



2023

## Forundersøkelse ved Nedre Kvarv i Sørfold kommune, 2023

Mowi Seawater Norway 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: <b>Forundersøkelse ved Nedre Kvarv i Sørfold kommune, 2023</b>			
Lokalitet: Nedre Kvarv Lokalitetsnummer: 10513	Rapportdato: 15.12.2023 Rapportnummer: 2899-12-23FU	Antall sider uten vedlegg: 19 Antall sider totalt: 33	
Oppdragsgiver: Mowi Seawater Norway AS	Kontaktperson: June Saltkjevik	Omsøkt MTB: 5400 tonn	
Kommune: Sørfold	Fylke: Nordland	Koordinater: 67°27.509'N, 15°30.695'Ø	
<b>Rapporten omfatter et sammendrag av</b>			
Rapportnr. 2001-5-23S Rapportnr. 2516-8-23AB Rapportnr. 2074-2-23C	Havbunnskartlegging Vannstrømmålinger B-undersøkelse C-undersøkelse	5, 15, 36, 84 og 209 meter 10+ 12 stasjoner 5 stasjoner	17.01.–04.05.2023 22.08.2023 27.02.2023
Emneord: havbunnskartlegging; batymetri; vannstrøm; doppler; overflatestrøm; vannutskiftningsstrøm; dimensjoneringsstrøm; spredningsstrøm; bunnstrøm; vannutskiftning; miljøtilstand; miljøovervåking; sediment; elektrokjemi; sensoriske registreringer			ID 1582-1.4 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
<b>Rapportansvarlig:</b>  Reidun Lund	<b>Kvalitetssikring:</b>  Sven Keizer		

© 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 Mowi Seawater Norway AS har Aqua Kompetanse AS utført en forundersøkelse ved Nedre Kvarv. 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 vannstrømmålinger, uakkreditert 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
	Veileder 1.0	Alternativ overvåking av hard- og blandingsbunn
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
Vannstrømmåling	NS 9425-1: 1999	Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter.
	NS 9425-2: 2003	Oseanografi – Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP.

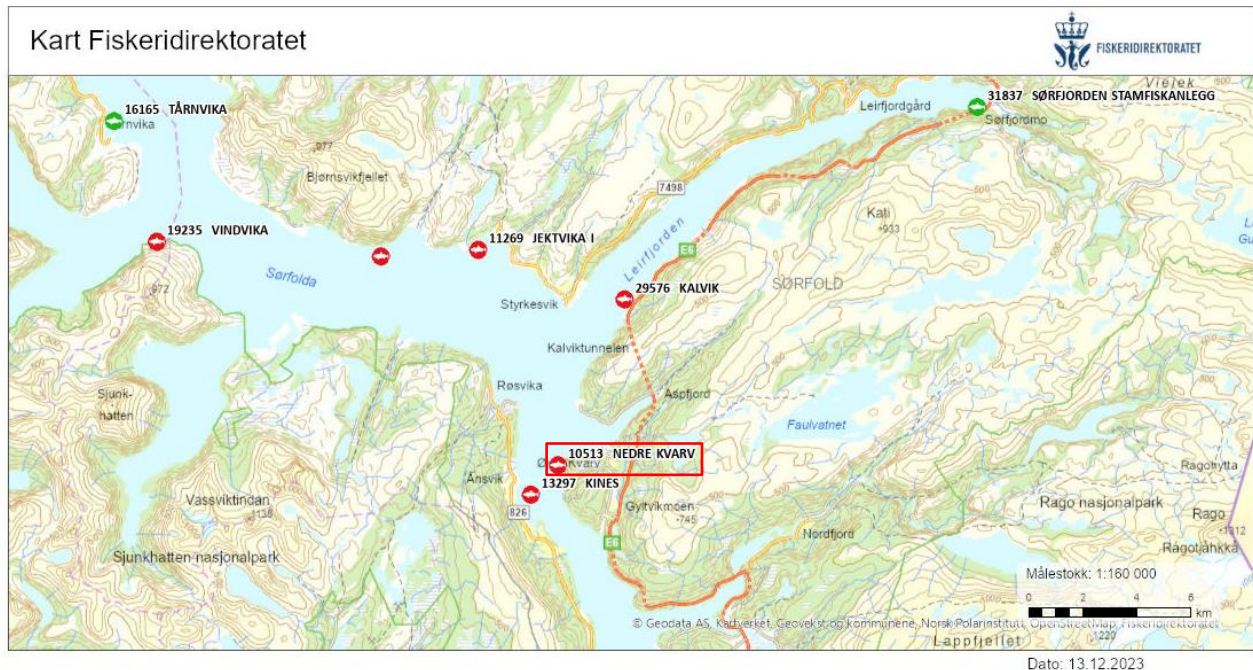
## Innholdsfortegnelse

Forord .....	3
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	<b>4</b>
1. Materiale og metode .....	5
1.1 Undersøkellesområde .....	5
1.2 Havbunnskartlegging.....	5
1.3 Vannstrømmålinger.....	5
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.....	11
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 .....	16
3. Oppsummering .....	18
3.1 Bæreevne .....	18
4. Referanser.....	19
Vedlegg A – Havbunnskartlegging .....	20
Vedlegg B – Vannstrømmålinger .....	22
Vedlegg C- B1 og B2 skjema .....	32

# 1. Materiale og metode

## 1.1 Undersøkellesområde

Nedre Kvarv ligger i Sørfold, Nordland (**Figur 1**). Anlegget er plassert på østsiden av en indre fjordarm i Sørfolda. Anlegget er plassert over en skråning som strekker seg fra 100 til 200 meters dyp, Skråningen fortsetter ned mot en flate på 330 meters dyp, nord for anlegget, som igjen strekker seg videre mot dypet av Sørfolda på >500 meters dyp. Sør for anlegget og videre innover i fjorden blir fjorden grunnere, og flater ut på rundt 130 meters dyp (**Figur 6**).



Akvakulturregisteret

Lokaliteter

- Matfisk laks, ørret, regnbueørret
- Stamfisk laks, ørret, regnbueørret

**Figur 1:** Oversiktskart som viser planlagt anleggsplassering (rød firkant) i forhold til andre anlegg. Geografisk senterpunkt for det planlagte anlegget ved Nedre Kvarv er 67°27.509'N, 15°30.695'Ø. Målestokk 1:160 000. Kilde: Fiskeridirektoratets karttjeneste.

## 1.2 Havbunnskartlegging

Havbunnen i nærområdet til Nedre Kvarv har blitt kartlagt ved bruk av multistråleekkolodd.

## 1.3 Vannstrømmålinger

Strømmålingene ble foretatt i perioden 17.01.–04.05.2023 i en rigg utplassert på 67°27.540 N, 15°30.431 Ø (**Figur 6**), og ble gjennomført i henhold til NS 9425-1:1999 og NS 9425-2:2003. Det ble benyttet en 400 kHz profilerende måler og tre 2000 kHz punktmålere. Akustiske strømmålere bruker dopplerskift for å beregne strømhastighet og -retning, og refereres ofte til som dopplermålere, produsert av Nortek AS, oppsett på 25 celler × 2 meter som gir en rekkevidde på 2 meter. Punktmålerne måler i monteringsdypet. Det er omtrent 245 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 registrerer 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 Mundal (2023).

#### 1.4 B-undersøkelse

Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert B-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016 ved Nedre Kvarv den 22.08.2023. Samt en uakkreditert hardbunnsundersøkelse iht. Veileder 1.0 (Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet). 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 cm<sup>2</sup> Van Veen grabb, og sedimentet skylt over en 1mm sikt. På Nedre Kvarv er MTB på 5400 tonn. I henhold til Fylkesmannen i i Nordland, Troms og Finnmark & Fiskeridirektoratet region Nord og region Nordland (2018) skal det ved forundersøkelse tas minst 10 stasjoner, som skal plasseres for å dekke hele området for det planlagte anlegget, men grunnet mye hardbunn ved lokaliteten er det utarbeidet en alternativ overvåkningsplan for Nedre Kvarv i samsvar med brev fra Fiskeridirektoratet. Grunnet mye hardbunn i anleggssonen ble det i tillegg til grabbskuddene kjørt ROV på 12 stasjoner. Det ble benyttet ROV av typen Aegir 35 fra Ocean Robotics med 3 x 3500 lm led lys, HD kamera med zoom og Advanced Navigation undervannsposisjonering med nøyaktighet på 1,5 meter pr. 100 m. Posisjoneringen er tilkoblet GNSS antenne fra Advanced Navigation. 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 Fossum (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 27.02.2023. 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 m<sup>2</sup> 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 MTB på 5400 tonn ved Nedre Kvarv er veiledende antall prøvestasjoner 5. 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 forsøkt lagt ved anleggsrammen, på østsiden av anlegget, men på grunn av gjentatte bomskudd ble C1 lagt ved skråningsfoten på vestsiden av anleggsramme. Dette i samråd med fagansvarlig. I ytterkant av overgangssonen ligger stasjon C2, 500 meter fra anleggsramme. Stasjon C3 er lagt 135 meter fra anleggsramme i returstrømretningen. C4 ble plassert i fremherskende strømretning, 180 meter nord-nordvest for anlegget ved bunnen av en skråning ansett som mulig oppsamlingssted for organiske partikler. C5 ble plassert 310 meter nord for anlegget, i hovedstrømretning og ved bunnen av en skråning hvor sedimentering antas å kunne forekomme. 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 Nedre Kvarv, stasjon C2 nord-nordvest 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 <sub>2</sub> /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

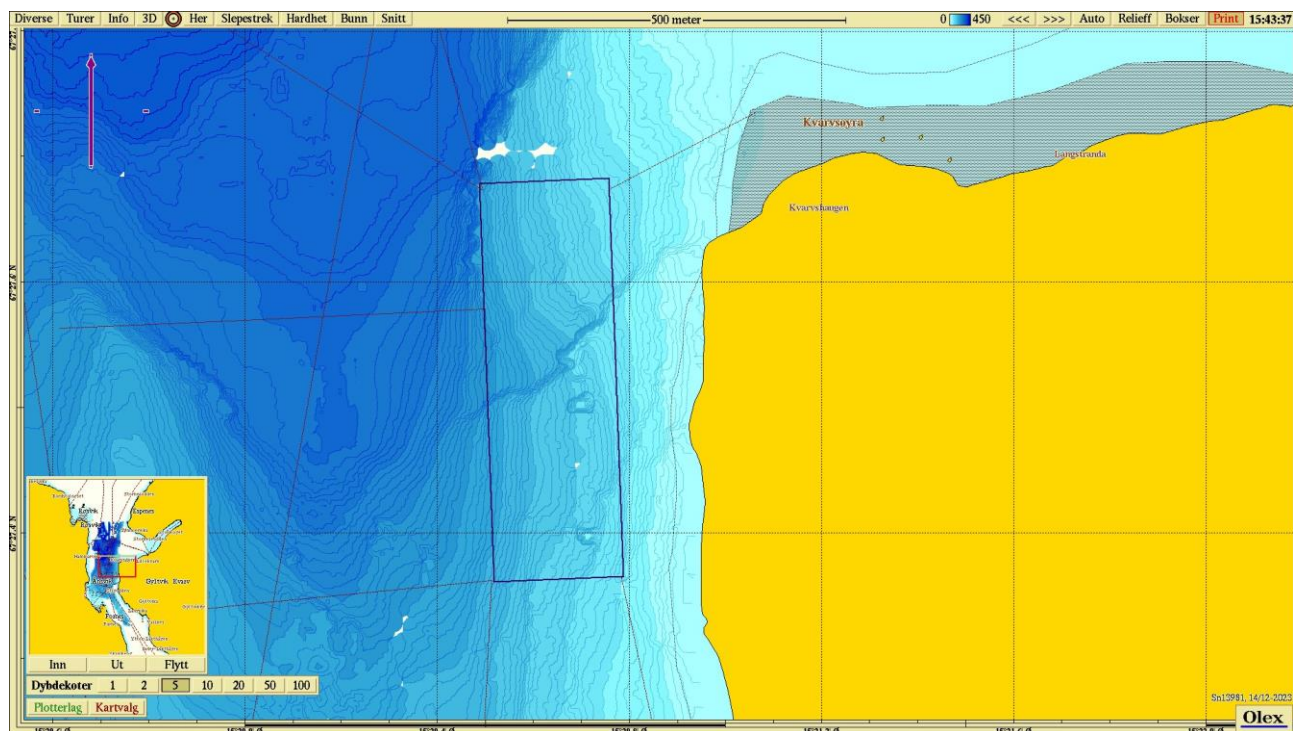
\*Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.



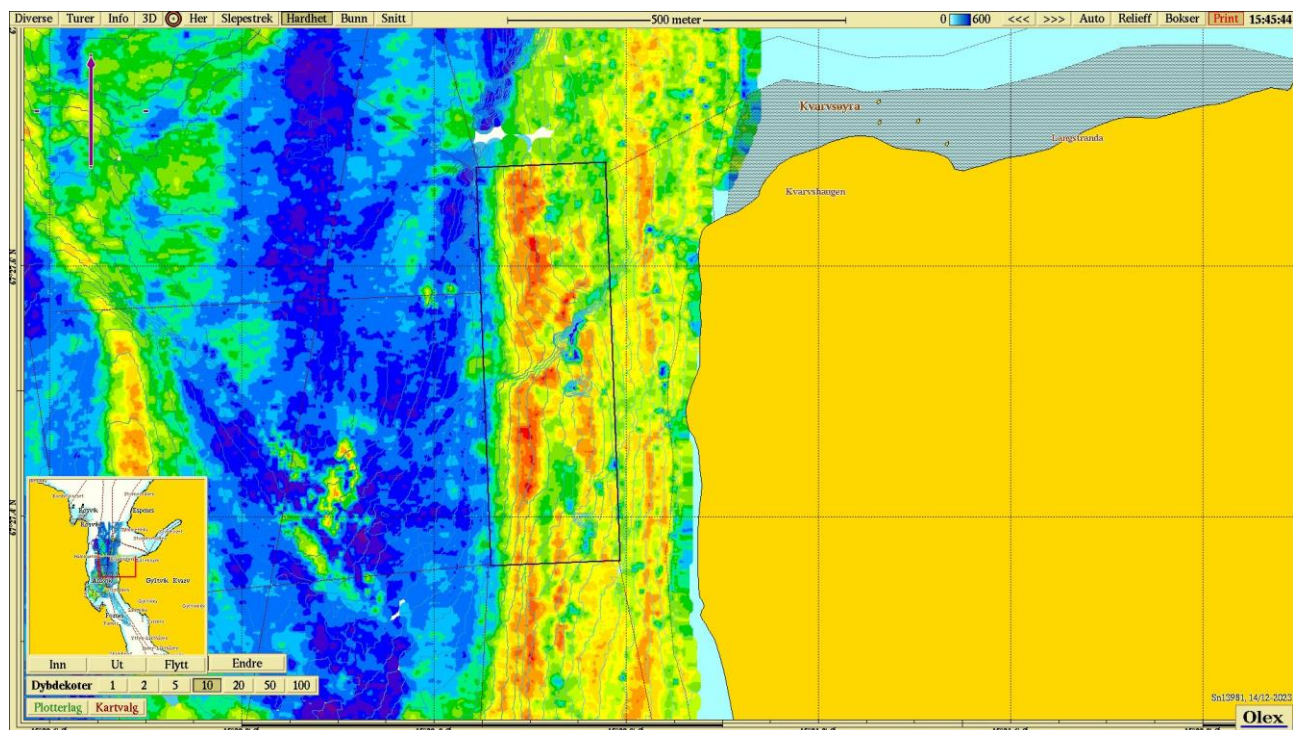
## 2. Resultat

### 2.1 Havbunnskartlegging

For tredimensjonal fremstilling av havbunnen se Vedlegg A.



**Figur 2:** Oversiktskart over batymetri ved Nedre Kvarv med dybdekoter på 5 meter. Blåtoner fra lyst til mørkt markerer økende dybde. Anleggsramme er inntegnet.



**Figur 3:** Oversiktskart over batymetri ved Nedre Kvarv med dybdekoter på 10 meter og hardhet. Hardhet er markert med fargetoner fra blått (bløtbunn) til rødt (hardbunn). Planlagt anleggsramme er inntegnet.

