



2022

## Forundersøkelse ved Tårnvika i Bodø kommune, 2022

MOWI ASA



**Etter Norsk Standard NS 9410: 2016**

AQUA KOMPETANSE AS

Aqua Kompetanse AS  
Storlavika 7  
7770 Flatanger



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

Rapportens tittel: <b>Forundersøkelse ved Tårnvika i kommune, 2022</b>			
Lokalitet: Tårnvika Lokalitetsnummer: 16165	Rapportdato: 06.05.2022 Rapportnummer: 1367-05-22FU	Antall sider uten vedlegg: 19 Antall sider totalt: 30	
Oppdragsgiver: MOWI ASA	Kontaktperson: Tore Stensland	MTB: 1560 tonn	
Kommune: Bodø	Fylke: Nordland	Koordinater: 67°34.499'N, 15°07.853'Ø	
<b>Rapporten omfatter et sammendrag av</b>			
Rapportnr. 1377-5-22M Rapport fra Helgeland HBS Rapportnr. 340-12-19S Rapportnr. 63-2-22B  Rapportnr. 312-11-19C	Havbunnskartlegging Vannstrømmålinger Vannstrømmålinger B-undersøkelse  C-undersøkelse	0,46 meters oppløsning 5, 15, og 25 meter 65, 70 og 109 meter 13 stasjoner  4+1 stasjoner	06.03.2022 03.09-09.10.2013 11.10.–10.11.2019 03.11.2021 og 17.02.2022 15 og 18.11.2019 og 05.04.2022
Emneord: havbunnskartlegging; multistråle; batymetri; vannstrøm; doppler; overflatestrøm; vannutskiftningsstrøm; dimensjoneringsstrøm; spredningsstrøm; bunnstrøm; vannutskiftning; miljøtilstand; miljøovervåking; sediment; elektrokjemi; sensoriske registreringer			ID 488-19 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel
<b>Rapportansvarlig:</b>  Anja Hervik		<b>Kvalitetssikrer:</b>  Vidar Strøm	

© 2022 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 ASA har Aqua Kompetanse AS utført en forundersøkelse ved Tårnvika. 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, vannstrømmålinger, akkreditert B-undersøkelse og akkreditert C-undersøkelse ved den planlagte lokaliteten. Helgeland HBS har også levert strømmålinger. 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
Vannstrømmåling	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.....	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.....	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 .....	29

# 1. Materiale og metode

## 1.1 Undersøkelsesområde

Tårnvika ligger i Bodø kommune i Nordland (**Figur 1**). Anlegget er planlagt plassert ved innløpet til Sørfoldafjorden, og nord for innløpet til Nevelsfjorden. Det er omtrent 85-142 meter dypt under anlegget og skråner nordøst med dyp på rundt 370 meter på det dypeste.



**Figur 1:** Oversiktskart som viser planlagt anleggsplassering (rød firkant) i forhold til andre anlegg. Geografisk senterpunkt for det planlagte anlegget ved Tårnvika er  $67^{\circ}34.499\text{ N}$ ,  $15^{\circ}07.853\text{ Ø}$ . Målestokk vises i venstre hjørne. Kilde: Fiskeridirktoratets karttjeneste.

## 1.2 Havbunnskartlegging

Havbunnen i nærområdet til Tårnvika 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). Bevegestjustering 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.

Dybdeverdier som lager avvikende formasjoner i bunnkartet blir betraktet som målefeil, og vil vises som topper, hull eller langsgående arr i kartet. Avvikende målinger identifiseres av en kombinasjon av manuelle og automatiske metoder og vurderinger, for deretter å slettes og bunnkartet rekalkuleres.

Havbunnen ved Tårnvika ble opploddet med 0,46 meters oppløsning, og bunndata med 0,46 meters oppløsning er vurdert. Båtens utforming og montering av transduser er mulige feilkilder, så korrigering av «roll, pitch og heading» kan være nødvendig. Slike feil sees ofte som høydeforskjeller mellom kjøringene og

ruglete havbunn i overlappende kjøringer. Roll og pitch er satt til null for dette datasettet på bakgrunn av manuell kvalitetskontroll. Havbunnen ble kartlagt i perioden 06.03.2022. For original rapport se Roksvaag, 2022.

### 1.3 Vannstrømmålinger

Strømmålingene for 5, 15 og 25 meter ble foretatt i perioden 03.09-09.10.2013 i en rigg utplassert på 67°34.463'N, 15°07.665'Ø. Det ble benyttet en strømmåler av typen Aquadopp profiler 400 Hz. Måleren registrerte hvert 10 minutt. Se original rapport Moe, 2013 for utfyllende informasjon om oppsett og instrument.

Strømmålingene for 65, 70 og 109 meters dyp ble foretatt i perioden 11.10.–10.11.2019 i en rigg utplassert på 67°34.480'N, 15°07.837'Ø (**Figur 5**), og ble gjennomført i henhold til NS 9425-2:2003. Det ble benyttet en 400 kHz akustisk strømmåler produsert av Nortek AS. Måleren registrerte i 1 minutt og 20 sekunder sammenhengende og hvilte i 8 minutter og 40 sekunder. Måleren har et instrumentoppsett på 32 celler × 2 meter som gir en rekkevidde på 64 meter. For original rapport med utfyllende informasjon om oppsett og instrument se Sivertsen, 2019 (rapportnummer 340-12-19S levert av Aqua Kompetanse AS).

### 1.4 B-undersøkelse

Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert B-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016 ved Tårnvika den 03.11.2021 og 17.02.2022. 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. Antall prøvestasjoner bestemmes av lokalitetens MTB (maksimal tillatt biomasse), som på Tårnvika er MTB på 1560 tonn. På bakgrunn av dette er antall grabbstasjoner 10, og det er tatt totalt 11 grabbskudd spredt på disse stasjonene, som ble prøvetatt i november 2021. Ved prøvetaking i februar 2022, ble det tatt tre ekstra grabbstasjoner (stasjon 11, 12 og 13) fordelt på fem grabbskudd for å dekke hele området under anleggsrammen. 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 Andreassen, 2022.

**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 15. & 18.11.2019 og 06.04.2022. Siste prøvetaking er utført for å tilpasse avstander i forhold til planlagt anleggsramme, i henhold til NS 9410:2016. Det foreligger ingen unik C-rapport for disse. 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 1560 tonn ved Tårnvika er veiledende antall prøvestasjoner 3. 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 ligger i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, nedstrøms fremherskende strømretning, og mot det området i anleggssonen som viste dårligste tilstand ved forrige B-undersøkelse. I ytterkant av overgangssonen ligger stasjon C2, ca. 200 meter fra planlagt anleggsramme. Stasjon C3 er lagt 592 meter nord fra omsøkt anleggsramme, ved foten av skråningen. Denne ligger utenfor veiledende avstand for overgangssone, men ble besluttet lagt ved skråningsfot, da dette er et antatt oppsamlingssted for organisk materiale. Stasjon C4 er plassert 74 meter sør for omsøkt anleggsramme i retning med returstrømmen. Referansestasjonen, C-ref, er plassert omtrent 915 meter øst for planlagt anleggsramme med antatt representativ bunntype som ved de andre stasjonene. For original rapport se Fredriksen (2019).

### 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 Tårnvika, stasjon C2 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 <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

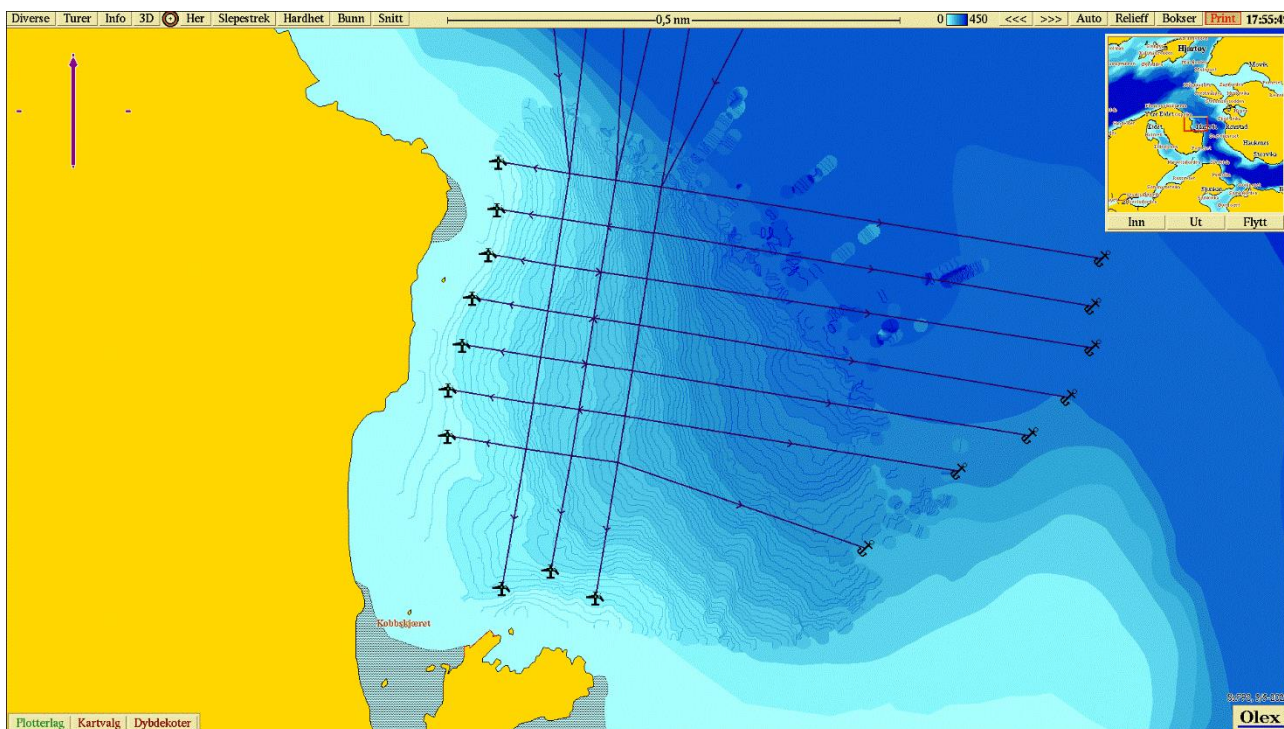
\*Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.

## 2. Resultat

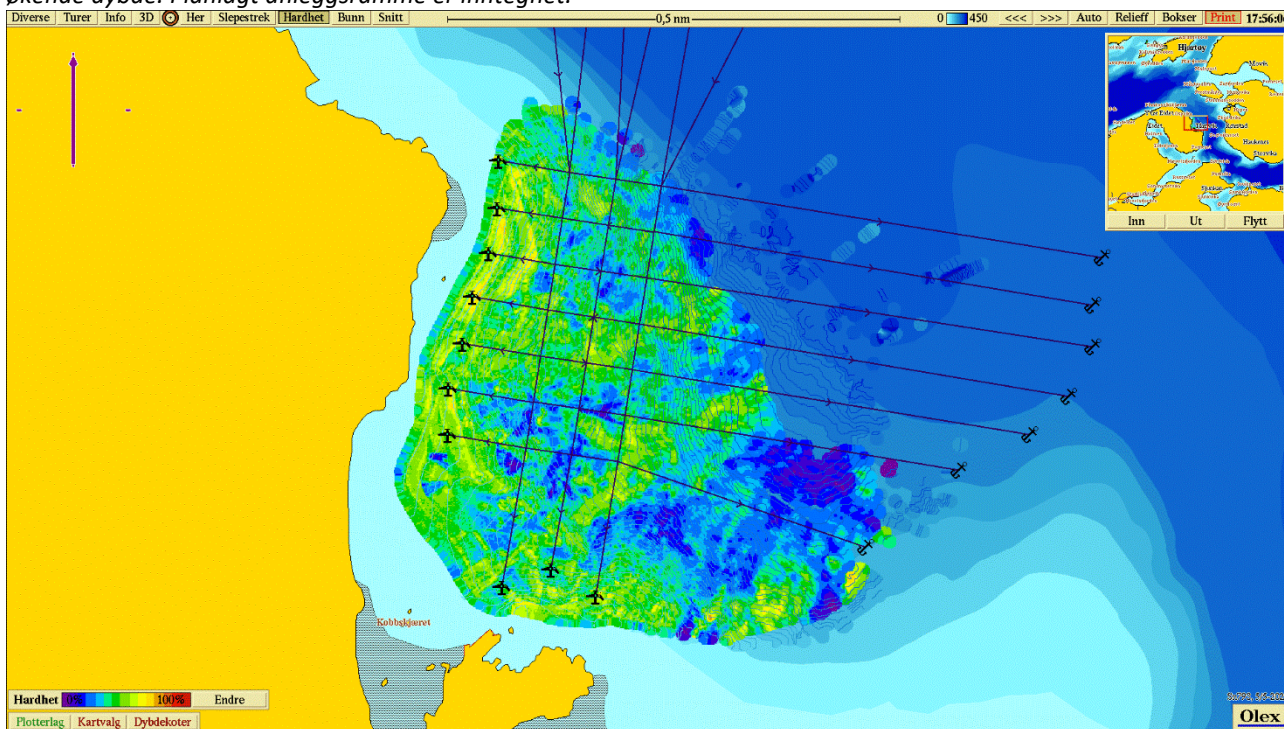
### 2.1 Havbunnskartlegging

Kartleggingen viser at området skråner forholdsvis bratt med en sørvestlig til nordøstlig orientering ut mot Sørfolda. Dybder for det kartlagte området varierer fra 20 meter i sørvest, til 300 meter i nordøst.

