



2023

Forundersøkelse ved Krutøya i Frøya kommune, september 2023

Amar Seafood AS



Etter Norsk Standard NS 9410: 2016

AQUA KOMPETANSE AS

Aqua Kompetanse AS
Storlavika 7
7770 Flatanger



Mobil: 905 16 947
E-post: post@aqua-kompetanse.no
Internett: www.aqua-kompetanse.no
Bankgiro: 4400.07.25541
Org. Nr.: 982 226 163

Rapportens tittel: Forundersøkelse ved Krutøya i Frøya kommune, september 2023			
Lokalitet: Krutøya Lokalitetsnummer: ny lokalitet	Rapportdato: 15.09.2023 Rapportnummer: 2557-9-23FU	Antall sider uten vedlegg: 18 Antall sider totalt: 29	
Oppdragsgiver: Amar Seafood AS	Kontaktperson: Knut Staven	Omsøkt MTB: 3120 tonn	
Kommune: Frøya	Fylke: Trøndelag	Koordinater: 63°40.344N, 08°36.742Ø	
Rapporten omfatter et sammendrag av			
Rapportnr. 2425-6-23M Rapportnr. 2042-7-23S	Havbunnskartlegging Vannstrømmålinger	0,46 meters oppløsning 5, 15, 29 og 49 meter	12.06.2023 31.01.-04.03.2023 (S01) 13.06.-18.07.2023 (S02)
Rapportnr. 2368-6-23B Rapportnr. 2369-6-23C	B-undersøkelse C-undersøkelse	10 stasjoner 4 + 1 stasjoner	12.06.2023 13.06.2023
Emneord: havbunnskartlegging; multistråle; batymetri; vannstrøm; doppler; overflatestrøm; vannutskiftningsstrøm; dimensjoneringsstrøm; spredningsstrøm; bunnstrøm; vannutskiftning; miljøtilstand; miljøovervåking; sediment; elektrokjemi; sensoriske registreringer			ID 1582-1.4 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
Rapportansvarlig:  Tom Einar Andreassen	Kvalitetssikring:  Henrik Strøm		

© 2023 Aqua Kompetanse AS. Kopiering kan kun skje i sin helhet. Dersom deler av rapporten (konklusjoner, figurer, tabeller, bilder eller annen gjengivelse) er ønskelig, er dette kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Aqua Kompetanse AS.

Forord

På oppdrag av Amar Seafood AS har Aqua Kompetanse AS utført en forundersøkelse ved Krutøya. En forundersøkelse av lokalitetens anleggsområde og anleggets overgangssone blir gjennomført før anlegget plasseres, og før vesentlige anleggsutvidelser. Forundersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og fungere som en referanse for utviklingen av miljøforholdene etter at produksjonen har startet ved lokaliteten. I tillegg blir havbunnen i nærområdet til lokaliteten kartlagt, og vannstrømmen blir målt i flere dyp. Dette gir et grunnlag for anleggsplassering, samt vanngjennomstrømming og spredningspotensiale for lokaliteten.

Aqua Kompetanse AS har utført havbunnskartlegging, vannstrømmmålinger, akkreditert B-undersøkelse og akkreditert C-undersøkelse ved den planlagte lokaliteten. Standarder og veiledere som er benyttet til innsamling av data og prøvemateriale til denne forundersøkelsen er listet i **Tabell 1**.

Tabell 1: Standarder og veiledere benyttet til innsamling av data og prøvemateriale til denne forundersøkelsen.

Undersøkelse	Standard/veileder	Tittel
B-, C- og forundersøkelse	NS 9410: 2016	Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg
C-undersøkelse	NS-EN ISO 16665: 2013	Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna.
	NS-EN ISO 5667-19: 2004	Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.
Hydrografi	Veileder 02: 2018	Klassifisering av miljøtilstand i vann
Vannstrømmmåling	NS 9425-1: 1999	Oseanografi – Del 1: Strømmmålinger i faste punkter.
	NS 9425-2: 2003	Oseanografi – Del 2: Strømmmålinger ved hjelp av ADCP.

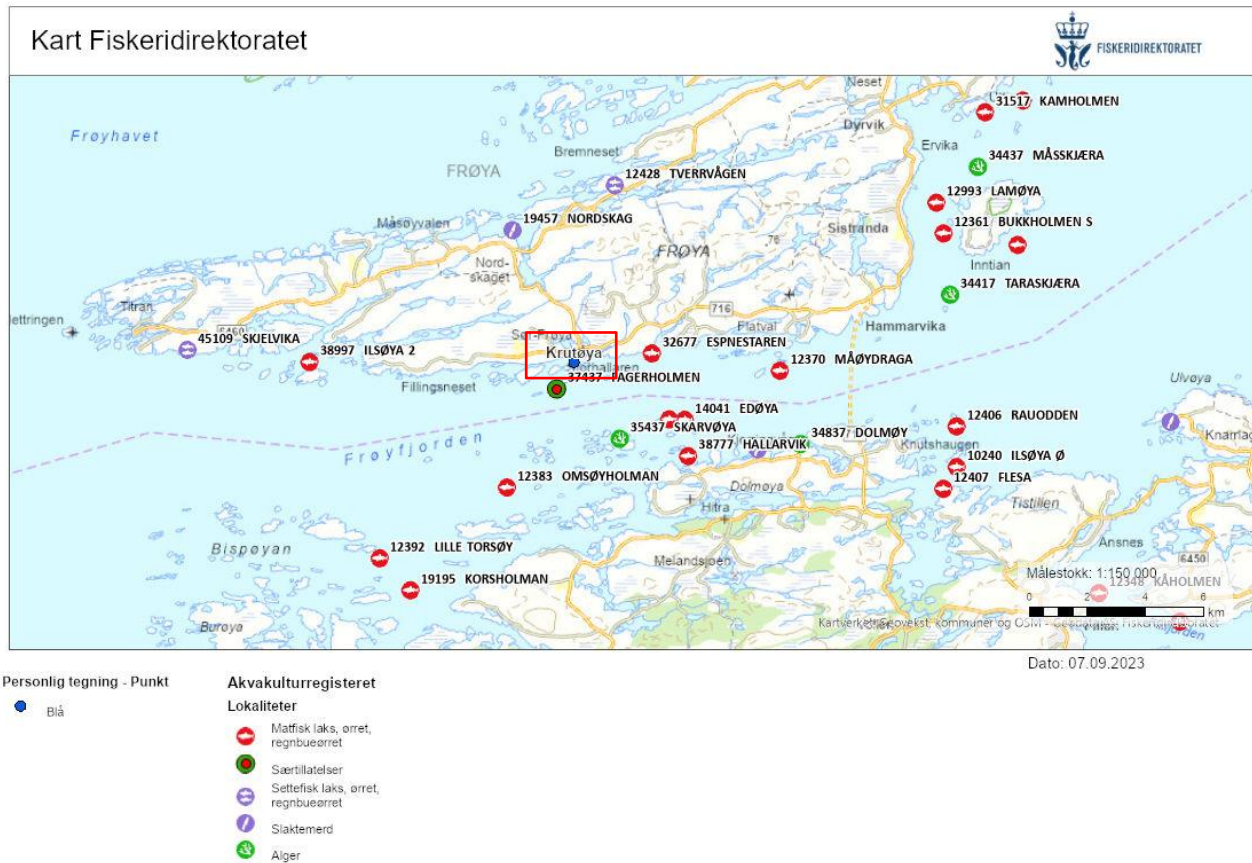
Innholdsfortegnelse

Forord	3
Innholdsfortegnelse	4
1. Materiale og metode	5
1.1 Undersøkellesområde	5
1.2 Havbunnskartlegging.....	5
1.3 Vannstrømmålinger.....	6
1.4 B-undersøkelse.....	6
1.5 C-undersøkelse.....	7
1.5.1 Hydrografi	7
2. Resultat	8
2.1 Havbunnskartlegging.....	8
2.2 Vannstrømmålinger.....	9
2.3 B-undersøkelse.....	10
2.4 C-undersøkelse.....	12
2.4.1 Bløtbunnsfauna.....	12
2.4.2 Sensoriske registreringer og elektrokjemiske målinger	12
2.4.3 Geologisk analyser	12
2.4.4 Kjemiske analyser	12
2.4.5 Hydrografi	15
3. Oppsummering	17
3.1 Bæreevne	17
4. Referanser.....	18
Vedlegg A – Havbunnskartlegging	19
Vedlegg B – Vannstrømmålinger	20
Vedlegg C- B1 og B2 skjema	28

1. Materiale og metode

1.1 Undersøkellesområde

Krutøya ligger i Frøya kommune, i Trøndelag (**Figur 1**). Anlegget er planlagt plassert på sørsiden av Frøya, like ved Krutøya og en rekke større og mindre øyer. Vest for lokaliteten bukter det seg en undersjøisk kanal med grunnere områder. Øst for anlegget er det et basseng med dybder ned mot 60 meter. Dybden under det planlagte anlegget varierer mellom 47 og 60 meter (**Figur 6**).



Figur 1: Oversiktskart som viser planlagt anleggsplassering (rød firkant) i forhold til andre anlegg. Geografisk senterpunkt for det planlagte anlegget ved Krutøya er $63^{\circ}30.344'N$ $08^{\circ}36.742'E$. Målestokk 1:150 000. Kilde: Fiskeridirektoratets karttjeneste.

1.2 Havbunnskartlegging

Havbunnen i nærområdet til Krutøya ble kartlagt ved bruk av Olex WASSP1 multistråle-ekkolodd. Posisjoneringsystemet er av typen Trimble BX982 GPS2 / GLONASS3 cpos-korrigerings-tjeneste (med nøyaktighet på ca. 1 meter). Bevegelsesjustering på båten utføres av Kongsberg MRU4. Ekkoloddet har en varierende rekkevidde, avhengig av bunntopografi og vannkvalitet, på ca. 200-300 meters dybde. På dypere vann enn 200-300 meter kan det presenteres data fra mobilt enkeltstråle-ekkolodd og/eller data fra Olex standard. Bunnhardhet viser til havbunnens evne til å reflektere signaler, hvor bløtere sediment gir svakere refleksjon enn hardere sediment. Hardhet visualiseres med en relativ fargeskala fra blått til rødt, henholdsvis bløtere og hardere sediment.

Ved oppløssing av havbunnen er det mange faktorer som påvirker kvaliteten til resultatene. Dybdeverdier som lager avvikende formasjoner i bunnkartet betraktes vanligvis som målefeil, og vises som topper, hull, eller langsgående arr i kartet. Avvikende målinger identifiseres gjennom en kombinasjon av manuelle og automatiske metoder og vurderinger. De avvikende målingene slettes og bunnkartet kalkuleres på nytt.

Båtens utforming og montering av transduser er mulige feilkilder, så korrigerings av «roll, pitch og heading» kan være nødvendig. Slike feil sees ofte som høydeforskjeller mellom kjøringene og ruglete havbunn i overlappende kjøringene. Roll og pitch er satt til null for dette datasettet på bakgrunn av manuell kvalitetskontroll.

Den antatte lydshastigheten WASSP/Olex benytter for å beregne dybder er en annen mulig feilkilde, hvor feil i lydshastighet ofte vises som konvekse eller konkave strukturer i batymetrien, avhengig av om antatt lydshastighet er for lav eller for høy. Ved denne kartleggingen ble det benyttet en CTD (konduktivitet, temperatur og dybde) til å ta en profil av lydshastighet i vannsøylen før opplødingsstart (**Figur 3.1**). Profilen ble deretter konvertert til et format Olex forstår og lastet inn. Etersom profilen i vannsøylen varierer med tid og geografisk plassering vil lydshastigheten kunne påvirke resultatene, men trolig ikke i stor grad for dette datasettet. Opplødingsforholdene var tilfredsstillende. Havbunnen ved Krutøya ble oppløddet med 0,46 meters oppløsning, og bunndata med 0,46 meters oppløsning er vurdert. Havbunnen ble kartlagt den 19.10.2020. For original rapport, se Roksvaag (2023).

1.3 Vannstrømmålinger

Strømmålingene ble foretatt i perioden 31.01.-04.03.2023 og 13.06.-18.07.2023, i en rigg utplassert på 63°40.354N, 08°36.678Ø (**Figur 6**), og ble gjennomført i henhold til NS 9425-1:1999 NS 9425-2:2003. Det ble benyttet tre akustiske strømmålere produsert av Nortek AS; to 400 kHz profilerende måler og en 2000 kHz punktmåler. De profilerende målerne har et instrumentoppsett på 25 celler × 2 meter som gir en rekkevidde på 50 meter. Punktmålerne måler i monteringsdypet. Det er omtrent 50 meter dypt på målestedet. Punktmålerne registrerer i 1 minutt og 30 sekunder sammenhengende og hviler i 8 minutter og 30 sekunder, mens den profilerende måleren i S01 registrerer i 1 minutt og 5 sekunder sammenhengende og hviler i 8 minutter og 55 sekunder. I S02 registrerer den profilerende måleren i 1 minutt og 35 sekunder sammenhengende og hviler i 8 minutter og 25 sekunder. For original rapport med utfyllende informasjon om oppsett og instrument se Røsvik (2023).

1.4 B-undersøkelse

Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert B-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016 ved Krutøya den 12.06.2023. B-undersøkelsen skal gi en beskrivelse av hvordan bunnen under og i den umiddelbare nærheten av et anlegg er påvirket, og gjennomføres ved en serie grabbprøver tatt fra anleggsområdet. Det blir gjort vurdering av bunnfauna og sensoriske registreringer av sedimentet (elektrokjemiske målinger (pH og redoks; gruppe II) samt gassdannelse, lukt, farge, konsistens, grabbvolum og slamlag; gruppe III). B-undersøkelsen gir en tilstandsklassifisering av hver enkelt prøvestasjon og en samlet tilstand av hele anleggsområdet. Tilstanden på enkeltstasjonene kan variere mye, så hovedvekta må legges på helhetstilstanden for lokaliteten. Tilstanden klassifiseres fra 1 til 4 etter NS9410:2016 (**Tabell 2**), og angis med fargekoder.

Undersøkelsen ble gjennomført ved bruk av en 250 cm² Van Veen grabb, og sedimentet skylt over en 1mm sikt. På Krutøya er omsøkt MTB på 3120 tonn. I henhold til Fylkesmannen i Trøndelag & Trøndelag fylkeskommune (2018) skal det ved forundersøkelse tas minst 10 stasjoner, som skal plasseres for å dekke hele området for det planlagte anlegget. Ved Krutøya ble det lagt én stasjon ved hver planlagt merd, og det ble tatt totalt 13 grabbskudd fordelt på disse stasjonene. Prøvestasjonene er plassert innenfor planlagt anleggsområde for å dekke så godt som mulig, og er merket av **Figur 5** med tilstand markert med farger etter **Tabell 2**. For original rapport med utfyllende informasjon om undersøkelsen, se Omdal (2023).

Tabell 2: Tilstandsklassifisering basert på indeksverdi gitt ut fra B1-skjema ved B-undersøkelse (etter NS9410:2016), og tegnforklaring til fargekoder for tilstand på B-undersøkelsens prøvestasjoner.