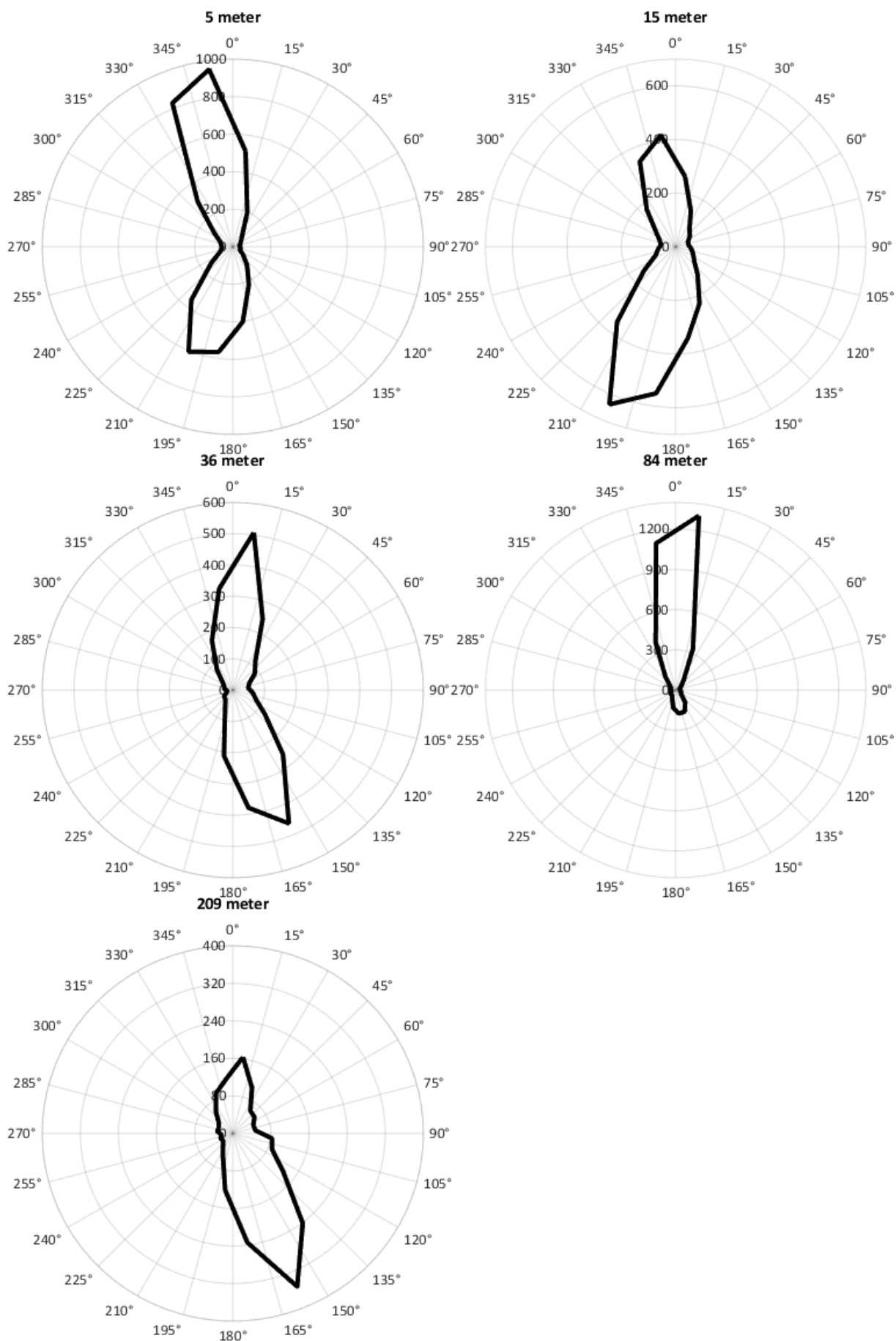


## 2.2 Vannstrømmålinger

Lokalitet Nedre Kvarv ligger på østsiden av fjorden Sørfolda i kommunen Sørfold. Innerste del av Sørfolda er orientert i nord-sørlig retning, og gjelder området ved Nedre Kvarv. Batymetrien i målepunktet skrår nedover mot vest, og er orientert i nord-sørlig retning. Vannstrømmen ved Nedre Kvarv styres av batymetrien i området, og drives i hovedsak av tidevannet. Vannstrømmen på 5 meters dyp har størst vanntransport rettet mot nord, med en sekundærkomponent rettet mot sør-sørvest. På 15 meters dyp registreres størst vanntransport mot sør-sørvest, med en sekundærkomponent mot nord. På 36 meters dyp er det omtrent lik vanntransport rettet mot nord og sør-sørøst. På 84 meter dyp er størst vanntransport mot nord, og på 209 meters dyp mot sør-sørøst med en mindre sekundærkomponent mot nord. **Tabell 4** viser hovedresultatene fra vannstrømmålingene ved Nedre Kvarv, og **Figur 4** viser vanntransporten (fluksen) for alle fem dyp. **Figur 6** viser plassering av strømrigg i forhold til planlagt anleggsplassering. For tidsserier over strømhastighet og -retning, frekvensfordeling av strømhastighet og frekvensfordeling av strømreretning, se **Vedlegg B**.

**Tabell 4:** Hovedresultater fra vannstrømmålingene ved Nedre Kvarv.

Parametere	5 meter	15 meter	36 meter	84 meter	209 meter
Gyldige målinger/totalt (#)	15163/15388	15256/15388	15302/15377	15222/15377	15362/15377
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	7.0	5.3	4.1	5.3	2.6
Maksimalstrøm (cm/s)	44.6	35.2	28.0	28.4	13.6
Minimumstrøm (cm/s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	2.8	4.2	5.2	3.5	12.5
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)	18.0	25.9	33.3	24.8	51.9
Neumann-parameter	0.19	0.22	0.18	0.57	0.30
Standardavvik (cm/s)	5.4	4.0	2.5	3.8	1.6
Varians (cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	28.8	16.3	6.4	14.2	2.4
Signifikant maksimum strømhastighet (cm/s)	13.0	9.6	6.9	9.5	4.4
Signifikant minimum strømhastighet (cm/s)	2.5	2.0	1.7	2.1	1.1
10 års returstrøm (cm/s)	68.7	54.2	-	-	-
50 års returstrøm (cm/s)	76.7	60.5	-	-	-
De 4 hyppigst forekommende strømreretningsgruppene (°)	345 - 360 330 - 345 180 - 195 195 - 210	195 - 210 180 - 195 345 - 360 330 - 345	0 - 15 150 - 165 165 - 180 345 - 360	0 - 15 345 - 360 15 - 30 330 - 345	150 - 165 135 - 150 165 - 180 0 - 15
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetsgruppene (cm/s)	3 - 5 5 - 7 1 - 3 7 - 9	3 - 5 1 - 3 5 - 7 7 - 9	1 - 3 3 - 5 5 - 7 7 - 9	3 - 5 1 - 3 5 - 7 7 - 9	1 - 3 3 - 5 0 - 1 5 - 7
Mest vannutskiftning / retning / 15° sektor	953 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 345 - 360	636 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 195 - 210	508 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 0 - 15	1312 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 0 - 15	353 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 150 - 165
Minst vannutskiftning / retning / 15° sektor	34 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 75 - 90	48 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 75 - 90	17 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 255 - 270	25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 75 - 90	24 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 255 - 270



**Figur 4:** Vanntransport ( $m^3/m^2/dag$ ) for hver 15° sektor på 5, 15, 36, 84 og 209 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

### 2.3 B-undersøkelse

Antall prøvestasjoner ved Nedre Kvarv var 10, og det ble tatt 12 grabbskudd fordelt på disse. Grabbprøvene viste at sedimentet under anlegget besto av silt, sand og skjellsand, men at bunnen besto hovedsakelig av fjellbunn. ROV-videoene viste også at det var silt og sand under anlegget, i tillegg til flere områder med skjellsand og store deler med fjell eller berggrunn. Det ble funnet dyreliv ved samtlige ROV-stasjoner, og ved fire av de ti grabbstasjonene. Dyrelivet besto av både børstemark, pigghuder, skjell og krepsdyr. Det ble også observert kronemaneter ved tre stasjoner. Det var mulig å måle elektrokjemi ved to av ti stasjoner. Ved de målbare stasjonene var pH over 7,7 og Eh var positiv. Tilstanden på de elektrokjemiske målingene ble 1, med en indeksverdi på 0,13 poeng. **Tabell 5** og **Tabell 6** oppsummerer hovedresultatene fra B-undersøkelsen, og for original rapport med utfyllende informasjon om hver stasjon se Fossum (2023).

Anslått totaltilstand for lokaliteten settes til tilstand 2. Grunnlaget for tilstanden og undersøkelsesfrekvens baseres på observasjoner fra grabb-undersøkelsen, men hovedsakelig på observasjoner i ROV-undersøkelsen, samt at man ser en bedring siden forrige undersøkelse. Disse kriteriene er spesifisert i det alternative overvåkningsprogrammet som er utarbeidet for Nedre Kvarv, i samsvar med brev fra Fiskeridirektoratet. Neste undersøkelse anbefales utført ved neste maksimale belastning.

**Tabell 5:** Hovedresultater fra B-undersøkelsen ved Nedre Kvarv utført 22.08.2023.

Sedimenttype	Dominerende	Mindre dominerende	Øvrige
	Fjellbunn	Silt	Sand, grus, skjellsand
Ant. stasjoner:	10	Ant. stasj. med / uten dyr:	4 / 6
Ant. hugg:	12	Ant. stasj. bløt / hard bunn:	4 / 6
<b>Antall grabbstasjoner (gruppe II / III) med følgende tilstand:</b>			
Tilstand 1: 10 / 0	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:	0,46	1	
Gr. II + III	0,35	1	

Bunnfauna	Vanlig	Mindre vanlig	Øvrige
	Børstemark	Mosdyr, krepsdyr, sjøstjerner, tunikater	Kronemanet, rur, skjell
Sedimenttype	Vanlig	Mindre vanlig	Øvrige
	Fjellbunn	Sand	Silt, skjellsand, stein
Ant. stasjoner:	12	Ant. stasjoner med / uten dyr	12 / 0
Ant. stasjoner med /uten organisk materiale	5 / 7	Ant. stasjoner med / uten <i>Beggiatoa</i>	7 / 5
Ant. stasjoner med / uten bobling (H <sub>2</sub> S)	0 / 12	Ant. stasjoner med / uten fôr og fekalier	2 / 10

## 2.4 C-undersøkelse

### 2.4.1 Bløtbunnsfauna

Faunaforholdene i overgangssonen viste totalt sett god tilstand. Alle stasjonene hadde tilstedeværelse av arter fra flere økologiske grupper blant topp ti mest forekommende arter, men det ble ikke registrert forurensningsindikerende arter ved noen av stasjonene. nTOC-nivåene tilsvarte svært god tilstand (tilstand I) ved alle de tre stasjonene.

Ved anleggsstasjonen C1, var det den tolerante arten *Paramphinome jeffreysii* som var den vanligste med 34% av individtallet. Det var tilstedeværelse av arter fra alle økologiske grupper ved stasjonen, med unntak av forurensningsindikerende arter. Miljøtilstanden ved stasjonen var 1 – svært god.

Ytterkant av overgangssonen, stasjon C2, hadde svært god økologisk tilstand. Det var tilstedeværelse av arter fra alle økologiske grupper, med unntak av forurensningsindikerende arter blant topp ti mest forekommende arter.

Ved C3 ble det registrert 978 individer fordelt på 40 arter, og den opportunistiske arten *Heteromastus filiformis* var den vanligste ved stasjonen, med 18% av individtallet. Alle faunaindeksene ved stasjonen hadde svært god eller god tilstand, med unntak av NQ1 som hadde moderat tilstand. Stasjonen ble klassifisert til god tilstand ut fra veileder 02:2018.

Ved C4 ble det registrert 693 individer fordelt på 56 arter. Den stolerante arten *Paramphinome jeffreysii* var den vanligste ved stasjonen, med 24% av individtallet. Det ble registrert arter fra alle økologiske grupper ved stasjonen, med unntak av forurensningsindikerende arter. Faunaindeksene ved stasjonen hadde svært god tilstand. Stasjonen ble klassifisert til svært god tilstand ut fra veileder 02:2018.

Ved C5 ble det registrert 1220 individer fordelt på 50 arter. Den tolerante arten *Paramphinome jeffreysii* var den vanligste ved stasjonen, med 48% av individtallet. Faunaindeksene ved stasjonen hadde god eller svært god tilstand. Stasjonen ble klassifisert til god tilstand ut fra veileder 02:2018.

### 2.4.2 Sensoriske registreringer og elektrokjemiske målinger

Alle stasjonene viste gode pH og  $E_h$ -målinger, med pH målinger fra 7,43 til 7,83 og  $E_h$  målinger fra 40-337 mV. Det ble ikke registrert lukt eller farge på sedimentet ved noen av stasjonene og sedimentet besto av silt og/eller leire.

### 2.4.3 Geologisk analyser

Kornfordelingen viser at den største fraksjonen ved alle stasjonene var den for silt og leire (pelitt). Pelittandelen indikerer at sedimentet ved C3 er moderat finkornet, mens de øvrige stasjonene har finkornet sediment.

### 2.4.4 Kjemiske analyser

Andelen organisk materiale (TOM) var lavt ved alle stasjonene. Tilstanden av normalisert organisk karbon (nTOC) var svært god (tilstand I) ved alle stasjoner. Mengden nitrogen var lavest ved C3 med  $>0,5$  g/kg, mens de resterende stasjonene lå i intervallet 1,8-2,2 g/kg. C:N forholdet var høyest ved C3 med 18,2, mens de andre stasjonene lå mellom 7,2 og 8,3. Det ble målt kobber ved C1, og kobbernivået lå i tilstandsklasse II- God