Under selve anleggsrammen er dypeste punkt 215m, i det nordøstlige hjørnet. Hardhetsberegningen viser overvekt av middel-hardbunn, med innslag av bløtbunn for områdets flatere partier. For tredimensjonal fremstilling av havbunnen se **Vedlegg A**.



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



**Figur 3:** Oversiktskart over batymetri ved Tårnvika med dybdekoter på 5 meter og hardhet. Hardhet er markert med fargetoner fra blått (bløtbunn) til rødt (hardbunn). Planlagt anleggsramme er inntegnet.



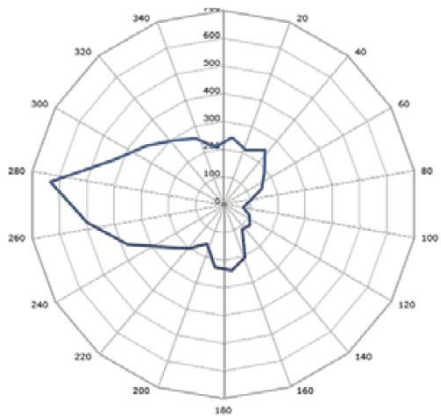
## 2.2 Vannstrømmålinger

Det er registrert lite strømstille i måleperioden på alle undersøkte dyp. Vannstrømmen ved Tårnvika veksler stort sett med tidevannet og følger batymetriens orientering ved målestedet med retning mot nord og sør. Størst vanntransport på alle undersøkte dyp er rettet mot nord, men har også en betydelig sekundærkomponent mot sør. **Tabell 4** viser hovedresultatene fra vannstrømmålingene ved Tårnvika, og **Figur 4** viser vanntransporten (fluksen) for alle seks dyp. **Figur 5** viser plassering av strømrigg i forhold til planlagt anleggsplassering. For tidsserier over strømhastighet (**Figur B-1 og B-2**) og -retning (**Figur B-3**), frekvensfordeling av strømhastighet (**Figur B-4 og B-5**) og frekvensfordeling av strømretning (**Figur B-6 og B-7**) se **Vedlegg B**.

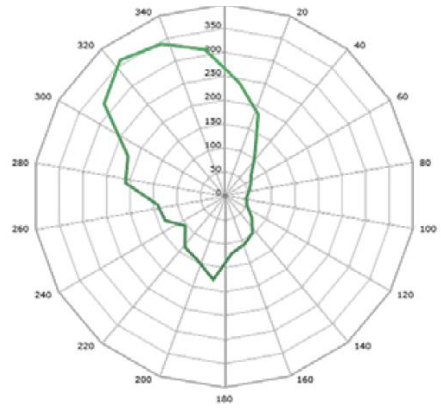
**Tabell 4:** Hovedresultater fra vannstrømmålingene ved Tårnvika.

Parametere	5 meter	15 meter	25 meter	65 meter	70 meter	109 meter
Gyldige målinger/totalt	5175 / 5176	5175 / 5176	5174 / 5176	4375 /	4375	4375/4375
Gjennomsnittsstrøm	7,0	4,0	4,0	4.9	4.8	5.0
Maksimalstrøm (cm/s)	31,0	24,0	23,0	18.3	23.7	22.3
Minimumstrøm (cm/s)	0,0	0,0	0,0	0.1	0.1	0.0
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	3,1	5,1	6,0	3.5	4.2	4.0
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)	–	–	–	23.0	26.1	24.6
Neumann-parameter	0,31	0,34	0,25	0.17	0.08	0.18
Standardavvik (cm/s)	5,0	3,0	2,0	2.8	3.0	3.1
Varians (cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	–	–	–	7.7	8.9	9.9
Signifikant maksimum	12,0	7,0	6,0	8.1	8.1	8.6
Signifikant minimum	2,0	2,0	2,0	2.2	2.0	2.1
De 4 hyppigst forekommende strømretningsgruppene (°)	285° 300° 270° 330°	330° 345° 315° 360°	345° 360° 15° 30°	345 - 360° 330 - 345° 0 - 15° 315 - 330°	330 - 345° 0 - 15° 345 - 360° 15 - 30°	345 - 360° 330 - 345° 0 - 15° 315 - 330°
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetsgruppene (cm/s)	5 10 15 20	5 10 15 20	5 10 15 25	3 - 5 5 - 7 1 - 3 7 - 9	3 - 5 1 - 3 5 - 7 7 - 9	3 - 5 1 - 3 5 - 7 7 - 9
Mest vannutskiftning / retning / 15 graders sektor	630 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 270 - 285°	358 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 315 - 330°	289 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 330 - 345°	391 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 345 - 360°	350 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 330 - 345°	474 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 345 - 360°
Minst vannutskiftning / retning / 15 graders sektor	73 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 90 - 105°	46 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 90 - 105°	64 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 75 - 90°	66 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 120 - 135°	68 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 240 - 255°	92 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> per dag ved 75 - 90°

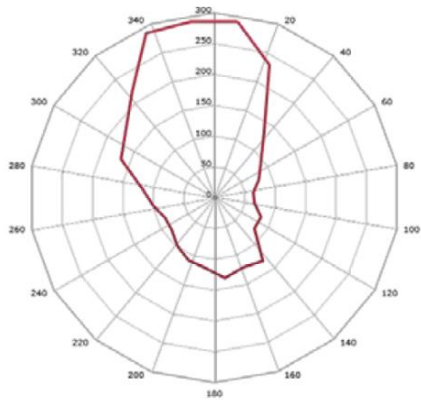
**5 meter**



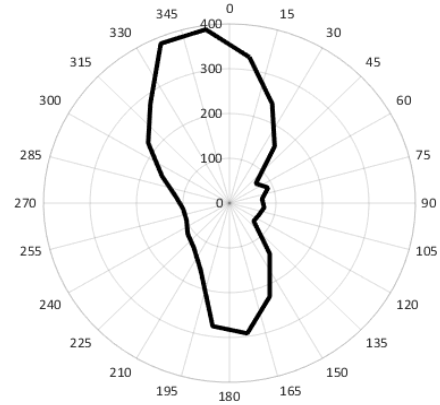
**15 meter**



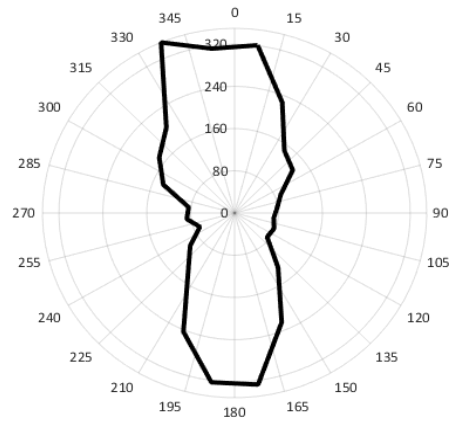
**25 meter**



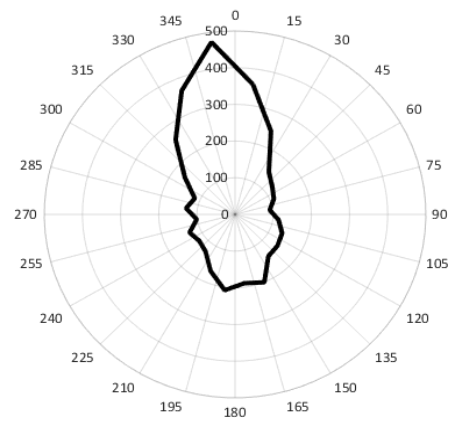
**65 meter**



**70 meter**



**109 meter**



**Figur 4:** Vanntransport ( $m^3/m^2/dag$ ) for hver 15° sektor på 5, 15 og 25 meter i perioden 03.09-09.10.2013, og 65, 70 og 109 meters dyp ved Tårnvika i perioden 11.10.–10.11.2019.

### 2.3 B-undersøkelse

Antall prøvestasjoner ved Tårnvika var 13, og det ble tatt 16 grabbskudd fordelt på disse. Sedimentet under anlegget består hovedsakelig av sand, silt og skjellsand. Det ble funnet dyreliv ved alle tretten stasjonene, bestående av ulike typer børstemark og skjell. Det var kun mulig å måle elektrokjemi ved syv av tretten stasjoner, grunnet lavt grabbvolum. Alle pH målingene viste normale verdier, mens Eh var negativ ved stasjon 9, og positiv ved de øvrige stasjonene. Tilstanden på de elektrokjemiske målingene ble 1. Det ble ikke registrert gassbobler eller slamdannelse ved noen av stasjonene. Misfarging ble registrert ved ni stasjoner. Stasjon 10 hadde sterk lukt, fire av stasjonene hadde noe lukt og de øvrige hadde normal lukt. Konsistensen var fast ved fem av stasjonene og myk ved åtte. Grabbvolumet var under  $\frac{1}{4}$  ved seks av stasjonene, mellom  $\frac{1}{4}$  og  $\frac{3}{4}$  ved seks og over  $\frac{3}{4}$  ved én stasjon. Tilstanden på de sensoriske registreringene ble 1. Basert på resultatene ser produksjonen ved lokaliteten ut til å være innenfor områdets bæreevne. **Tabell 5** oppsummerer hovedresultatene fra B-undersøkelsen, og for original rapport med utfyllende informasjon om hver stasjon se Andreassen, 2022.

Totaltilstand for Tårnvika blir 1, med en indeksverdi på 0,71.

**Tabell 5:** Hovedresultater fra B-undersøkelsen ved Tårnvika utført 03.11.2021 og 17.02.2022.

Sedimenttype	Dominerende	Mindre dominerende	Øvrige
	Sand	Skjellsand	Silt
Ant. stasjoner:	13	Ant. stasj. med / uten dyr:	13 / 0
Ant. hugg:	16	Ant. stasj. bløt / hard bunn:	11 / 2
<b>Antall grabbstasjoner (gruppe II / III) med følgende tilstand:</b>			
Tilstand 1: 8 / 5	Tilstand 2: 1 / 7	Tilstand 3: 0 / 1	Tilstand 4: 0 / 0
Parametergruppe	Indeks		Tilstand
Gr. II pH/Eh	0,56		1
Gr. III Sensorisk:	0,91		1
Gr. II + III	0,71		1
<b>Lokalitetstilstand, iht. NS 9410:2016</b>			<b>1</b>

## 2.4 C-undersøkelse

Disse resultatene er basert på stasjon C3, C4 og Cref fra C-undersøkelsen 312-11-19C (levert av Aqua Kompetanse AS), i tillegg til disse ble det tatt ut C1 og C2 06.04.2022. Sistnevnte stasjoner er ikke rapportert tidligere, og ble lagt til for å tilpasse avstandene til den nye anleggsrammen, i henhold til NS 9410:2016.

### 2.4.1 Bløtbunnsfauna

Stasjonene i overgangssonen hadde svært god økologisk tilstand ut fra nEQR, ytterkanten av overgangssonen og referansestasjonen hadde også svært god tilstand. Arts- og individantallet var varierende ved stasjonene.

Ved C1 ble det registrert 1565 individer fordelt på 44 arter. Blant de ti vanligste artene var det hovedsakelig opportunistiske arter, men også sensitive, nøytrale og tolerante arter. Forurensningsindikatoren *Capitella capitata* var den vanligste, med 54% av individantallet. Stasjonen klassifiseres til miljøtilstand 1 ut fra NS9410:2016.