	Tilstand			
	1 Meget god	2 God	3 Dårlig	4 Meget dårlig
Indeksverdi	< 1,1	1,1 – < 2,1	2,1 - < 3,1	≥ 3,1

1.5 C-undersøkelse

Aqua Kompetanse har gjennomført akkreditert feltarbeid for å innhente prøvemateriale i henhold til NS 9410:2016 den 13.06.2023. Her er analyser av total organisk materiale (TOM), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), kornstørrelse, kobber, hydrografi, og makrofauna presentert, og gir en beskrivelse av miljøtilstanden i nærområdet til oppdrettslokaliteten før anlegget starter sin produksjon.

Prøvematerialet ble innhentet ved bruk av en 0.1 m² Van Veen grabb, og på hver prøvestasjon ble det foretatt tre hugg med prøvegrabben. Makrofaunaprøver ble tatt ut av to av huggene, og 100-300 ml geologi- og kjemiprøver ble tatt ut av ett. Ved hver stasjon ble det også foretatt elektrokjemiske målinger av sedimentet.

Lokaliteten er vurdert etter en C-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016 hvor økende MTB gir økende antall prøvestasjoner, og med en omsøkt MTB på 3120 tonn ved Krutøya er veiledende antall prøvestasjoner 4. I tillegg skal det tas en referansestasjon minst 1 km unna det planlagte anlegget, i et område med tilsvarende dybde og bunntype som øvrige stasjoner. Fremherskende strømretning og bunntype ligger til grunn for plassering av prøvetakingsstasjonene (**Figur 6**). Anleggssonestasjon C1 ble plassert på anleggsrammen, helt vest i anlegget og i tilnærmet hovedstrømretning. C2 ble plassert 400 meter nordøst for anlegget, tilnærmet i returstrømretning. Veiledende avstand til C2 ifølge NS9410:2016 er 400 meter i hovedstrømretning, men grunnet områdets topografi og lave dybde i hovedstrømretning, ble det mest hensiktsmessig å legge denne nordøst for anlegget. C3 ble plassert 115 meter nordøst for anleggsrammen, i returstrømretning, mens C4 ble plassert 115 meter vest for anleggsrammen. Referansestasjonen ble plassert 955 meter unna anlegget i østlig retning, i et område med lignende bunntype og dybde som i undersøkelsesområdet. For original rapport, se Gundersen (2023).

1.5.1 Hydrografi

Hydrografi angår de kjemiske og fysiske havforholdene, slik som salinitet (saltinnhold), temperatur, sirkulasjon og løste gasser. Det ble utført målinger av salinitet, temperatur og oksygen ved den dypeste prøvestasjonen i undersøkelsesområdet ved Krutøya, stasjon C3 nordøst for lokaliteten (**Figur 6**). Målingene ble utført med en CTD av typen SAIV SD204 påmontert en Rinko III optisk oksygensensor. Instrumentet målte annethvert sekund ned og opp igjennom vannsøylen. Registrerte data ble bearbeidet ved bruk av SAIV AS sitt eget dataprogram for instrumentet, MiniSoft SD200W. Oksygenkonsentrasjonen i dypvann er viktig for den helhetlige tilstanden i et område, og klassifisering av dypvannet er gjort etter Veileder 02:2018 (**Tabell 3**).

Tabell 3: Klassifisering av tilstand for oksygen i dypvannet ved salinitet over 20‰ (gjengitt etter Veileder 02:2018)

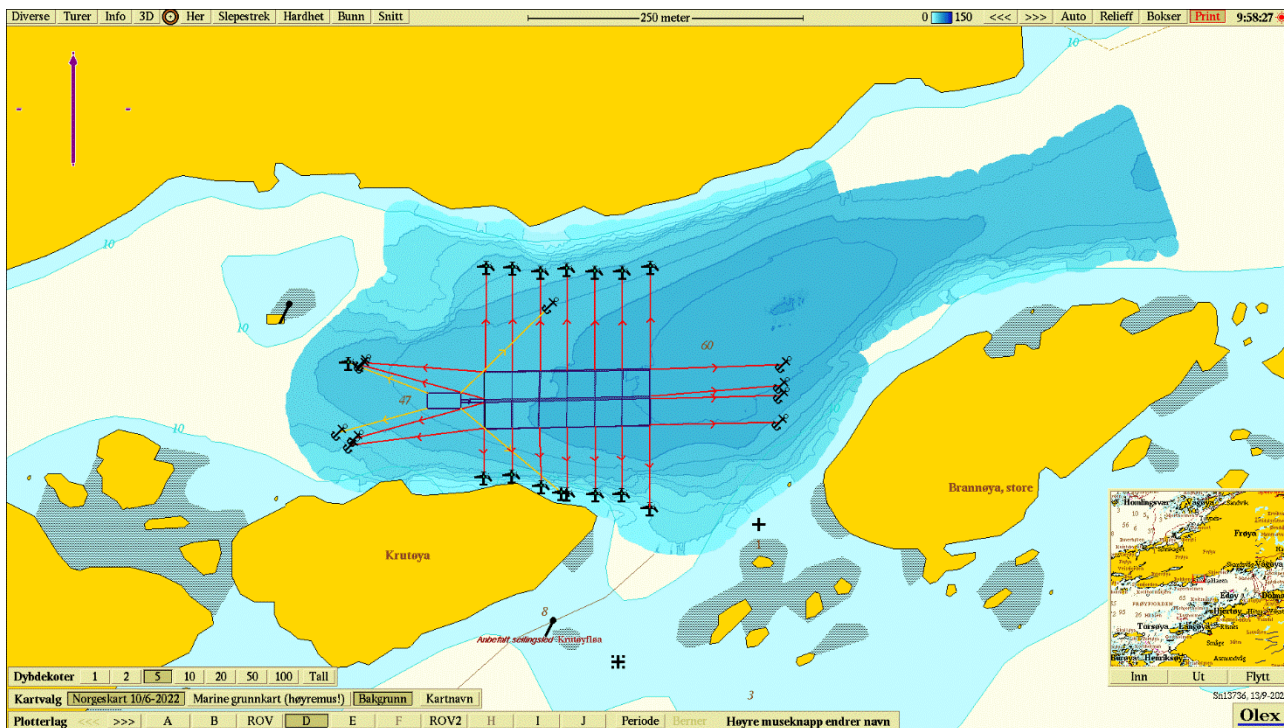
		Tilstandsklasser				
		I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann	Oksygenkonsentrasjon (ml O ₂ /l)	> 4,5	4,5 – 3,5	3,5 – 2,5	2,5 – 1,5	< 1,5
	Oksygenmetning (%)*	> 65	65 – 50	50 – 35	35 – 20	< 20

*Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.

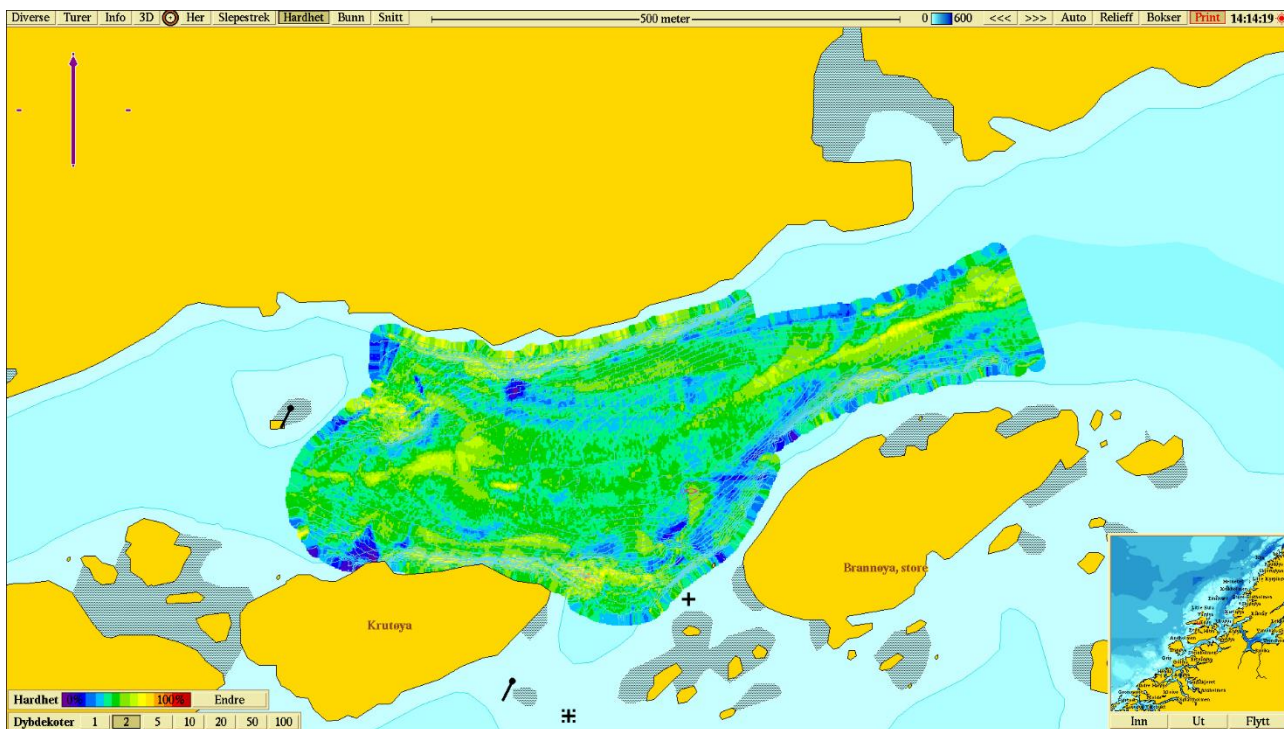
2. Resultat

2.1 Havbunnskartlegging

Lokaliteten ligger sør for Frøya, i et område med flere øyer som skjærer lokaliteten fra været. Havbunnskartleggingen viste at det er overvekt av middels hardbunn i området, med noe innslag av middels bløtbunn spredt i kartleggingsområdet. For tredimensjonal fremstilling av havbunnen se **Vedlegg A**.



Figur 2: Oversiktskart over batymetri ved Krutøya med dybdekoter på 5 meter. Blåtoner fra lyst til mørkt markerer økende dybde. Planlagt anleggsramme og fortøyninger er inntegnet.



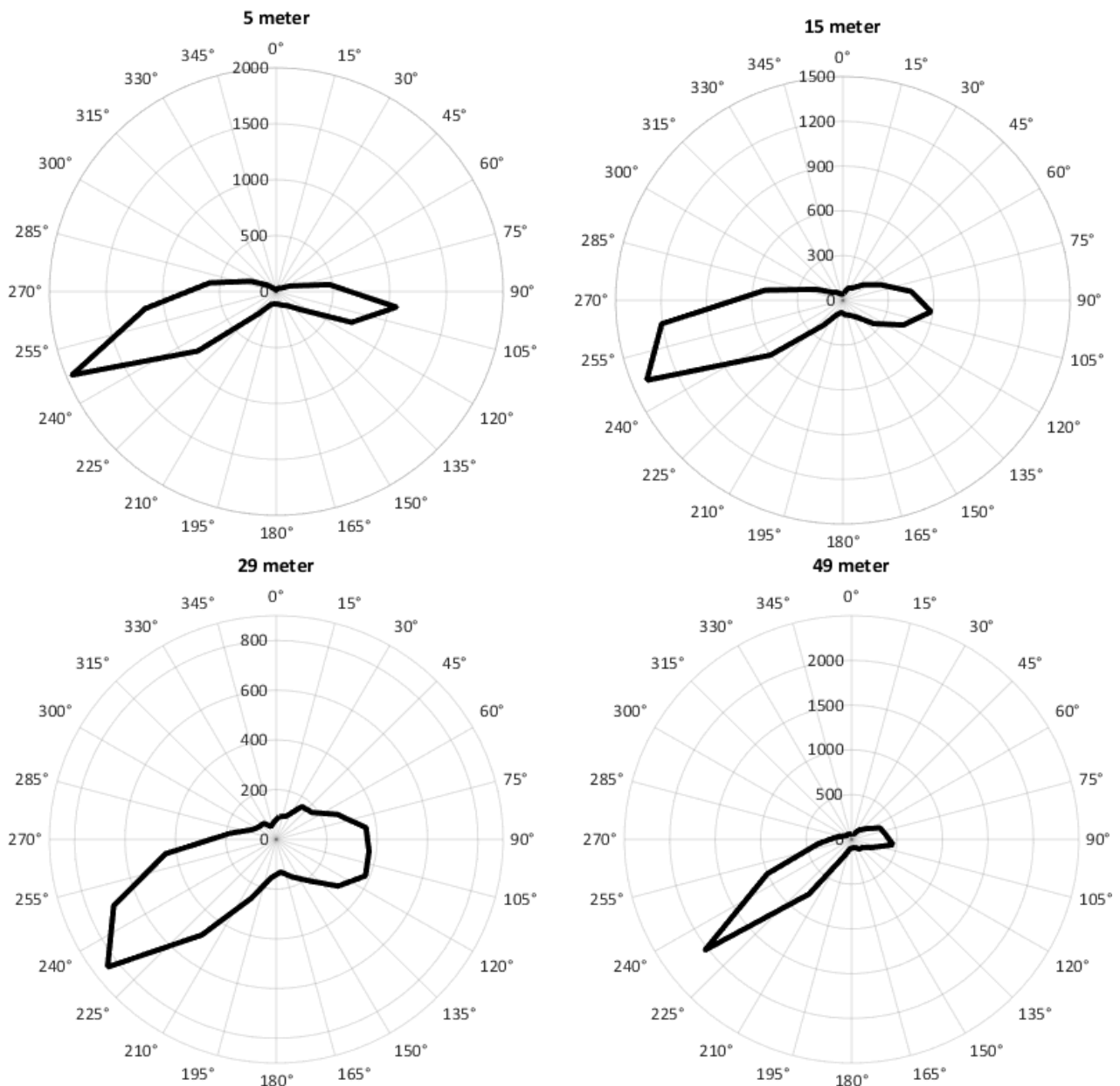
Figur 3: Oversiktskart over batymetri ved Krutøya med dybdekoter på 2 meter og hardhet. Hardhet er markert med fargetoner fra blått (bløtbunn) til rødt (hardbunn).

2.2 Vannstrømmålinger

Vannstrømmen ved Krutøya er batymetrisk styrt og drives av tidevannet. På 5 og 15 meters dyp er størst vanntransport rettet mot vest-sørvest, mens størst vanntransport på 29 og 49 meters dyp har en dreining mer mot sørvest. **Tabell 4** viser hovedresultatene fra vannstrømmålingene ved Krutøya, og **Figur 4** viser vanntransporten (fluksen) for alle fire dyp. **Figur 6** viser plassering av strømrigg i forhold til planlagt anleggsplassering. For tidsserier over strømhastighet og -retning, frekvensfordeling av strømhastighet og frekvensfordeling av strømretning, se **Vedlegg B**.