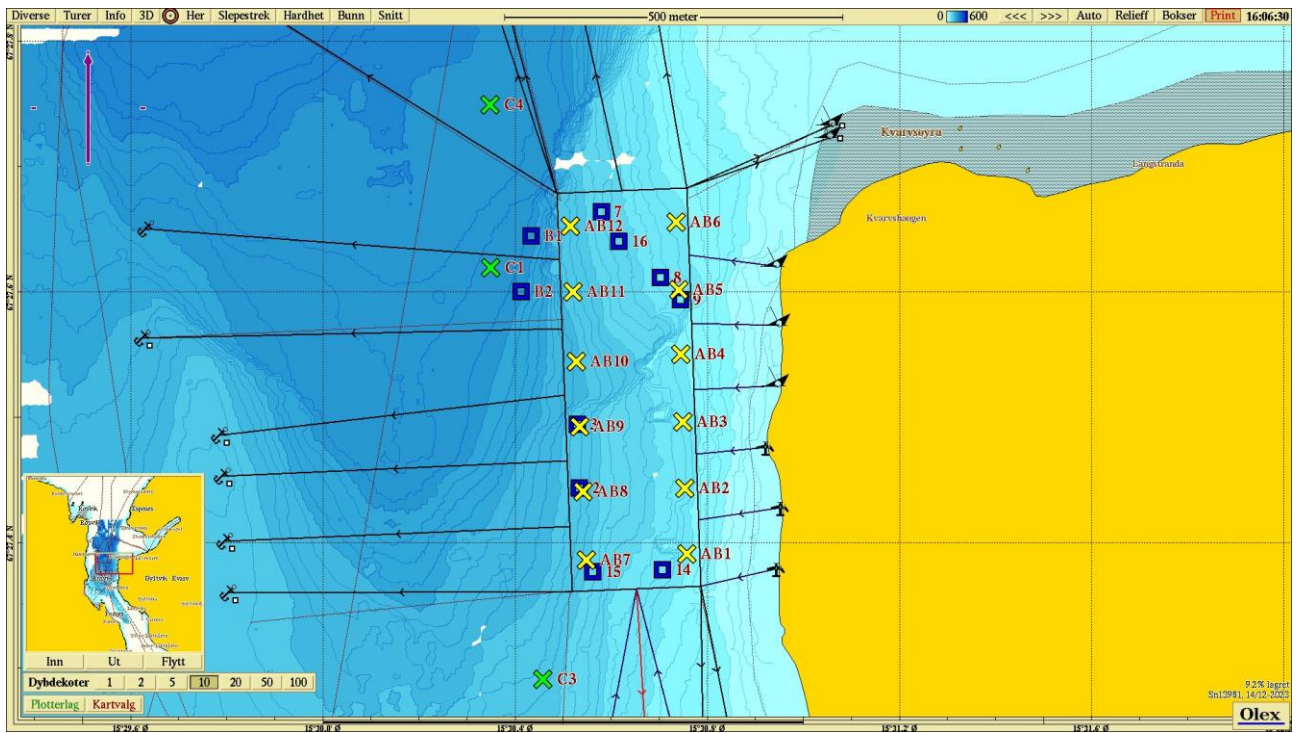
**Tabell 6:** Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøvetaking og akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene. Videre har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten. Pelagia Nature & Environment AB har utført akkreditert analyse av makrofauna, og Eurofins Environment Testing Norway AS har utført akkrediterte analyser av TOC og kobber. Aqua Kompetanse AS har utført uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygentilstand og organisk karbon etter Veileder 02:2018, mens kobber er klassifisert etter M-608 (2016). Aqua Kompetanse AS har stått for tilstandsklassifisering av faunaindekser. 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 C5
Avstand til anlegg (m)		103	500	135	180	310
Dyp (m)		300	331	178	315	309
GPS koordinater		67°27.619' N 15°30.349' Ø	67°27.910' N 15°30.134' Ø	67°27.291' N 15°30.458' Ø	67°27.749' N 15°30.348' Ø	67°27.841' N 15°30.426' Ø
Bunnfauna (Veileder 02:2018)	Ant. individer	762	322	978	693	1220
	Ant. arter	45	51	40	56	50
	H'	3,431	4,190	3,724	4,129	3,292
	nEQR verdi tilstand	0,725	0,852 I	0,714 II	0,829 I	0,757 II
	Gj.snitt nEQR overgangssone			0,767 II		
Oksygen i bunnvann (ml O <sub>2</sub> /l)			5,39			
Organisk stoff nTOC (mg/g)		17,9	14,6	15,7	19,8	17,8
Cu (mg/kg TS)		24				
Tilstand for C1		1				
Tidspunkt for neste undersøkelse:			Hver tredje 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
---	----	-----	----	---

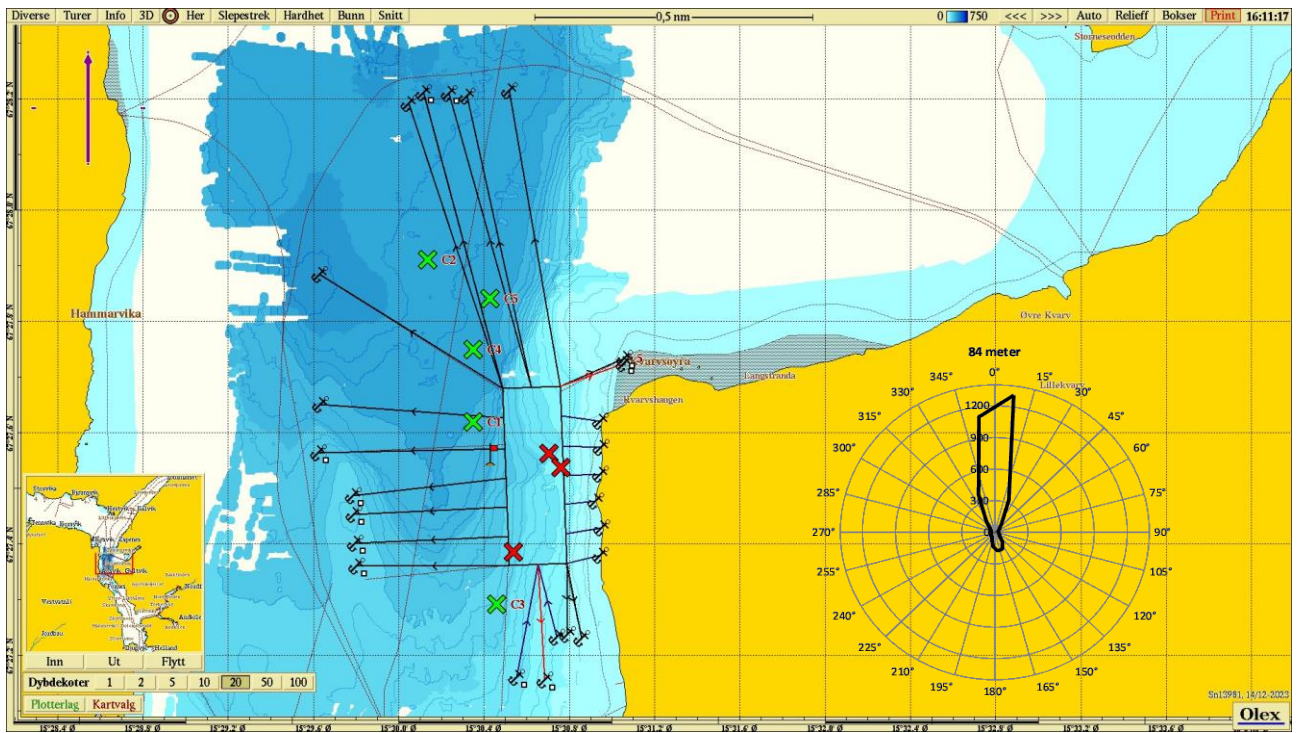




**Figur 5:** Sjøkart som viser bunndata fra Nedre Kvarv i 5,6 x 5,6 meters oppløsning, planlagt anleggsplassering og fortøyningslinjer sammen med prøvestasjoner fra B-undersøkelsen (Grabbstasjoner markert med blått og ROV- stasjoner med gule kryss) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss). Lilla pil viser orientering av kart.

**Tabell 8:** Posisjon for prøvestasjonene ved B-undersøkelsen.

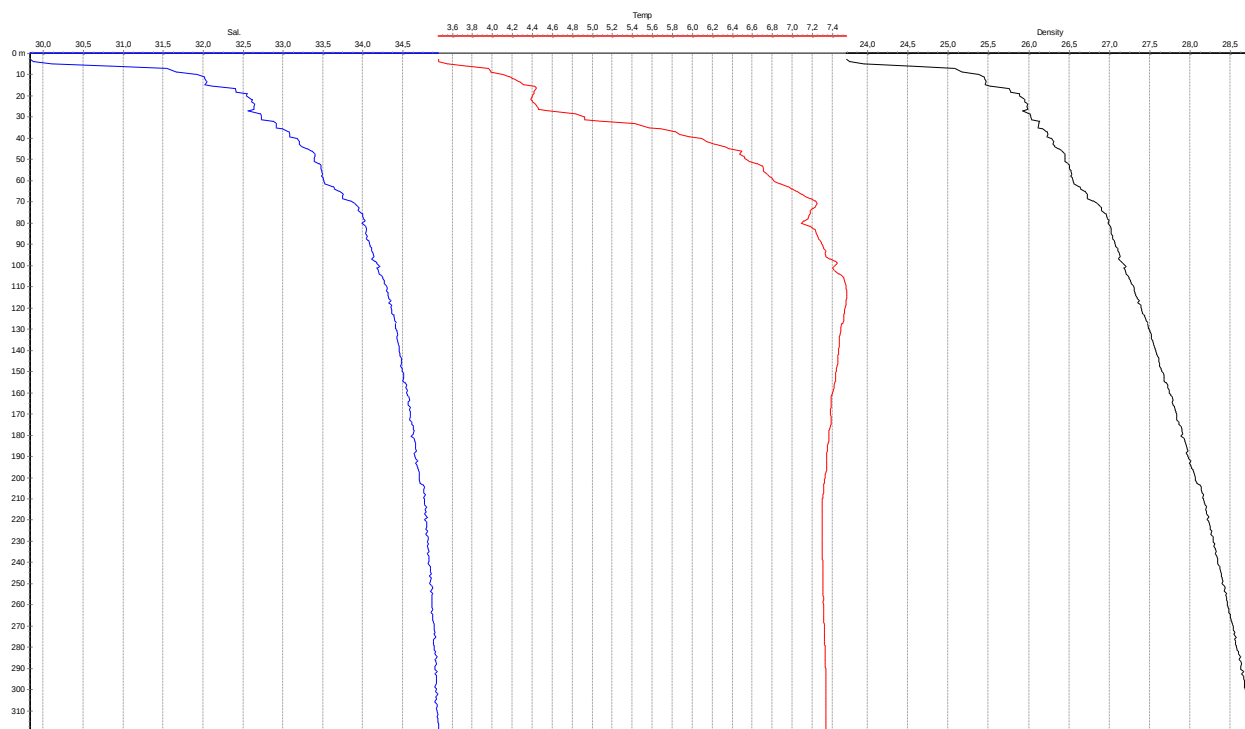
St. nr.	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5	AB6	AB7	AB8	AB9	AB10
Pos. Nord	67°27.390	.443	.496	.550	.601	.655	.386	.440	.492	.544
Pos. Øst	15°30.757	.753	.749	.744	.740	.734	.548	.541	.534	.527
St. nr.	AB11	AB12	2	3	7	8	9	14	15	16
Pos. Nord	67°27.599	.652	.443	.494	.664	.611	.594	.378	.376	.640
Pos. Øst	15°30.520	.514	.533	.530	.580	.703	.745	.707	.562	.616
St. nr.	B1	B2								
Pos. Nord	67°27.644	.600								
Pos. Øst	15°30.433	.413								



Figur 6: Sjøkart som viser planlagt anleggsplassering sammen med C-stasjoner (grønne kryss), posisjon for vannstrømmålinger (rødt flagg) og fortøyningslinjer. Røde kryss indikerer mislykkede prøvestasjoner. Lilla pil viser orientering av kart, strømrose viser vanntransport ( $m^3/m^2/døgn$ ; fluks) for hver  $15^\circ$  sektor på 84 meters dyp (spredningsdyp).

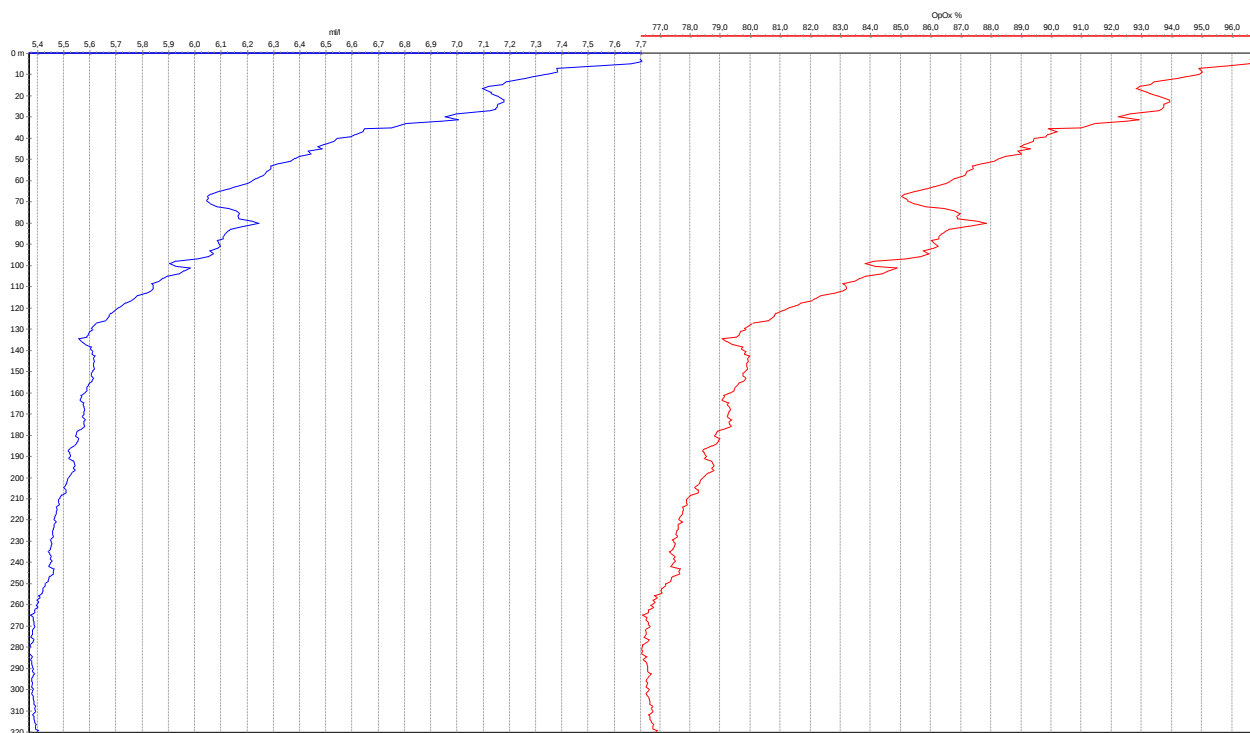
## 2.4.5 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved Nedre Kvarv (C2; **Figur 6**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 7** og **8**.



**Figur 7:** Sjøtemperatur (°C; rød), salinitet (blå) og tetthet (-1000 kg/m<sup>3</sup>; sort) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 320 meters dyp ved stasjon C2 den 27.02.2023.

Sjøtemperaturen økte gradvis med noe variasjon ned til omtrent 100 meters dyp. Fra 100 meters dyp ned til bunnen sank temperaturen fra omtrent 7,5 – 7,3°C. Bunnvannet hadde en temperatur på 7,34°C. Saliniteten økte også gradvis fra overflaten ned til bunnen, hvor bunnvannet hadde en verdi på 34,95. Tettheten økte relativt jevnt fra overflaten ned til bunnen, med noe raskere økning rundt 60 meters dyp.



**Figur 8:** Oksygenmetning (%; rød) og oksygenkonsentrasjon (ml/l; blå) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 320 meters dyp ved stasjon C2 den 27.02.2023.

Ved overflaten lå oksygenkonsentrasjonen på 7,70 ml O<sub>2</sub>/l (96,91%) og sank med noe variasjon ned mot bunnen. Bunnvannet holdt en oksygenkonsentrasjon på 5,39 ml O<sub>2</sub>/l (76,75%), og tilsvarte derfor tilstandsklasse I - svært etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 3**.

### 3. Oppsummering

Undersøkelsesområdet er preget av mye skrånende fjellbunn i anleggsområdet. Skråningen fortsetter ned mot en flate på 330 meters dyp nord for anlegget, som igjen strekker seg videre mot dypet av Sørfolda på >500 meters dyp

Sørfoldas indre fjordområde har en nord-sørlig retning, og vannstrømmen ved Nedre Kvarv følger den lokale batymetrien i måleområdet, hvor det varierer nedover dypet om vanntransporten i de undersøkte dypene er rettet mot nordlig eller sørlig retning. Vannstrømmen drives av tidevannet, men tidvis er vannstrømmen i de øvre vannmasser på 5 og 15 meters dyp også vindpåvirket. Ferskvannstilførselen til Sørfolda forventes å i perioder også ha en innvirkning på dynamikken, spesielt i de øvre vannmassene.

Aqua Kompetanse AS har gjennomført en uakkreditert hardbunnsundersøkelse iht. Veileder 1.0 (Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet). Det ble i tillegg tatt 10 grabbprøver, åtte av disse innenfor anleggsrammen og to utenfor, ved skråningsfot. Denne undersøkelsen er utført under brakklegging. ROV-stasjonene viste noen tegn til påvirkning, i form av tilstedeværelse av bakterien *Beggiatoa* sp. ved syv av tolv stasjoner. Det ble observert få tilfeller av fekalier og organisk materiale i tillegg til børstemarkkomplekser. Det ble registrert flere dyregrupper som børstemark, tunikater, krepsdyr, pigghuder og skjell. Grabbprøvene viste, ved de to stasjonene hvor måling av elektrokjemi var mulig, resultater som indikerte et sunt bunnmiljø. Det må understrekes at lite sediment og mye hardbunn førte til et svakere undersøkelsesgrunnlag for grabbprøvene, spesielt mtp. elektrokjemi. Lokaliteten ser ut til å ha restituert seg noe etter forrige produksjonssyklus, men er ikke fri for tegn på påvirkning.