Ved C2 ble det registrert 417 individer fordelt på 59 arter. Den sensitive arten *Eclysippe vanelli* var den vanligste ved stasjonen, med 21% av individtallet. Samtlige faunaindeksere fikk svært god tilstand, og stasjonen ble klassifisert til god tilstand ut fra veileder 02:2018.

Ved C3 ble det registrert 565 individer fordelt på 55 arter. Den tolerante arten *Paramphinome jeffreysii* var den vanligste ved stasjonen, med 19% av individtallet. Faunaindeksene ved stasjonen hadde god eller svært god tilstand, og stasjonen ble klassifisert til svært god tilstand ut fra veileder 02:2018.

Ved C4 ble det registrert 286 individer fordelt på 45 arter. Den tolerante arten *Paramphinome jeffreysii* var den vanligste ved stasjonen, med 17% av individtallet. Faunaindeksene ved stasjonen hadde god eller svært god tilstand, og stasjonen ble klassifisert til svært god tilstand ut fra veileder 02:2018.

Ved Cref ble det registrert 339 individer fordelt på 45 arter. Den tolerante arten *Paramphinome jeffreysii* var den vanligste ved stasjonen, med 24% av individtallet. Faunaindeksene ved stasjonen hadde god eller svært god tilstand, og stasjonen ble klassifisert til svært 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 unntak av noe lav  $E_h$  ved C1. Det ble observert normal lukt og farge ved alle stasjonene. Sedimentet ved stasjonene besto av varierende grad av sand, silt, skjellsand, leire og grus, konsistensen var myk eller fast.

### 2.4.3 Geologisk analyser

Pelittandelene viser at sedimentet ved C1 og C4 var grovkornet, mens sedimentet ved de resterende stasjonene var moderat grovkornet.

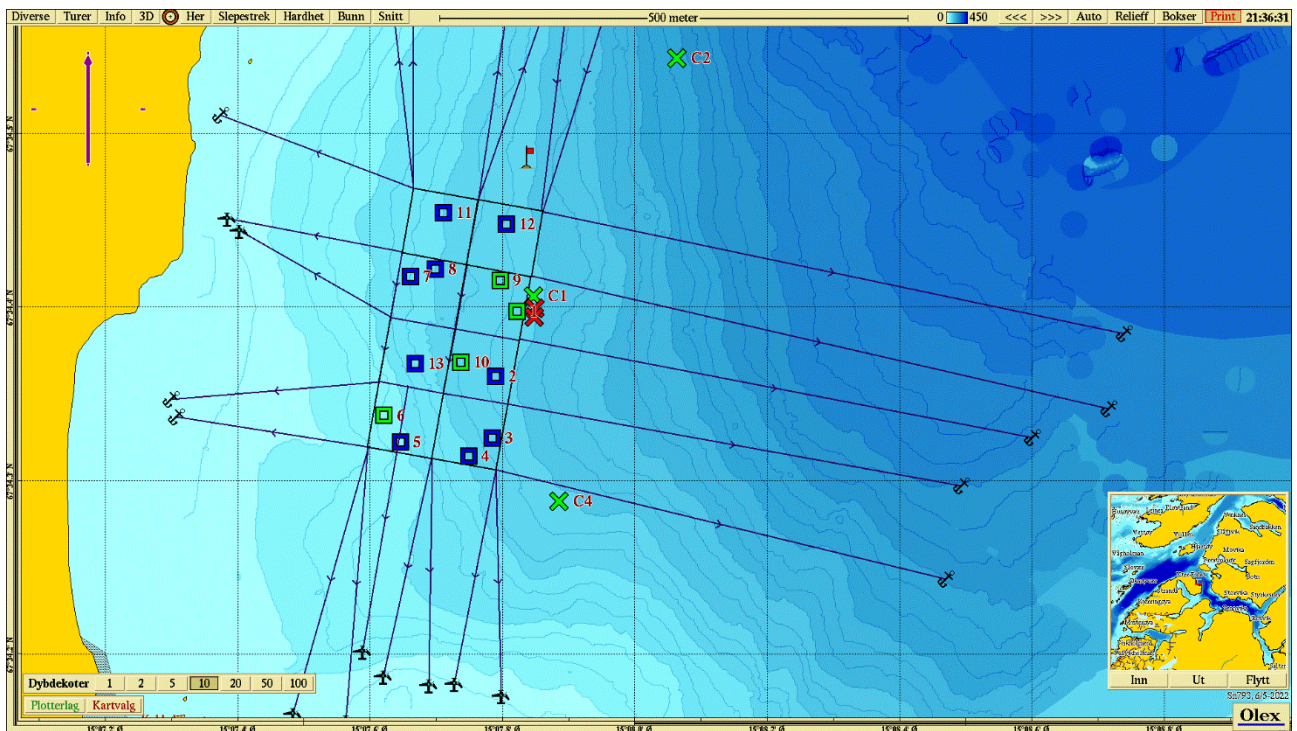
### 2.4.4 Kjemiske analyser

Andelen organisk materiale (TOM) var lavest ved C4 med 0,6 % og høyest ved C3 og Cref med henholdsvis 2,8 og 2,7%. Nivåene av normalisert organisk karbon (nTOC) var lave (tilstand I) ved alle stasjoner. Mengden nitrogen lå i intervallet 0,5 – 0,9 g/kg, og C:N forholdet lå mellom 5,4 og 7,3. Det ble målt kobber ved C1 hvor nivået ble målt til bakgrunnsnivå (tilstandsklasse I).

**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 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		Referanse
		Stasjon C1	Stasjon C2	Stasjon C3	Stasjon C4	Stasjon Cref
Avstand til anlegg (m)		0	216	592	74	915
Dyp (m)		119	202	367	103	291
GPS koordinater		67°34.406'N 15°07.847'Ø	67°34.543'N 15°08.063'Ø	67°34.769'N 15°08.040'Ø	67°34.288'N 15°07.885'Ø	67°34.281'N 15°09.079'Ø
Bunnfauna	Ant. arter	44	59	55	62	45
	Ant. Ind.	1565	417	565	286	339
	H'	2,413	4,215	3,98	4,30	4,01
	Økologisk tilstand nEQR	0,454	0,871 I	0,82 I	0,84 I	0,80 I
	Gj.snitt nEQR overgangssonene			0,83 I		
Oksygen i bunnvann (ml O <sub>2</sub> /l og t.klasse)		5,89				
Organisk stoff TOC (mg/g)		19,7	16,5	14,7	19,3	15,9
Cu (mg/kg TS) t.klasse		3,9				
Tilstand for C1		1				
Tidspunkt for neste undersøkelse:		Etter første produksjonssyklus				

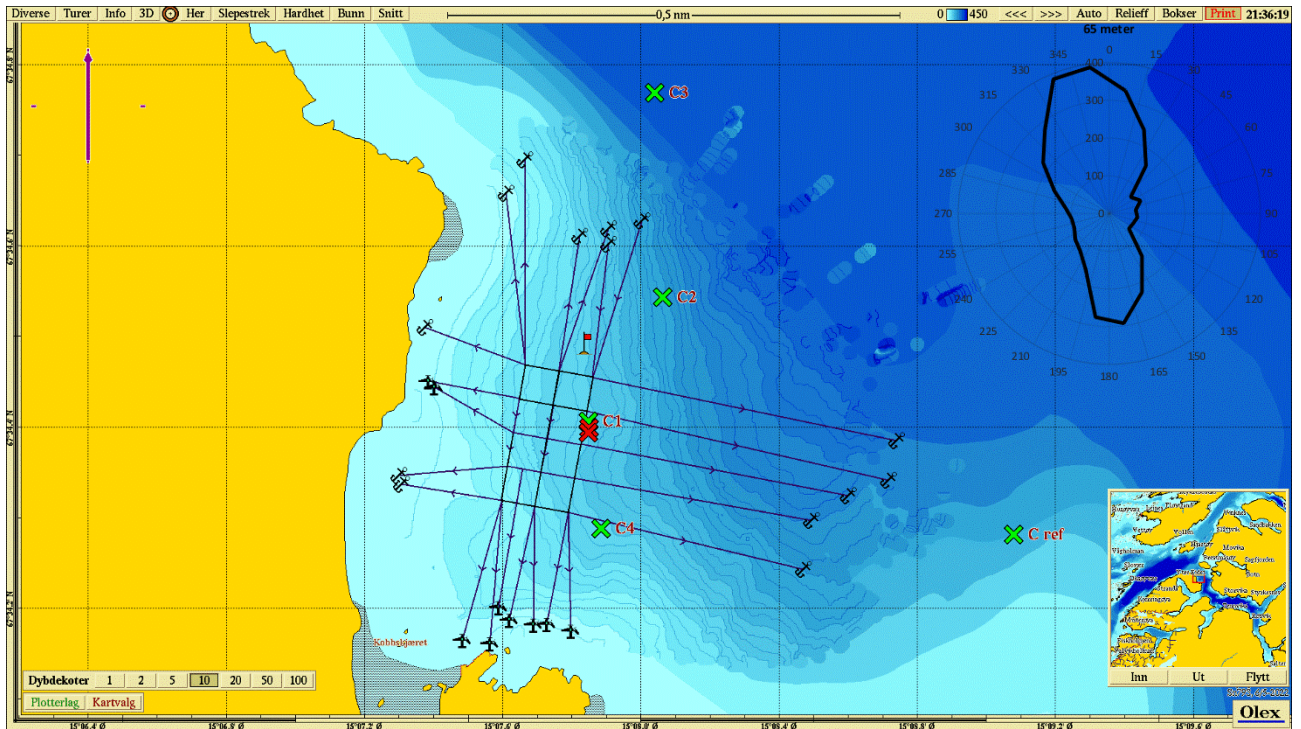
**Tabell 7:** Tabell som viser fargekoder for de ulike tilstandsklassifiseringene vist i **Tabell 6**, hvor tilstand I er best. Etter Veileder 02:2018.



**Figur 5:** Sjøkart som viser bunndata fra Tårnvika i 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.

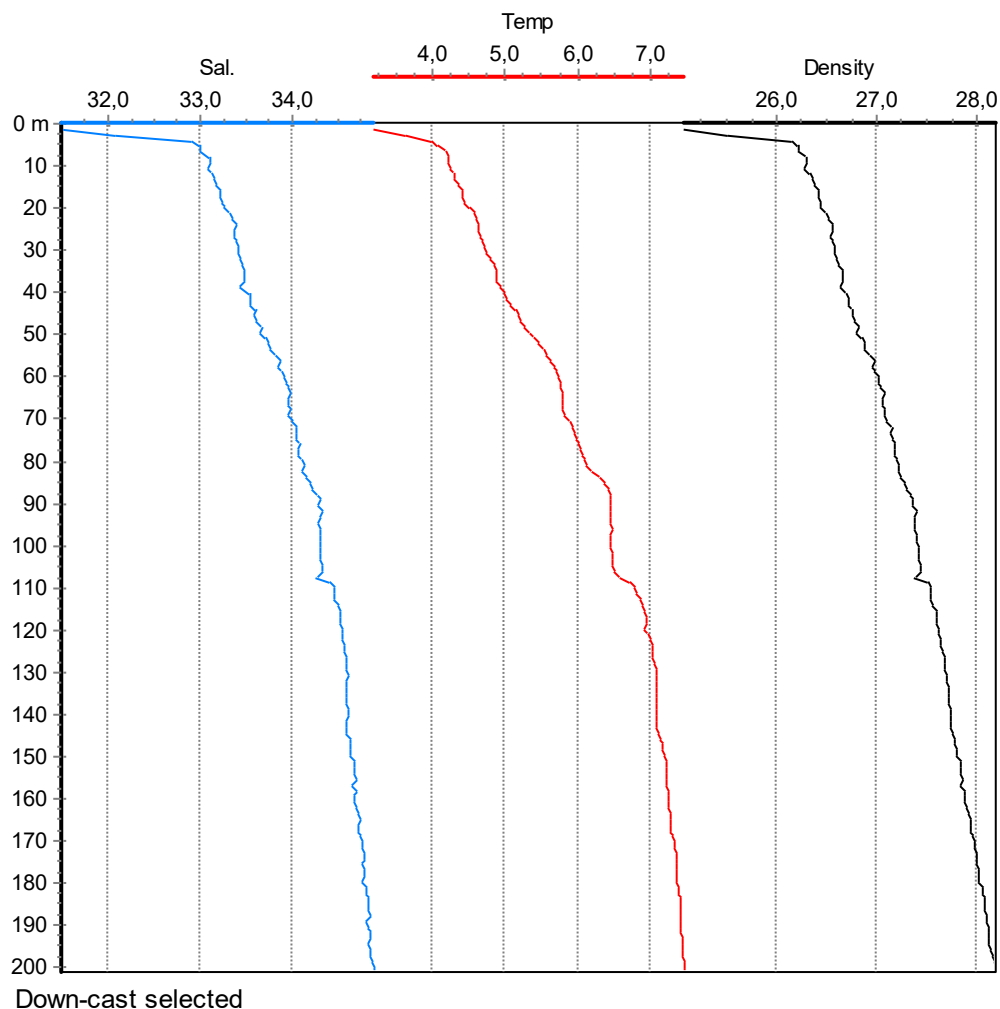
St. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pos. Nord	67°34.397	.360	.324	.313	.322	.337	.417	.421	.415	.368	.454	.447	.367
Pos. Øst	15°07.822	.789	.785	.749	.646	.621	.661	.698	.797	.737	.711	.808	.668



Figur 6: Sjøkart som viser planlagt anleggsplassering sammen med C-stasjoner (grønne kryss), posisjon for vannstrømmålinger (rødt flagg) og fortøyningslinjer. Lilla pil viser orientering av kart, strømrøse viser vanntransport ( $m^3/m^2/døgn$ ) for hver  $15^\circ$  sektor på 65 meters dyp (spredningsdyp).