Tabell 4: Hovedresultater fra vannstrømmålingene ved Krutøya

Parametere	5 meter	15 meter	29 meter	49 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	5017/5019	5011/5019	4294/4307	4585/4603
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	10.0	8.5	7.2	8.5
Maksimalstrøm (cm/s)	39.1	31.3	30.5	36.1
Minimumstrøm (cm/s)	0.1	0.0	0.0	0.1
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	1.8	2.1	2.1	2.2
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)	10.8	11.9	14.4	12.9
Neumann-parameter	0.35	0.30	0.27	0.41
Standardavvik (cm/s)	7.1	5.2	4.4	5.6
Varians (cm ² /s ²)	50.3	27.5	19.8	31.3
Signifikant maksimum strømhastighet (cm/s)	18.4	14.6	12.3	15.3
Signifikant minimum strømhastighet (cm/s)	3.4	3.3	2.9	3.1
10 års returstrøm (cm/s)	64.5	51.7	50.4	59.5
50 års returstrøm (cm/s)	72.3	57.9	56.5	66.7
De 4 hyppigst forekommende strømretningsgruppene (°)	240 - 255 255 - 270 90 - 105 270 - 285	240 - 255 255 - 270 225 - 240 270 - 285	225 - 240 240 - 255 210 - 225 255 - 270	225 - 240 240 - 255 210 - 225 90 - 105
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetsgruppene (cm/s)	3 - 5 5 - 7 7 - 9 1 - 3	5 - 7 3 - 5 7 - 9 1 - 3	3 - 5 5 - 7 7 - 9 1 - 3	3 - 5 5 - 7 1 - 3 7 - 9
Mest vannutskiftning / retning / 15° sektor	1949 m ³ /m ² per dag ved 240 -	1400 m ³ /m ² per dag ved 240 -	843 m ³ /m ² per dag ved 225 -	2032 m ³ /m ² per dag ved 225 - 240
Minst vannutskiftning / retning / 15° sektor	11 m ³ /m ² per dag ved 345 -	40 m ³ /m ² per dag ved 345 -	55 m ³ /m ² per dag ved 330 -	58 m ³ /m ² per dag ved 345 - 360




Figur 4: Vanntransport ($m^3/m^2/dag$) for hver 15° sektor på 5, 15, 29 og 49 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06-18.07.2023 (5 og 15m), 31.01.–02.03.2023 (29m) og 31.01.–04.02.2023 (49m).

2.3 B-undersøkelse

Antall prøvestasjoner ved Krutøya var 10, og det ble tatt 13 grabbskudd fordelt på disse. Sedimentet under anlegget består primært av skjellsand, i tillegg til fjellbunn og silt. Dyreliv ble funnet ved alle stasjoner, hovedsakelig ulike arter børstemark. Krepssdyr ble funnet ved to stasjoner. pH-verdiene på alle stasjoner målt var over 7,1. Stasjonene målt hadde også positive E_h -verdier. De sensoriske målingene slo ikke ut, da verken gassbobler, farge, lukt, konsistens eller tykkelse på slamlag ble observert ved noen stasjoner. Grabbvolumet var mellom $\frac{1}{4}$ og $\frac{3}{4}$ ved syv stasjoner, og under $\frac{1}{4}$ ved tre stasjoner. Ettersom vannstrømmen følger batymetrien ved lokaliteten, kan det medføre vellykket fortyningseffekt av fremtidig utslipp. Man vil få et bedre bilde på områdets bæreevne med oppfølgende undersøkelser etter eventuell produksjon. **Tabell 5** oppsummerer hovedresultatene fra B-undersøkelsen, og for original rapport med utfyllende informasjon om hver stasjon se Omdal (2023). Totaltilstand for Krutøya ble 1, med en indeksverdi på 0,14.

Tabell 5: Hovedresultater fra B-undersøkelsen ved Krutøya utført 12.06.2023.

Sedimenttype	Dominerende	Mindre dominerende	Øvrige	
	Skjellsand	Silt	Sand og grus	
Ant. Stasjoner:	10	Ant. Stasj. Med / uten dyr:	10 / 0	
Ant. Hugg:	13	Ant. Stasj. Bløt / hard bunn:	9 / 1	
Antall grabbstasjoner (gruppe II / III) med følgende tilstand:				
Tilstand 1: 8 / 10	Tilstand 2: 0 / 0	Tilstand 3: 0 / 0	Tilstand 4: 0 / 0	
Parametergruppe	Indeks		Tilstand	
Gr. II pH/Eh	0,13		1	
Gr. III Sensorisk:	0,15		1	
Gr. II + III	0,14		1	
Lokalitetstilstand, iht. NS 9410:2016			1	
Totalindeks illustrert	1	2	3	4
				

2.4 C-undersøkelse

2.4.1 Bløtbunnsfauna

Faunaforholdene i overgangssonen viste totalt sett svært god tilstand (tilstand I). Alle stasjoner hadde tilstedeværelse av individer fra flere økologiske grupper blant topp ti mest forekommende arter og/eller familier. Det ble ikke registrert forurensningsindikerende arter ved noen av stasjonene. Referansestasjonen hadde svært god økologisk tilstand.

Ved C1 ble det registrert 443 individer fordelt på 48 arter. Blant de ti vanligste artene var det hovedsakelig nøytrale og tolerante arter, samt én sensitiv art. Den nøytrale familien *Sabellidae* var den vanligste, med 12% av individtallet. Stasjonen klassifiseres til miljøtilstand 1 ut fra NS9410:2016.

Ved C2 ble det registrert 999 individer fordelt på 55 arter. Den nøytrale familien Hesionidae var den vanligste ved stasjonen, med 12% av individtallet. Det ble registrert individer av sensitive, nøytrale og tolerante arter ved stasjonen. Faunaindeksene viste svært god tilstand (tilstand I) for alle indeksverdier, og stasjonen ble klassifisert til svært god tilstand ut fra veileder 02:2018.

Ved C3 ble det registrert 373 individer fordelt på 47 arter. Individer av den tolerante slekten *Owenia* sp. var den vanligste ved stasjonen, med 14% av individtallet. Det ble registrert tolerante, opportunistiske, sensitive og nøytrale arter ved stasjonen. Faunaindeksene ved stasjonen viste svært god (tilstand I) eller god tilstand (tilstand II) for alle indeksverdier, og stasjonen ble klassifisert til god tilstand ut fra veileder 02:2018.

Ved C4 ble det registrert 632 individer fordelt på 45 arter. Den sensitive arten *Chone duneri* var den vanligste ved stasjonen, med 9% av individtallet. Faunaindeksene ved stasjonen hadde god eller svært god tilstand. Stasjonen ble klassifisert til svært god tilstand ut fra veileder 02:2018.

2.4.2 Sensoriske registreringer og elektrokjemiske målinger

Elektrokjemiske målinger kunne utføres ved fire av de fem stasjonene. Ved C4 var sedimentet for grovkornet til å få gyldige målinger. Alle de målte stasjonene viste gode pH og E_h -målinger, med pH-målinger fra 7,74 til 8,23 og E_h -målinger fra 280-374 mV. Sedimenttypen bestod hovedsakelig av skjellsand ved alle stasjonene. Fargen var normal, og det var ingen lukt på sedimentet ved noen av stasjonene.

2.4.3 Geologisk analyser

Kornfordelingen viste at den største fraksjonen ved alle stasjonene er den for grus og sand. Pelittandelen indikerte at sedimentet er grovkornet ved samtlige stasjoner

2.4.4 Kjemiske analyser

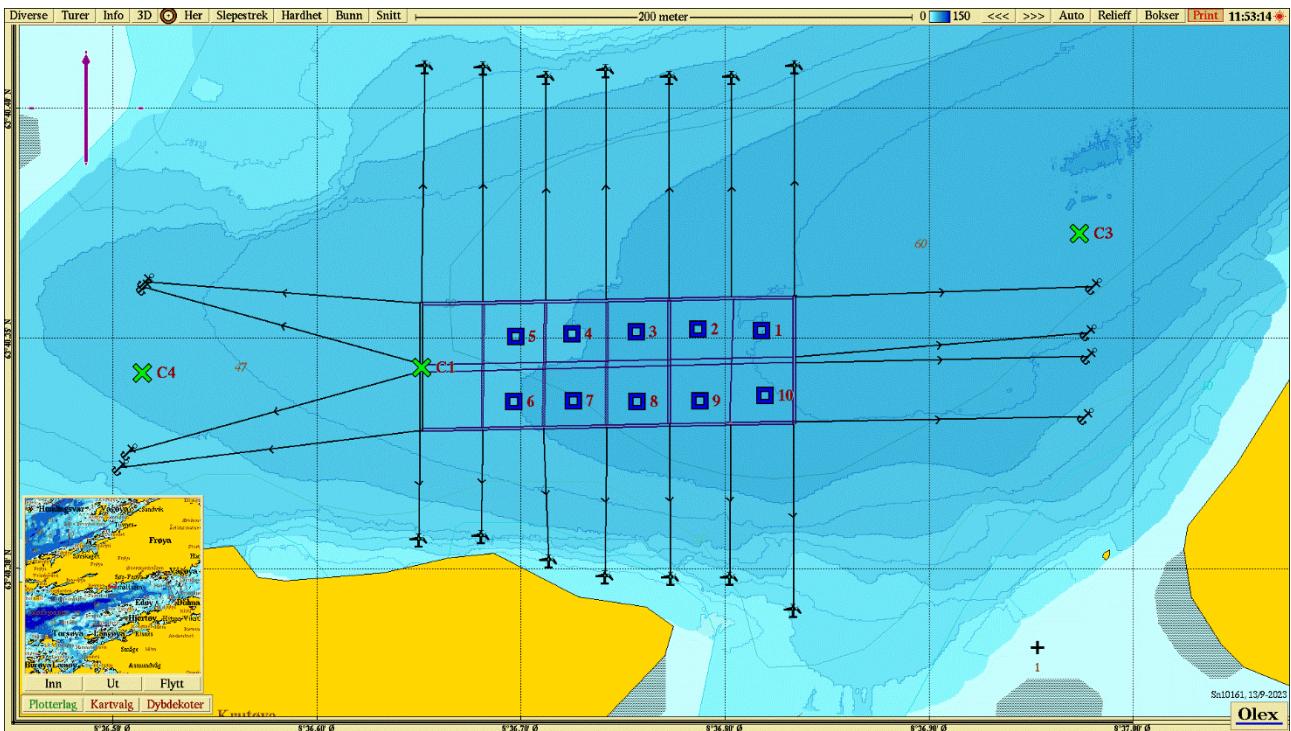
Andelen organisk materiale (TOM) var lavt (0-10%) ved samtlige stasjoner. Tilstanden av normalisert organisk karbon (nTOC) var god (tilstand II) ved C1 og moderat (tilstand III) ved de øvrige stasjonene. Mengden nitrogen var lavest ved C-ref med 0,7 g/kg, mens C1 og C2 hadde høyest verdi på 14,0 g/kg. C:N-forholdet var høyest ved C-ref med 16,7, og lavest ved C1 og C2 med henholdsvis 0,7 og 1,0. Det ble målt kobber ved C1 og C ref, og kobbernivåene ved begge stasjonene lå i tilstandsklasse I (svært god).

Tabell 6: Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøvetaking og akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene. Videre har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten. Pelagia Nature & Environment AB har utført akkreditert analyse av makrofauna, og Nemko Norlab AS har utført akkrediterte analyser av TOC og kobber. Aqua Kompetanse AS har utført uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygentilstand og akkreditert tilstandsklassifisering av organisk karbon etter Veileder 02:2018, mens det er foretatt akkreditert klassifisering av kobber etter M-608 (2016). Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert tilstandsklassifisering av faunaindeks. Farger indikerer tilstandsklasser ut fra nevnte veiledere. For veileder 02:2018 er disse fargene som følger: Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød=svært dårlig. Miljøtilstand i anleggssonen er klassifisert og farget ut fra NS9410:2016.

		Anleggssone	Ytterst	Overgangssone		
		Stasjon C1	Stasjon C2	Stasjon C3	Stasjon C4	Stasjon C-ref
Avstand til anlegg (m)		0	400	115	115	955
Dyp (m)		46	48	59	40	53
GPS koordinater		63°40.343' N 08°36.651' Ø	63°40.446' N 08°37.278' Ø	63°40.372' N 08°36.973' Ø	63°40.343' N 08°36.651' Ø	63°40.425' N 08°37.986' Ø
Bunnfauna (Veileder 02:2018)	Ant. individer	443	999	373	632	1169
	Ant. arter	48	55	47	45	58
	H'	4,379	4,614	4,553	4,167	4,709
	nEQR verdi tilstand	0,835	0,850 I	0,794 II	0,833 I	0,848 I
	Gj.snitt nEQR overgangssone			0,814 I		
Oksygen i bunnvann (ml O ₂ /l)				7,08 I		
Organisk stoff nTOC (mg/g)		26,7	30,7	29,8	29,0	29,0
Cu (mg/kg TS)		6,7				3,1
Tilstand for C1		1				
Tidspunkt for neste undersøkelse:			Neste produksjonssyklus			

Tabell 7: Tabell som viser fargekoder for de ulike tilstandsklassifiseringene vist i **Tabell 6**, hvor tilstand I er best. Etter Veileder 02:2018.