Undersøkelsen viste svært god økologisk tilstand i ytterkant av overgangssonen og samlet sett god tilstand i overgangssonen. Støtteparameteren nTOC var svært god ved alle stasjonene. Anleggsstasjonen C1 fikk miljøtilstand 1. Kobberkonsentrasjonen ved C1 fikk tilstandsklasse II (god). Hydrografiske målinger viste høyt oksygeninnhold ned til bunnen. Undersøkelsesfrekvens ved lokaliteten blir hver tredje produksjonssyklus.

Ved overflaten lå oksygenkonsentrasjonen på 7,70 ml O<sub>2</sub>/l (96,91%) og sank med noe variasjon ned mot bunnen. Bunnvannet holdt en oksygenkonsentrasjon på 5,39 ml O<sub>2</sub>/l (76,75%), og tilsvarte derfor tilstandsklasse I - svært god iht. Veileder 02:2018.

#### 3.1 Bæreevne

På grunn av fortsatt tegn til forurensing ved flere av stasjonene kan en ikke definere anlegget som fullstendig restituert ved undersøkelsestidspunktet, dette er basert på at over halvparten av stasjonene filmet med ROV viser synlige tegn til påvirkning. Grabbprøvene vektlegges ikke i like stor grad grunnet lav grabbfylling, men også her observeres tegn til påvirkning.

Totalt sett tyder resultatene på at faunasammensetningen i både i ytterkant av overgangssonen og i overgangssonen håndterer det organiske nedfallet fra produksjonen og at en god økologisk tilstand opprettholdes. Basert på resultatene fra C- undersøkelse, viser anleggsproduksjonen å være innenfor lokalitetens bæreevne.



## 4. Referanser

Fossum, F. (2023) B-undersøkelse ved Nedre Kvarv i Sørfold kommune, august 2023. Rapportnummer 2516-8-23AB, levert av Aqua Kompetanse AS.

Gundersen, G. (2023) C-undersøkelse ved Nedre Kvarv i Sørfold kommune, februar 2023. Rapportnummer 2074-2-23C, levert av Aqua Kompetanse AS.

Keizer, S. (2021) Forslag til Alternativ undersøkelse ved lokaliteten 10513 Nedre Kvarv. 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.

Mundal, E. (2023) Vannstrømmåling ved Nedre Kvarv, Sørfold kommune, januar - mai 2023. Rapportnummer 2001-5-23S, levert av Aqua Kompetanse AS.

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

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

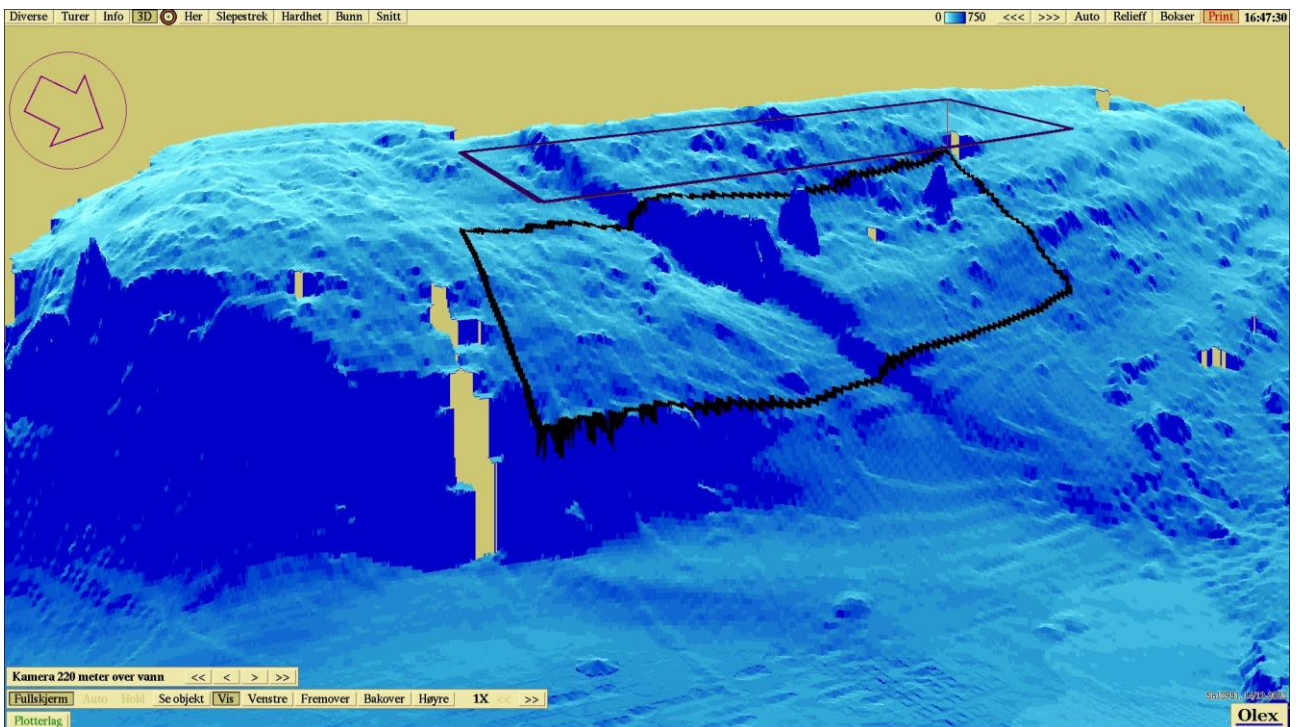
Norsk Standard 9425-2 (2003) Oseanografi – Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP. Standard Norge. NS 9425-2:2003.

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

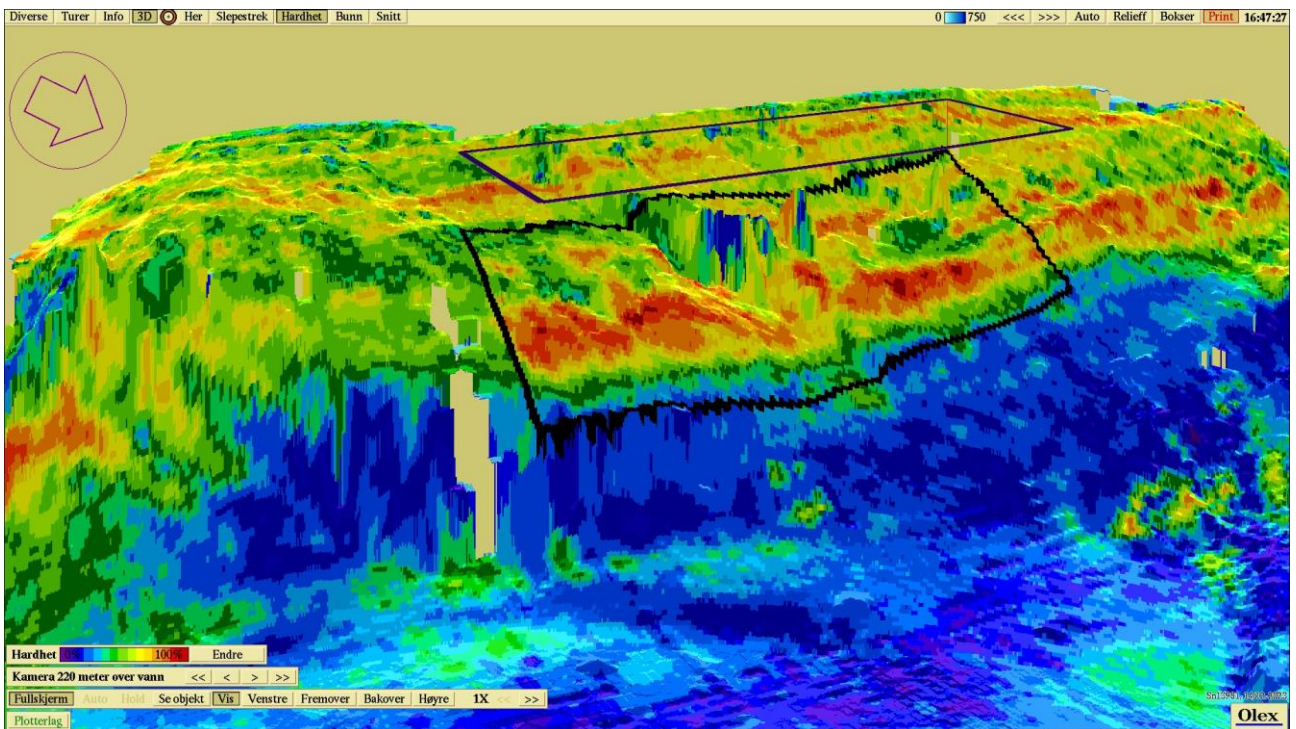
Norsk Standard EN ISO 5667 (2004) Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. NS-EN ISO 5667-19: 2004.

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

## Vedlegg A – Havbunnskartlegging

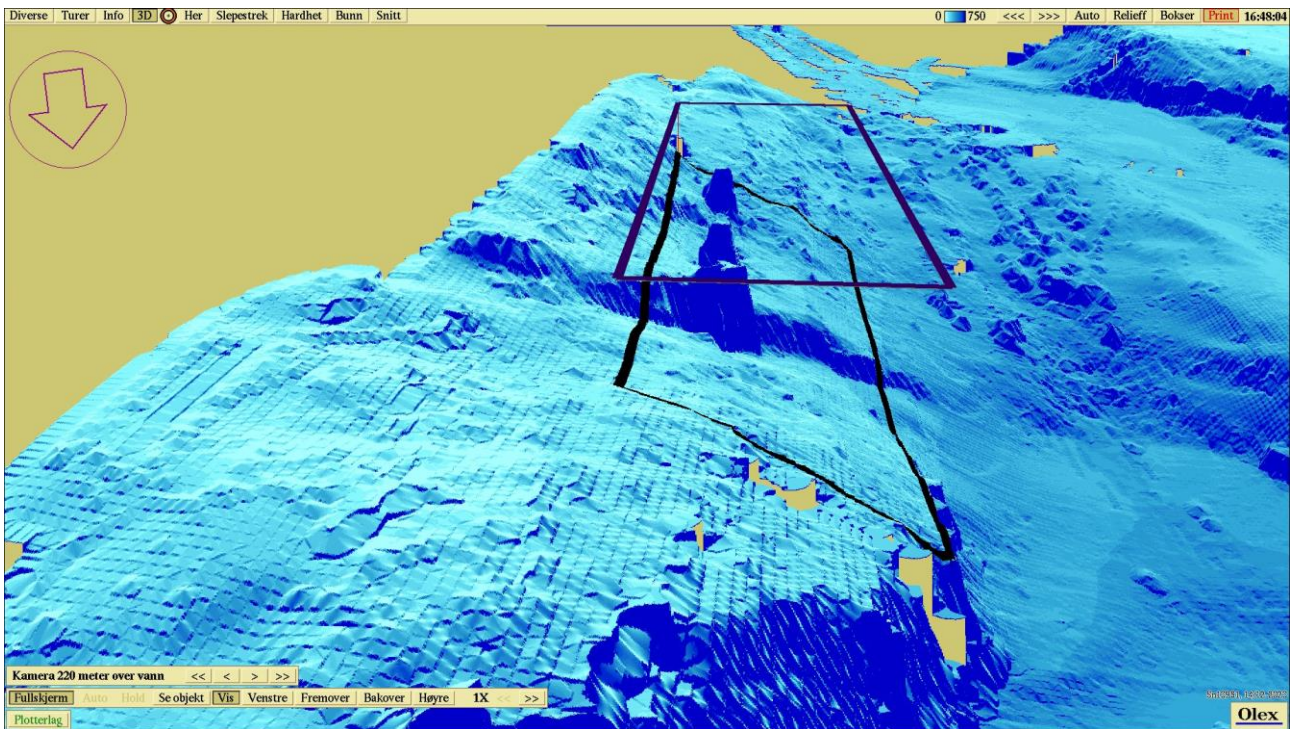


Figur A-1: Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Nedre Kvarv sett fra nordvest med anleggsramme inntegnet.

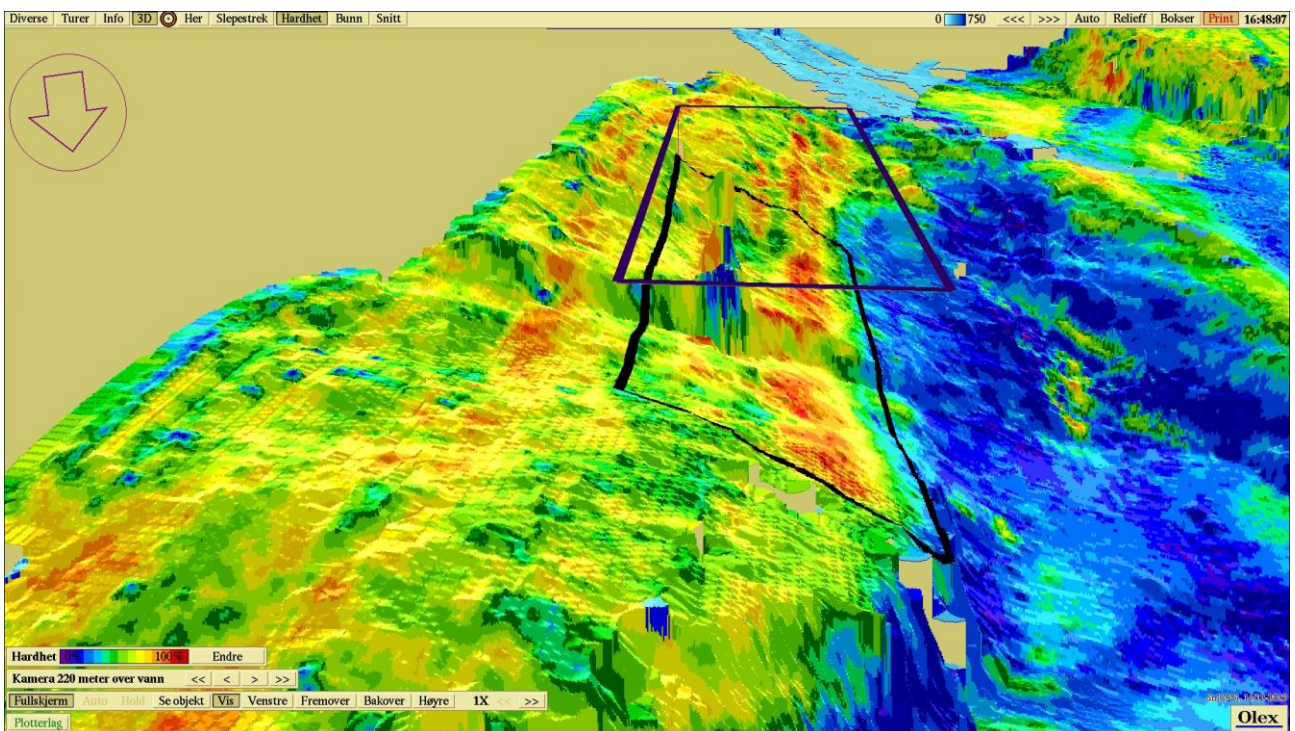


Figur A-2: Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Nedre Kvarv sett fra nordvest med hardhet og anleggsramme inntegnet.





