank. Res.* 12(6): 1263–1277.

- Korneliussen, R., Gjøsæter, H., Ona, E., Skaret, G., Salthaug, A. og Knutsen, T. 2020. Prosedyre for tolkning av data fra ekkolodd. Havforskningsinstituttet, versjon 1.0. 55 pp.
- Matthews, J.B.L. 1973. Ecological studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden, western Norway. Population dynamics of *Meganyctiphanes norvegica* (Crustacea, Euphausiacea) in 1968 and 1969. Sarsia 54: 75–90.
- Melaa, K.W., Zimmermann, F., Søvik, G. and Thangstad, T.H. 2022. Historic landings of northern shrimp (*Pandalus borealis*) in Norway. Data per county for 1908–2021. Rapport fra havforskningen nr. 2022-24. 31 pp. [www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2022-24](http://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2022-24)
- Rygg, B. 2008. Dyrelivet på bunnen av Førdefjorden og bunnsedimentenes sammensetning. Undersøkelser i 2007. Rapport L.NR. 5625-2008. 26 pp. [https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/bitstream/handle/11250/214133/5625-2008\\_200dpi.pdf?sequence=1](https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/bitstream/handle/11250/214133/5625-2008_200dpi.pdf?sequence=1)
- Rødlista 2021. Norsk rødliste for arter 2021. <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/>
- Skaala, Ø. (Guest Editor), Sjøtun, K. (Guest Editor), Dahl, E. (Guest Editor), Husa, V. (Guest Editor), Bjørge, A. (Guest Editor) and Uiblein, F. (Editor) 2014. Interactions between salmon farming and the ecosystem: Lessons from the Hardangerfjord, western Norway, Marine Biology Research 10(3): 199–202. <https://doi.org/10.1080/17451000.2013.840730>
- Sørnes, T.A., Aksnes, D.L., Båmstedt, U. and Youngbluth, M.J. 2007. Causes for mass occurrences of the jellyfish *Periphylla periphylla*: a hypothesis that involves optically conditioned retention. Journal of Plankton Research 29: 157–167.
- Søvik, G. og Thangstad, T. 2020. Toktrapport. Reketokt i Norskerenna og Skagerrak januar 2020. Toktrapport/Havforskningsinstituttet/ISSN 15036294/Nr. 3 – 2021. 55 pp. <https://www.hi.no/hi/publikasjoner/toktrapporter/2021/reketokt-i-norskerenna-og-skagerrak>
- Søvik, G. and Thangstad, T.H. 2021. Results of the Norwegian Bottom Trawl Survey for Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) in Skagerrak and the Norwegian Deep (ICES Divisions 3.a and 4.a East) in 2021. NAFO SCR. Doc. 21/001. 38 pp.
- Søvik, G., Dalpadado, P., Falkenhaus, T., Sævik, P.N., Jenssen, M., Larsen, M., Hannisdal, R., Rønning, J., Olsen, S.Aa., Samuelsen, O., Agnalt, A.-L., Thangstad, T.H., Danielsen, H.E.H., Grøsvik, B.E., Hatland, S., Bruvik, A., Tjensvoll, T., Couillard, F.D. og Korneliussen, P.-A. 2021. Døde og strandete krepsdyr - Nitti tilfeller rapportert til Havforskningsinstituttet i perioden 2014–2020. Rapport fra Havforskningen 2021-3. 312 pp. ISSN:1893-4536. [www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-3](http://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2021-3)
- Tambs-Lyche, H. 1987. The natural history of the Hardangerfjord. Sarsia 72(2): 101–123. doi: 10.1080/00364827.1987.10419709
- Tangen, M., Hamre, J., Johnsen, E., Nakken, O., Nedreaas, K., Tangen, Ø., and Ågotnes, P. 2016. Tobis ved Kunnskapsstatus for havsil i norsk sone av Nordsjøen 7 - Referanser 37/44 Vestlandet og i Nordsjøen 1950 - 1990. 22 pp. <https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/2440934> (Accessed 9 January 2020).
- Tiller, R.G., Mork, J., Richards, R., Eisenhauer, L., Liu, Y., Nakken, J.-F. and Borgersen, Å.L. 2014. Something fishy: Assessing stakeholder resilience to increasing jellyfish (*Periphylla periphylla*) in Trondheimsfjord, Norway. Marine Policy 46: 72–83.

Vaquer-Sunyer, R. and Duarte, C.M. 2008. Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. PNAS 105(40): 15452–15457.

Wiborg, K.F. 1966. Undersøkelser av krill (lyskreps) i Hardangerfjorden og tilstøtende områder, samt på stasjon M i Norskehavet. Fiskets Gang 41: 754–761.

Wiborg, K.F. 1971. Investigations on euphausiids in some fjords on the west coast of Norway in 1966–1969. Fiskeridirektoratets skrifter. Serie Havundersøkelser 16, 10–35.

Zimmermann, F., Nedreaas, K.H., Thangstad, T.H. og Søvik, G. 2021. Kartlegging av bunnfisk og reker på rekefelt i vestlandsfjorder (toktnummer 2021854). Toktrapport/Havforskningsinstituttet/ISSN: 15036294/Nr. 16-2021. 41 pp. <https://hi.no/hi/publikasjoner/toktrapper/2021/kartlegging-av-bunnfisk-og-reker-pa-rekefelt-i-vestlandsfjorder--toktrapport-nr.-16-2021>

Zimmermann, F., Søvik, G. og Thangstad, T.H. 2019. Kunnskapsstatus rekefelt langs norskekysten. Rapport fra havforskningen nr. 2019-15. 13 pp. [www.hi.no/hi/nettrapper/rapport-fra-havforskningen-2019-15](http://www.hi.no/hi/nettrapper/rapport-fra-havforskningen-2019-15)

## 11 - Vedlegg

### 11.1 - Vedlegg 1. Tråljournal (2022603)

Fartøy: RV *Kristine Bonnevie*. Bunntål nr.1629, Harstadtrål 320 nr. 1601 og Krilltrål nr. 1703.

Periode: 09.02 – 18.09.2022 Gir: KB

#### **Campelen 1800 nr. 1629**

Høyde 3,8–4,2 m. Døravstand 50–52 m.

Trålen rigget med Thyborøn 7a dører. Warp: 24 millimeter

Strapping: plassert på 100 m, lengde 10m

Sviper: 40 m, 20 mm bunnsviper 40 m, 16 mm 2x20 m oversviper.

Innersekk montert og Nordsjørigging

17 tauinger, ingen fastkjøring eller riving.

#### **Harstadtrål 320 nr. 1601**

Rigget med 60 m dyneema over og under sviper.

Thyborøn 7a dører

Høyde 16–18 m. Dørspredning: 50–54 m.

Ingen riving eller problemer.

Mellomsviper forlenget med 1,5 m (pga. nye hanefotforlengelser på 12 m)

11 tauinger

#### **Krilltrål nr. 1703**

Rigget med 60 meter dyneema over og under sviper

70 kg lodd brukt på begge sider i spissen av undertelne

Dører: Thyborøn 7a

Høyde ca. 5 m. Varierende dørspredning fra 45–70 m da denne blir brukt i «V» hal.

Streppetau på 8,2 m i vingespissene

7 tauinger. Ingen riving, streppetau slitnet i vingespisser ellers ingen problemer.

#### **Tobis-skrape**

13 tauinger. Noe slitasje på tauverk i bunnen på ramme, ellers ok.

Trålbas Frank Boska



## 11.2 - Vedlegg 2. Prøvetakingsinstruks

### HAL MED CAMPELEN-TRÅL

<p>Hele fangsten, inkludert benthos, opparbeides til art/artsgruppe. Usikre eksemplarer fryses for senere identifisering av taksonom. Alle arter/artsgrupper veies (totalvekt). Representativ lengdeprøve (30 stk.) av alle arter fisk</p>	<p>Legg inn koder i Biotic Editor for:</p>
<p><b>Bunnfiskprøvetaking:</b> torsk, hyse, sei, blålange, lange, breiflabb, kveite, brosme, skolest og event. vanlig uer  <b>Individprøvetaking:</b> lengde, kjønn, modning, individvekt av alle fisk i listen over, inntil 20 fisk av hver art per stasjon</p> <p><b>Alder:</b> 20 otolitter av hver art per stasjon når fangsten splittes i to delprøver (torsk, hyse, sei, vanlig uer, breiflabb, kveite, lange, blålange, skolest), og bare 10 otolitter per art per stasjon når det bare er en størrelsesgruppe. Ingen otolitter av brosme</p> <p><b>Mageprøve:</b> inntil 10 fisk av hver art per stasjon (alle artene nevnt øverst pluss av andre, tallrike for eksempel pigghå, svarthå)</p> <p><b>Gonadeprøve:</b> gonadeprøve av alle blålangehunner på formalin</p> <p><b>Steingonader:</b> frys ned eventuelle «steingonader» av brosme (hard rogn)</p> <p><b>Blåkjef:</b> frys ned eksemplarer av blåkjef (til Arild Folkvord på UiB)</p> <p><b>Brosme og blålange:</b> frys ned vevsprøver for analyser av innhold av kvikksølv          Del fisken opp i to delprøver dersom fangsten inneholder masse småfisk samt noen få store individer. For den store fisken telles/måles ALT, mens fra småfisken tas det ut et subsample som veies/måles.</p>	<p>Prøvetype = 20 (representativ lengde-/individprøvetaking) for artene i listen, ellers Prøvetype 10 (repr. lengdeprøve)</p> <p>Aldersmedium = 2 (otolitter)</p> <p>Aldersmedium breiflabb = 5 (finnestråle + otolitter)</p> <p>Mage = 2 ( fryseprøve)</p> <p>Fryseprøver = 1 (artsidentifisering) hvis man er usikker på art</p> <p>Fryseprøver = 2 (til mattrygghetsanalyse: kvikksølvinnhold)</p> <p>Fryseprøver = 4 (til eksterne: blåkjef)</p>
<p><b>Rekeprøvetaking:</b> En prøve av alle rekearter (+ krill) (2–3 kg) sorteres til art/gruppe. Alle Pandalidae reker, glassreker og krill sorteres til art, mens mudderreker sorteres til gruppe. Totalvekten av alle reker fordeles på art/gruppe etter andel i rekeprøven.          Sjøkreps: individvekt, lengde, kjønn, spesialstadium av alle individ</p>	<p>Prøvetype = 90 for andre evertebratarter enn dypvannsreke og sjøkreps</p> <p>Prøvetype = 92 (individprøve) legges inn automatisk ved import av reke- og sjøkrepslengdemålinger</p>
<p><b>Annet:</b> Legg inn alle arter med totalvekt og antall.          Benthosarter bestemmes til lavest mulig taksonomisk nivå</p> <p><i>Periphylla:</i> hjelm-bredde (diameter) og individvekt av 20 individer</p>	<p>Prøvetype = 90</p> <p>Diameter for <i>Periphylla</i>: kode A</p>