## 2.4.5 Hydrografi

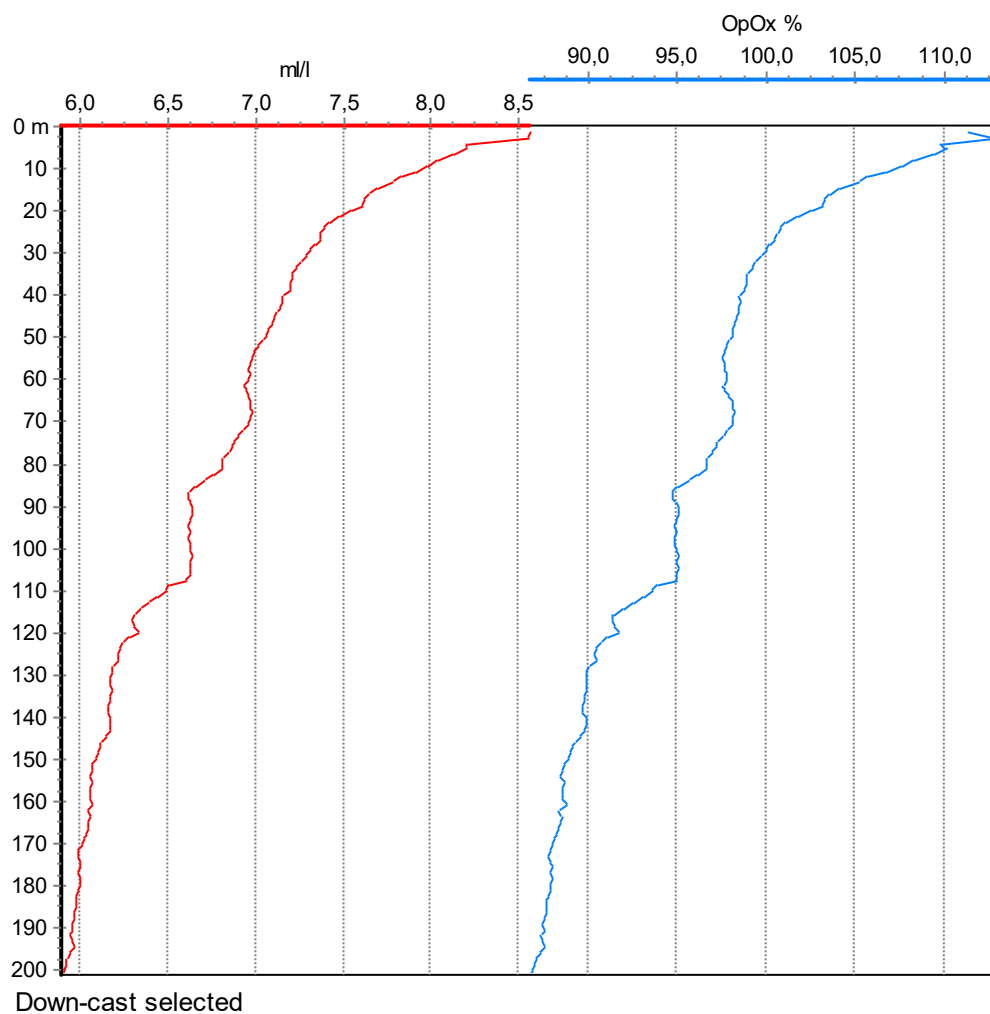
Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved Tårnvika (; **Figur 6**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 7** og **8**.



**Figur 7:** Sjøtemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ; rød), salinitet (blå) og tetthet ( $-1000 \text{ kg/m}^3$ ; svart) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 210 meters dyp ved stasjon C2 den 05.04.2022.

Sjøtemperaturen, salinitet og tetthet følger alle samme trend med å gradvis øke i verdi nedover i vannsøylen. Ved bunnen lå temperaturen på omtrent  $6,5^{\circ}\text{C}$ , saliniteten på omtrent 34 og tettheten på omtrent  $1027 \text{ kg/m}^3$ .





**Figur 8:** Oksygenmetning (%) (blå) og oksygenkonsentrasjon (mg/l; rød) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 210 meters dyp ved stasjon C2 den 05.04.2022.

I overflatevannet lå oksygenkonsentrasjonen på 8,57 ml O<sub>2</sub>/l (111% metning), og sank gradvis nedover vannsøyla til rundt 5,89 ml/l (86,77%) ved bunnen, som tilsvarer tilstand I «Svært god» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i **Tabell 3**.

### **3. Oppsummering**

Ved Tårnvika er det omtrent 85 til 142 meter dypt under anlegget, og bunnen skråner nordøst med dyp på rundt 370 meter på det dypeste. Havbunnskartleggingen viser overvekt av middels hardbunn, med innslag av bløtbunn i områdets flatere partier.

Det er registrert lite strømstille i måleperioden på alle undersøkte dyp. Vannstrømmen ved Tårnvika veksler stort sett med tidevannet og følger batymetriens orientering ved målestedet med retning mot nord og sør. Størst vanntransport på alle undersøkte dyp er rettet mot nord, men har også en betydelig sekundærkomponent mot sør.

B-undersøkelsen viste generelt svært god tilstand i sedimentet under den planlagte anleggsrammen. Det var noe redusert elektrokjemisk vurderingsgrunnlag ved undersøkelsen, og enkelte stasjoner viste små tegn til påvirkning i form av misfarging og lukt.

C-undersøkelsen viste generelt svært gode forhold. C1 i anleggssonen viste noe tegn til påvirkning i forbindelse med høy tilstedeværelse av en forurensningsindikator, men fikk sammenlagt meget god miljøtilstand.

Hydrografiprofilen tatt ved C2 viste høy oksygenmetning i hele vannsøylen, med bunnvann som tilsvarer beste tilstand.

#### **3.1 Bæreevne**

Undersøkelsene viste generelt gode forhold ved den planlagte anleggsplasseringen for Tårnvika. Med middels hardbunn i store deler av området kan man anta å få et redusert elektrokjemisk vurderingsgrunnlag også ved fremtidige B-undersøkelser. Observert påvirkning ved C1 kan regnes som normalt ved en lokalitet i drift. Med lite strømstille, og få tegn til påvirkning vurderes området til å ha god kapasitet til omsetning av organisk materiale fra produksjon. Med eventuell anleggsdrift vil lokaliteten bli rutinemessig fulgt opp med miljøundersøkelser, og dette vil gi en bedre pekepinn på lokalitetens bæreevne.

## 4. Referanser

Andreassen, T-E. (2022) B-undersøkelse ved Tårnvika i Bodø kommune, november 2021 og februar 2022. Rapportnummer 63-2-22B levert av Aqua Kompetanse AS.

Fredriksen, K-E. (2019) C-undersøkelse ved Tårnvika i Bodø kommune, november 2019. Rapportnummer 312-11-19C levert av Aqua Kompetanse AS.

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

Moe, A.A. (2013) Tårnvika strøm oktober 2013. Rapport levert av Helgeland Havbruksstasjon AS.

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 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.

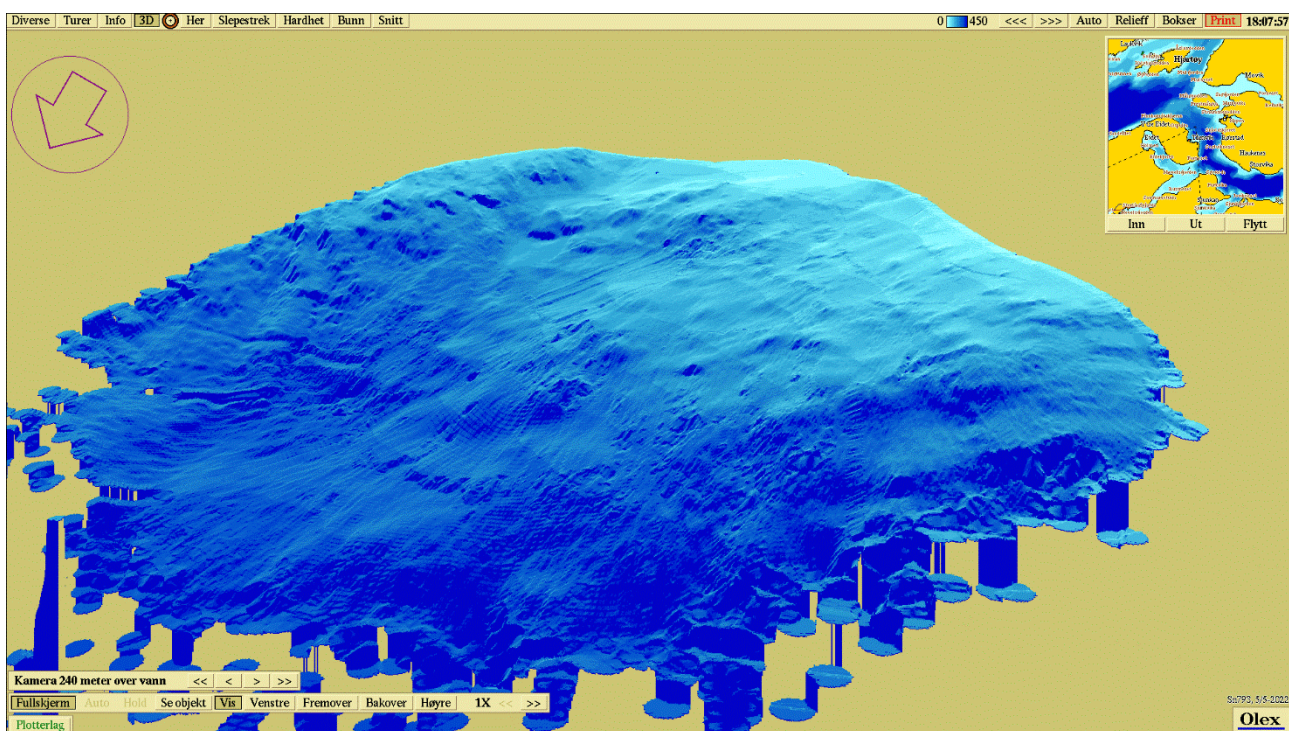
Norsk Standard EN ISO 5667 (2004) Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. NS-EN ISO 5667-19: 2004.

Roksvaag, M. (2022) Havbunnskartlegging ved Tårnvika, Bodø kommune, 22.03.2022. Rapportnummer 1377-5-22M levert av Aqua Kompetanse AS.