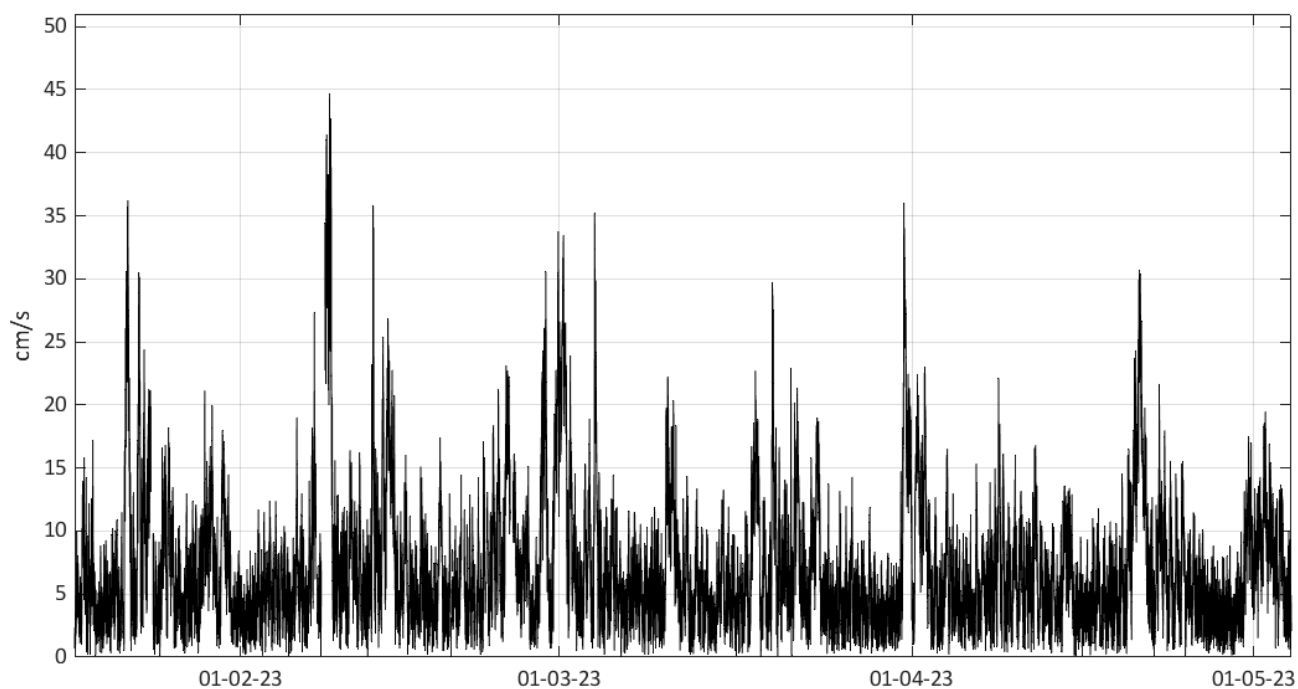
**Figur A-3:** Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Nedre Kvarv sett fra nord med anleggsramme inntegnet.



**Figur A-4:** Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Nedre Kvarv sett fra nord med hardhet og anleggsramme inntegnet.

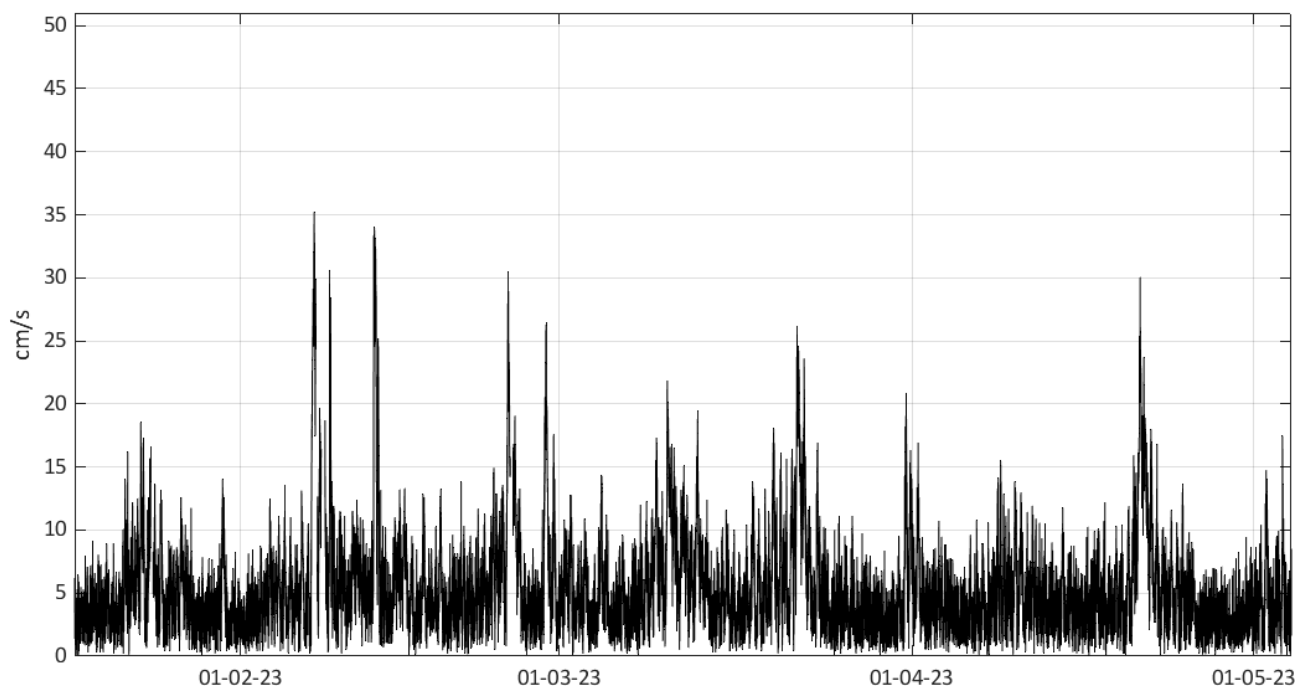
## Vedlegg B – Vannstrømmålinger

5 meter

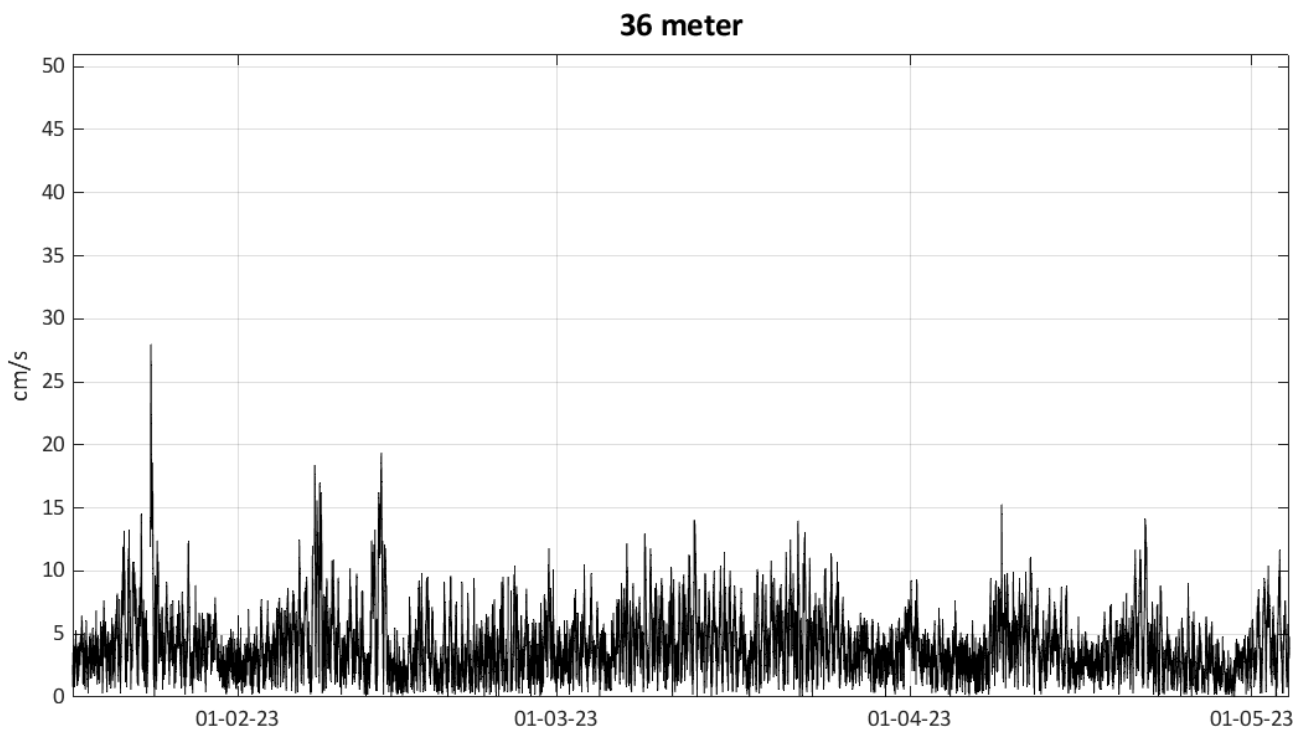


**Figur B-1:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 5 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

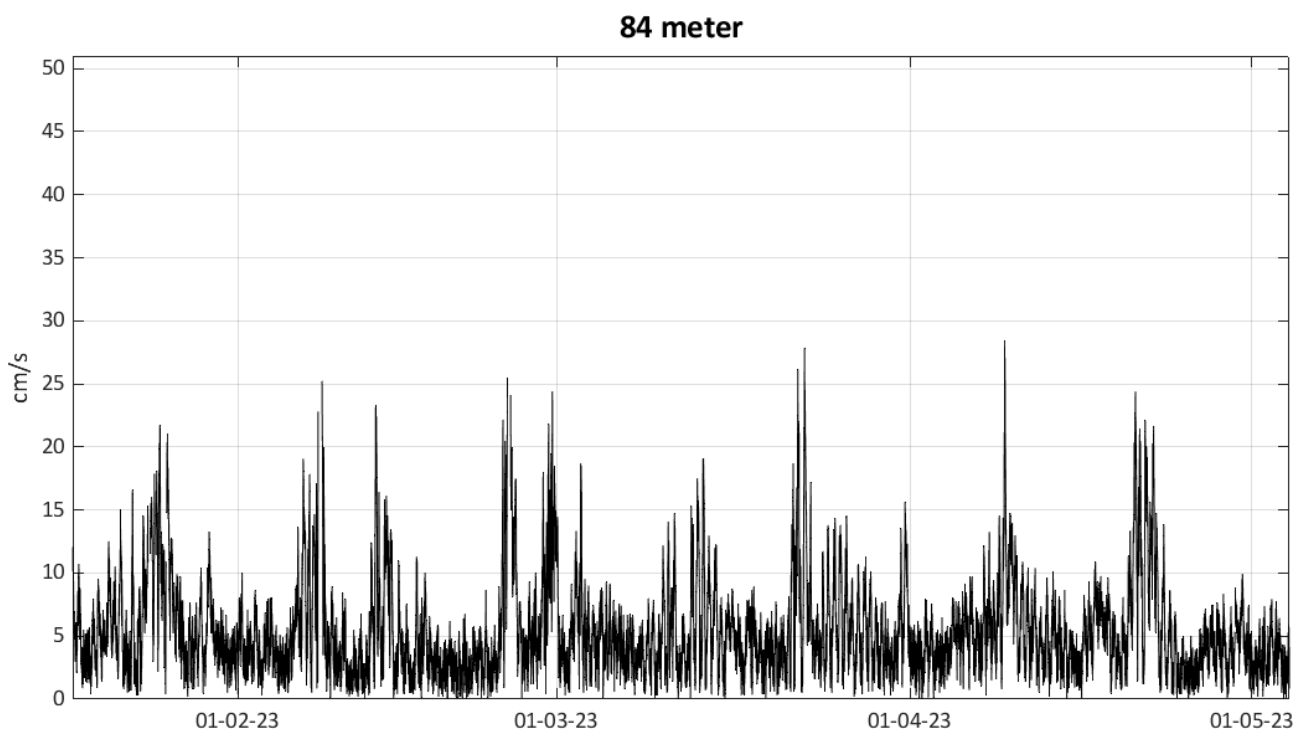
15 meter



**Figur B-2:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 15 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

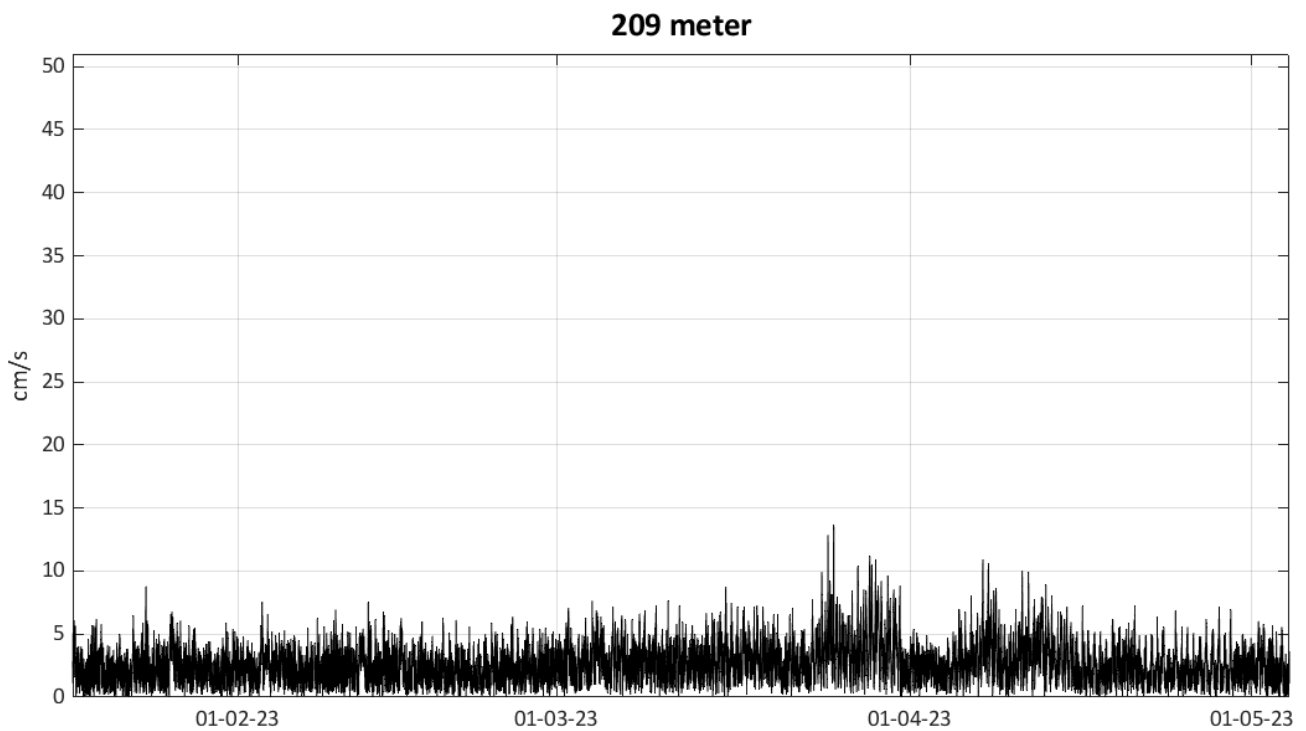


**Figur B-3:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 36 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

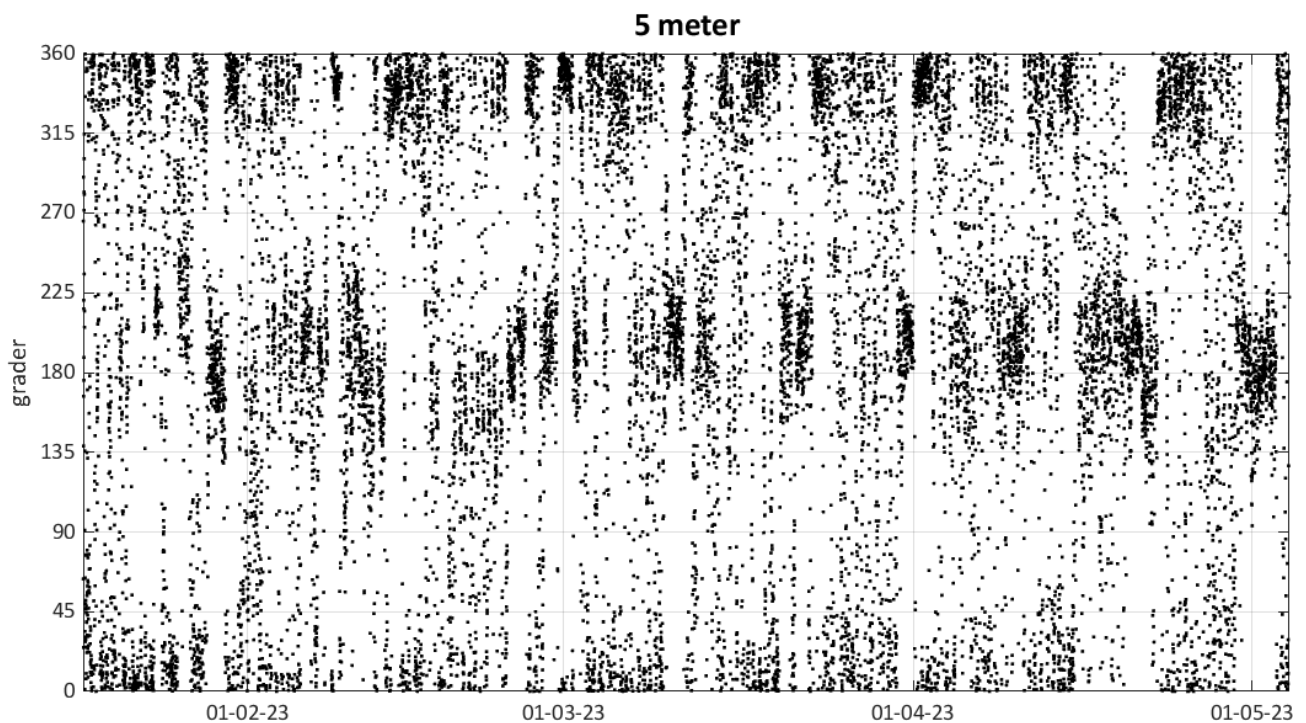


**Figur B-4:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 84 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