<p><b>Hypoxiske/anoxiske fjorder</b> (Etnefjorden, Sogndalsfjorden?) Frys opptil 10 individer av hver art i trålen i separate plastposer for hhv.:</p> <p>Hai og havmus Skolest Mesopelagisk fisk Bentiske evertebrater Torskfisk</p>	<p>Fryseprøver = 4</p>
<p><b>Genetikkprøver av torsk:</b> Om mulig opparbeid torskene først slik at ikke fisken blir liggende lenge før genetikkprøve tas</p> <p>Merk prøveglass med serienummer</p>	<p>Vevsprøve = 3 (målarart + genetikk)</p>
<p><b>Genetikkprøver av reke:</b> Ta vevsprøve av halemuskel av opptil hundre reker (hunner) fra fangst med mange nok individer, fra en <u>indre lokalitet</u>. Det er med rør/bokser til to slike prøver.</p>	<p>Vevsprøve = 3</p>
<p><b>Genetikkprøver av bruskfisk:</b> Pigghå, hågjel</p> <p>Klipp bit av finne</p> <p>Ependorfrørene merkes 1–100, på lokket av esken skrives det på art og serienummer for hvert rør.</p> <p>Sjeldne arter eller arter med usikker arts ID – ta bilde og genetikkprøve</p>	<p>Vevsprøve = 3</p>

#### HAL MED CAMPELEN-TRÅL: BRUSKFISK

	Art	Prøve	Legg inn koder i Biotic Editor for:
--	-----	-------	-------------------------------------

Haier	Pigghå	Lengde, vekt, kjønn + spesialstadium* Aldersprøve (2. pigg+virvel) – frys** Genetikkprøve	Prøvetype = 20 Aldersmedium = 9 (pigg + ryggvirvel)
	Svarthå	Lengde, vekt, kjønn: 20 per stasjon	Prøvetype = 20 Fryseprøver = 3 (til andre formål internt)
	Hågjel + småflekke rødhai	Lengde, vekt, kjønn: alle per stasjon Frys alle hele individer**	Prøvetype = 20 Fryseprøver = 3
	Alle andre arter	Lengde, vekt, kjønn: alle per stasjon	Prøvetype = 20
Havmus	Havmus	Lengde, vekt, kjønn: 20 per stasjon Dobbeltsjekk artsidentifikasjon***	Prøvetype = 20
Skater	Storskate, svartskate	Lengde, vekt, kjønn: alle per stasjon Frys alle individer** (hvis den er død allerede) Hvis den er levende, ta bilder av hele individ og detaljer	Prøvetype = 20 Fryseprøver = 3
	Piggskate	Lengde, vekt, kjønn: alle per stasjon Frys alle individer**	Prøvetype = 20 Fryseprøver = 3
	Alle andre arter	Lengde, vekt, kjønn: 20 per stasjon	Prøvetype = 20
	Eggkapsler	Registrer	Prøvetype = 51 (fylt) Prøvetype = 50 (tomt)

\* Modningsguide for bruskfisk; \*\* Fryseprøver: i pose, merkes med tokt, art og stasjonsnummer; \*\*\* Morphological and morphometric traits – *Chimaera* sp. (“havmuser”)

## HAL MED HARSTAD-TRÅL



Hele fangsten opparbeides til art/artsgruppe. Usikre eksemplarer fryses for senere identifisering av taksonom. Alle arter/artsgrupper veies (totalvekt). Representativ lengdeprøve (30 stk.) av alle arter fisk	Legg inn koder i Biotic Editor for:
<b>Fiskprøvetaking:</b> Mageprøve: inntil 10 fisk av brisling og sild per stasjon (makrell?) Del fisken opp i to delprøver dersom fangsten inneholder masse småfisk samt noen få store individer. For den store fisken telles/måles ALT, mens fra småfisken tas det ut et subsample som veies/måles.	Prøvetype 10 Mage = 2 Fryseprøver = 1
<b>Rekeprøvetaking</b> En prøve av alle rekearter (2–3 kg) sorteres til art/gruppe. Alle Pandalidae reker, glassreker og krill sorteres til art, mens mudderreker sorteres til gruppe. Totalvekten av alle reker fordeles på art/gruppe etter andel i rekeprøven.	
<b>Krillprøvetaking:</b> Totalvekt av krill i fangsten noteres. Ved store fangster tas det ut en delprøve av krill (registrer vekt)  All krill i delprøven lengdemåles og sorteres til art	Prøvetype 91 (repr. lengdeprøve)

## HAL MED MAKROPLANKTONTRÅL

Hele fangsten opparbeides til art/artsgruppe. Totalvekt av hver artsgruppe	
Ved store fangster av krill tas det ut en delprøve av krill (vekt) Artsbestemmelse og lengdemåling av minimum 100 individer  Den lengdemålte delprøven veies og fryses for videre opparbeiding i land (kjønn og livsstadium)	<b>Prøvetype = 92</b>  <b>Fryseprøver = 3</b>

## HAL MED TOBISSKRAPE

Hele fangsten fryses og tas med til land for opparbeiding der	
På land: Totallengde og individvekt på opptil 100 individer per silart  Alder, kjønn, modningsstadium og magefylling på opptil 25 individer per silart	Prøvetype = 20 Aldersmedium = 2 Fryseprøver = 3



### 11.3 - Vedlegg 3. CTD-stasjoner

Vedleggstabell 1. Oversikt over alle CTD-stasjonene tatt på toktet, med fjord, posisjon, dyp (meter), dato og klokkeslett. CTD-nummer på toktet er oppgitt, samt nummereringen (navn) av de faste CTD-stasjonene. I kommentarfeltet er det notert bl.a. hvilket serienummer CTD-stasjonen ble tatt i sammenheng med.

Fjord	Navn	Lat N	Lon Ø	Dyp (m)	CTD	Dato	Kl.	Kommentar
Hardangerfjorden	H8_2	59 35,72	5 15,72	404	160	11.02.	13:18	Ytterst i Hardangerfjord-snittet. Serienr. 22314
Hardangerfjorden	H7_2	59 44,45	5 30,38	340	157	10.02.	17:24	
Hardangerfjorden	H6_2	59 55,07	5 45,15	502	156	10.02.	15:30	
Hardangerfjorden	H5_2	60 00,68	5 54,99	652	148	09.02.	15:36	
Hardangerfjorden	H4_2	60 09,12	6 04,73	629	154	10.02.	10:09	
Hardangerfjorden	H3_2	60 15,55	6 11,43	554	153	10.02.	08:45	
Hardangerfjorden	H2_2	60 23,40	6 20,43	806	152	10.02.	06:42	
Hardangerfjorden	H1_2	60 27,20	6 34,30	783	151	10.02.	05:13	Innerst i Hardangerfjord-snittet (Utne)
Fensfjorden	M11	60 49,80	5 03,40	536	176	13.02.	03:08	Ytterst i Masfjordsnittet (Fensfjorden)
Fensfjorden	M10B	60 46,50	5 12,10	437	175	13.02.	01:58	
Masfjorden	M10	60 47,00	5 16,30	131	174	13.02.	01:19	
Masfjorden	M09	60 48,40	5 19,10	107	173	13.02.	00:35	
Masfjorden	M08	60 49,50	5 20,80	290	172	13.02.	00:08	
Masfjorden	M07	60 51,00	5 20,90	420	171	12.02.	23:36	
Masfjorden	M06	60 52,20	5 22,10	456	170	12.02.	23:05	
Masfjorden	M05	60 52,30	5 25,00	478	164	12.02.	15:38	Pelagisk hal. 22318-22321
Masfjorden	M04	60 52,90	5 28,40	281	166	12.02.	18:09	
Masfjorden	M03	60 52,50	5 29,70	179	169	12.02.	20:14	
Masfjorden	M02	60 52,00	5 30,60	184	168	12.02.	19:44	
Masfjorden	M01	60 52,30	5 32,80	183	167	12.02.	19:02	Innerst i Masfjordsnittet (Matre)
Vest av Gulen	VK039	60 51,46	4 41,00	435	177	13.02.	04:41	
Vest av Gulen	VK043	60 53,55	4 38,57	233	178	13.02.	05:23	
Sognefjorden	S01	60 55,94	4 39,80	525	179	13.02.	06:01	Ytterst i Sognefjordsnittet
Sognefjorden	S02	61 00,68	4 51,15	421	227	18.02.	07:39	
Sognefjorden	S03	61 05,10	5 02,93	168	226	18.02.	06:34	
Sognefjorden	S04	61 05,27	5 13,98	1069	205	15.02.	14:48	
Sognefjorden	S05	61 02,89	5 24,66	1249	204	15.02.	12:51	
Sognefjorden	S06	61 05,11	5 33,42	1253				Ikke tatt pga. ubåt rett ved posisjon
Sognefjorden	S07	61 07,31	5 43,23	1242	201	15.02.	04:59	
Sognefjorden	S08	61 08,66	5 55,25	1263	202	15.02.	06:28	
Sognefjorden	S09	61 07,70	6 05,44	1257	200	15.02.	02:05	
Sognefjorden	S10	61 06,83	6 17,49	1232	199	15.02.	00:04	
Sognefjorden	S11	61 05,92	6 28,59	1178	198	14.02.	22:48	Midtveis i Sognefjordsnittet (Vik)