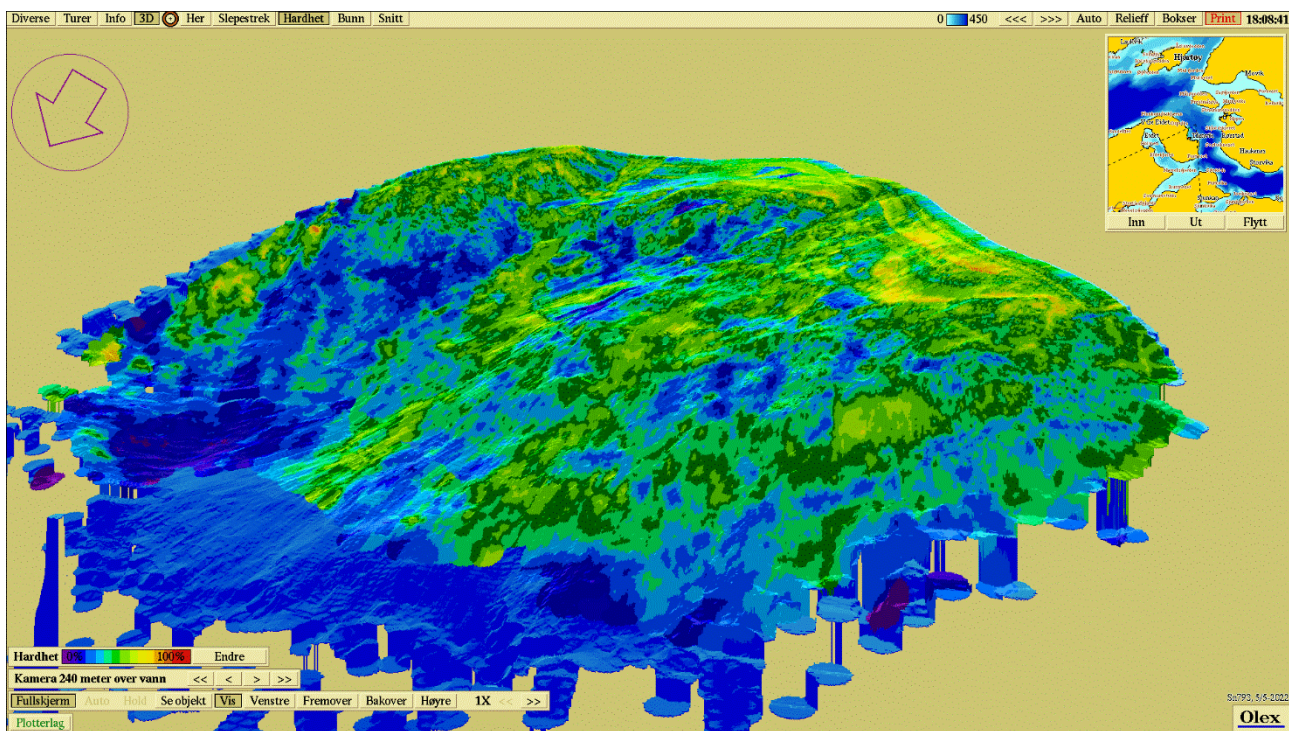
Sivertsen, K.F. (2019) Vannstrømmåling ved Tårnvika, Bodø, oktober - november 2019. Rapportnummer 340-12-19S levert av Aqua Kompetanse AS.

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

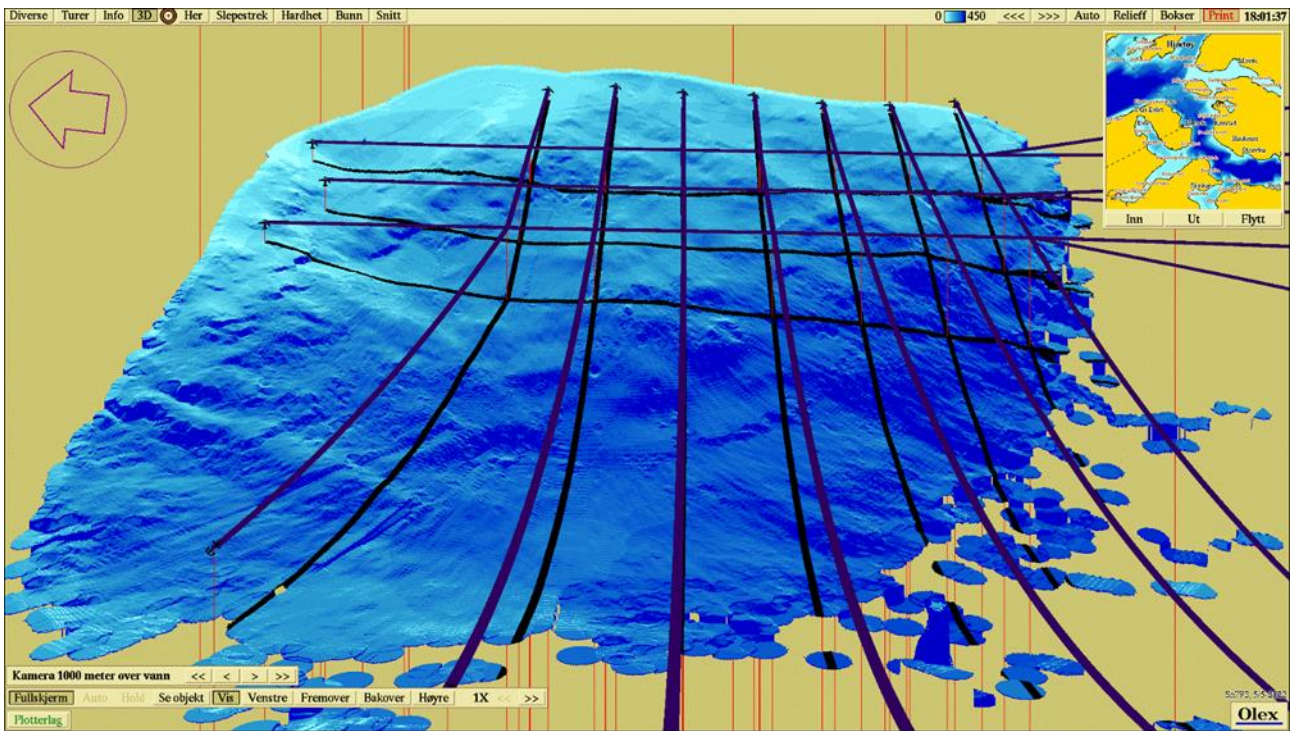
## Vedlegg A – Havbunnskartlegging



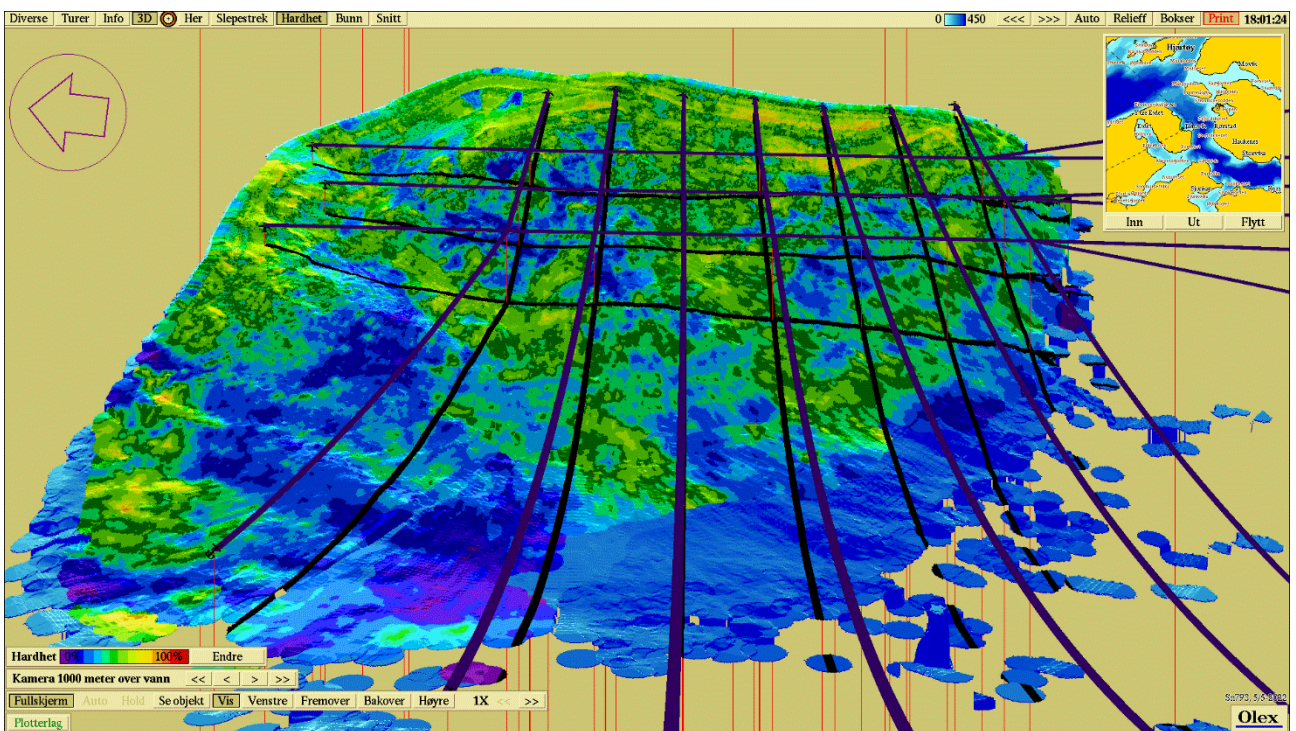
Figur A-1: Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Tårnvika sett fra nordøst.



Figur A-2: Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Tårnvika sett fra nordøst med hardhet.



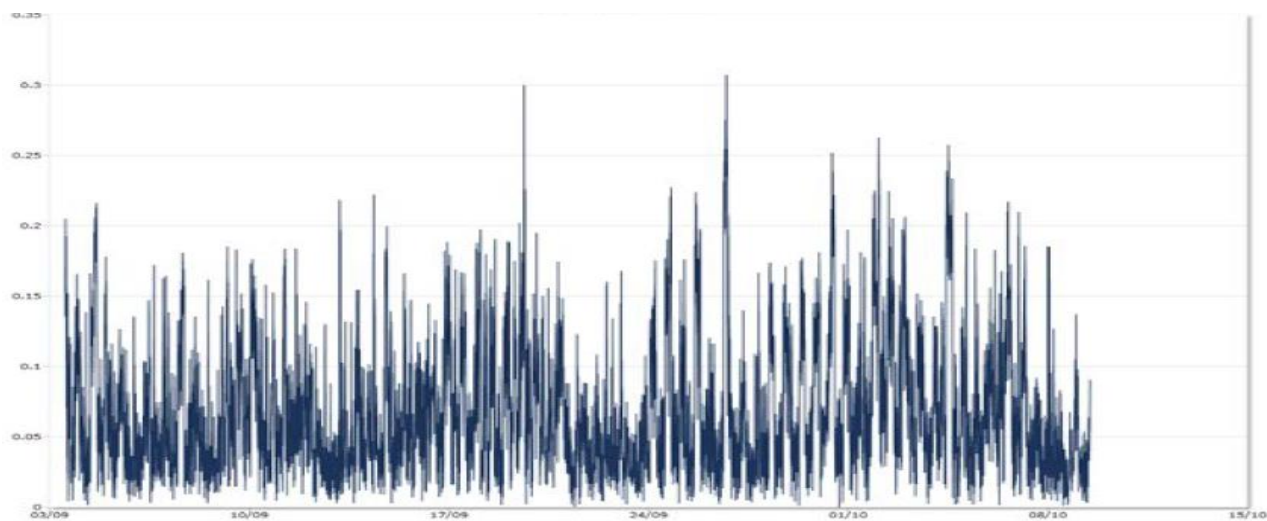
**Figur A-3:** Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Tårnvika sett fra øst med planlagt anleggsramme inntegnet.



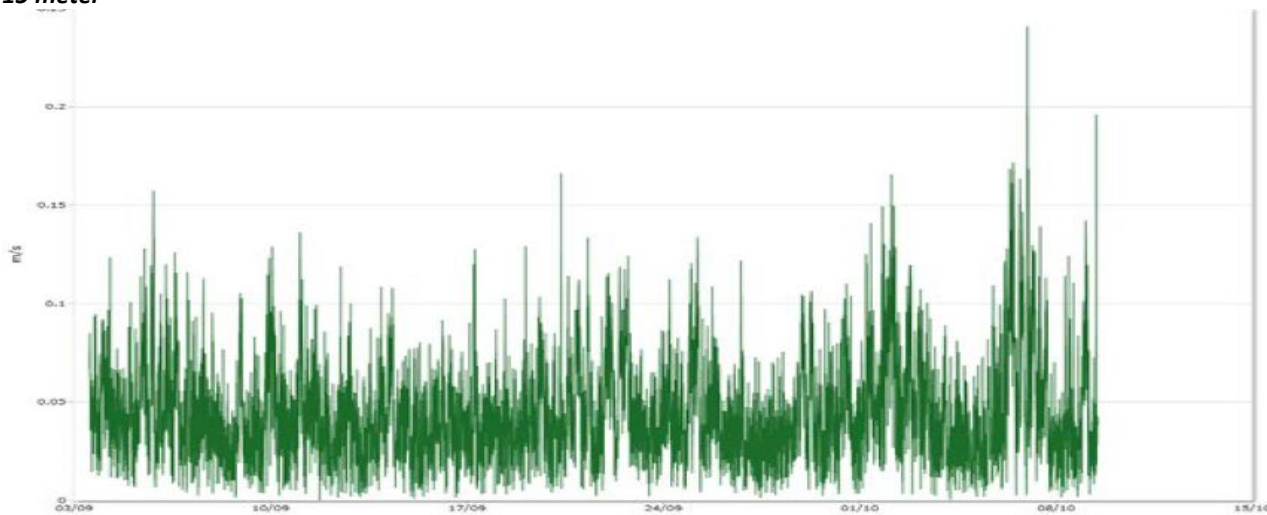
**Figur A-4:** Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Tårnvika sett fra øst, med hardhet og planlagt anleggsramme inntegnet.