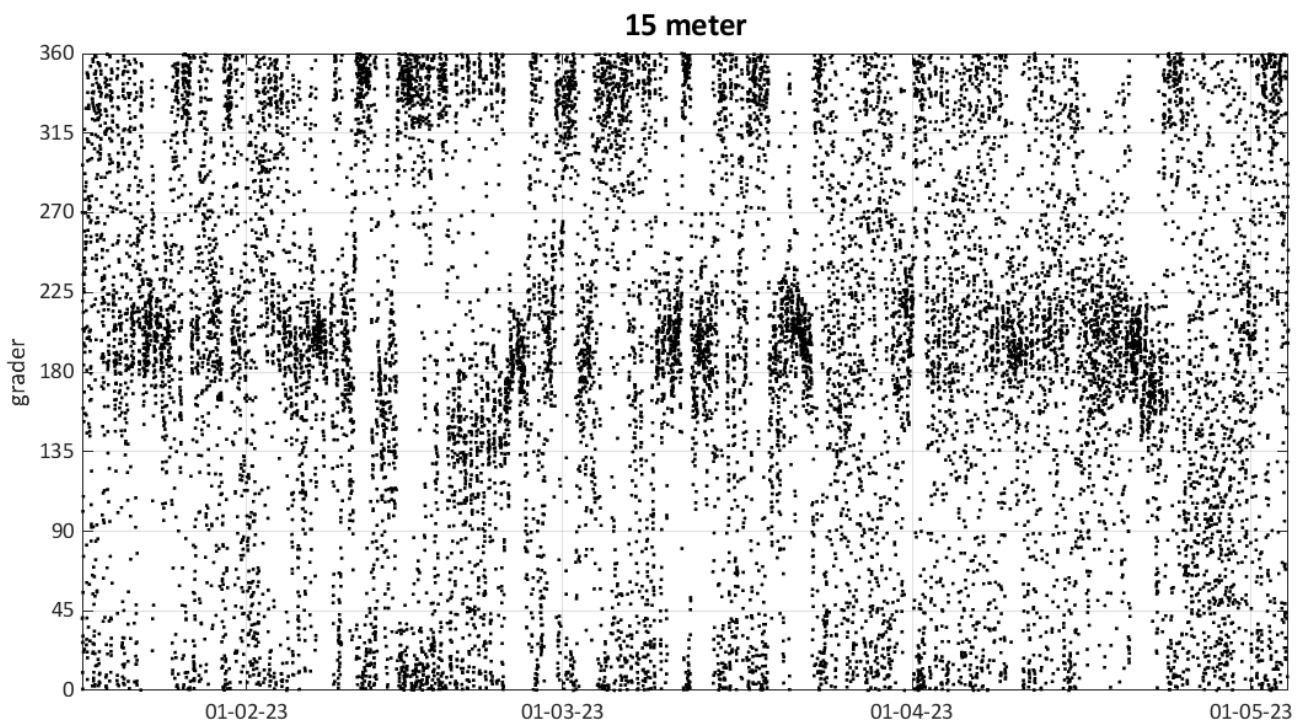




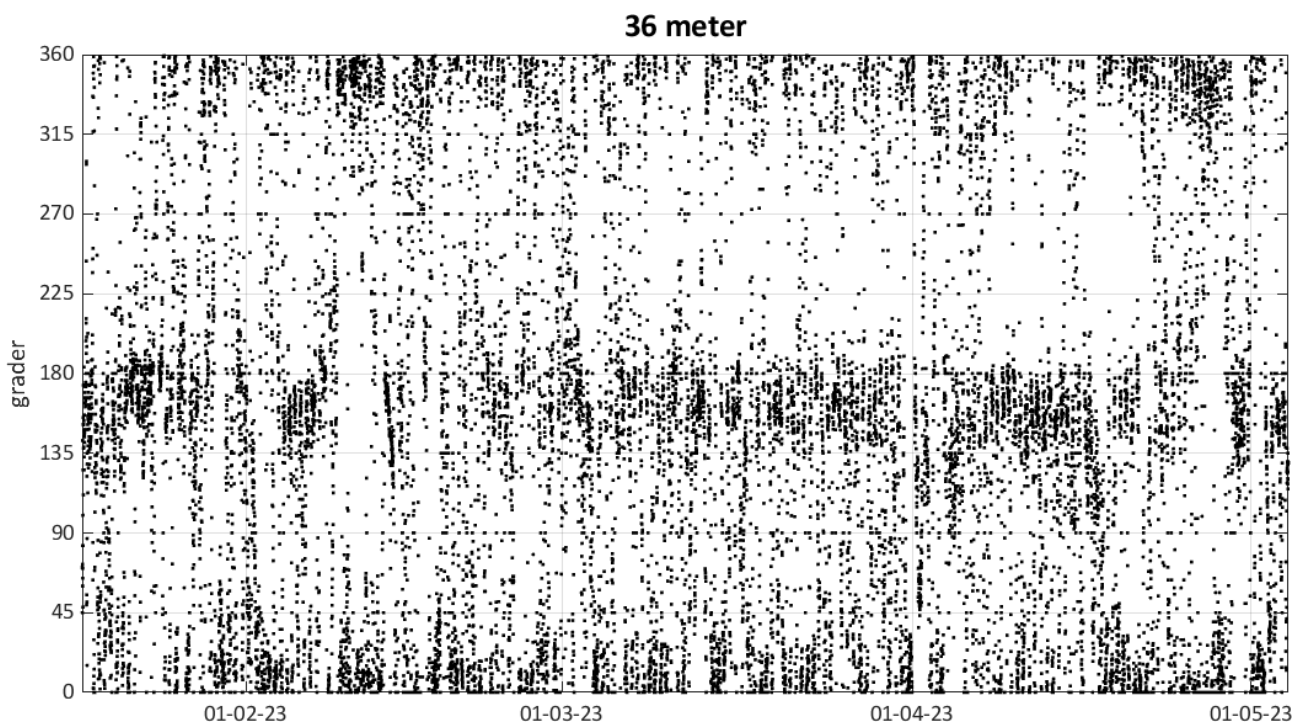
**Figur B-5:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 209 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.



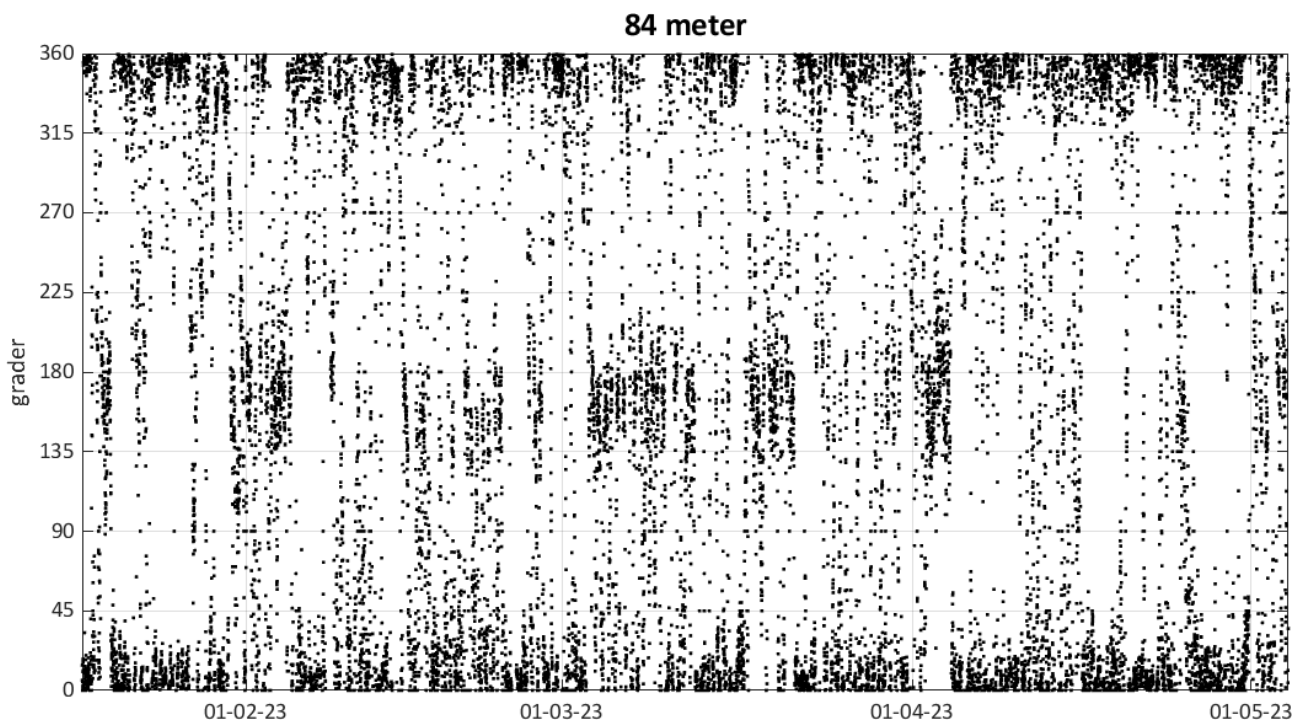
**Figur B-6:** Vannstrømretning (°) på 5 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



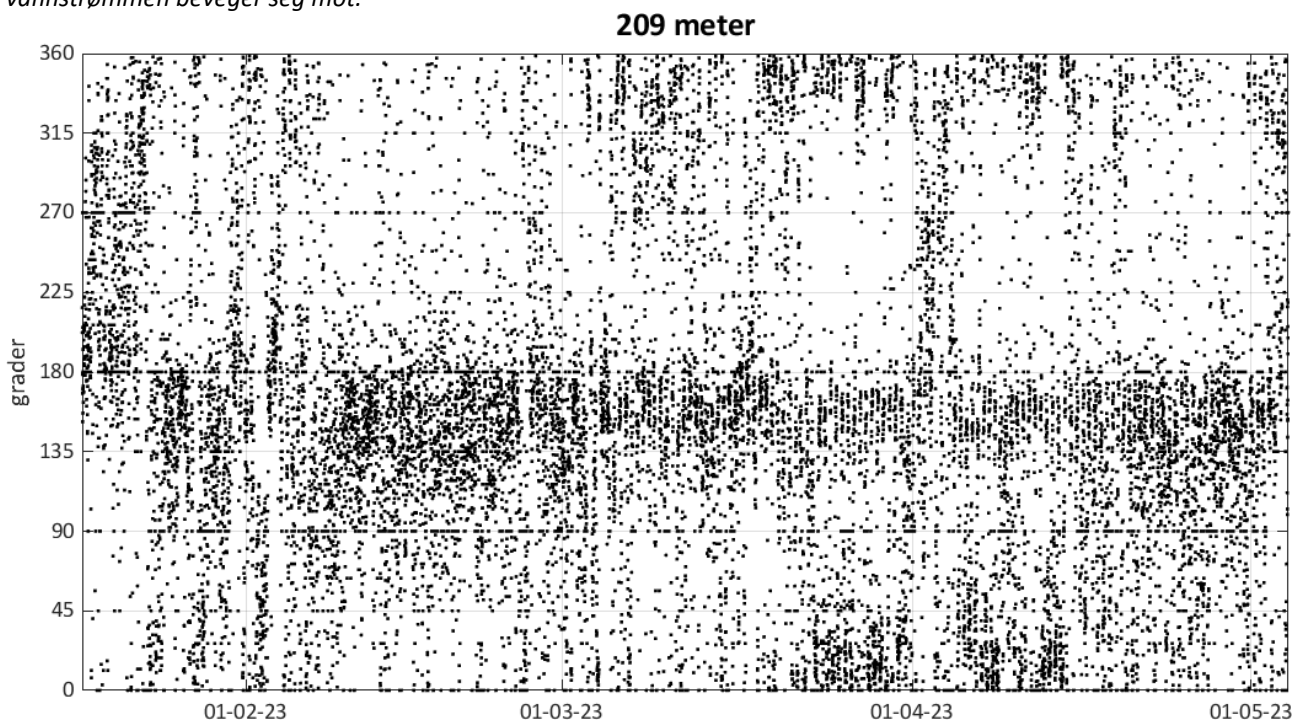
**Figur B-7:** Vannstrømretning (°) på 15 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



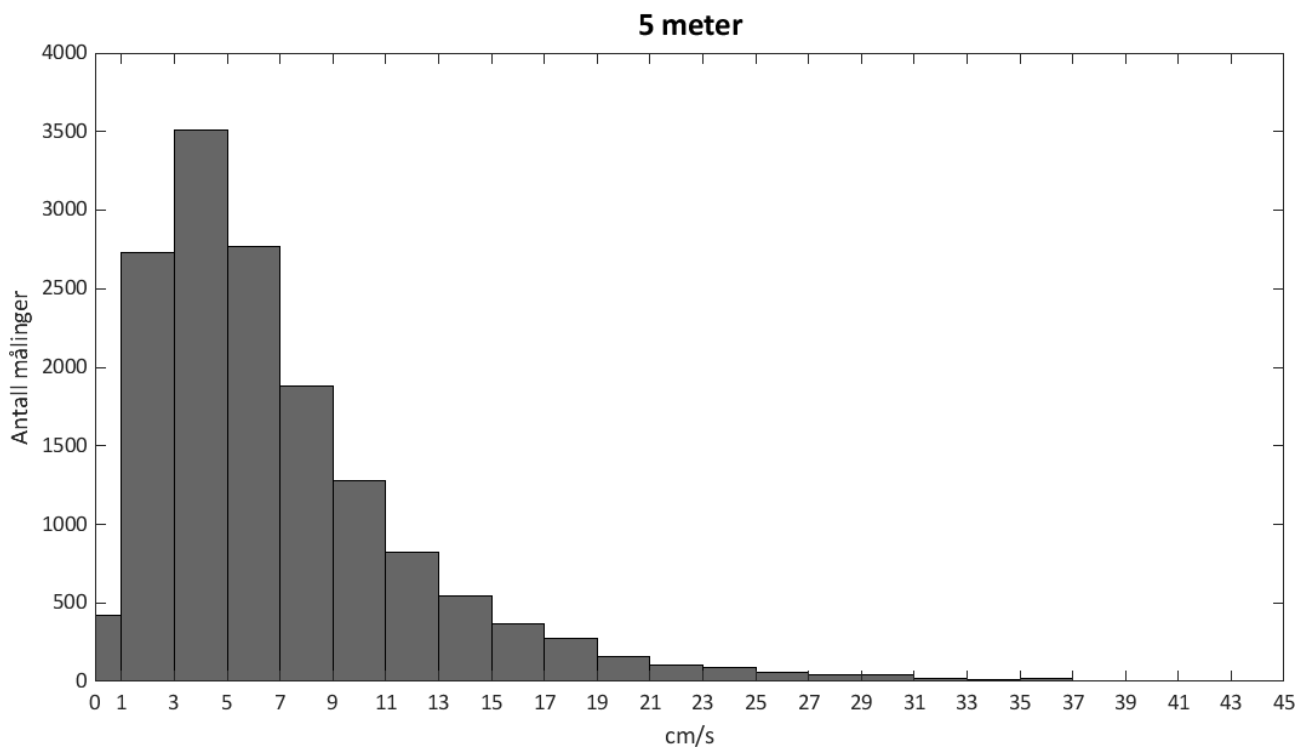
**Figur B-8:** Vannstrømretning (°) på 36 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