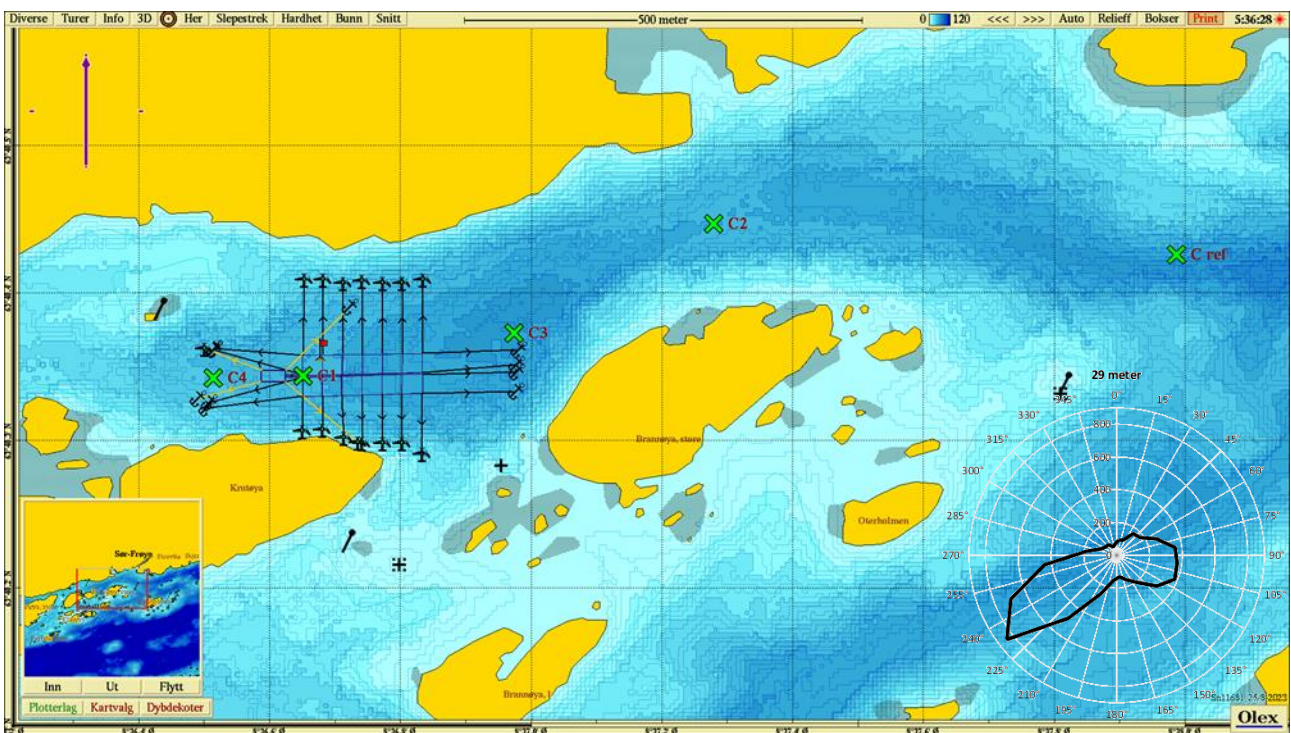
I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---



Figur 5: Sjøkart som viser bunndata fra Krutøya i 0,46 x 0,46 meters oppløsning, planlagt anleggsplassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra B-undersøkelsen (tilstand markert med farger etter Tabell 2) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss). Lilla pil viser orientering av kart.

Tabell 8: Posisjon for prøvestasjonene ved B-undersøkelsen.

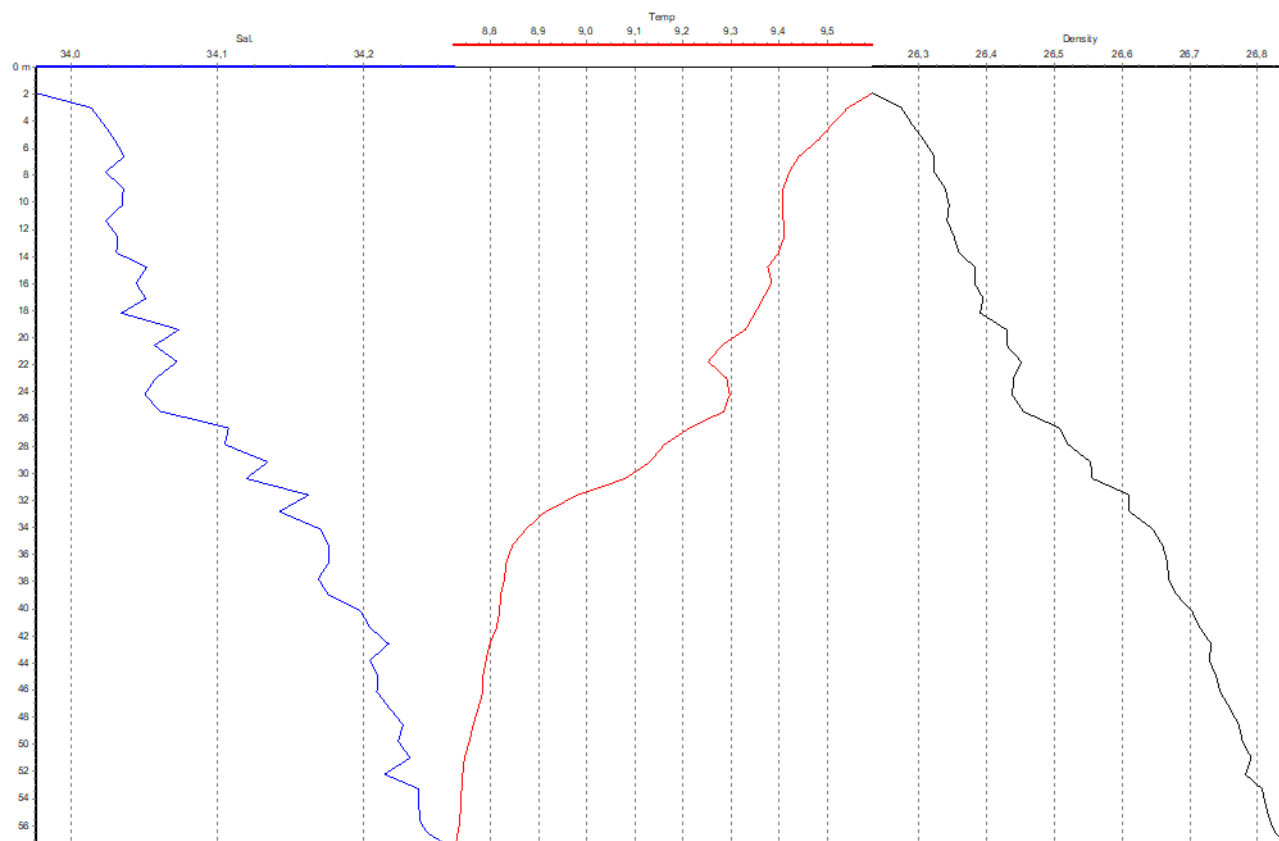
St. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos. Nord	63°40.351	.352	.351	.351	.350	.336	.336	.336	.336	.337
Pos. Øst	8°36.818	.786	.756	.725	.697	.696	.725	.756	.787	.819



Figur 6: Sjøkart som viser planlagt anleggsplassering sammen med C-stasjoner (grønne kryss), posisjon for vannstrømmålinger (rødt flagg), fortøyningslinjer og flåte. Lilla pil viser orientering av kart, strømrøse viser vanntransport ($m^3/m^2/døgn$) for hver 15° sektor på 29 meters dyp (spredningsdyp).

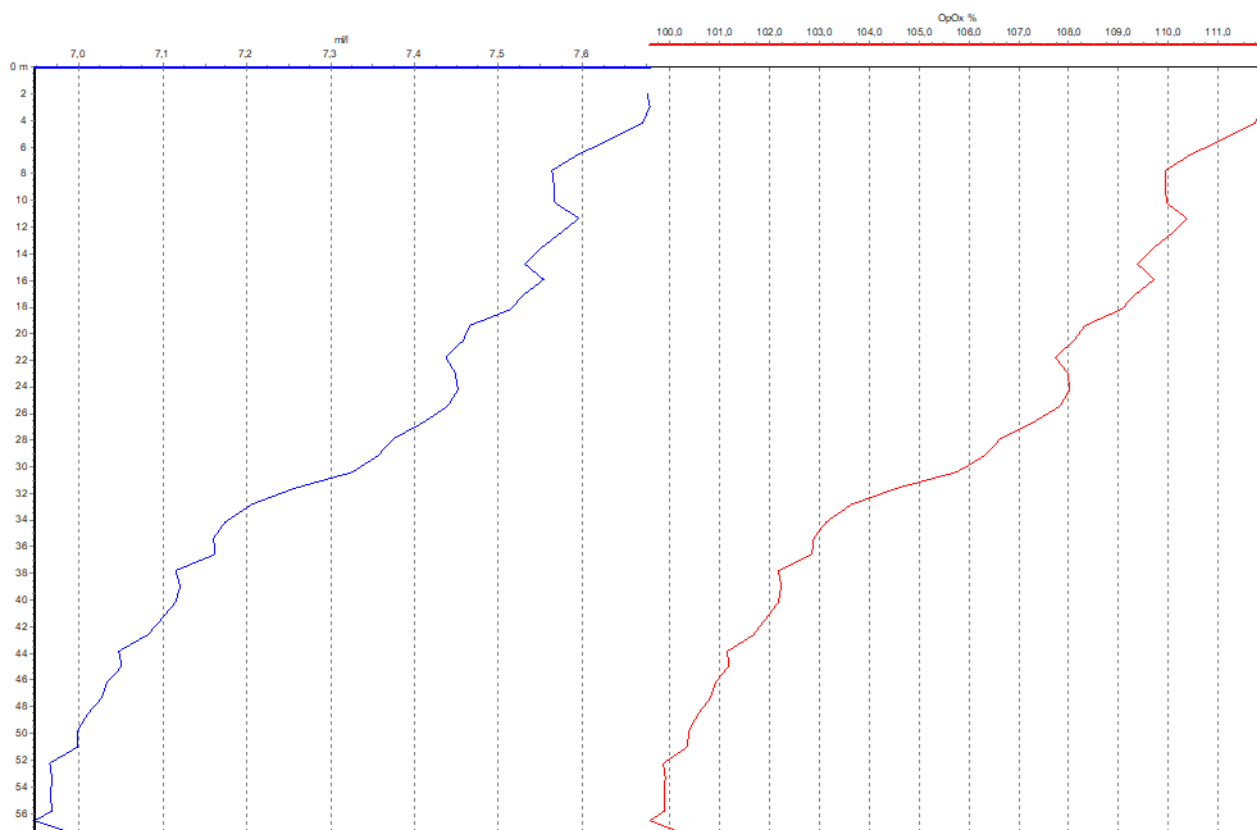
2.4.5 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved Krutøya (C3; **Figur 6**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 7** og **8**.



Figur 7: Sjøtemperatur (°C; rød), salinitet (blå) og tetthet (-1000 kg/m³; sort) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 59 meters dyp ved stasjon C3 den 12.06.2023.

Sjøtemperaturen avtok gradvis med noe variasjon ned til omtrent 26 meters dyp, før den hadde en litt raskere reduksjon ned til omtrent 34 meter. Fra 34 meters dyp ned til bunnen var det en liten reduksjon i temperatur. Bunnvannet holdt en temperatur på omtrent 8,7°C. Saliniteten økte også gradvis fra overflaten ned til bunnvannet hvor den var 34,26. Tettheten økte relativt jevnt fra overflaten ned til bunnen.



Figur 8: Oksygenmetning (%; rød) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; blå) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 59 meters dyp ved stasjon C3 den 12.06.2023.

Oksygenkonsentrasjonen var på 10,97 ml/l (111,96) ved overflaten, og avtok jevnlig ned til bunnen med en noe større reduksjon mellom 26 og 34 meters dybde. Bunnvannet holdt en oksygenkonsentrasjon på 7,08 ml/l (101,47%), og tilsvarte derfor tilstandsklasse I - svært god iht. Veileder 02:2018.

3. Oppsummering

Det planlagte anleggsområdet er plassert på sørsiden av Frøya, like ved Krutøya og en rekke andre større og mindre øyer. Vest for lokaliteten buker det seg en undersjøisk kanal med grunnere områder, mens det er basseng med dybder ned mot 60 meter øst for lokaliteten. Dybden under det planlagte anlegget varierer mellom 47 og 60 meter.

Vannstrømmen ved lokaliteten er hovedsakelig styrt av batymetrien i området, og drives av tidevannet. På 5 og 15 meters dyp er størst vanntransport rettet mot vest-sørvest, mens vannstrømmen på 29 og 49 meter er rettet mer mot sørvest. Strømmen i området er sterk og det ble registrert lite strømstille i alle undersøkte dyp.

B-undersøkelsen på Krutøya viste en frisk og normal sjøbunn, og sedimentet under anlegg besto hovedsakelig av skjellsand, noe fjellbunn og silt. Man vil få mer kunnskap om lokalitetens bæreevne med oppfølgende undersøkelser etter eventuell produksjonsstart. Totaltilstanden ble 1 – meget god, med en indeksverdi på 0,14.

C-undersøkelsen viste at miljøforholdene ved den planlagte lokaliteten Krutøya er gode, med høy faunadiversitet. De kjemiske parameterne viste primært gode resultater, men tre stasjoner fikk moderat tilstand på nivåer av nTOC. Oppfølgende undersøkelser etter en eventuell produksjonssyklus ved lokaliteten vil gi en bedre indikasjon på lokalitetens bæreevne.

Hydrografiundersøkelsen viste høy oksygenmetning i hele vannsøylen, og bunnvannet hadde oksygenkonsentrasjon på 7,08 ml/l (101,47%), og tilsvarte derfor tilstandsklasse I - svært god iht. Veileder 02:2018.

3.1 Bæreevne

Totalt sett viste undersøkelsene ved Krutøya en frisk bunnfauna og gode kjemiske støtteparametere både under den planlagte anleggsrammen, og i området rundt. Oksygenmetningen er også høy i de dypeste vannmassene ved anlegget, og i spredningsdyp er det registrert lite strømstille. Området vurderes til å ha god kapasitet til produksjon av biomasse. Likevel er det først etter en eventuell anleggsdrift og nye miljøundersøkelser at man vil kunne si mer om lokalitetens bæreevne.

4. Referanser

Fylkesmannen i Trøndelag & Trøndelag fylkeskommune (2018) Veiledning til krav til miljøundersøkelser i forbindelse med søknad om etablering av akvakulturlokaliteter. Pr. 15.01.2018.

Gundersen, A. G (2023) C-undersøkelse ved Krutøya i Frøya kommune, juni 2023. Rapportnummer 2369-6-23C, levert av Aqua Kompetanse AS.

M-608 (2016) Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet. Revidert 30.10.2020.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. & Sørensen, J. (1997) Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03.

Norsk Standard 9410 (2016) Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge. NS 9410: 2016.

Norsk Standard 9415-1 (2009) Flytende oppdrettsanlegg - Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Standard Norge. NS 9415-1:2009.

Norsk Standard 9425-1 (1999) Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Standard Norge. NS 9425-1:1999.

Norsk Standard 9425-2 (2003) Oseanografi – Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP. Standard Norge. NS 9425-2:2003.

Norsk Standard EN ISO 16665 (2013) Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge. NS-EN ISO 16665: 2013.

Norsk Standard EN ISO 5667 (2004) Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. NS-EN ISO 5667-19: 2004.