Fjord	Navn	Lat N	Lon Ø	Dyp (m)	CTD	Dato	Kl.	Kommentar
Fjærlandsfjorden	F10	61 10,86	6 34,21	807	197	14.02.	21:18	Ytterst i Fjærlandsfjordsnittet
Fjærlandsfjorden	F09	61 13,69	6 34,09	290	196	14.02.	20:22	
Fjærlandsfjorden	F08	61 16,08	6 37,95	219	188	14.02.	15:32	
Fjærlandsfjorden	F07	61 18,28	6 40,55	209	195	14.02.	19:27	
Fjærlandsfjorden	F06	61 19,79	6 41,91	174	194	14.02.	19:00	
Fjærlandsfjorden	F05	61 21,31	6 43,96	169	193	14.02.	18:30	
Fjærlandsfjorden	F04	61 22,47	6 44,42	157	192	14.02.	17:14	
Fjærlandsfjorden	F03	61 23,61	6 44,80	110	191	14.02.	17:39	
Fjærlandsfjorden	F02	61 24,29	6 45,02	102	190	14.02.	17:14	
Fjærlandsfjorden	F01	61 24,86	6 45,27	72	189	14.02.	16:42	Innerst i Fjærlandsfjordsnittet
Førdefjorden	FOFJ_12	61 34,12	4 58,76	293	219	16.02.	13:02	Ytterst i Førdefjordsnittet
Førdefjorden	FOFJ_11	61 31,28	5 07,67	249	218	16.02.	11:58	
Førdefjorden	FOFJ_10	61 29,44	5 12,93	288	217	16.02.	10:05	
Førdefjorden	FOFJ_09	61 29,25	5 17,94	334	216	16.02.	09:20	Bunntål. Serienr. 22334
Førdefjorden	FOFJ_08	61 29,03	5 22,88	330	207	15.02.	22:59	
Førdefjorden	FOFJ_07	61 28,39	5 26,14	254	214	16.02.	05:58	
Førdefjorden	FOFJ_06	61 27,77	5 26,27	46	213	16.02.	05:33	
Førdefjorden	FOFJ_05	61 27,54	5 27,73	276	208	16.02.	23:31	
Førdefjorden	FOFJ_04	61 27,13	5 32,56	405	209	16.02.	00:10	
Førdefjorden	FOFJ_03	61 28,25	5 38,66	314	210	16.02.	01:30	
Førdefjorden	FOFJ_02	61 29,97	5 43,07	251	211	16.02.	03:18	
Førdefjorden	FOFJ_01	61 29,12	5 48,14	82	212	16.02.	04:00	Innerst i Førdefjordsnittet
Osafjorden				98-183	149	09.02.	21:29	Pelagisk hal. Serienr. 22301-22302
Osafjorden				270	150	10.02.	01:15	Pelagisk hal. Serienr. 22303-22304
ved Rosendal				164	155	10.02.	14:27	Bunntål. Serienr. 22305
Røvær				122-170	158	11.02.	06:25	Bunntål. Serienr. 22306
sør av Bømlø				340-360	159	11.02.	07:52	Bunntål. Serienr. 22313
Etnefjorden				188	161	11.02.	17:03	Bunntål. Serienr. 22315
Åkrafjorden				133-550	162	11.02.	21:14	Pelagisk hal. Serienr. 22316-22317
Møkstrafjorden				130	163	12.02.	07:13	Ikke noe bunntål pga. dårlig bunn
					165	12.02.	17:18	CTD-hal for å få vann fra dyp
Fensfjorden				270	180	13.02.	08:41	Bunntål. Munningen av fjorden. Serienr. 22322
Dinganesosen				218-280	181	13.02.	18:53	Bunntål. Serienr. 22323
Høyangsfjorden					182	13.02.	23:28	Pelagisk hal. Serienr. 22324-22325
Sogndalsfjorden				260	183	14.02.	08:20	Bunntål. Indre del av fjorden. Serienr. 22326
Sogndalsfjorden				120-132	184	14.02.	08:45	Bunntål. Ytre del av fjorden. Serienr. 22327

Fjord	Navn	Lat N	Lon Ø	Dyp (m)	CTD	Dato	Kl.	Kommentar
Sogndalsfjorden					185	14.02.	10:27	O2-målinger på dypest sted i anoksisk fjord.
Sogndalsfjorden					186	14.02.	10:54	Ekstra hal siden flaskene lakk på st. 185
Fjærlandsfjorden					187	14.02.	13:47	Bunntål. Serienr. 22328
Høyangsfjorden				223	203	15.02.	08:00	Pelagisk hal. Serienr. 22329-22331
Dalsfjorden					206	15.02.	18:23	Bunntål. Serienr. 22332
Førdefjorden					215	16.02.	08:21	Bunntål. Serienr. 22333
Stavfjorden					220	16.02.	15:59	Bunntål. Ytterst i fjorden. Serienr. 22335
Svelgen					221	17.02.	09:26	Bunntål. Serienr. 22343
Øst av Alden					222	17.02.	18:12	Bunntål. Serienr. 22344
Sør av Værlandet					223	17.02.	20:04	Bunntål. Serienr. 22345
Lågøyfjorden					224	17.02.	23:00	Bunntål. Serienr. 22346
Dalsfjorden					225	18.02.	00:12	Tatt for ekstra vannprøver

## 11.4 - Vedlegg 4. Vannprøver

Vedleggstabell 2. Oversikt over alle vannprøvene som ble samlet inn på toktet, med dato, CTD-stasjonsnummer, dyp (i meter), prøvetype (O<sub>2</sub>, næringssalt, karbonat, sporstoff), fjord, type stasjon og eventuelle kommentarer. Type stasjon var enten utvidet vannprøvetaking på en fast CTD-stasjon ("utvidet"), vannprøvetaking (næringssalt, sporstoff) i forbindelse med en bunntålstasjon ("bunntål") eller vannprøvetaking på en fast CTD-stasjon (forskjellige årsaker). Det ble tatt utvidet vannprøvetaking også på de to stasjonene med lavest innhold av O<sub>2</sub> i bunnvannet (Etnefjorden, Sogndalsfjorden) samt i Masfjorden. For bunntålstasjonene er serienummer oppgitt. Prøver av biota til UiB ble fryst ned fra Etnefjorden og Sogndalsfjorden.

Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
09.02.	148	657	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	404	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	201	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	19	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	657	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	657	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	404	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	404	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	201	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	201	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	657	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	404	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	201	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	19	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	657	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	657	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2

Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
09.02.	148	404	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	404	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	201	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	201	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	19	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
09.02.	148	19	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H5_2
10.02.	152	854	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	854	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	405	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	405	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	199	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	199	Winkler	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	854	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	405	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	199	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	21	Karbon	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	854	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	405	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	199	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	21	Næringssalt	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	854	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	854	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	405	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	405	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	199	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	199	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	21	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	152	21	Sporstoff	Hardangerfjorden	Utvidet	H2_2
10.02.	155	158	Næringssalt	Hardangerfjorden	Bunntåll_22305	
10.02.	155	158	Sporstoff	Hardangerfjorden	Bunntåll_22305	
10.02.	155	158	Sporstoff	Hardangerfjorden	Bunntåll_22305	
10.02.	156	504	Winkler	Hardangerfjorden	Fast CTD	H6_2
10.02.	156	504	Winkler	Hardangerfjorden	Fast CTD	H6_2
11.02.	158	127	Næringssalt	Hardangerfjorden	Bunntåll_22306	
11.02.	158	127	Sporstoff	Hardangerfjorden	Bunntåll_22306	
11.02.	158	127	Sporstoff	Hardangerfjorden	Bunntåll_22306	

Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
11.02.	160	379	Næringssalt	Hardangerfjorden	Bunntål_22314	H8_2
11.02.	160	379	Sporstoff	Hardangerfjorden	Bunntål_22314	H8_2
11.02.	161	180	Winkler	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
11.02.	161	180	Winkler	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
11.02.	161	180	Winkler	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
11.02.	161	120	Winkler	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
11.02.	161	120	Winkler	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
11.02.	161	180	Karbon	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
11.02.	161	180	Næringssalt	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
11.02.	161	180	Sporstoff	Etnefjorden	Bunntål_22315	prøver av biota til UiB
12.02.	164	481	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	481	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	300	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	300	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	201	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	201	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	481	Næringssalt	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	481	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	481	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	300	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	300	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	201	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	201	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	21	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
12.02.	164	21	Sporstoff	Masfjorden	Fast CTD	M05
13.02.	175	485	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M10B
13.02.	175	151	Winkler	Masfjorden	Fast CTD	M10B
13.02.	180	291	Næringssalt	Djuosen	Bunntål_22322	
13.02.	180	291	Sporstoff	Djuosen	Bunntål_22322	
13.02.	181	249	Næringssalt	Sognefjorden	Bunntål_22323	
13.02.	181	249	Sporstoff	Sognefjorden	Bunntål_22323	
14.02.	183	249	Næringssalt	Sogndalsfjorden	Bunntål_22326	prøver av biota til UiB
14.02.	183	249	Sporstoff	Sogndalsfjorden	Bunntål_22326	prøver av biota til UiB
14.02.	184	196	Næringssalt	Sogndalsfjorden	Bunntål_22327	prøver av biota til UiB
14.02.	184	196	Sporstoff	Sogndalsfjorden	Bunntål_22327	prøver av biota til UiB
14.02.	184	196	Winkler	Sogndalsfjorden	Bunntål_22327	prøver av biota til UiB

Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
14.02.	184	196	Winkler	Sogndalsfjorden	Bunnrål_22327	prøver av biota til UiB
14.02.	184	101	Winkler	Sogndalsfjorden	Bunnrål_22327	prøver av biota til UiB
14.02.	184	101	Winkler	Sogndalsfjorden	Bunnrål_22327	prøver av biota til UiB
14.02.	186	254	Winkler	Sogndalsfjorden		flere vannprøver
14.02.	186	254	Winkler	Sogndalsfjorden		flere vannprøver
14.02.	186	150	Winkler	Sogndalsfjorden		flere vannprøver
14.02.	186	150	Winkler	Sogndalsfjorden		flere vannprøver
14.02.	186	254	Karbon	Sogndalsfjorden		flere vannprøver
14.02.	186	254	Næringssalt	Sogndalsfjorden		flere vannprøver
14.02.	186	254	Sporstoff	Sogndalsfjorden		flere vannprøver
14.02.	187	234	Næringssalt	Fjærlandsfjorden	Bunnrål_22328	
14.02.	187	234	Sporstoff	Fjærlandsfjorden	Bunnrål_22328	
14.02.	188	217	Winkler	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	217	Winkler	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	217	Winkler	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	101	Winkler	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	101	Winkler	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	217	Karbon	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	101	Karbon	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	20	Karbon	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	217	Næringssalt	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	101	Næringssalt	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	20	Næringssalt	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	217	Sporstoff	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	217	Sporstoff	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	101	Sporstoff	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	101	Sporstoff	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	20	Sporstoff	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	188	20	Sporstoff	Fjærlandsfjorden	Utvidet	F08
14.02.	198	1186	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	802	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	406	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	199	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	1186	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	802	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	406	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S11



Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
14.02.	198	199	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	1186	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	1186	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	802	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	406	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	199	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	20	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	1186	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	1186	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	802	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	802	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	406	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	406	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	199	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	199	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	20	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
14.02.	198	20	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S11
15.02.	199	1236	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S10, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	199	902	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S10, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	199	700	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S10, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	201	1252	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S07, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	201	1012	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S07, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	201	809	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S07, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	201	607	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S07, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	202	1273	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S08, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	202	1114	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S08, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	202	1011	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S08, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	202	910	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S08, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	204	1251	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	801	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	401	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	202	Winkler	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	1251	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	801	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	401	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	20	Karbon	Sognefjorden	Utvidet	S05

Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
15.02.	204	1251	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	1251	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	801	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	401	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	202	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	20	Næringssalt	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	1251	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	1251	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	801	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	801	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	401	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	401	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	202	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	202	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	20	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	204	20	Sporstoff	Sognefjorden	Utvidet	S05
15.02.	205	1061	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S04, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	205	961	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S04, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	205	758	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S04, O2 kalibrering på dypt vann
15.02.	205	505	Winkler	Sognefjorden	Fast CTD	S04, O2 kalibrering på dypt vann
16.02.	209	409	Winkler	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	200	Winkler	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	101	Winkler	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	409	Karbon	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	200	Karbon	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	101	Karbon	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	20	Karbon	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	409	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	409	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	200	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	101	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	20	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	409	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	409	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	200	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	200	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04

Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
16.02.	209	101	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	101	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	20	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	209	20	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_04
16.02.	210	314	Winkler	Førdefjorden	Fast CTD	FOFJ_03
16.02.	210	150	Winkler	Førdefjorden	Fast CTD	FOFJ_03
16.02.	215	310	Næringssalt	Førdefjorden	Bunntål_22333	
16.02.	215	310	Sporstoff	Førdefjorden	Bunntål_22333	
16.02.	215	310	Sporstoff	Førdefjorden	Bunntål_22333	
16.02.	216	344	Næringssalt	Førdefjorden	Bunntål_22334	FOFJ_09
16.02.	216	344	Sporstoff	Førdefjorden	Bunntål_22334	FOFJ_09
16.02.	216	344	Sporstoff	Førdefjorden	Bunntål_22334	FOFJ_09
16.02.	217	262	Winkler	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	98	Winkler	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	262	Karbon	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	98	Karbon	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	20	Karbon	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	262	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	98	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	20	Næringssalt	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	262	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	262	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	98	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	98	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	20	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	217	20	Sporstoff	Førdefjorden	Utvidet	FOFJ_10
16.02.	220	272	Næringssalt	Førdefjorden	Bunntål_22335	Stavfjorden
16.02.	220	272	Sporstoff	Førdefjorden	Bunntål_22335	Stavfjorden
17.02.	221	126	Næringssalt	Nordgulen	Bunntål_22343	
17.02.	221	126	Sporstoff	Nordgulen	Bunntål_22343	
17.02.	222	218	Næringssalt	Offshore	Bunntål_22344	
17.02.	222	218	Sporstoff	Offshore	Bunntål_22344	
17.02.	223	340	Næringssalt	Offshore	Bunntål_22345	
17.02.	223	340	Sporstoff	Offshore	Bunntål_22345	
17.02.	224	393	Næringssalt	Offshore	Bunntål_22346	
17.02.	224	393	Sporstoff	Offshore	Bunntål_22346	

Dato	Stasjonsnr.	Dyp (m)	Sample_Type	Fjord	Type stasjon	Kommentarer
17.02.	225	319	Næringssalt	Dalsfjorden	Bunntåll_22332	CTD feilet tidligere
17.02.	225	319	Sporstoff	Dalsfjorden	Bunntåll_22332	CTD feilet tidligere

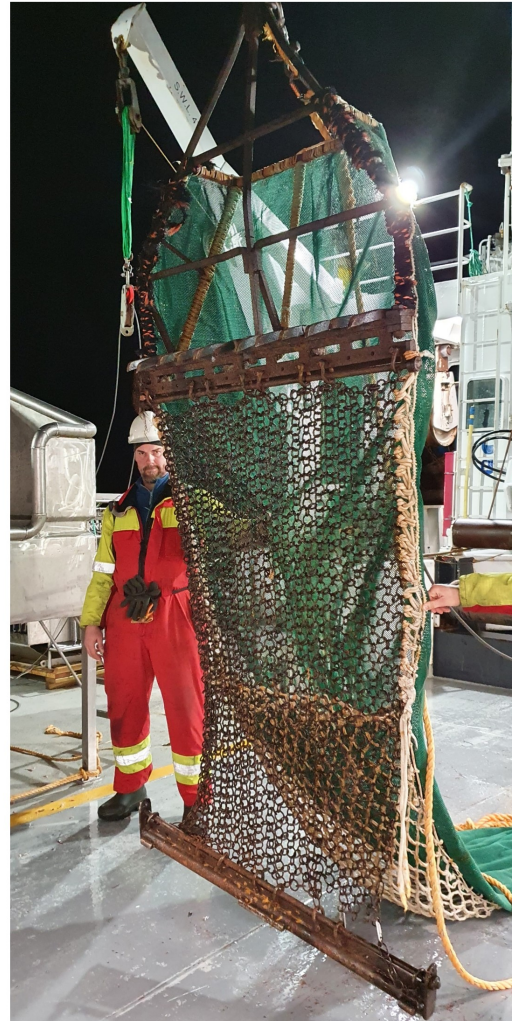
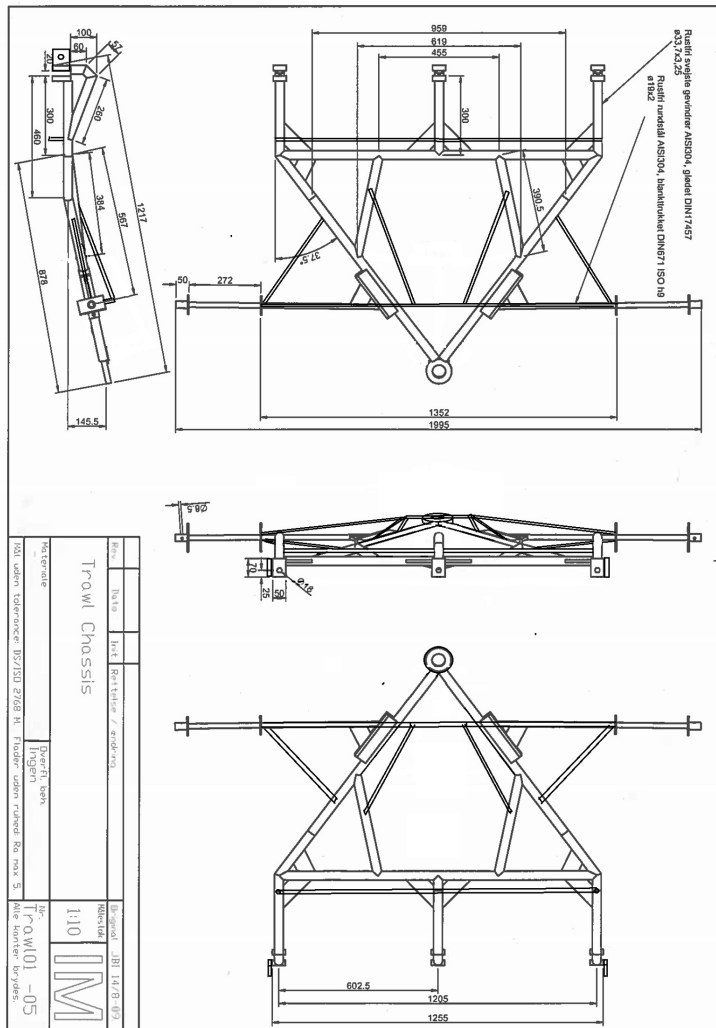
## 11.5 - Vedlegg 5. Prøvetakingsprogram ved krillstasjoner

Vedleggstabell 3. Oversikt over prøvetakingen på krillstasjonene på toktet, med fjord, redskap, stasjons- og serienummer, dato, klokkeslett, bunndyp, prøvetakingsdyp og posisjon.

Fjordområde			Stasjonsnr	Serienr	Dato	Tid	Dyp (m)	Lat	Long	Bunndyp
Osafjorden	1	CTD m WBAT	149		09.02.2022	21:30		60.5662	6.9938	
		Makroplanktontråll	126	22301	09.02.2022	22:38	183-98	60.5500	6.9703	215
		MultiNet	funksjonsfeil							
		Harstad-tråll	127	22302	09.02.2022	23:48	20-0	60.5402	6.9540	252
	2	CTD m WBAT	150		10.20.2022	01:29		60.5123	6.9228	
		Makroplanktontråll	128	22303	10.02.2022	02:07	270-20	60.5123	6.9228	297
		MultiNet	Funksjonsfeil							
		Harstad-tråll	129	22304	10.02.2022	03:17	13-0	60.5080	6.9183	297
Åkrafjorden		CTD m WBAT	162		11.02.2022	21:14		59.7537	6.0961	
		Makroplanktontråll	135	22316	11.02.2022	23:56	133-550	59.7538	6.0908	617
		MultiNet	162		11.02.2022	22:00	616-301	59.7516	6.0901	619
		Harstad-tråll	136	22317	12.02.2022	00:56	0-20	59.7652	6.1087	577
Masfjorden	1 (dag)	CTD m WBAT	164		12.02.2022	15:05		60.8717	5.4159	
		Makroplanktontråll	137	22318	12.02.2022	15:38	430-40	60.8725	5.4000	476
		MultiNet	funksjonsfeil							
		Harstad-tråll	138	22319	12.02.2022	16:24	20-0	60.8718	5.3957	472
	2 (natt)	CTD m WBAT	169		12.02.2022	20:25		60.8750	5.4951	
		Makroplanktontråll	139	22320	12.02.2022	21:27	432-0	60.8740	5.3855	453
		MultiNet	funksjonsfeil							
		Harstad-tråll	140	22321	12.02.2022	22:13	28-0	60.8725	5.4103	486
Høyangsfjorden	1 (natt)	CTD m WBAT	182	23:28	13.02.2022	23:28		61.1802	6.0234	
		Makroplanktontråll	143	22324	14.02.2022	01:19	200-30	61.1827	6.0335	282

Fjordområde			Stasjonsnr	Serienr	Dato	Tid	Dyp (m)	Lat	Long	Bunndyp
		MultiNet	182		14.02.2022	00:15	241-0	61.1843	6.0487	254
		Harstad-trål	144	22325	14.02.2022	02:03	15-0	61.1860	6.0440	268
	2 (dag)	CTD m WBAT	203		15.02.2022			61.1905	6.0540	
		Makroplanktontrål	148	22329	15.02.2022	07:28	45-227	61.1845	6.0402	281
		MultiNet	funksjonsfeil							
		Harstad-trål	149	22330	15.02.2022	09:13	52-0	61.1805	6.0243	258
		Harstad-trål	150	22331	15.02.2022	10:35	114-68	61.1783	6.0182	379

## 11.6 - Vedlegg 6. Tobisskrape



Vedleggsfigur 1. Skisse og foto av tobisskraperen som ble benyttet under toktet.