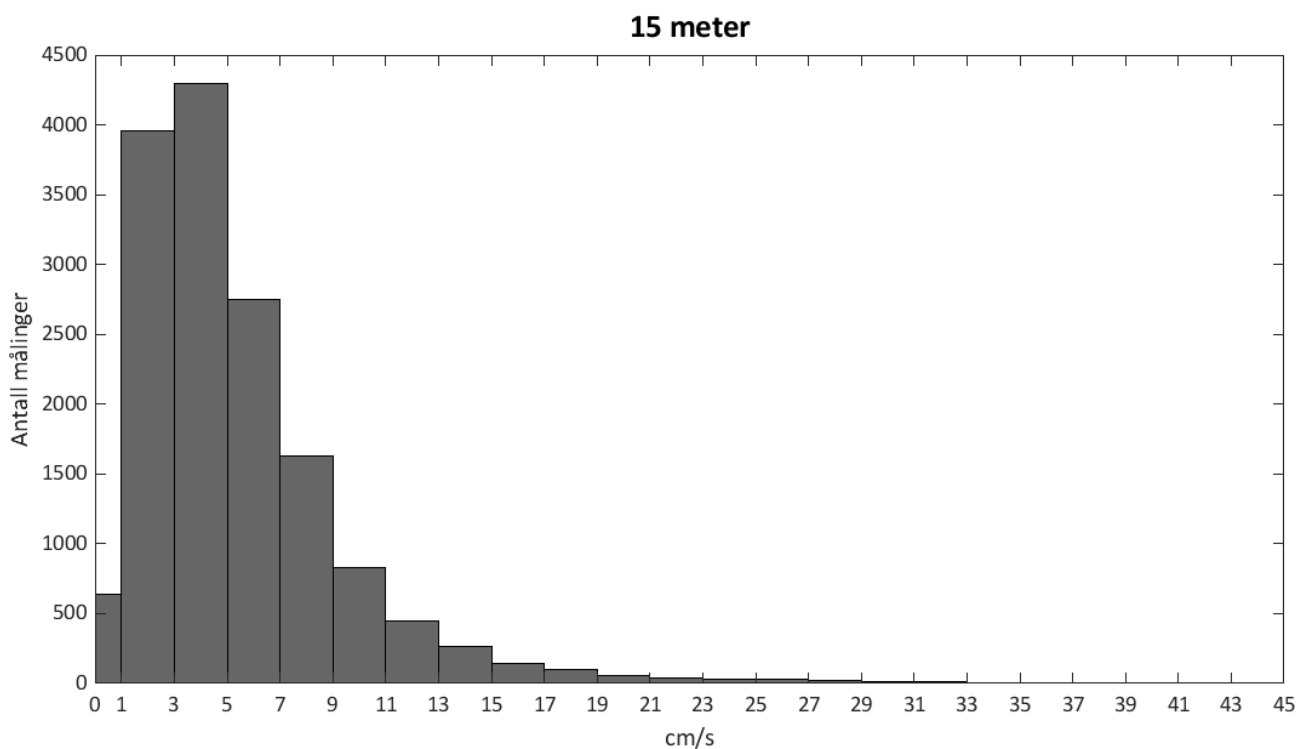
**Figur B-9:** Vannstrømretning (°) på 84 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



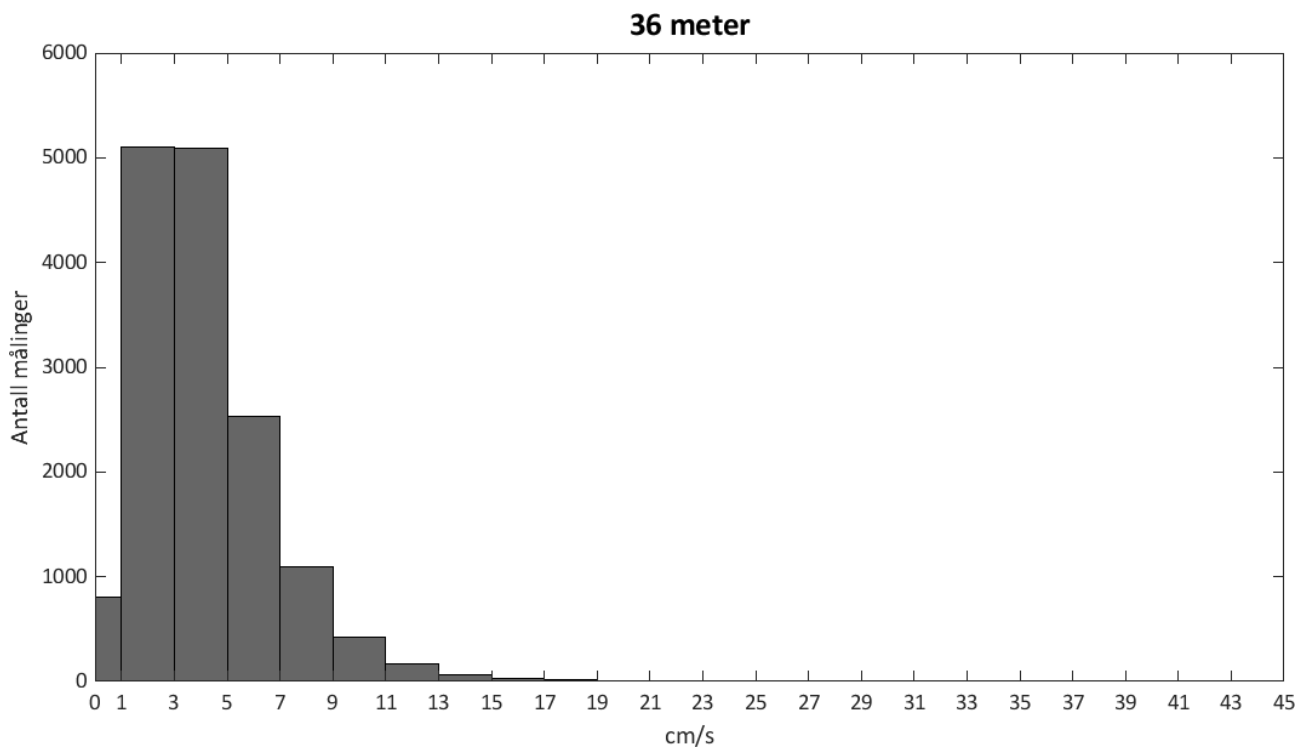
**Figur B-10:** Vannstrømretning (°) på 209 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



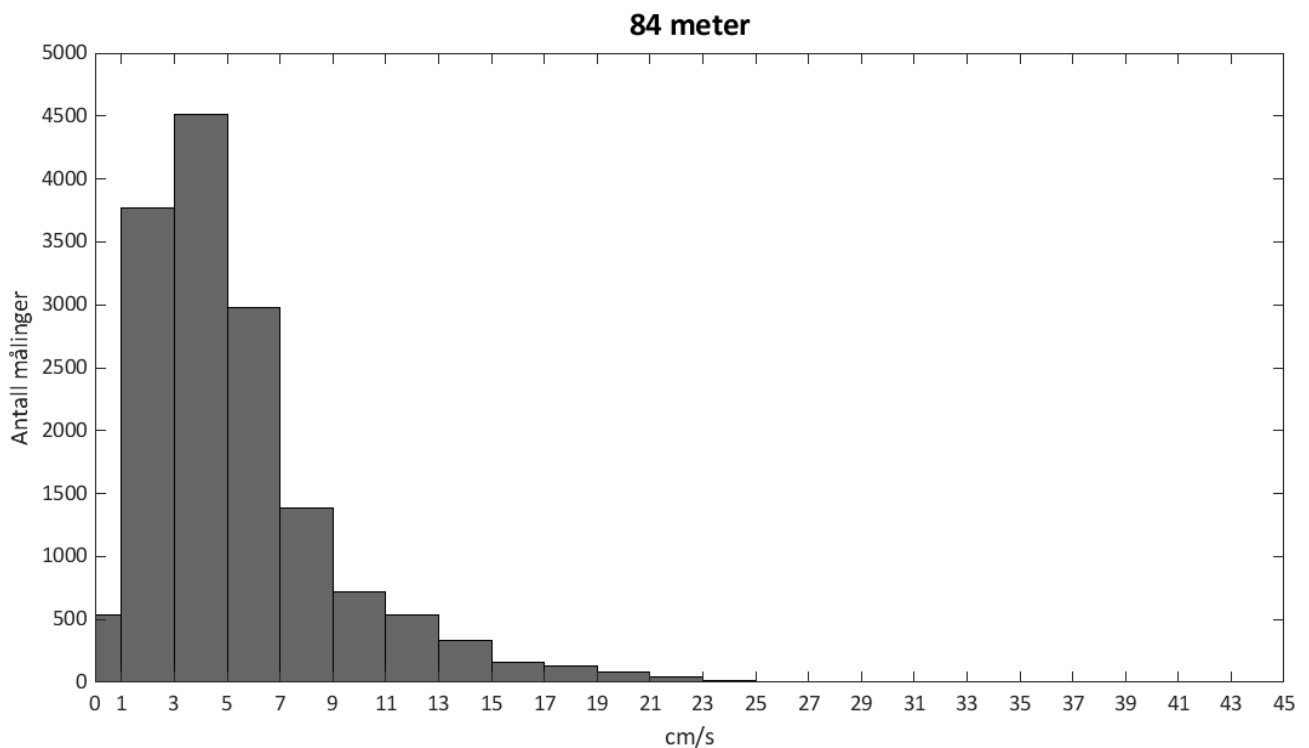
**Figur B-11:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 5 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.



**Figur B-12:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 15 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

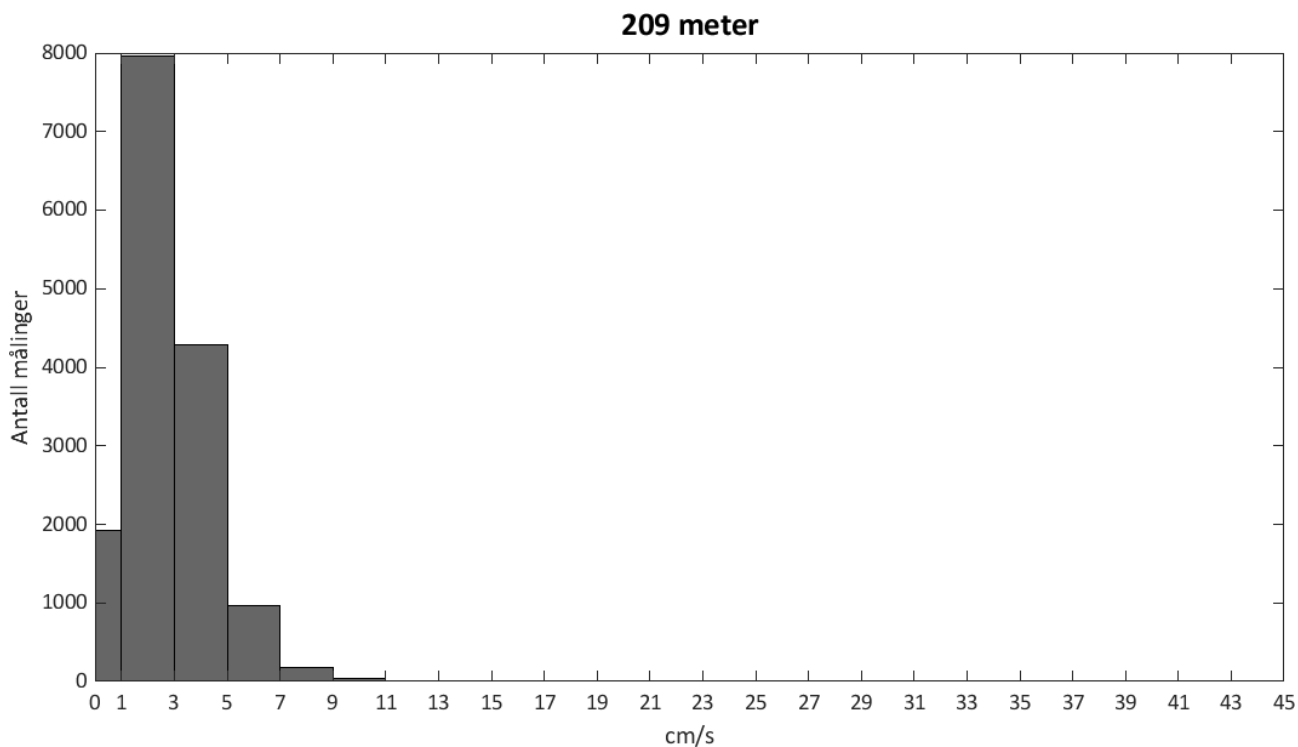


**Figur B-13:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 36 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

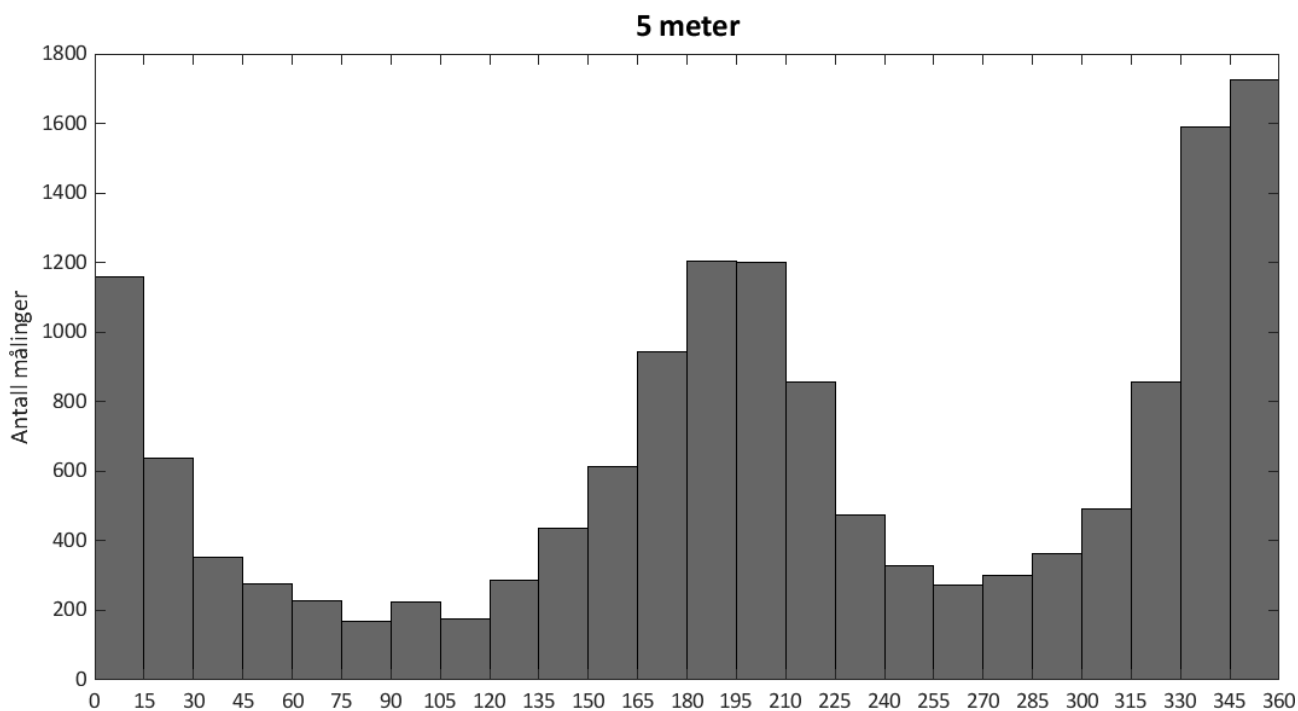


**Figur B-14:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 84 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.