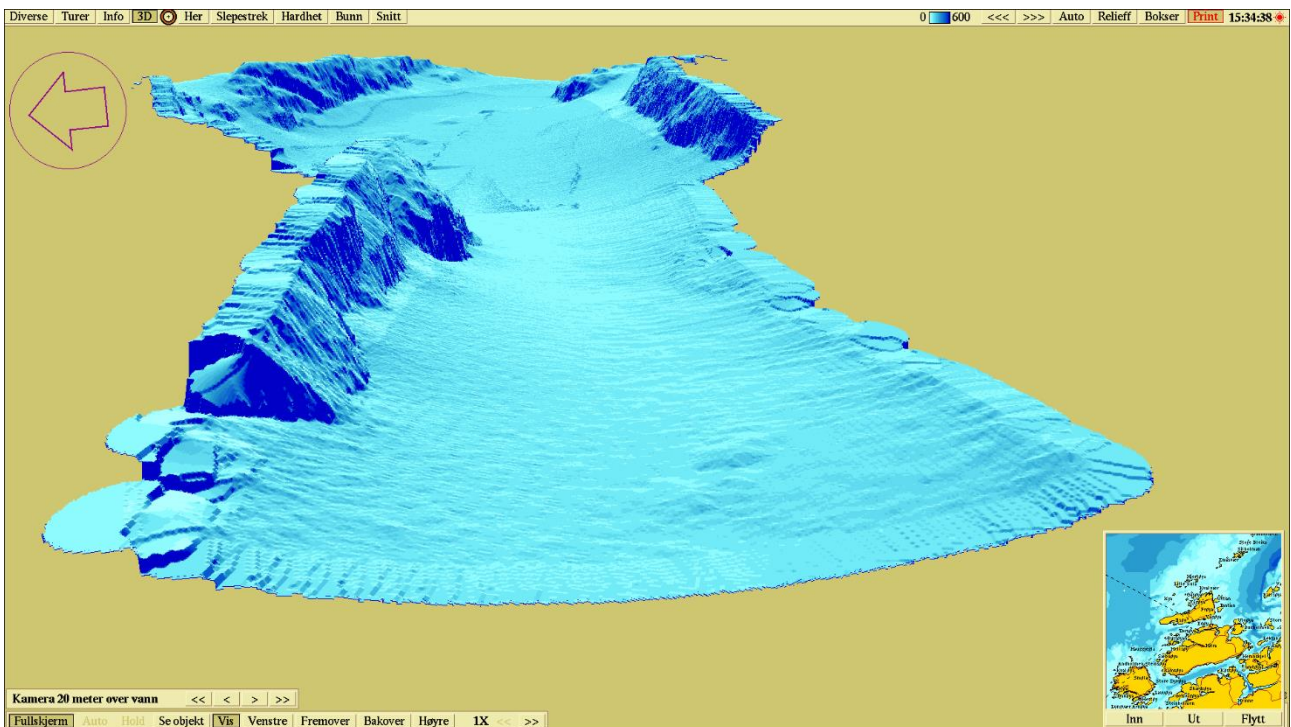
Omdal, Å. (2023) B-undersøkelse ved Krutøya i Frøya kommune, juni 2023. Rapportnummer 2368-6-23B levert av Aqua Kompetanse AS.

Roksvaag, M. (2023) Havbunnskartlegging ved Krutøya, Frøya kommune, 12.06.2023. Rapportnummer 2425-6-23M, levert av Aqua Kompetanse.

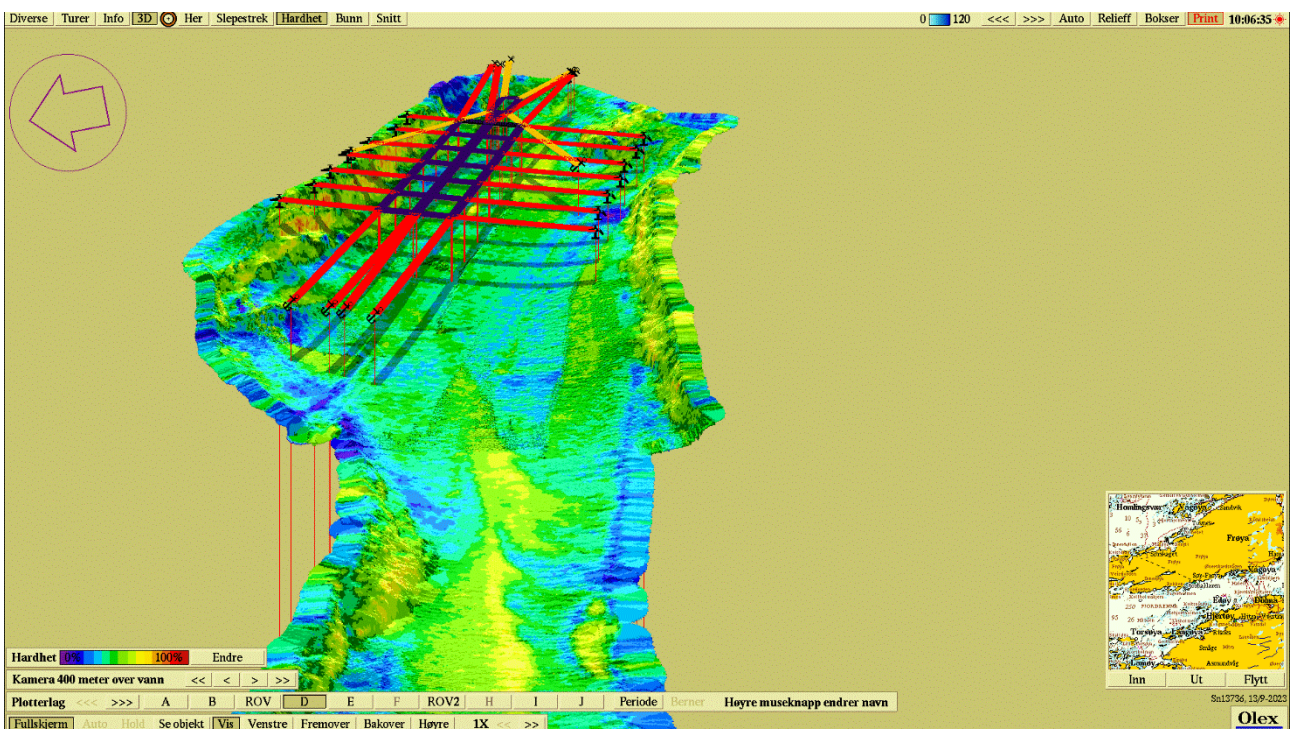
Røsvik, B. H. (2023) Vannstrømmåling ved Krutøya, Frøya kommune, januar – juli 2023. Rapportnummer 2042-7-23S levert av Aqua Kompetanse AS.

Veileder 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018.

Vedlegg A – Havbunnskartlegging



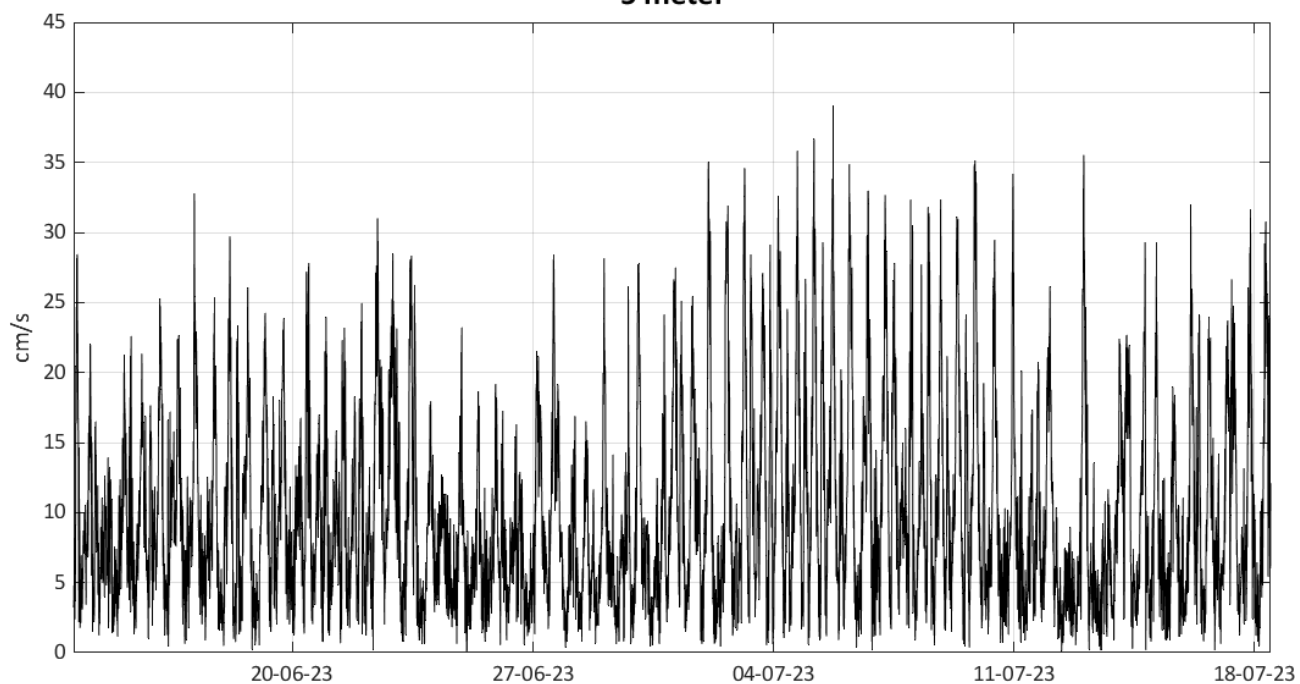
Figur A-1: Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Krutøya sett fra øst.



Figur A-2: Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Krutøya sett fra øst, med hardhet planlagt anleggsramme og fortøyningslinjer inntegnet.

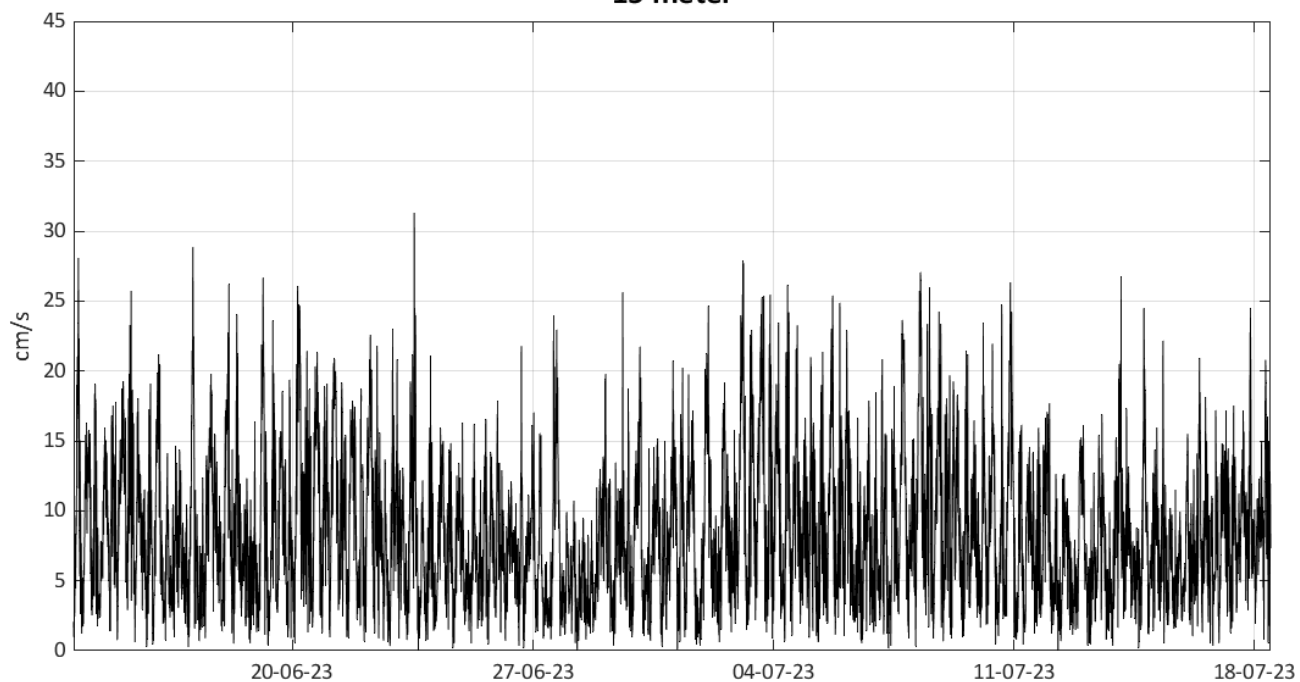
Vedlegg B – Vannstrømmålinger

5 meter

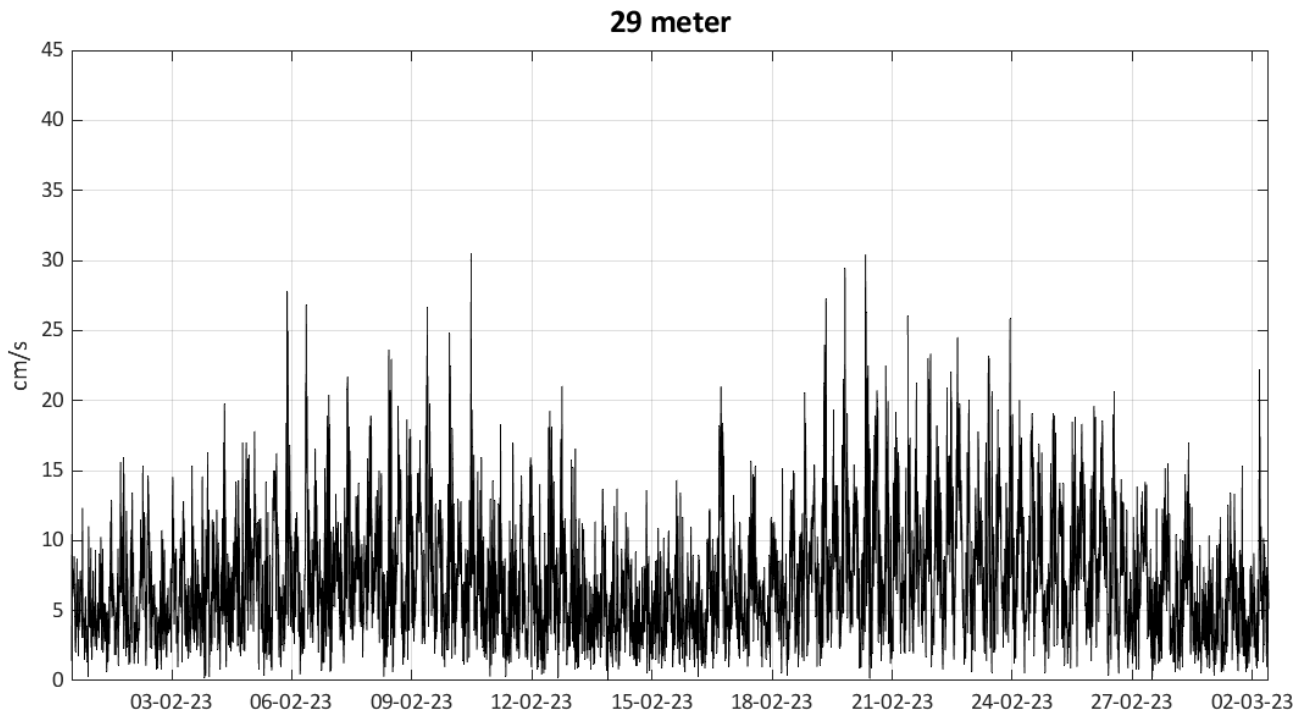


Figur B-1: Vannstrømhastighet (cm/s) på 5 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023.