## Vedlegg B – Vannstrømmålinger

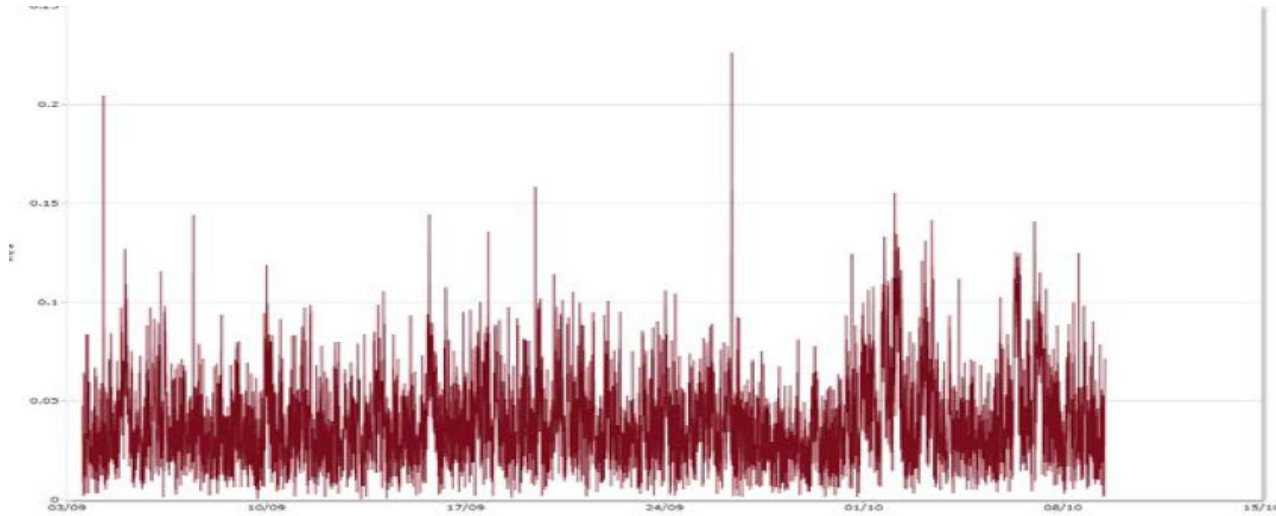
Tidsserie – strømhastighet  
5 meter



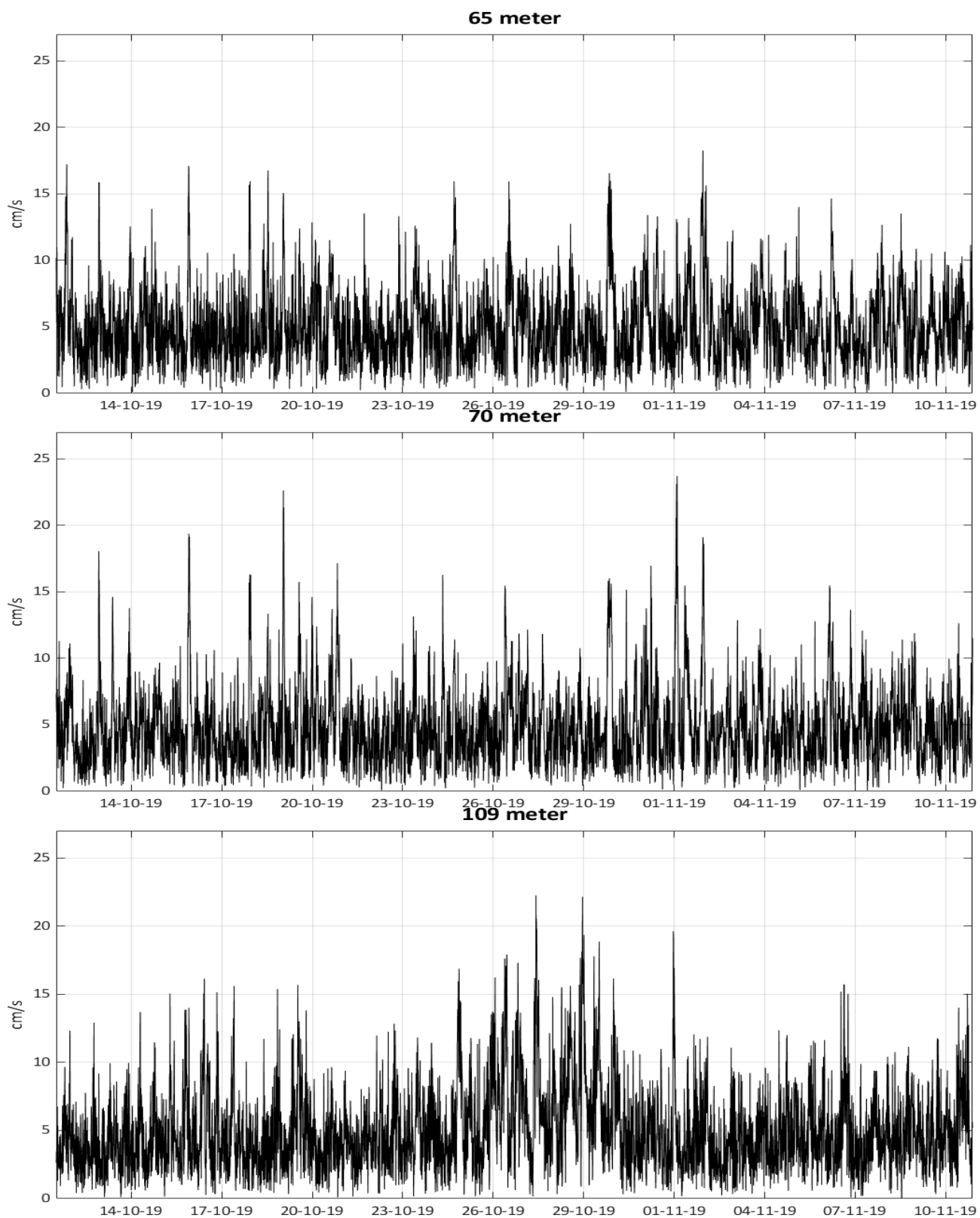
15 meter



25 meter

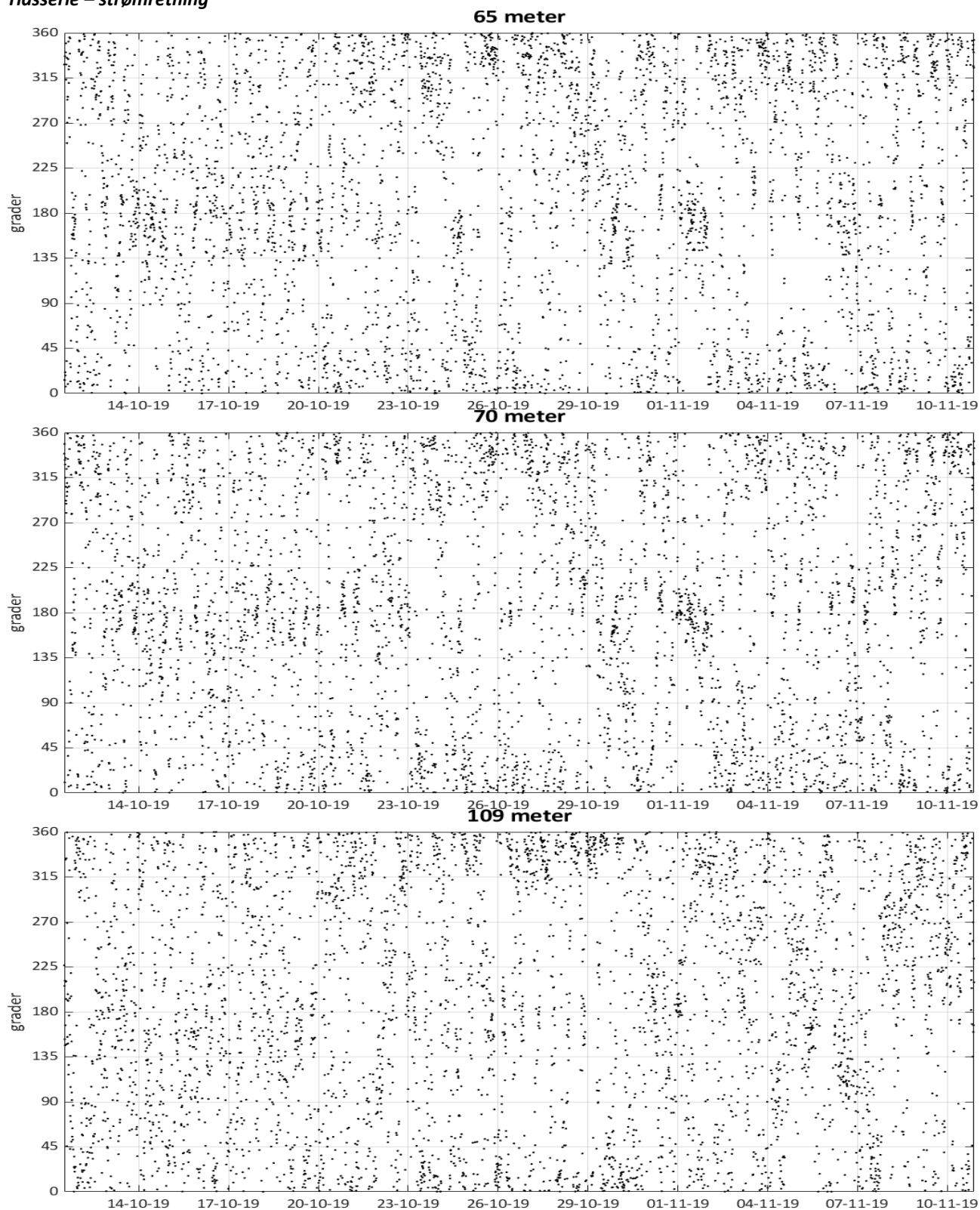


Figur B-1: Vannstrømhastighet (m/s) på 5, 15 og 25 meters dyp ved Tårnvika i perioden 03.09-09.10.2013



**Figur B-2:** Vannstrømhastighet (cm/s) på 65, 70 og 109 meters dyp ved Tårnvika i perioden 11.10.–10.11.2019.

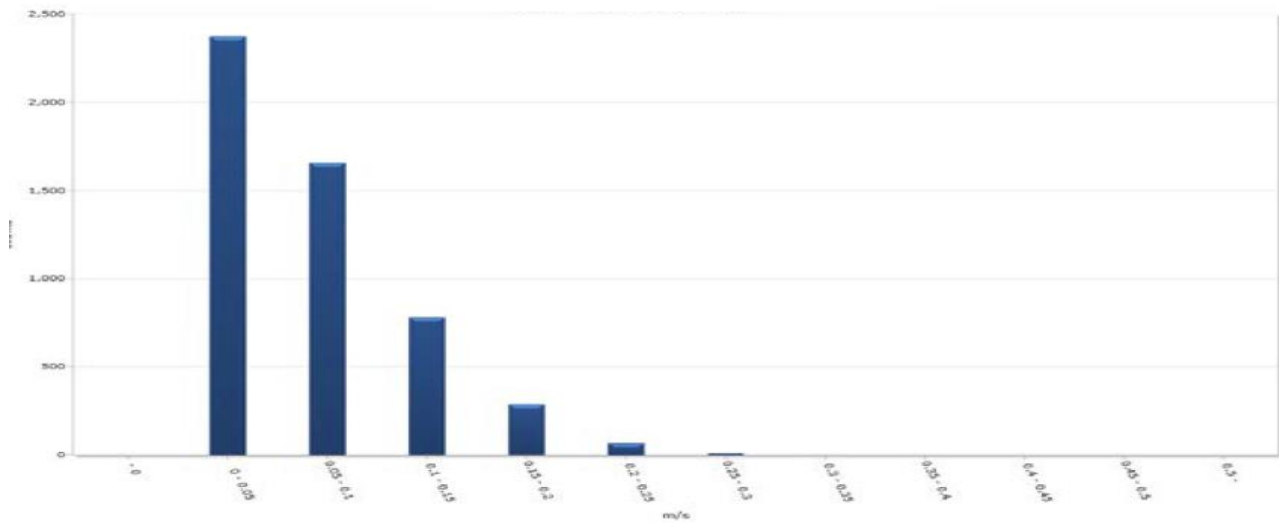
Tidsserie – strømretning



Figur B-3: Vannstrømretning (°) på 65, 70 og 109 meters dyp ved Tårnvika i perioden 11.10.–10.11.2019. Oppgis som retningen vannstrømmen beveger seg mot.