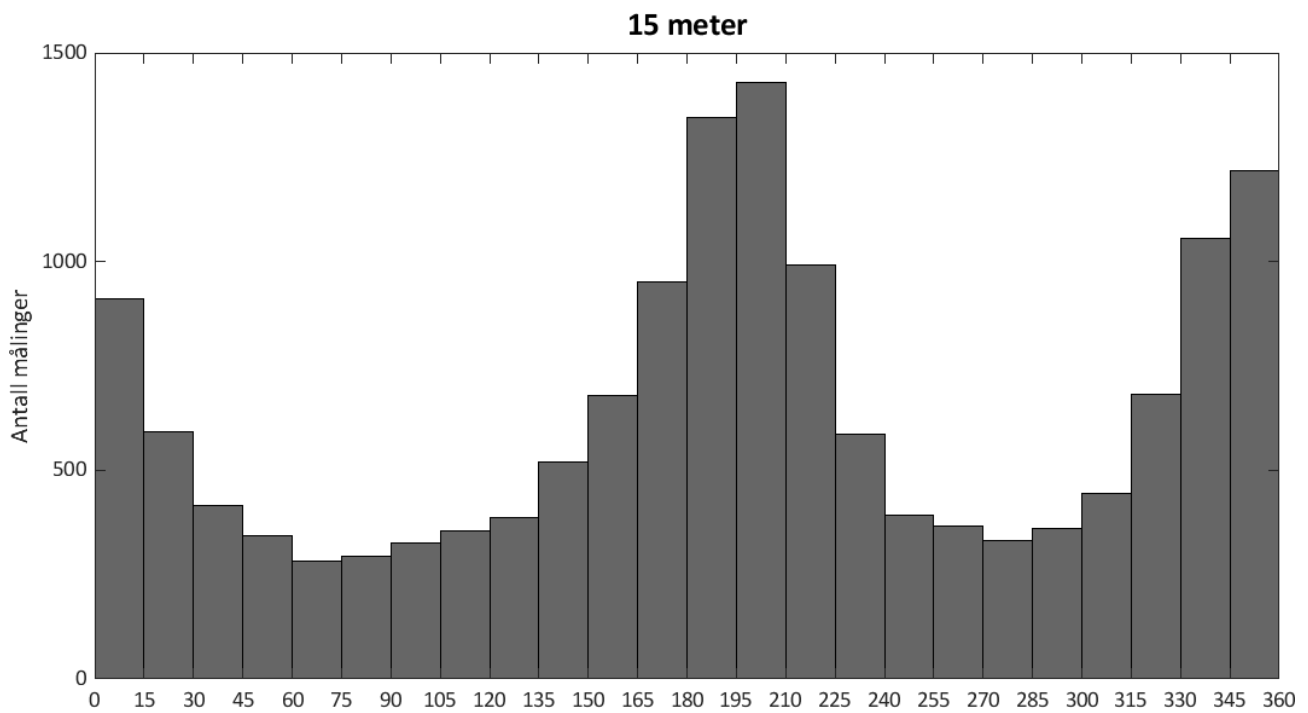




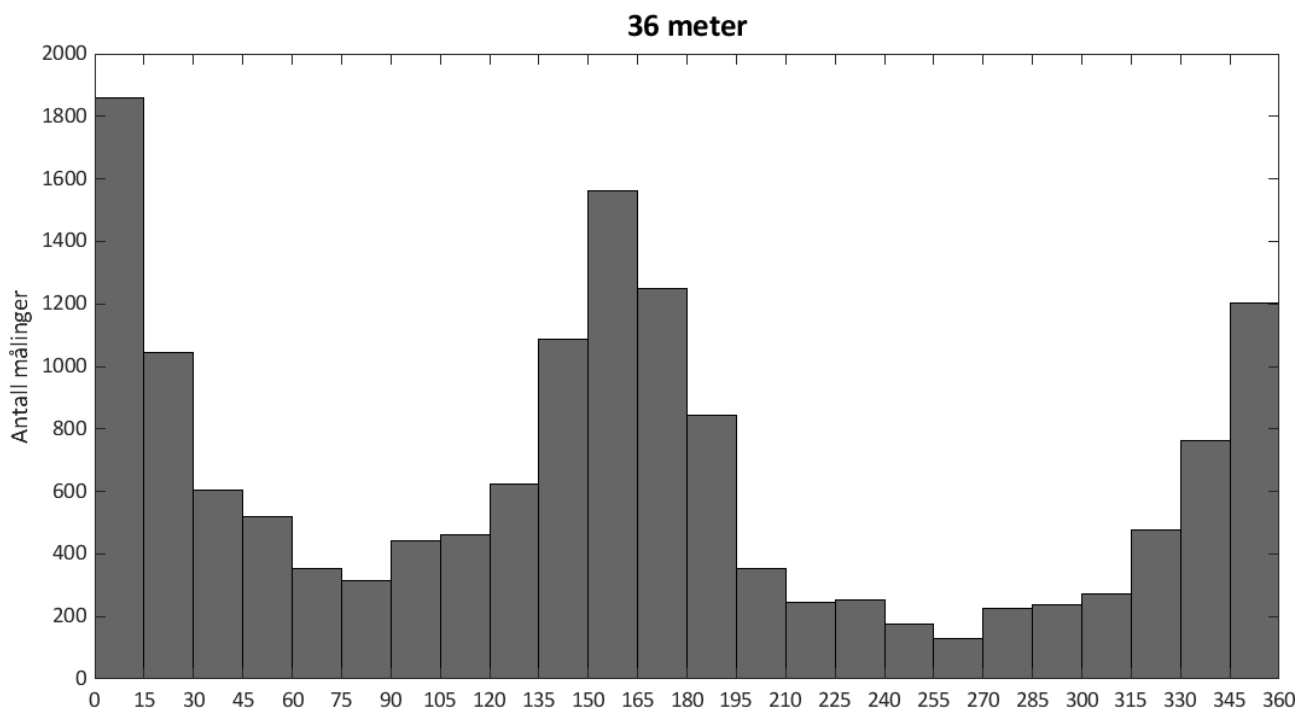
**Figur B-15:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 209 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023.



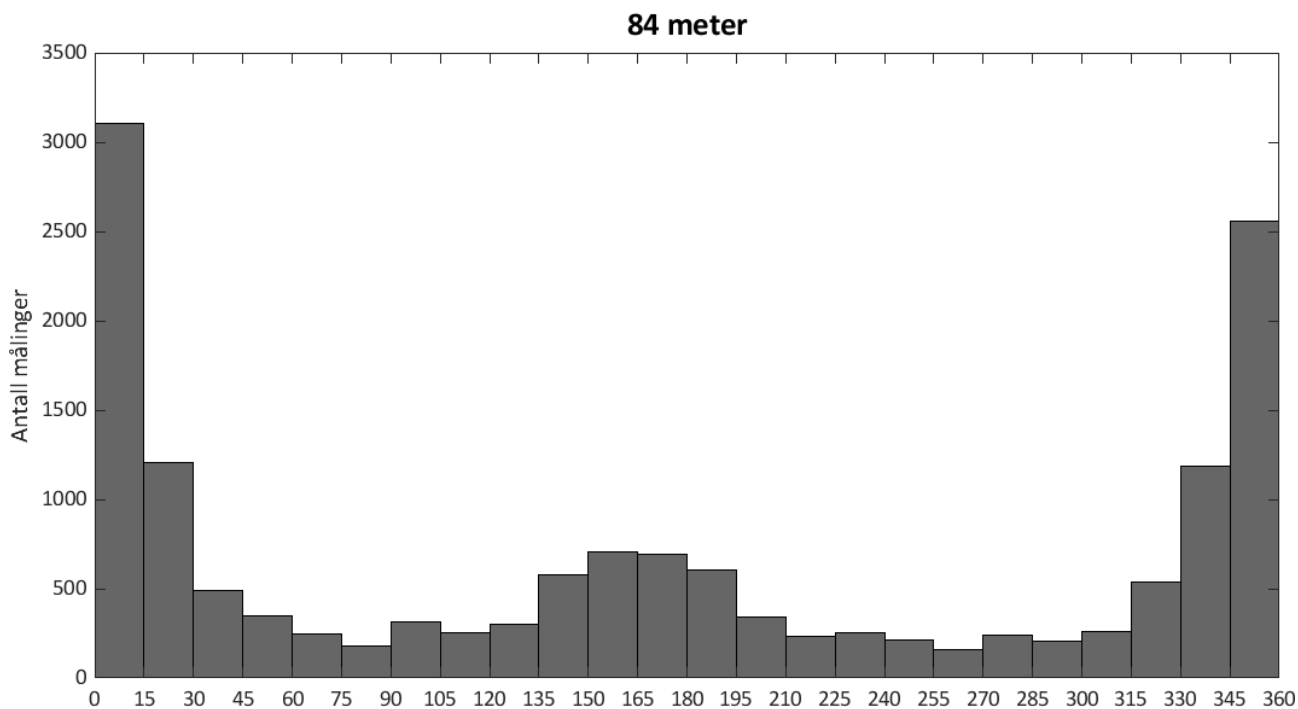
**Figur B-16:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 5 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



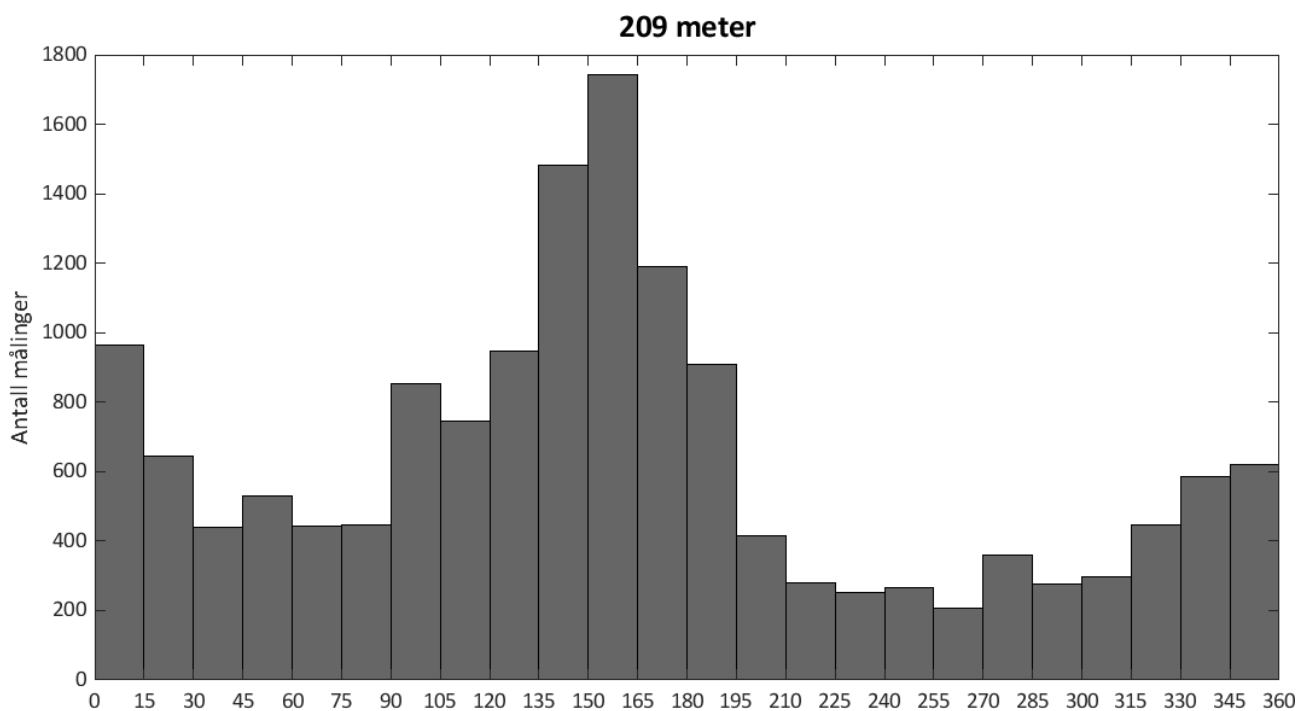
**Figur B-17:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 15 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



**Figur B-18:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 36 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



**Figur B-19:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 84 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



**Figur B-20:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 209 meters dyp ved Nedre Kvarv i perioden 17.01.–04.05.2023. 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: 2516-8-23AB							Feldato: 21.-22.08.2023											
Lokalitet: Nedre Kvarv				Lokalitetsnummer: 10513				Kunde: MOWI Seawater Norway AS										
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer									Indeks						
			2	3	7	8	9	14	15	16	B1		B2					
Bunntype: B (bløt) eller H (hard)			H	H	H	H	B	B	H	B	B	H						
I	Dyr	Ja = 0, Nei = 1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1						
II	pH	Målt verdi	-	-	-	-	8,02	-	-	-	7,76	-						
	Eh (mV)	Målt verdi	-	-	-	-	-55,7	-	-	-	-139	-						
		" + ref. verdi					165,3				82							
	pH/Eh	Poeng	0	0	0	0	0		0		1	0						
	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						
	Farge	Lys/grå = 0					0		0			0						
		Brun/sort = 2	2	2	2	2		2		2	2							
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0		0	0						
		Noe = 2								2								
		Sterk = 4																
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0	0	0	0		0						
		Myk = 2									2							
		Løs = 4																
	Grabbvolum	v < ¼ = 0	0	0	0	0		0	0	0		0						
		¼ - ¾ = 1									1							
		v > ¾ = 2					2											
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
		2 - 8 cm = 1																
> 8 cm = 2																		
SUM			2	2	2	2	2	2	0	4	5	0						
Korrigert sum (x 0,22)			0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,00	0,88	1,10	0,00						
Tilstand prøve			1	1	1	1	1	1	1	1	2	1						
Tilstand gruppe III			1															
Middelverdi gruppe II & III			0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,44	0,00	0,88	1,05	0,00						
Tilstand prøve			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Lokalitetstilstand			1															
pH/Eh Korrigert sum		Tilstand	<table border="1"> <tr> <td>Buffertemperatur: 18,0°C</td> <td>pH sjø: 8,25</td> </tr> <tr> <td>Sjøtemperatur: 12,2°C</td> <td>E<sub>obs</sub> sjø: 139</td> </tr> <tr> <td>Sedimenttemperatur: 8,7°C</td> <td>Ref. elektrode: 221</td> </tr> </table>										Buffertemperatur: 18,0°C	pH sjø: 8,25	Sjøtemperatur: 12,2°C	E <sub>obs</sub> sjø: 139	Sedimenttemperatur: 8,7°C	Ref. elektrode: 221
Buffertemperatur: 18,0°C	pH sjø: 8,25																	
Sjøtemperatur: 12,2°C	E <sub>obs</sub> sjø: 139																	
Sedimenttemperatur: 8,7°C	Ref. elektrode: 221																	
Indeks Middelverdi																		
< 1,1																		
1,1 - < 2,1																		
2,1 - < 3,1																		
≥ 3,1																		

**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 dybde detalj og registreringer av ulike dyregrupper, samt om det observeres *Beggiatoa* eller rester av fôr og/eller fekalier.

AQUA KOMPETANSE AS					Prøveskjema B.2					
Rapportnummer: 2516-8-23AB				Feldato: 21.-22.08.2023						
Lokalitet: Nedre Kvarv			Lokalitetsnummer: 10513			Kunde: MOWI Seawater Norway AS				
	Prøvenummer									
	2	3	7	8	9	14	15	16	B1	B2
Dyp (m):	178	185	137	100	96	89	154	130	260	279
Antall forsøk med prøvetaker:	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Bobling ved prøvetaking:										
Sedimenttype	Leire									
	Silt	1	1	1	1		2	1	2	4
	Sand					2				1
	Grus						1			
	Skjellsand					3				
Steinbunn										
Fjellbunn	4	4	4	4		2	4	3		4
Fauna	Pigghuder									
	Krepsdyr									
	Skjell								11	
	Børstemark		2	2				3	28	
	Andre dyr									
<i>Beggiatoa</i>										
Fôr										
Fekalier									Ja	
Kommentarer									Åpen grabb	Åpen grabb