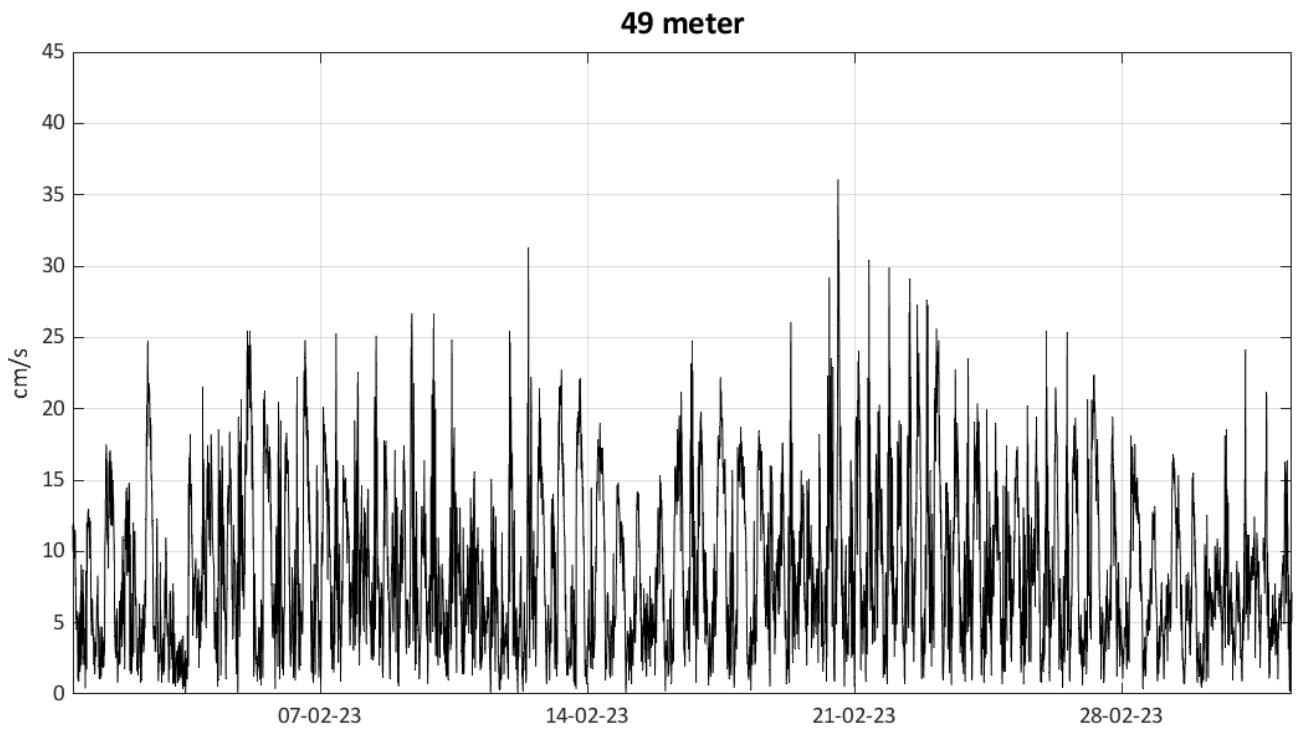
15 meter



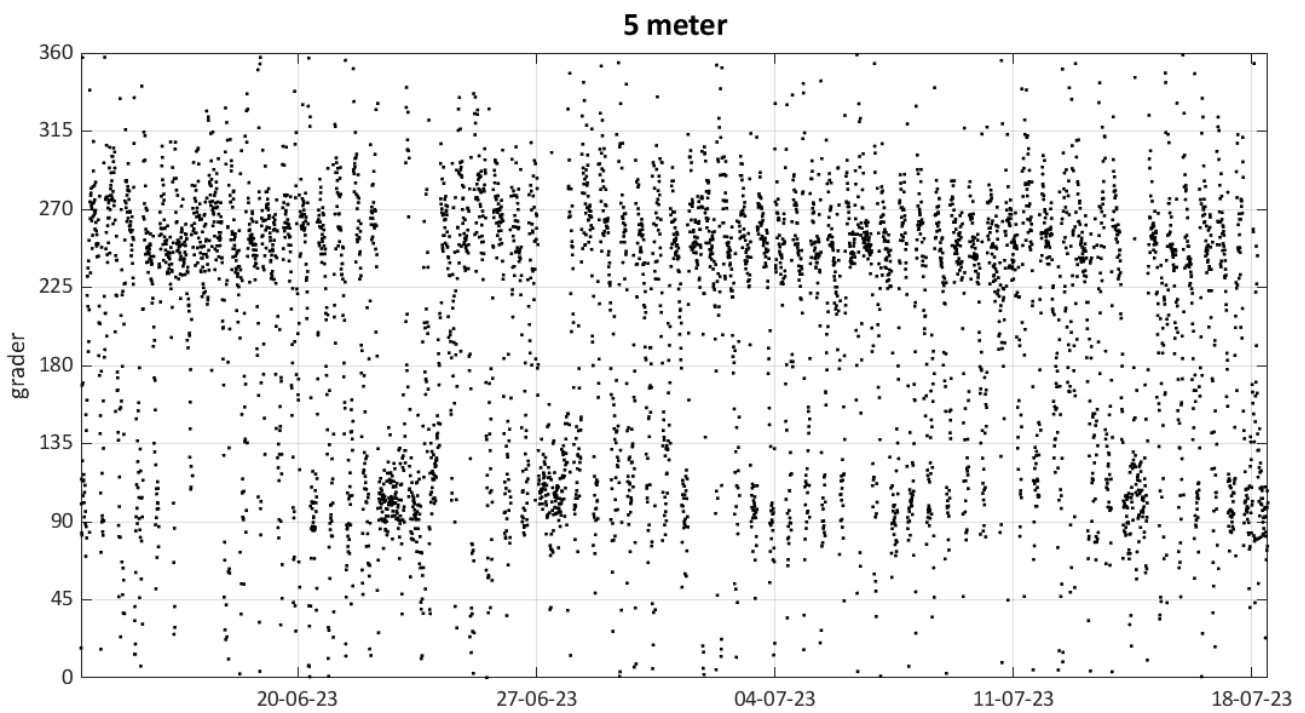
Figur B-2: Vannstrømhastighet (cm/s) på 15 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023.



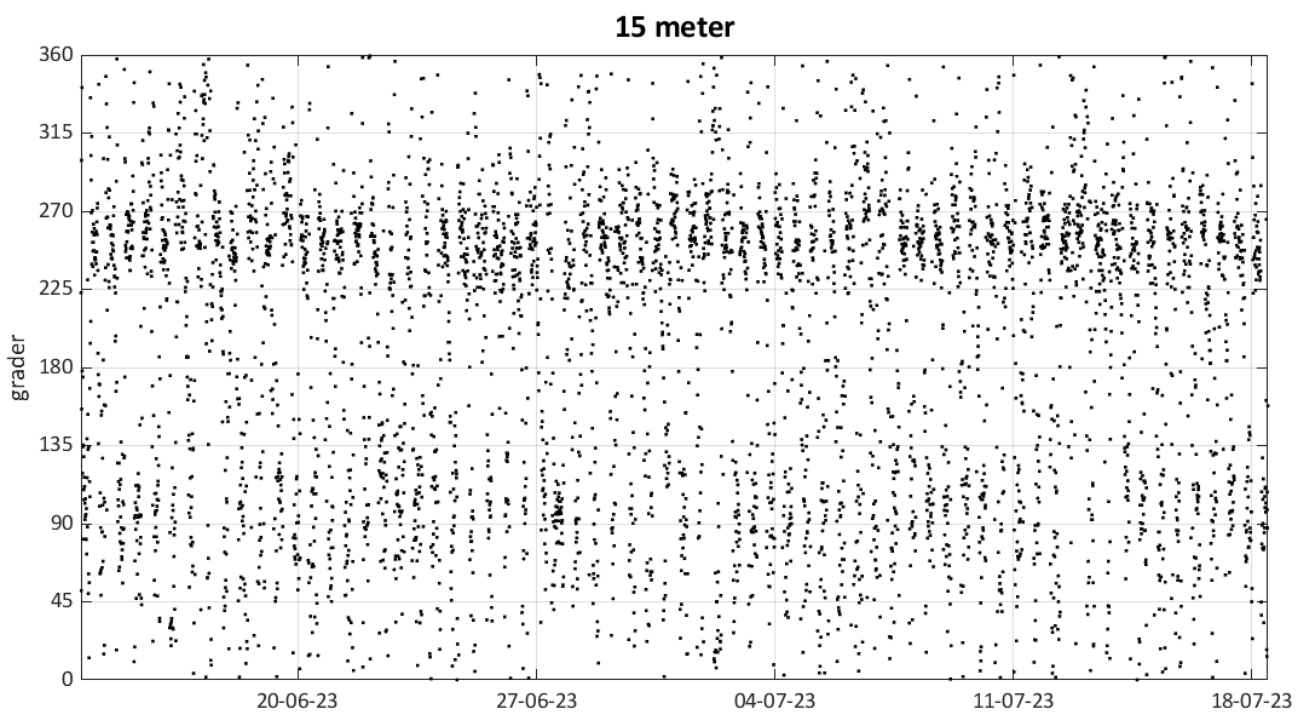
Figur B-3: Vannstrømhastighet (cm/s) på 29 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–02.03.2023.



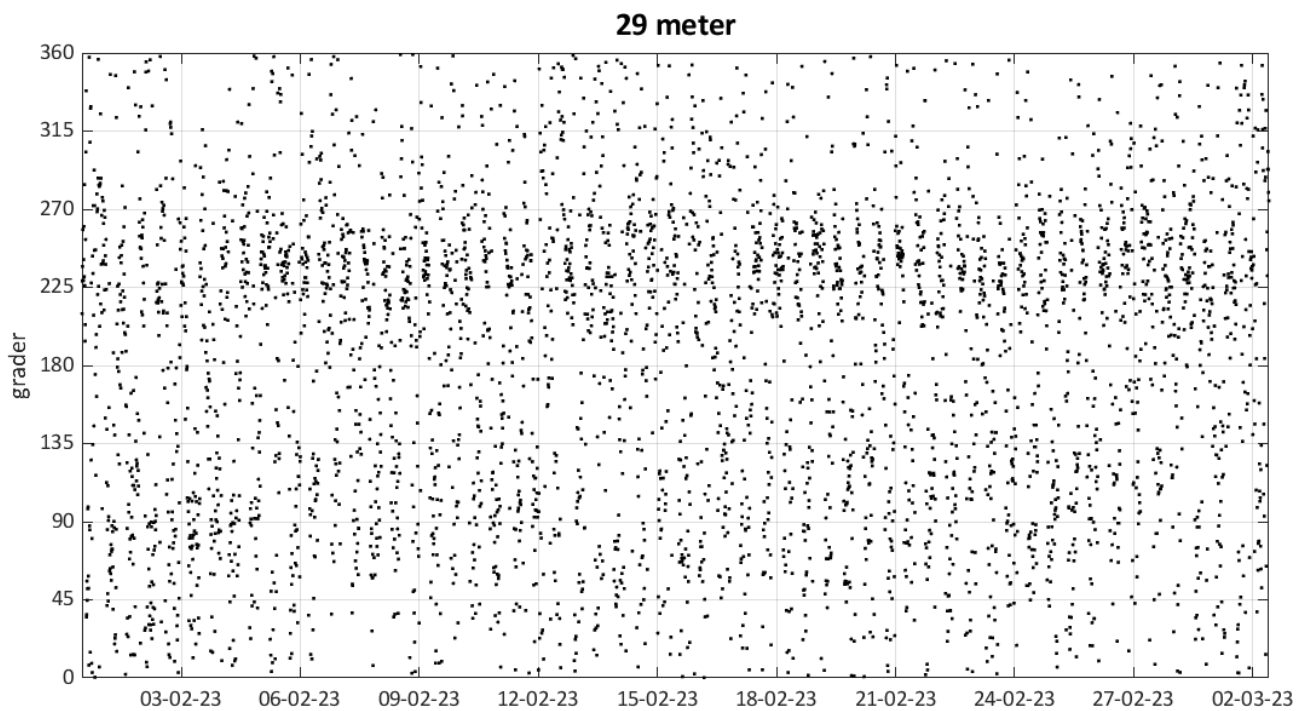
Figur B-4: Vannstrømhastighet (cm/s) på 49 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–04.03.2023.



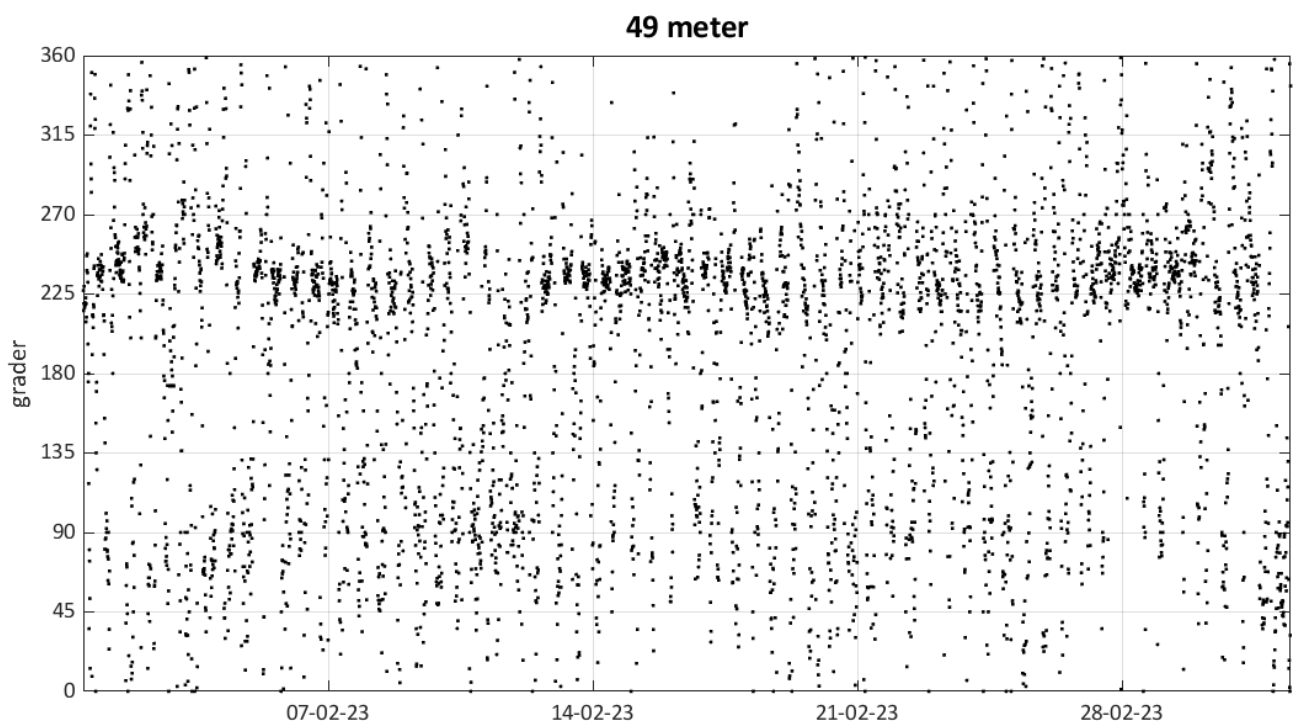
Figur B-5: Vannstrømretning (°) på 5 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