## 11.7 - Vedlegg 7. Oversikt over registrerte arter/artsgrupper

Vedleggstabell 4. Oversikt over arter og artsgrupper registrert på toktet, fordelt på fisk, krepsdyr og andre evertebrater. En del kategorier er helt eller delvis overlappende.

Fisk	Antall	Krepsdyr	Gruppe	Antall	Evertebrater	Gruppe	Antall
laksesild	36695	norsk storkrill		291053	<i>Periphylla periphylla</i>	manet	306
lysprykkfisker	7253	rødflekkglassreke		13155	bløtdyr		280
brisling	5780	dypvannsreke		1291	rødpølse		154
svarthå	1654	rosenglassreke		1076	slangestjerner		91
nordlig lysprykkfisk	1097	<i>Sergestes</i> sp.	reke	1067	hydroider og småmaneter		73

Fisk	Antall	Krepsdyr	Gruppe	Antall	Evertebrater	Gruppe	Antall
havmus	950	Pasiphaeidae	reke	571	børsteormer		19
kolmule	844	<i>Dichelopandalus bonnieri</i>	reke	401	blekkspruter		12
øypål	468	glassreker		180	sjøfjær		12
håggjel	400	rødglassreke		132	irregulære kråkeboller		6
havsil	301	mysider	pungreke	130	kråkebollefamilien		4
vassild	274	svømmekrabber		82	sjøstjerner		4
skolest	216	glassreke		77	<i>Asteronyx</i> sp.	pigghud	3
pigghå	137	reker		67	<i>Rossia macrosoma</i>	blekksprut	3
sølvorsk	127	eremittkreps		63	svamper		3
glattsil	118	isopoder	tanglus	55	vanlig sjømus		3
smørflyndre	117	mudderreker		54	<i>Scaphander lignarius</i>	snegl	2
lysing	90	trollhummer		54	<i>Sepietta neglecta</i>	blekksprut	2
kutlingfamilien	75	<i>Nematoscelis megalops</i>	krill	47	<i>Aequorea</i> sp.	manet	1
hyse	41	<i>Thysanopoda acutifrons</i>	krill	46	<i>Ascidia</i> sp.	sekkdyr	1
lusuer	35	krill		30	koralldyr		1
gapeflyndre	32	sjøkreps		30	kråkeboller		1
sild	30	tanglopper		25	maneter		1
hvitting	23	krabber		14	muslinger		1
lyr	20	<i>Atlantopandalus propinqvus</i>	reke	11	Onchidorididae	snegl	1
strømsild	18	langfingerkreps		10	<i>Phakellia</i> sp.	svamp	1
sypike	16	pyntekrabber		5	<i>Psilaster</i> sp.	pigghud	1
uflekket storsil	12	taskekrabbe		3	<i>Sepietta oweniana</i>	blekksprut	1
blålange	10	trollkrabbe		3	<i>Todaropsis eblanae</i>	blekksprut	1
sei	10	<i>Galathea</i> sp.	trollhummer	1	andromedasjøstjerne		
breiflabb	9	hoppekreps		1	glassmaneter		
glassvar	9	tifotkreps		1	lærkoraller		
spisskate	9	blomsterreke			<i>Priapulus</i> sp.	marine ormer	
storsil	9	<i>Lophogaster</i> sp.	pungreke		sjøpiggsvin		
vanlig fløyfisk	8				sjøpølser		
lomre	7						
makrell	5						
flyndrefamilien	4						
lange	4						
slimål	4						
beinfisker	3						

Fisk	Antall	Krepsdyr	Gruppe	Antall	Evertebrater	Gruppe	Antall
fløyfisker	3						
liten kantnål	3						
skater	3						
skjellbrosme	3						
brosme	2						
rødspette	2						
småvar	2						
trepigget stingsild	2						
vanlig uer	2						
dvergulke	1						
firetrådet tangbrosme	1						
flyndrefisker	1						
kveite	1						
nordlig tangbrosme	1						
piggskate	1						
rognkjeks	1						
rundskate	1						
tangsprellfamilien	1						
tungevar	1						

## 11.8 - Vedlegg 8. Rekefelt

Vedleggstabell 5. Oversikt over alle rekefelt i Hordaland, Sogn og Fjordane, og den nordligste delen av Rogaland: trålbare rekefelt. Informasjonen kommer fra fjordtokt med MS Brattholm i november 2021 (toktnummer 2021854), RV Kristine Bonnevie i februar 2022 (toktnummer 2022603) og januar 2023 (toktnummer 2023006001) og fra rekefisker Levi Vollan.

År	Serie-nummer	Dyp_start	Rekefelt	År reg.	Reke (antall/vekt)	Nr. på kart	Kommentar	Vernestatus
2021	37701	183	Etnefjorden	1988	4	1		laksefjord
	37702	235	Øst av Romsa	1988		2		
	37703	338	Tittelsnes/Klosterfjorden	1988		3	sørøst fra Leirvik	
	37704	448	Tittelsnes/Klosterfjorden	1988		4	inne i Ålfjorden	
	37705	375	Melen/Bjoafjorden	1988		5		
	37706	274	Matrefjorden	1988		6		
	37707	217	Høylandssundet	1988		7		
	37708	161	Dimmelsvik	1988		8		
	37709	214	Storsundet	1988		9		



År	Serie-nummer	Dyp_start	Rekefelt	År reg.	Reke (antall/vekt)	Nr. på kart	Kommentar	Vernestatus
	37710	254	Sør av Ramsøy	1988		10		
	37711	420	Vest av Toska	1988		11		
	37712	356	Nordvest av Bogno	1988		12		
	37713	201	Radfjorden	2000		13		
	37714	420	Lurefjorden		5	14		marin verneplan
	37715	159	Mjømnosen	1995	1	15		
	37716	315	Sognesjøen	1995		16		
	37717	165	Rossosen	1995		17		
	37718	242	Gulafjorden	1995		18		
	37719	375	Dalsfjorden Vilnesfjorden	1995		19	i sundet vest av Skorpa	
	37720	305	Dalsfjorden Vilnesfjorden	1995		20	i Åfjorden, nord av Skorpa	
	37721	273	Dalsfjorden Vilnesfjorden	1995		21	i Vilnesfjorden, nord av Lammetun	
	37722	258	Dalsfjorden Vilnesfjorden	1995		22	i Dalsfjorden, nord av Dalsøyna	laksefjord
	37723	150	Aldefjorden	1995		23	sør for Vilnes	
	37724	270	Stavfjorden	1995		24		
	37725	320	Brufjorden	1995		25	planlagt gruvedeponiområde	
	37726	170	Helgøya	1995		26		laksefjord
	37727	166	Kvalstein	1995	1,1 kg	27	gode rekefangster i 2011	
	37728	156	Ved Rognefluene	1995	5	28		
	37729	190	Fåfjorden	1995		29		
	37730	166	Sildegapet	1995		30		
	37731	196	Nordpollen	1995	6	31		
	37733	152	Nordre Sildeflua	2017	1	33		
	37734	110	Røysetfjorden	2017		34		
	37735	183	Stabbenfeltet - Nærøy	1995		35		
	37736	207	Granesundet	1995		36		
2022	22305	171	Dimmelsvik	1988	1	37		
	22306	124	Røværifjorden	2011	3,9 kg	38		
	22313	360	Raudholmane	2012	3	39		
	22314	373	Bømlafjorden	1988		40		
	22315	199	Etnefjorden	1988	1	41		laksefjord

År	Serie-nummer	Dyp_start	Rekefelt	År reg.	Reke (antall/vekt)	Nr. på kart	Kommentar	Vernestatus
	22322	320	Djuposen ved Byrknes	1995		42	trålte rett vest av feltet	
	22323	224	Digenesosen	1995		43	trålte nord for feltet	
	22326	261	Sogndalsfjorden	2002		44	vest av Kjørnes	laksefjord
	22327	133	Sogndalsfjorden	2002	3	45	ytre del	laksefjord
	22328	294	Fjærlandsfjorden	2002		46	trålte sør for rekefeltene	laksefjord
	22332	339	Dalsfjorden Vilnesfjorden	1995		47		
	22333	320	Brufjorden	1995		48	planlagt gruvedeponiområde	
	22334	379	Brufjorden	1995		49		
	22335	274	Stavfjorden	1995		50	nordvest i feltet	
	22343	134	Nordgulen	1995	1,4 kg	51		
	22344	227	Aldefjorden	1995	17	52	nordøst i feltet	
	22345	338	Aldefjorden	1995	1	53	vest i feltet	
	22346	367	Lågøyfjorden	1995	1	54		
2023	22001	193	Veafjorden	1988		55		laksefjord
<i>Rekefelt trålt av rekefisker Levi Vollan</i>								
2022			Øst av Holsnøy	1988	0,5 kg	56		
			Åråsvågen	1988	1,5 kg	57		
			Vardholmen	1988	0,5 kg	58		
			Lurekalven	1988	7,5-15 kg	59	litt perifylla	marin verneplan
			Sør av Stridsholmen	1988	0,5 kg	60	enormt med perifylla	marin verneplan
			Radsundet	1988	0,5 kg	61	mye glassmaneter	
			Radfjorden	2000	7,5-15 kg	62		
			Ypso	2000		63		
			Sørfjorden	1988		64		
			Mjømnosen	1995		65	masse glassreker	
			Mjømnosen	1995		66	v. Ånnelandssundet, masse glassreker	
			Toftevika	1988	0,5 kg	67		
			Svartskjæra sør	1988	5 kg	68		
			Øst av Torsdagsøy/Eggøya	1988	5 kg	69		