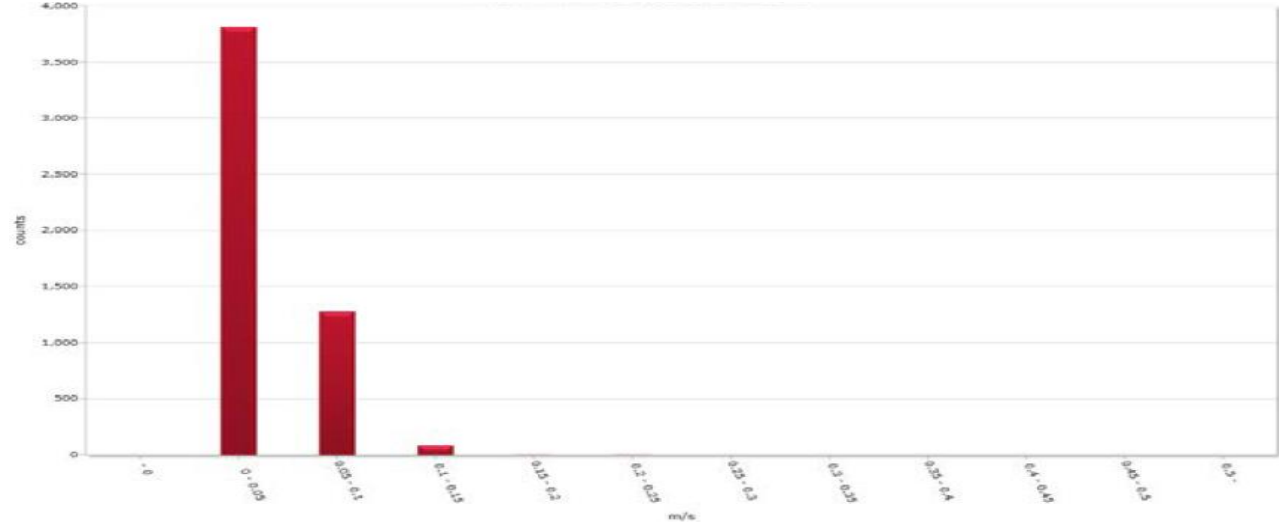
**Histogram – strømhastighet  
5 meter**



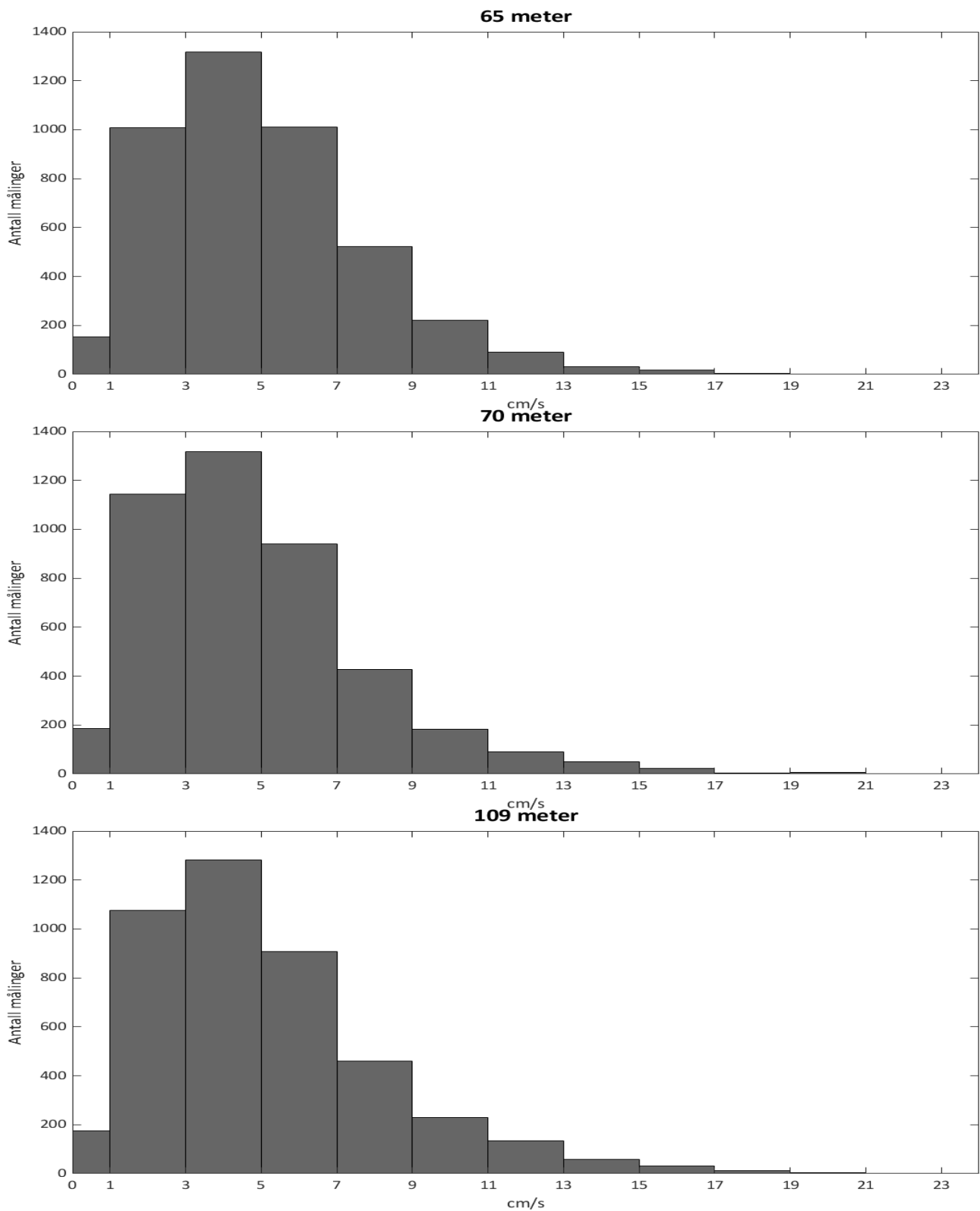
**15 meter**



**25 meter**

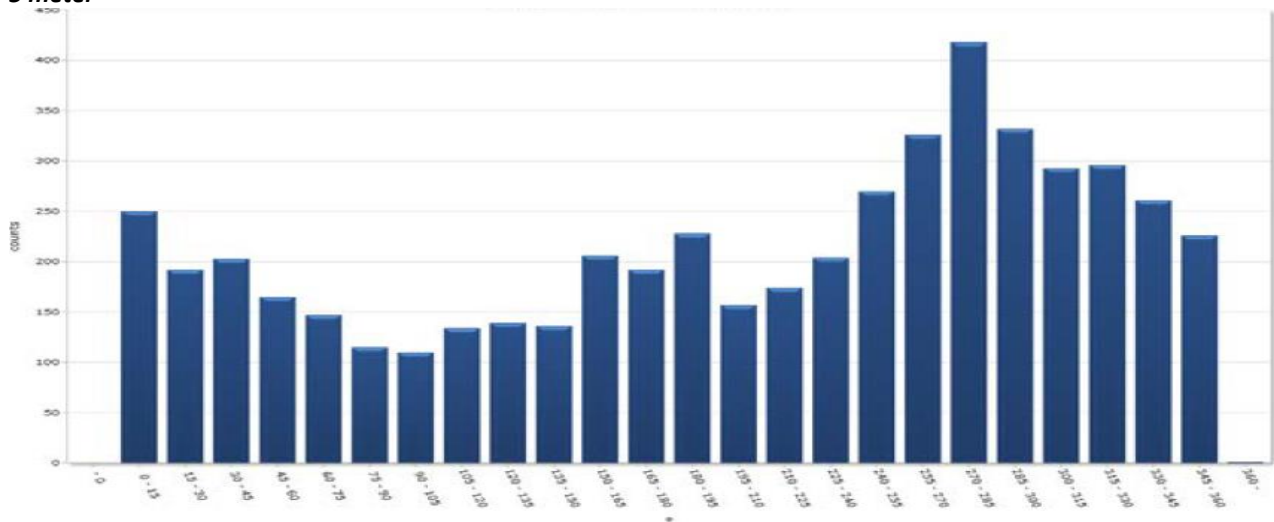


**Figur B-4:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 5, 15 og 25 meters dyp ved Tårnvika i perioden 03.09-09.10.2013.

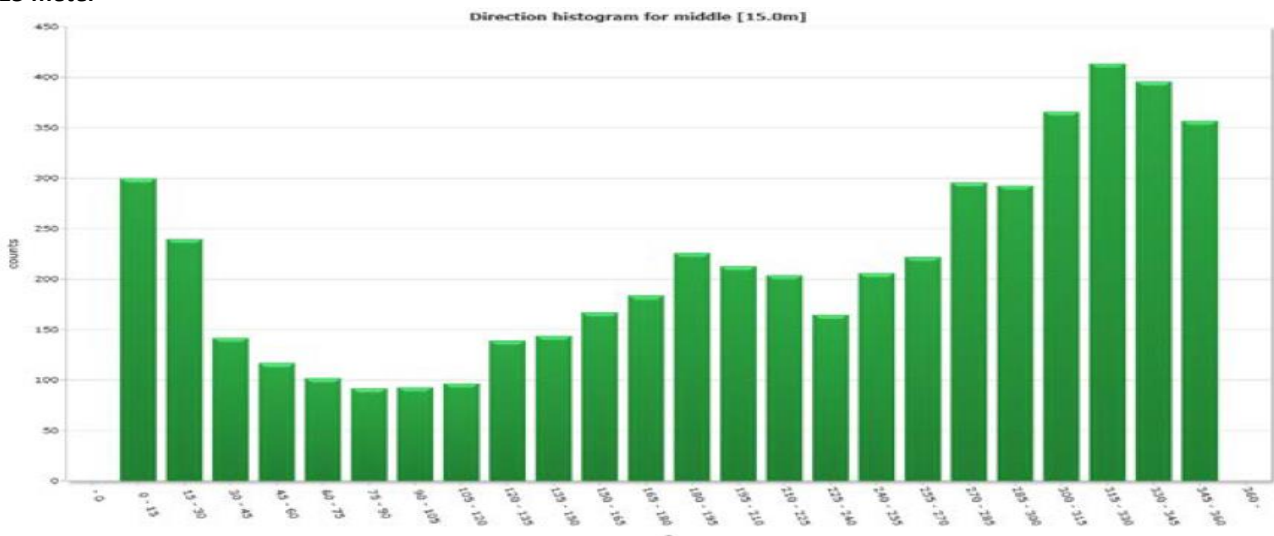


**Figur B-5:** Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 65, 70 og 109 meters dyp ved Tårnvika i perioden 11.10.–10.11.2019.