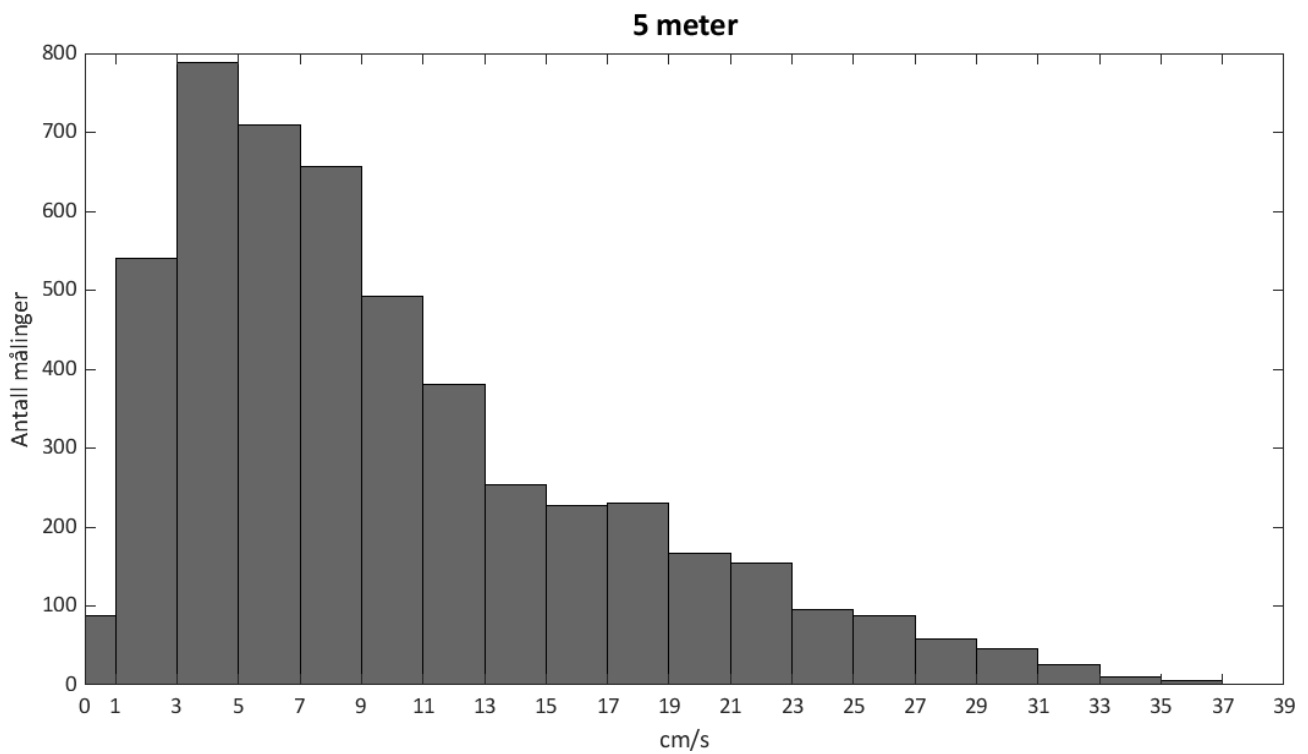
Figur B-6: Vannstrømretning (°) på 15 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



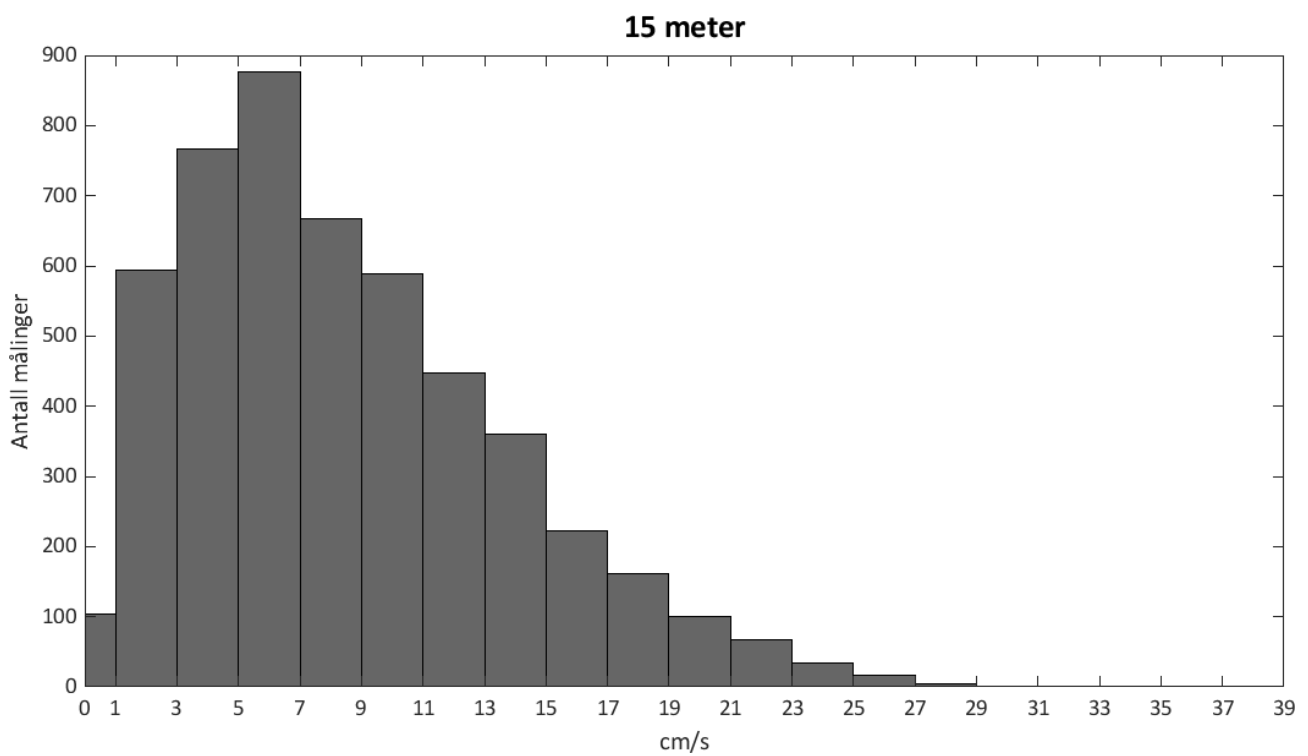
Figur B-7: Vannstrømretning (°) på 29 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–02.03.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot



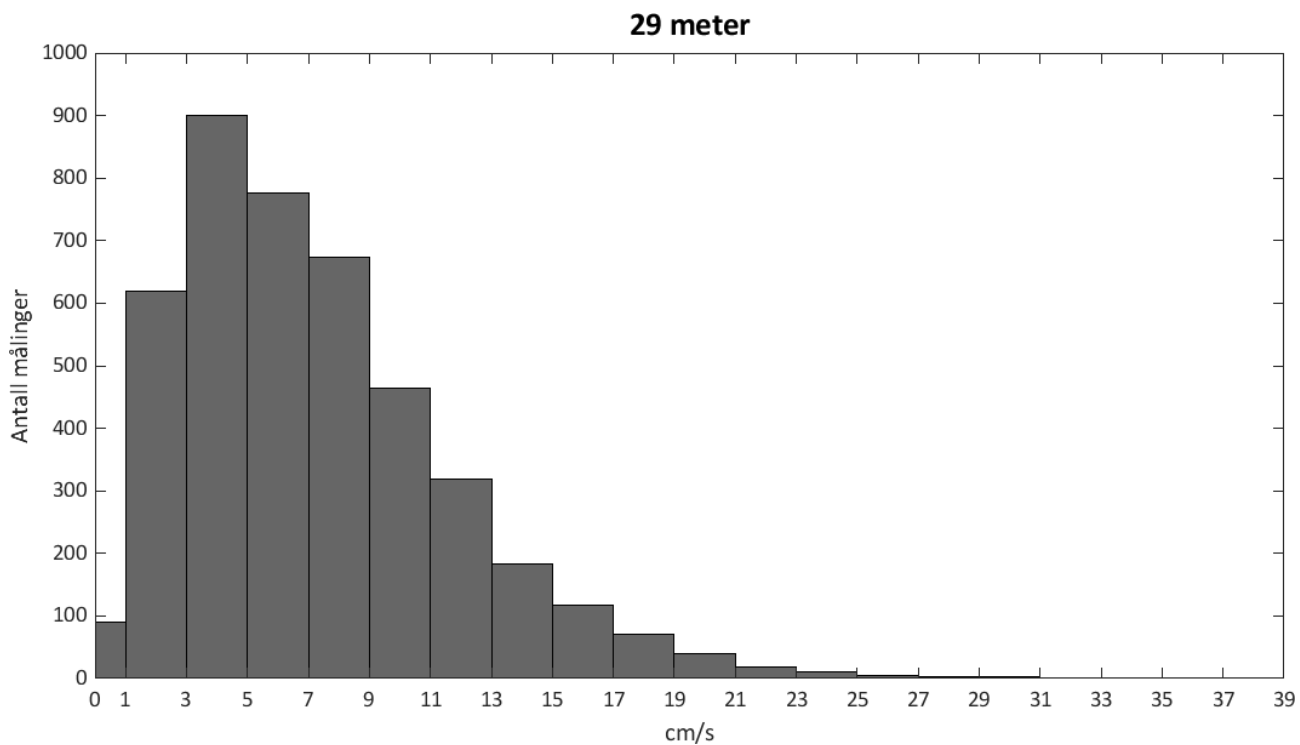
Figur B-8: Vannstrømretning (°) på 49 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–04.03.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



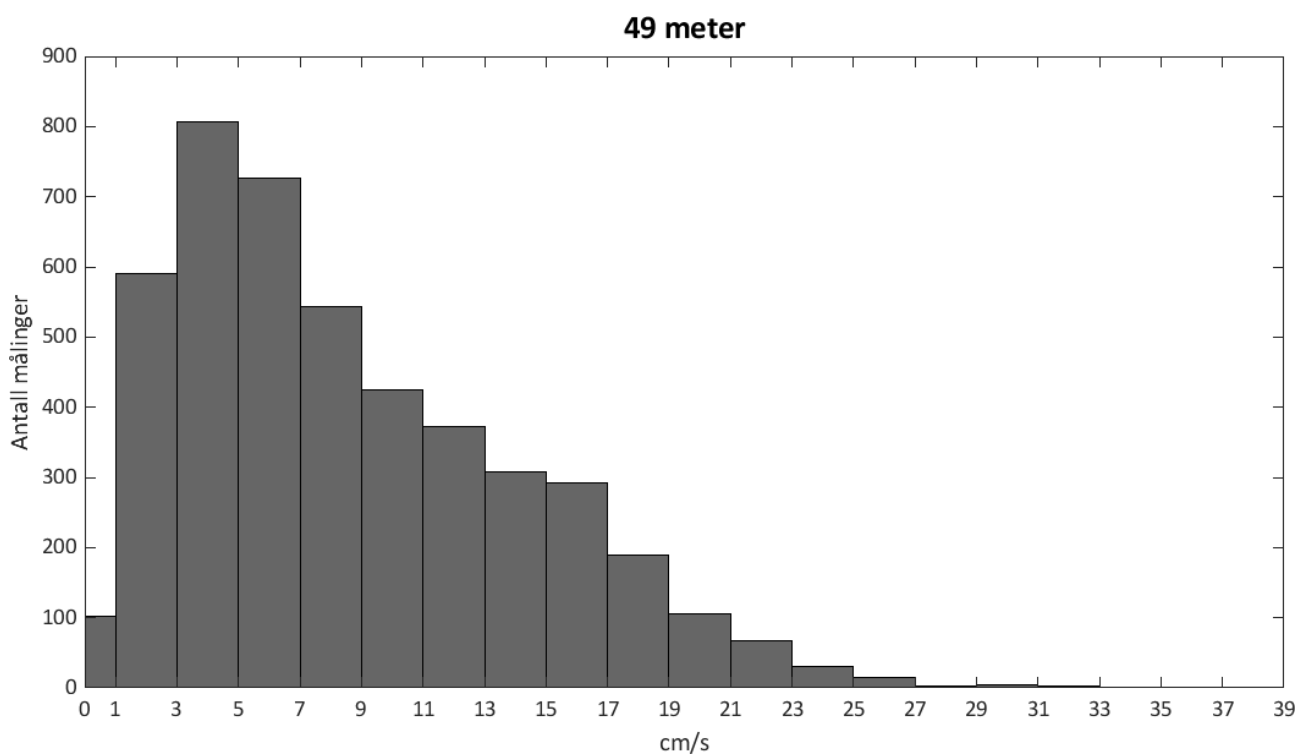
Figur B-9: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 5 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023.



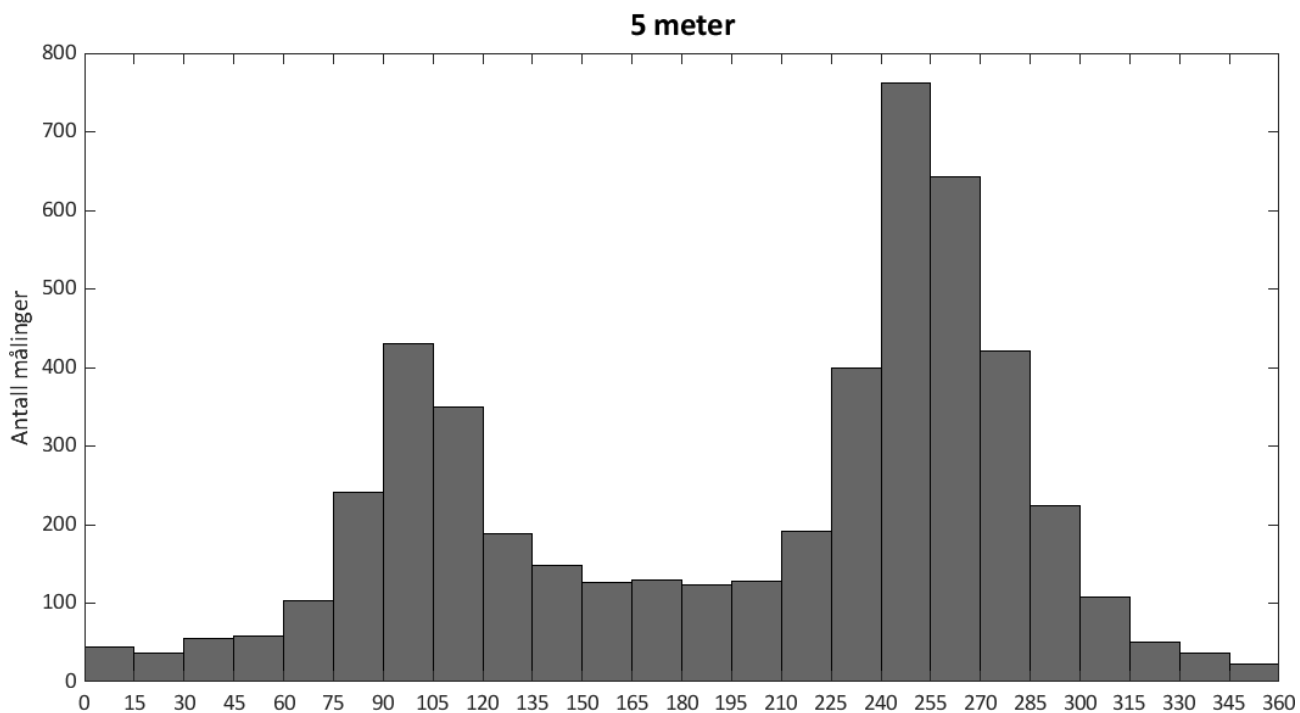
Figur B-10: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 15 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023.