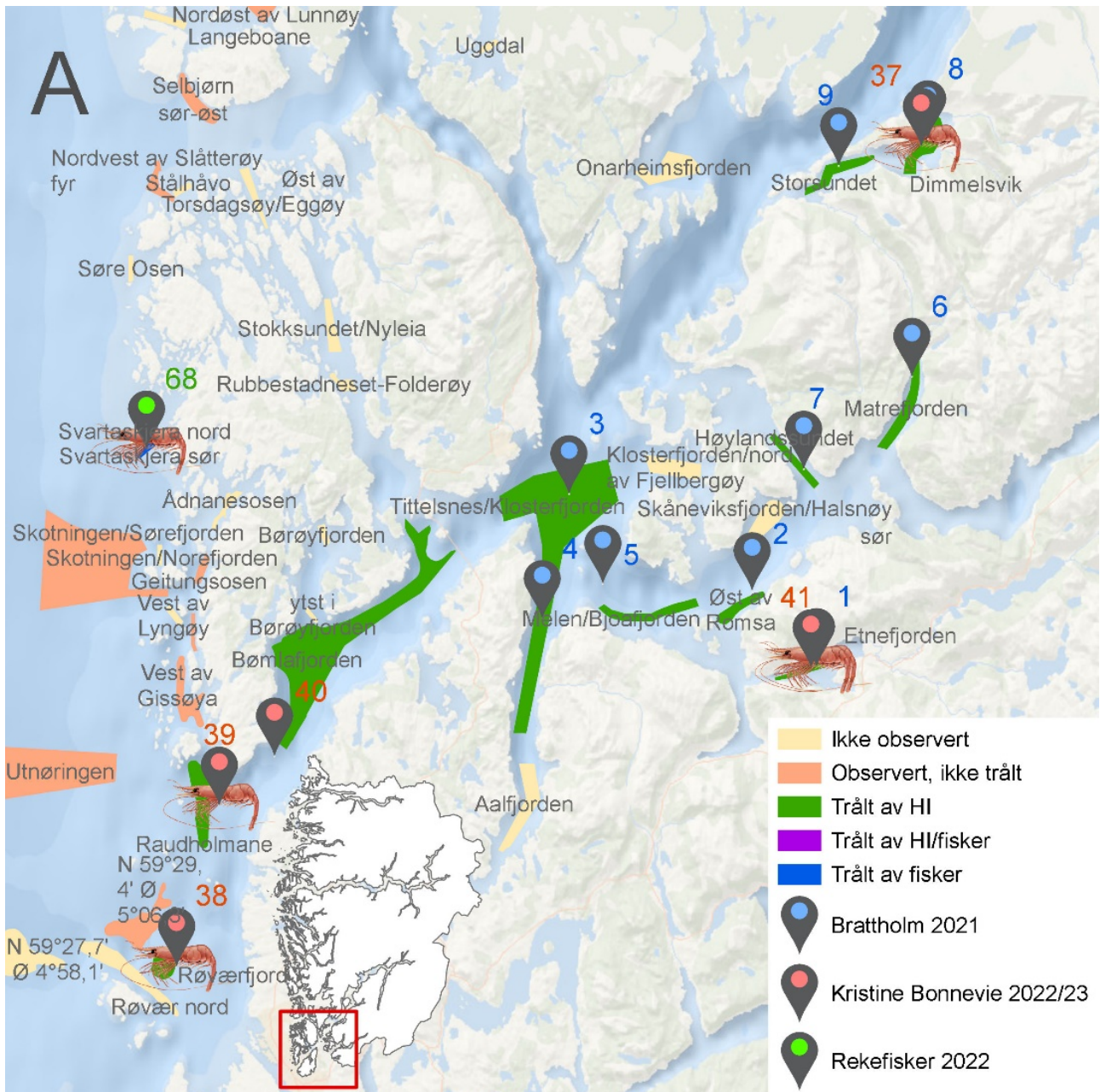
Vedleggstabell 6. Oversikt over alle ikke-trålbare rekefelt i Hordaland, Sogn og Fjordane, og den nordligste delen av Rogaland. Informasjonen kommer fra fjordtokt med MS Brattholm i november 2021 (toktnummer 2021854), RV Kristine Bonnevie i februar 2022 (toktnummer 2022603) og rekefisker Levi Vollan.

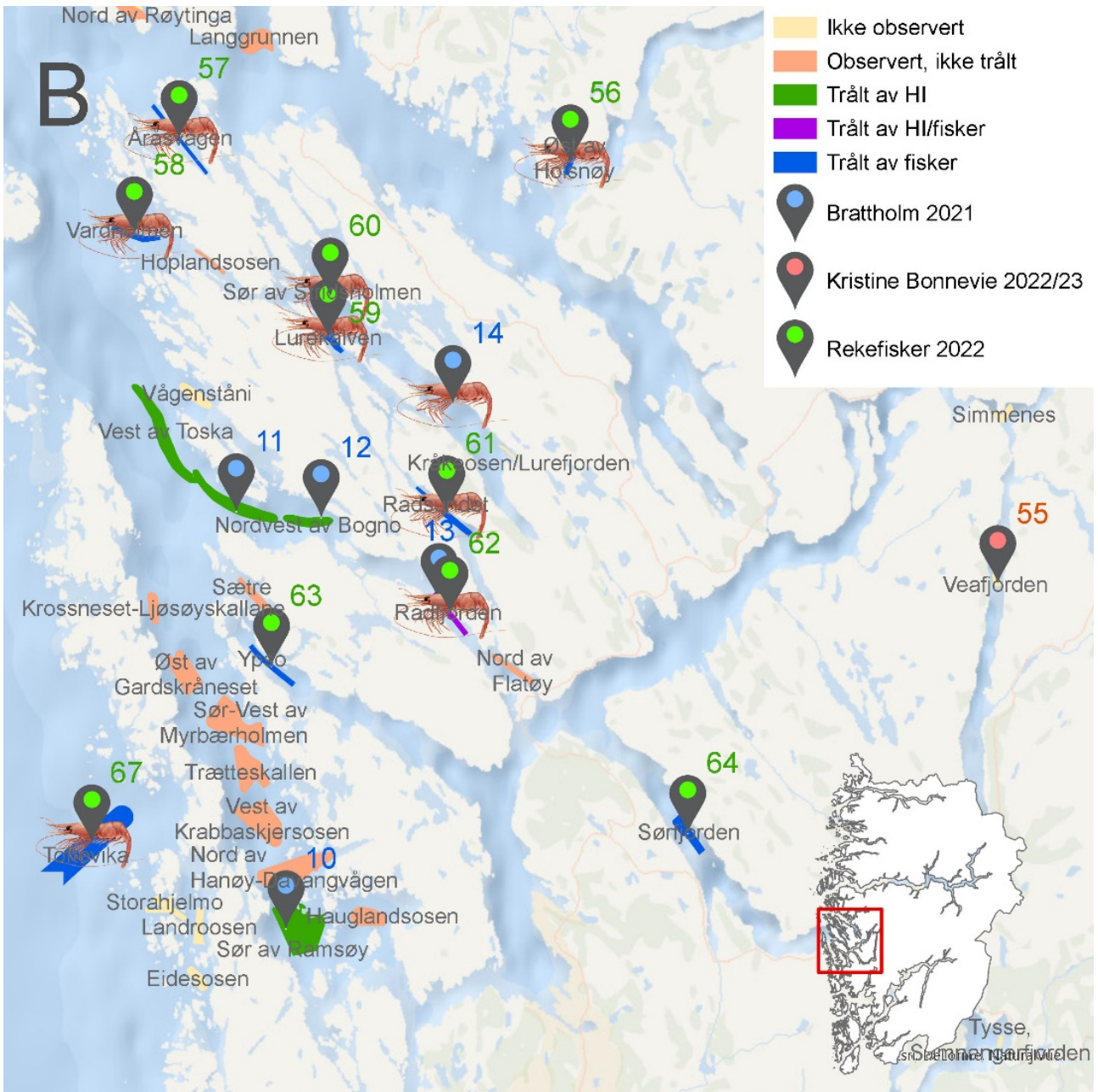
År undersøkt	Rekefelt	År registrert	Kommentar
2021	Vest av Kamsøya	1988	ujevn bunn, hindringer på bunn observert på ekkoloddet
	Fanafjorden	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Korsneset	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Raunefjorden nord av Lerøy	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Flesland	2007	krepseteiner og faststående bruk
	Radsundet	1988	ujevn bunn, sjøkabel
	Lurekalven	1988	dårlig bunn, lite felt
	Åråsvågen	1988	ujevn bunn, krepseteiner og oppdrettsanlegg
	Langgrunnen	1995	oppdrettsanlegg
	Hoplandsosen	2000	ujevn bunn, grunt
	Vardholmen	1988	ujevn bunn, grunt
	Dingenesosen	1995	krepseteiner og faststående bruk
	Sildefjorden	2017	krepseteiner og oppdrettsanlegg
2022	Skuddefeltet	2012	skytefelt (fra Jarsteinen ned til Kvitsøy)
	N 59°29,4' Ø 5°06,3'	2014	minefelt
	Skotningen/Sørefjorden	1988	i skytefelt, nærheten av minefelt
	Utnøringen	2017	nærheten av minefelt
	Nordvest av Slåtterøy fyr	1988	flere minefelt, skytefelt
	Stålhovo	1988	flere minefelt, skytefelt
	Selbjørn sør-øst	1988	nærheten av minefelt
	Nordøst av Lunnøy	1988	ujevn bunn, krepseteiner
	Goltastein/Glesvær	1988	skytefelt
	Toftevika	2007	nærheten av dumpfelt
	Vest av Gissøya	1988	ujevn bunn
	Holmeosen/Bekkjanaset	1988	ujevn bunn
	Geitungosen	1988	ujevn bunn
	Horgesund	2007	ujevn bunn, krepseteiner
	Øst av Holsnøy	1988	oppdrettsanlegg
	Djuposen v/Byrknes	1995	ujevn bunn
	Nord av Røytinga	2002	ujevn bunn
	Gulafjorden (vest i feltet)	1995	kabler, krepseteiner, oppdrettsanlegg, ujevn bunn
	Straumfjorden	1995	funn av ammunisjon like ved
	Ryggsteinosen	1995	minefelt
	Tussen	1995	minefelt (mellom Moldøyna og Håsteinen)