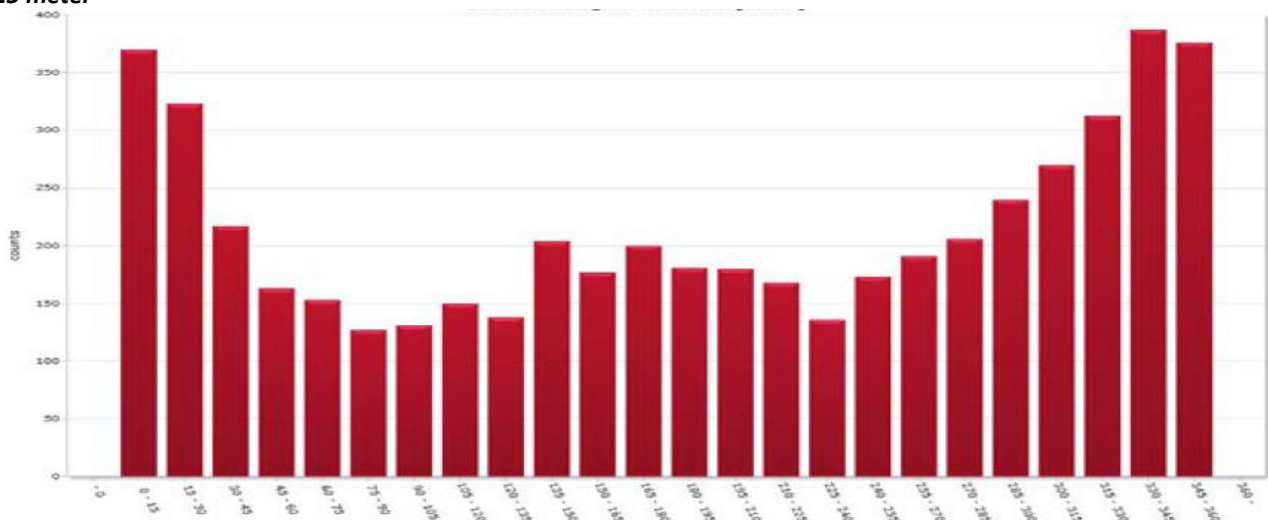
**Histogram – strømretning**  
**5 meter**



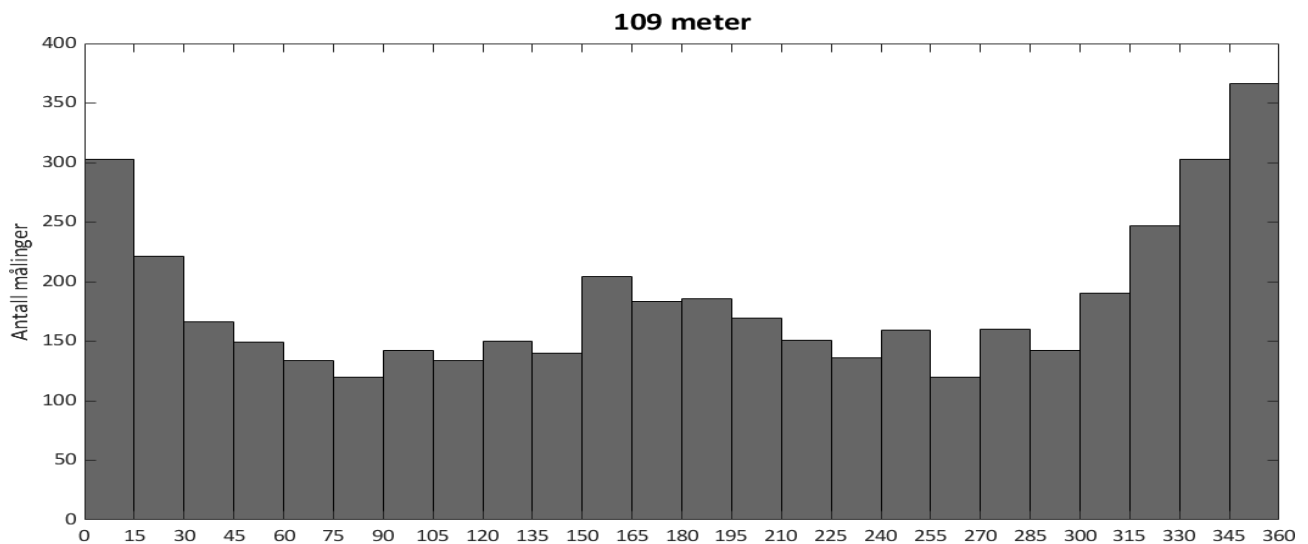
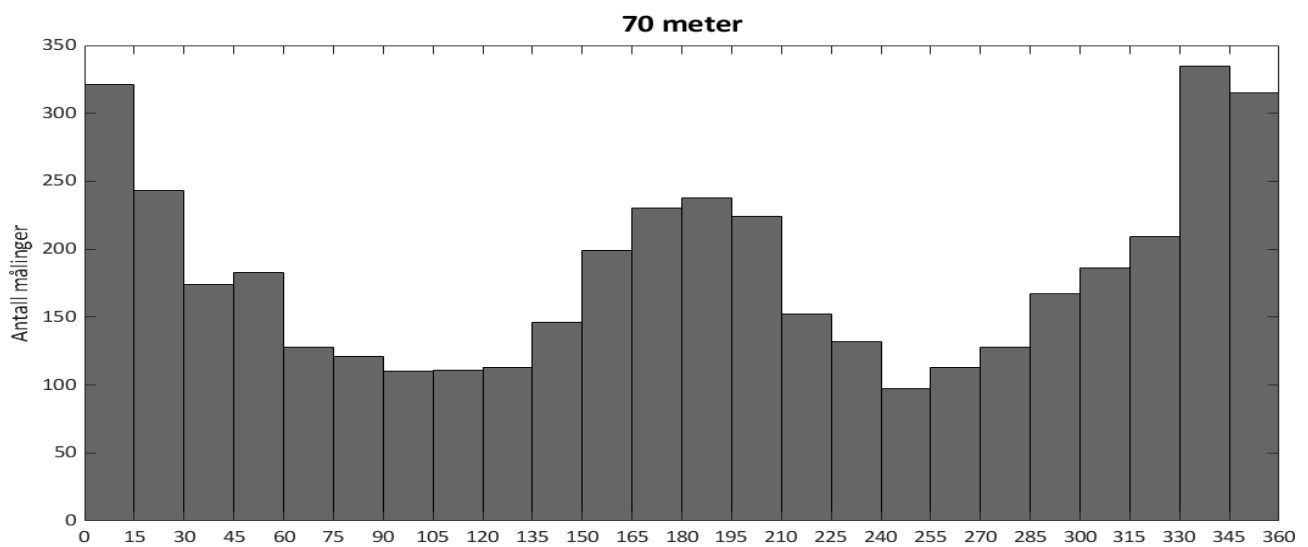
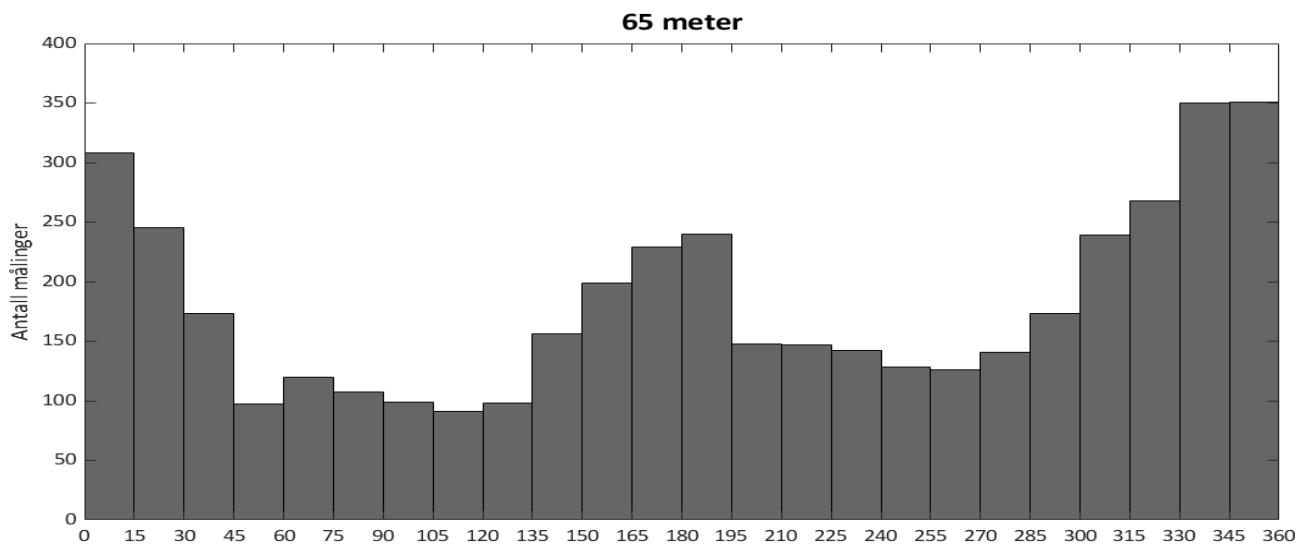
**15 meter**



**25 meter**



**Figur B-6:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 5, 15 og 25 meters dyp ved Tårnvika i perioden 03.09-09.10.2013.



**Figur B-7:** Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 65, 70 og 109 meters dyp ved Tårnvika i perioden 11.10.–10.11.2019. 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: 63-2-22B			Feltdato: 03.11.2021 / 17.02.2022													
Lokalitet: Tårnvika			Lokalitetsnummer: 16165						Kunde: MOWI Breeding							
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer													Indeks
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Bunntype: B (bløt) eller H (hard)			B	B	B	B	H	B	B	H	B	B	B	B	B	
I	Dyr	Ja = 0, Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
II	pH	Målt verdi	7,76	7,8	7,83	7,66	-	-	7,75	-	7,26	7,44	-	-	-	
	Eh (mV)	Målt verdi	-160	-103	-105	-134	-	-	-60	-	-276	-197	-	-	-	
		" + ref. verdi	61	118	116	87			161		-55	24				
	pH/Eh	Poeng	1	0	0	1	0		0	0	2	1				
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1		1	1	2	1				
Tilstand gruppe II			1													
III	Gassbobler	Ja = 4														
		Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/grå = 0						0					0	0	0	
		Brun/sort = 2	2	2	2	2			2	2	2	2	2			
	Lukt	Ingen = 0		0	0	0	0				0			0	0	0
		Noe = 2	2						2	2		2				
		Sterk = 4											4			
	Konsistens	Fast = 0						0			0			0	0	0
		Myk = 2	2	2	2	2			2	2		2	2			
		Løs = 4														
	Grabbvolum	v < ¼ = 0						0	0	0	0			0		0
		¼ - ¾ = 1	1	1	1	1						1			1	
		v > ¾ = 2											2			
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 - 8 cm = 1														
> 8 cm = 2																
SUM			7	5	5	5	0	6	6	2	7	10	0	1	0	
Korrigert sum (x 0,22)			1,54	1,10	1,10	1,10	0,00	1,32	1,32	0,44	1,54	2,20	0,00	0,22	0,00	
Tilstand prøve			2	2	2	2	1	2	2	1	2	3	1	1	1	
Tilstand gruppe III			1													
Middelvdi gruppe II & III			1,27	0,55	0,55	1,05	0,00	1,32	0,66	0,22	1,77	1,60	0,00	0,22	0,00	
Tilstand prøve			2	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	
Lokalitetstilstand			1													
pH/Eh Korrigert sum		Tilstand														
Indeks Middelvdi																
< 1,1		1														
1,1 - < 2,1		2														
2,1 - < 3,1		3														
≥ 3,1		4														
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Buffertemperatur: 11,1°C</td> <td>pH sjø: 8,64</td> </tr> <tr> <td>Sjøtemperatur: 10,1°C</td> <td>E<sub>obs</sub> sjø: 110</td> </tr> <tr> <td>Sedimenttemperatur: 9,2°C</td> <td>Ref. elektrode: 221</td> </tr> </table>			Buffertemperatur: 11,1°C	pH sjø: 8,64	Sjøtemperatur: 10,1°C	E <sub>obs</sub> sjø: 110	Sedimenttemperatur: 9,2°C	Ref. elektrode: 221								
Buffertemperatur: 11,1°C	pH sjø: 8,64															
Sjøtemperatur: 10,1°C	E <sub>obs</sub> sjø: 110															
Sedimenttemperatur: 9,2°C	Ref. elektrode: 221															

**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: 63-2-22B							Feldato: 03.11.2021 / 17.02.2022							
Lokalitet: Tårnvika				Lokalitetsnummer: 16165				Kunde: MOWI Breeding						
		Prøvenummer												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dyp (m):		105	99	94	75	50	56	74	80	101	83	80	110	60
Antall forsøk med prøvetaker:		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2
Bobling ved prøvetaking:		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sedimenttype	Leire													
	Silt	1	1	1	1		1	1	1	1	2			
	Sand	3	2	3	2		3	1		3	2	1		2
	Grus													
	Skjellsand	1	2	1	2		1			1	1	4	5	1
Steinbunn									2					
Fjellbunn						5		3	2					2
Fauna	Pigghuder													
	Krepsdyr													
	Skjell	2	5		3						5			
	Børstemark	> 40	> 20	> 50	20	1	50	20	15	10	20	10	5	10
	Andre dyr				1									
<i>Beggiatoa</i>														
Fôr														
Fekalier					JA									
Kommentarer					Gastropode						Blåskjell	For lite sediment for måling av elektrokjemi	For grovt sediment for måling av e	For lite sediment for måling av elektrokjemi