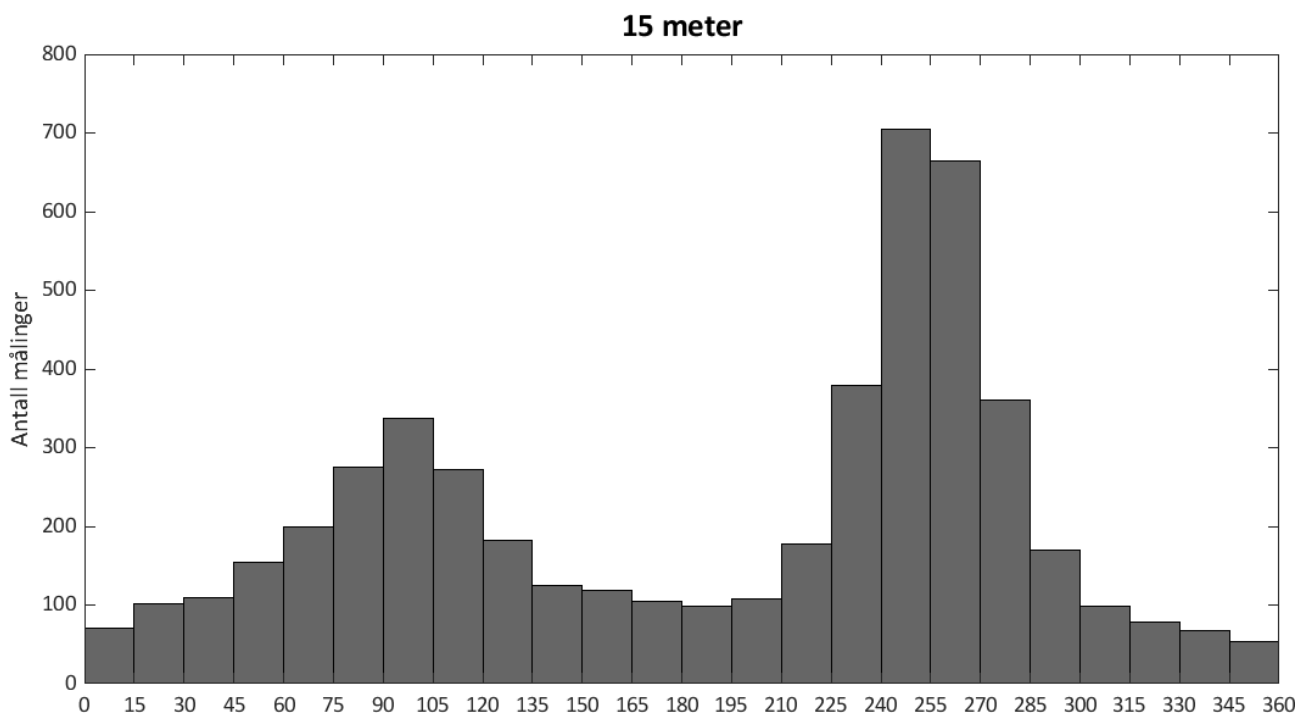
Figur B-11: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 29 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–02.03.2023.



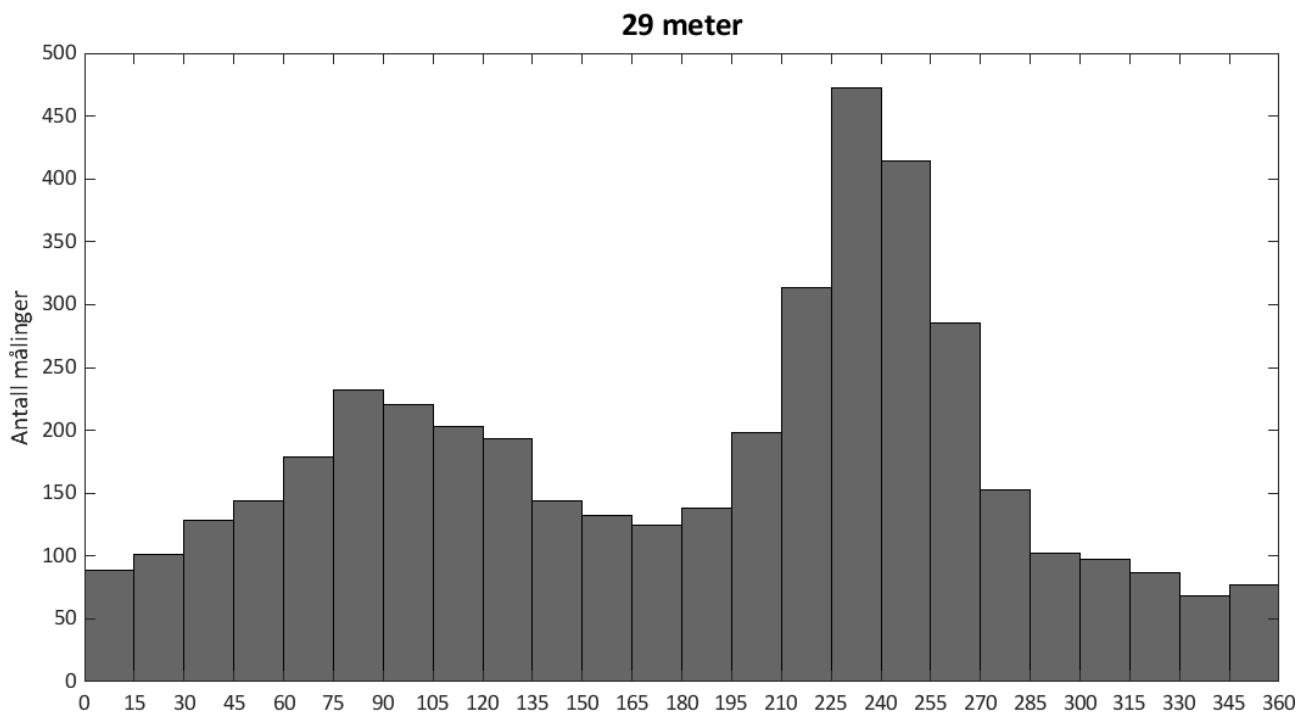
Figur B-12: Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 49 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–04.03.2023.



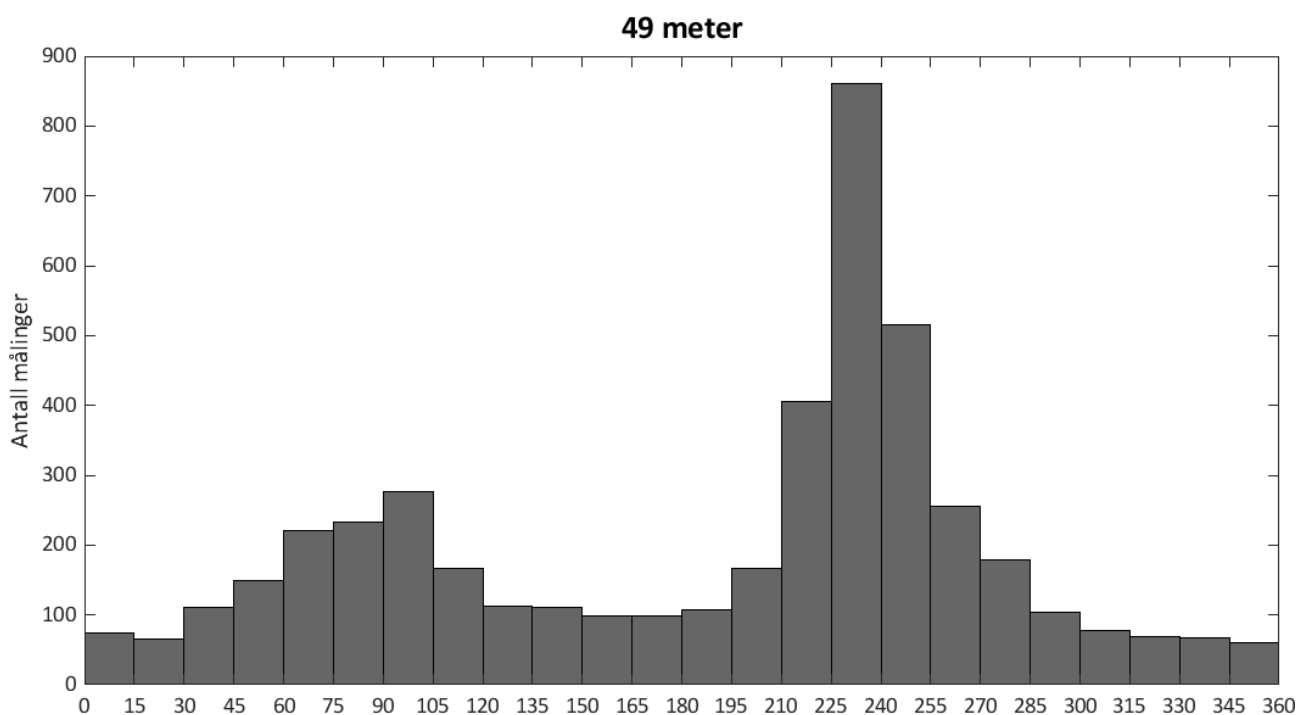
Figur B-13: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



Figur B-14: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Krutøya i perioden 13.06.–18.07.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



Figur B-15: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 29 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–02.03.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



Figur B-16: Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 49 meters dyp ved Krutøya i perioden 31.01.–04.03.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.

Vedlegg C- B1 og B2 skjema

Tabell C- 1: Oversikt over resultatene basert på fauna, elektrokjemiske målinger og sensoriske registreringer ved prøvestasjonene (B.1-skjema). I henhold til NS9410:2016 og samtidig i overensstemmelse med Fiskeridirektoratet blir «bunntype» kategorisert som bløtbunn dersom grabben inneholder mineralsk sediment som poengvektes «2» eller mer, eller som hardbunn dersom grabben inneholder kun vann eller organisk stoff, eller sediment som poengvektes «1». Prøver som inneholder kun vann gis 0 poeng for gruppe II og gruppe III parametere. Prøver som inneholder organisk stoff vurderes etter gruppe II og gruppe III parametere, men er det for lite organisk stoff til at gruppe II parameter kan måles gis ingen poeng, og prøven vurderes etter gruppe III parameter. Dersom grabben har for lite sediment (men likevel kategorisert som bløtbunn) til å måle gruppe II parameter gis heller ingen poeng til denne gruppen, og prøven vurderes etter gruppe III parameter.

AQUA KOMPETANSE AS											Prøveskjema B.1		
Rapportnummer: 2368-6-23B							Felt dato: 12.06.2023						
Lokalitet: Krutøya				Lokalitetsnummer: Forundersøkelse				Kunde: Amar Seafood AS					
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer										Indeks
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bunntype: B (bløt) eller H (hard)			B	B	H	B	B	B	B	B	B	B	
I	Dyr	Ja = 0, Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
II	pH	Målt verdi	7,67			7,83	7,85		7,77	7,83	7,67	7,6	
	Eh (mV)	Målt verdi	-13			70	60		-37	142	134	-160	
		" + ref. verdi	204			287	277		180	359	351	57	
	pH/Eh	Poeng	0		0	0	0		0	0	0	1	0,13
Tilstand prøve			1		1	1	1		1	1	1	1	
Tilstand gruppe II			1										
III	Gassbobler	Ja = 4											
		Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Farge	Lys/grå = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Brun/sort = 2											
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sterk = 4											
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Myk = 2											
		Løs = 4											
	Grabbvolum	v < ¼ = 0		0	0	0							
		¼ - ¾ = 1	1				1	1	1	1	1	1	1
		v > ¾ = 2											
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 - 8 cm = 1													
> 8 cm = 2													
SUM			1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
Korrigert sum (x 0,22)			0,22	0,00	0,00	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,15
Tilstand prøve			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tilstand gruppe III			1										
Middelverdi gruppe II & III			0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,22	0,11	0,11	0,11	0,61	0,14
Tilstand prøve			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lokalitetstilstand			1										
pH/Eh Korrigert sum		Tilstand											
Indeks Middelverdi													
< 1,1			1										
1,1 - < 2,1			2										
2,1 - < 3,1			3										
≥ 3,1		4											
			Buffertemperatur: 15,0°C				pH sjø: 8,19						
			Sjøtemperatur: 10,8°C				E _{sjø} sjø: 138,5						
			Sedimenttemperatur: 11,5°C				Ref. elektrode: 217						

Tabell C-2: Oversikt over resultatene fra bedømmingen av sedimentet og karakteristika på havbunnen ved prøvestasjonene (B.2-skjema). På hver stasjon blir sedimentet bedømt ved å fordele totalt fem poeng per stasjon, fordelt på hvilken type sediment som observeres i prøven. Tabellen inkluderer dybdeinformasjon og registreringer av ulike dyregrupper, samt om det observeres *Beggiatoa* eller rester av fôr og/eller fekalier.

AQUA KOMPETANSE AS		Prøveskjema B.2										
Rapportnummer: 2368-6-23B					Feltdato: 12.06.2023							
Lokalitet: Krutøya			Lokalitetsnummer: Forundersøkelse				Kunde: Amar Seafood AS					
		Prøvenummer										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dyp (m):		53	53	51	49	47	48	50	51	52	52	
Antall forsøk med prøvetaker:		1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	
Bobling ved prøvetaking:												
Sedimenttype	Leire											
	Silt	1			1	1		1	1	1	1	
	Sand						1		1			
	Grus	1	1				1	1				
	Skjellsand	3	1		2	3	3	3	3	4	3	
Steinbunn												
Fjellbunn			3	5	2	1					1	
Fauna	Pigghuder		1									
	Krepsdyr			5	1							
	Skjell											
	Børstemark	1			3	5	~5	~10	5	~5	1	
	Andre dyr			4						1		
<i>Beggiatoa</i>												
Fôr												
Fekalier												
Kommentarer		Vanskelig å se dyr, muligens flere	For grovt og lite sediment for pH/E	Kun tare i grabb. Flatorm, tanglopp	Grovt sediment: Krabbe. Mangler b		For grovt og lite sediment for pH/Eh. Stein i grabb	Stein i grabb. Flere arter	Flere arter	Snegle	Mye tare	