År undersøkt	Rekefelt	År registrert	Kommentar
	Frøysjøen (vest i feltet)	1995	minefelt
	Hellefjorden	1995	minefelt i nærheten
	Sogndalsfjorden	2002	flere vrak i Nornessundet (helt sør i feltet)
	Fjærlandsfjorden	2002	kabler, skipsvrak
	Øst av Røringane	1995	ujevn bunn
	Ytre Nordalsfjorden	1995	ujevn bunn
2022	Årøytaren v/ Røytinga	1995	krepseteiner og faststående bruk
	Nord av Flatøy	2000	krepseteiner og faststående bruk
	Sætre	2000	krepseteiner og faststående bruk
	Krossneset-Ljøsøyskallane	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Øst av Gardskråneset	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Sør-Vest av Myrbærholmen	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Trætteskallen	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Vest av Krabbaskjersosen	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Nord av Hanøy-Davangvågen	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Sør av Ramsøy	1988	krepseteiner og faststående bruk
	Hauglandsosen	1988	krepseteiner og faststående bruk

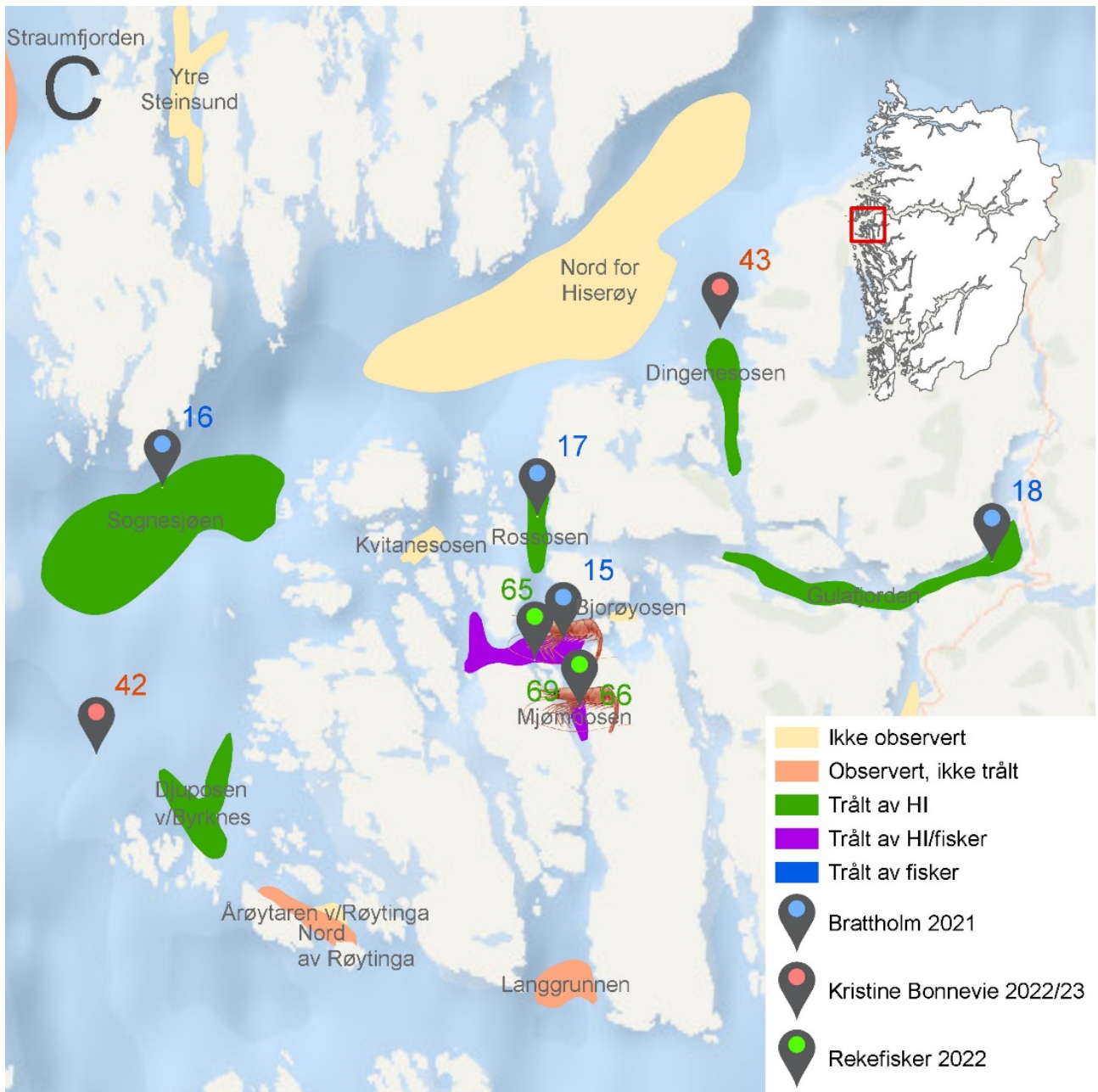
## 11.9 - Vedlegg 9. Kart over rekefelt på Vestlandet

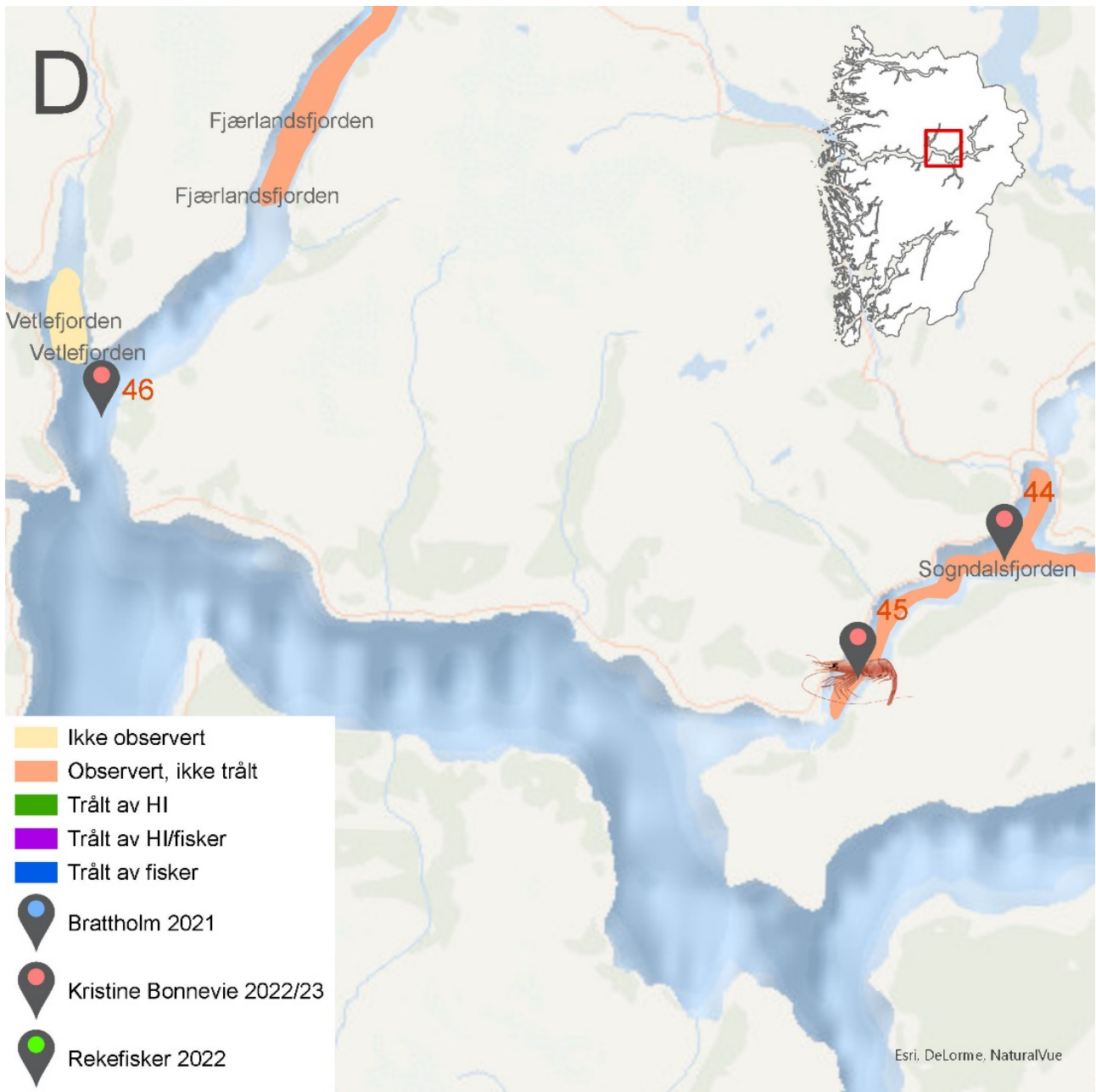
Vedleggsfigurer A–G. Kart over rekefelt i Vestland fylke, der fargekoder viser felt som ikke er undersøkt, felt som er undersøkt, men ikke trålt pga. forskjellige hindringer, og felt som er trålt av hhv. Havforskningsinstituttet (tokt med MS *Brattholm* i 2021 og RV *Kristine Bonnevie* i 2022 og 2023) og rekefisker Levi Vollan. Markørene viser trålposisjoner til Havforskningsinstituttet. Trålposisjoner til rekefiskeren er angitt som midtpunkt i feltene. Nummereringen av trålposisjonene samsvarer med nummerering i tabell i Vedlegg 8, der detaljer om rekefeltene er oppgitt. Blå og rød nummerering viser til trålposisjoner i hhv. 2021 og 2022. Reker er plassert over felt der dypvannsreke ble funnet.



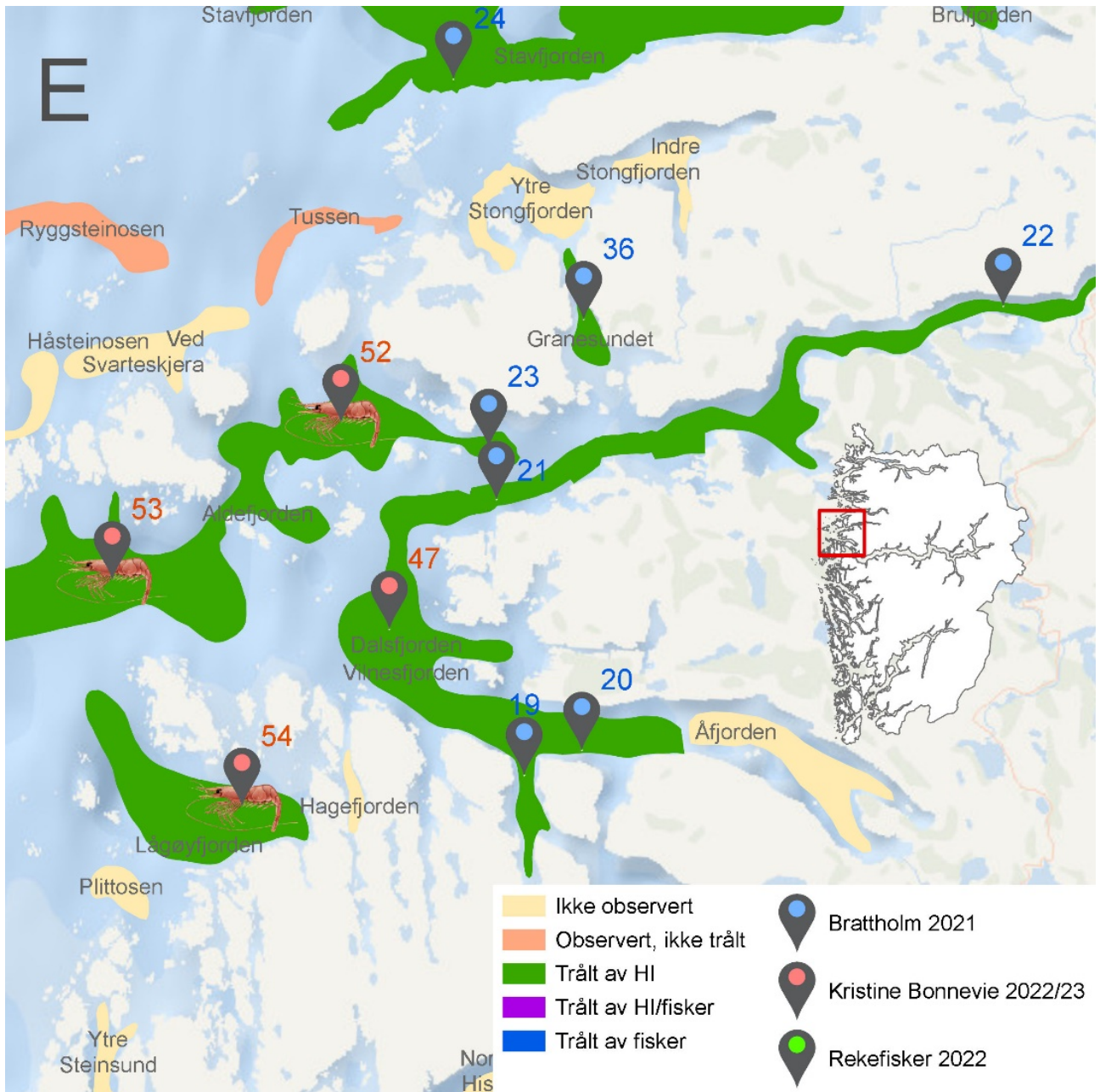


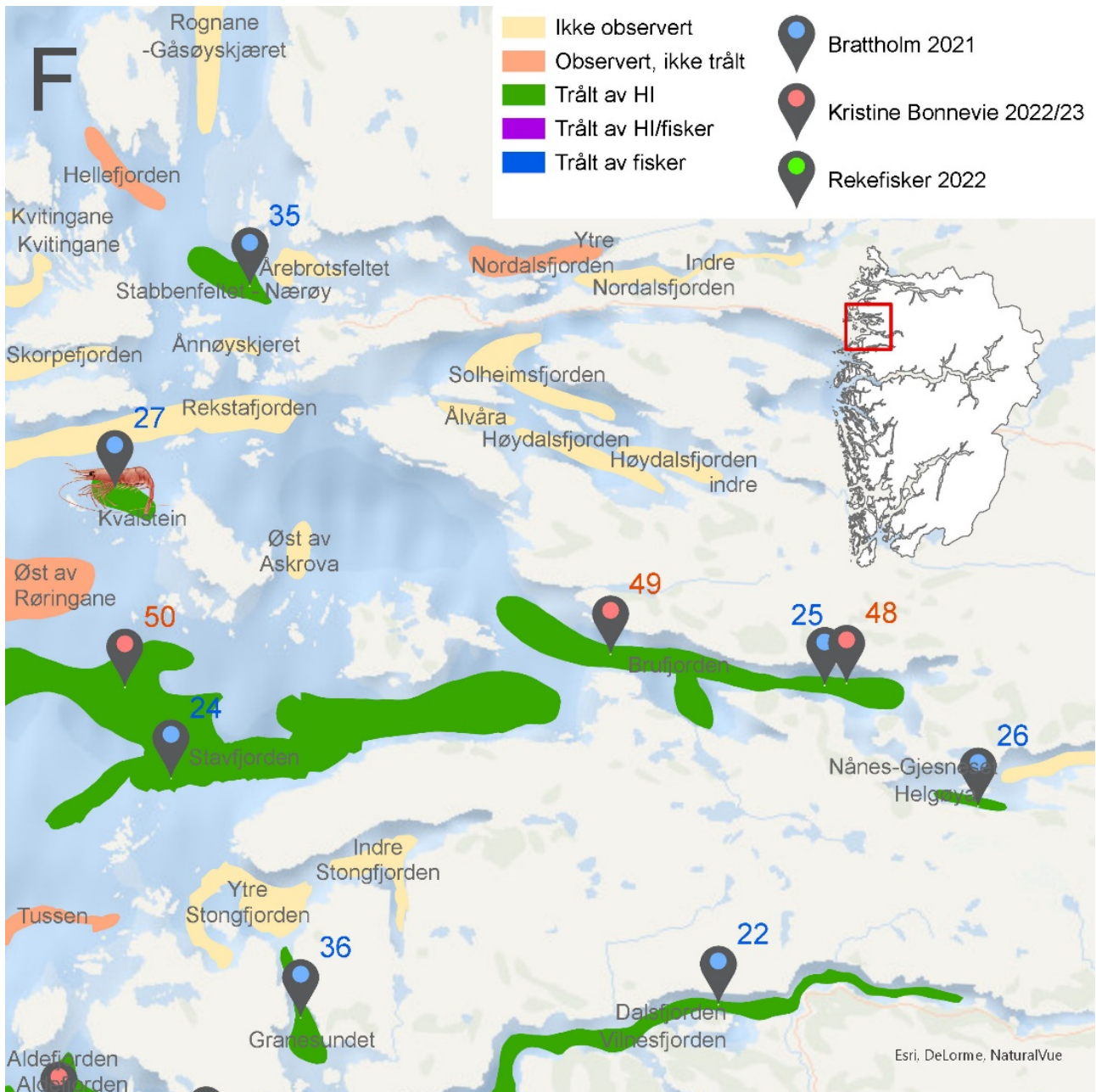














## 11.10 - Vedlegg 10. Førdefjorden

Vedleggstabell 7. Fangst per nautisk mil (antall og vekt) av alle arter på de to stasjonene i Førdefjorden på dette toktet, tilsvarende oversikt fra toktet i november 2021 (Zimmermann mfl. 2021) samt oversikt over hvilke arter som ble tatt på garn i deponiområdet og rett vest av deponiområdet i 2008 (Bjelland og Helle 2008).

Norsk navn	Vitenskapelig navn	2022				2021		2008		Deponi
		Deponi (antall/nm)	Deponi (kg/nm)	Vest av deponi (antall/nm)	Vest av deponi (kg/nm)	Deponi (antall/nm)	Deponi (kg/nm)	Vest av deponi		
Havmus	<i>Chimaera monstrosa</i>	46	12.07	30	12.80	107	121.06	x	x	
Kolmule	<i>Micromesistius poutassou</i>	75	12.10	449	56.03	406	48.21		x	
Nordlig lysprykkfisk	<i>Benthoosema glaciale</i>	704	1.90	839	2.13	18719	47.73			
Skolest	<i>Coryphaenoides rupestris</i>	16	16.78	229	31.71	55	15.33	x	x	
Svarthå	<i>Etmopterus spinax</i>	154	12.91	186	14.23	162	13.63			
Blålange	<i>Molva dypterygia</i>	2	3.42	3	2.35	4	9.94	x	x	
Hågjel	<i>Galeus melastomus</i>	88	7.80	51	5.33	136	9.51	x		
Spisskate	<i>Dipturus oxyrinchus</i>			5	12.17	11	9.1			
Laksesild	<i>Maurolicus muelleri</i>	679	0.48	938	0.88	5640	4.8			
Smørflyndre	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	13	2.34	3	0.38	15	4.05			
Vassild	<i>Argentina silus</i>	1	0.06	58	8.36	26	1.43			
Øyepål	<i>Trisopterus esmarkii</i>					85	1.33			
Makrell	<i>Scomber scombrus</i>			1	0.04	7	0.27			
Hyse	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>					4	0.1			
Hvitting	<i>Merlangius merlangus</i>					4	0.05			
Skater (eggkapsler)	Rajiformes	2	0.02			7				
Brosme	<i>Brosme brosme</i>			1	7.93				x	





Mudderreker		10	0.01		0.03				
Rødpølse	<i>Parastichopus tremulus</i>	6	0.50	4	0.40				
Sjøfjær			0.05	9	0.06				
Tanglopper	Amphipoda	10	0.01		0.01				
	<i>Sergestes</i> sp.		3.04		4.72				
Muslinger	Bivalvia	1	0.02						



## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: [post@hi.no](mailto:post@hi.no)

[www.hi.no](http://www.hi.no)