2021

Forundersøkelse ved Nausttaren i Osen kommune, 2021

Bjørøya AS

Etter Norsk Standard NS 9410: 2016

AQUA KOMPETANSE AS

NORSK AKKREDITERING TEST 303

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 Nausttaren i Osen kommune, 2021

Lokalitet: Nausttaren Lokalitetsnummer: 34477	Rapportdato: 25.03.2021 Rapportnummer: 68-2-21FU	Antall sider uten vedlegg: 19 Antall sider totalt: 31	
Oppdragsgiver: Bjørøya AS	Kontaktperson: Ken Sverre Høstland	Omsøkt MTB: 5460 tonn	
Kommune: Osen	Fylke: Trøndelag	Koordinater:	64°23.374'N, 10°30.742'Ø

Rapporten omfatter et sammendrag av

Rapportnr. 26-3-14M	Havbunnskartlegging	5,6 meters oppløsning	2009
Rapportnr. 28-3-14S	Vannstrømmålinger	5, 15 og 20 meter	15.04-13.05.2014
Rapportnr. 28-3-14S	Vannstrømmålinger	60 og 102 meter	07.02.-07.03.2014
Rapportnr. 415-11-20B	B-undersøkelse	18 stasjoner	17.12.2020
Rapportnr. 231-8-17C	C-undersøkelse	6 + 1 stasjoner	25-26.11.2020

Emneord:	havbunnskartlegging; multistråle; batymetri; vannstrøm; doppler; overflatestrøm; vannutskiftningsstrøm; dimensjoneringsstrøm; spredningsstrøm; bunnstrøm; vannutskiftning; miljøtilstand; miljøovervåking; sediment; elektrokjemi; sensoriske registreringer	ID 488-13 Rapporten er tilgjengelig ved forespørsel

Rapportansvarlig:	**Kvalitetssikrer:**
Sven Keizer	Petter Carlsen

© 2021 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 Bjørøya AS har Aqua Kompetanse AS utført en forundersøkelse ved Nausttaren. 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. 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 9425-1: 1999	Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter.
	NS 9425-2: 2003	Oseanografi – Del 2: Strømmålinger ved hjelp av ADCP.

Innholdsfortegnelse

Forord 3
1. Materiale og metode 5
1.1 Undersøkelsesområde 5
1.2 Havbunnskartlegging 5
1.3 Vannstrømmålinger 5
1.4 B-undersøkelse 6
1.5 C-undersøkelse 6
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 Hydrografi 16
3. Oppsummering 18
3.1 Bæreevne 18
4. Referanser 19
Vedlegg A – Havbunnskartlegging 20
Vedlegg B – Vannstrømmålinger 21
Vedlegg C- B1 og B2 skjema 29

NORSK AKKREDITERING TEST 303

Aqua Kompetanse AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking bunnsediment, akkrediteringsnummer TEST 303, og tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

1. Materiale og metode

1.1 Undersøkelsesområde

Lokaliteten Nausttauren ligger i Svesfjorden helt nord i Osen kommune i Trøndelag fylke. I nord ligger anlegget fortøyd nær halvøya Oksbåsheia. Selve anlegget ligger over en undersjøisk rygg og dybden på hver side av ryggen går bratt ned til 200 meter. Dybden under selve anlegget varierer fra 60-120 meter. **Figur 1** gir en oversikt over lokaliteten i forhold til andre anlegg.



Figur 1: *Oversiktskart som viser planlagt anleggsplassering (rød firkant) i forhold til andre anlegg. Geografisk senterpunkt for det planlagte anlegget ved Nausttaren er 64°23.374N 10°30.742Ø. Målestokk vises i venstre hjørne.: Fiskeridirektoratets kartløsning.*

1.2 Havbunnskartlegging

Målingene er utført med Olex Wassp Multistråleekkolodd. Posisjoneringssystemet er av type Trimble GPS / Glonass (horisontal nøyaktighet ±10 cm og vertikal nøyaktighet ±15 cm). Bevegelsesjustering på båten utføres av en Kongsberg MRU. Ekkoloddet har varierende rekkevidde, avhengig av bunntopografi og vannkvalitet, 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 (Hagen 2014a).

1.3 Vannstrømmålinger

Strømmålingene for overflate og dimensjoneringsstrømmen ble foretatt i perioden 15.04-13.05.2014 i en rigg utplassert på 64°23.376N, 10°30.693Ø (**Figur 7**). Målingene ble utført med Sensordata SD6000 rotormåler nummer 8 og 10. Målerne registrerte kontinuerlig i 2 minutter, og beregnet en snittverdi for dette tidsintervallet. Det gjorde 5 slike delmålinger, som oppsummerte (10 minutter totalt) og presenterte som en råverdi (Hagen, 2014b). Strømmålingene for spredningsstrømmen og bunnstrømmen ble foretatt i perioden 07.02-07.03.2014 i en rigg utplassert på 64°23.368N, 10°30.719Ø (**Figur 7**). Målingene er utført med Nortek akustisk dopplermåler (AQ2). Måleren registrerer i 1 minutt sammenhengende, og hviler i 9 minutter. Datasettet hadde god kvalitet, ingen målinger er fjernet manuelt. Det er foretatt en automatisk "vasking" av datasettet med programvaren SeaReport v.1.1.4 (Strøm, 2014). Alle målinger ble gjennomført i henhold til NS 9425-1:1999 og NS 9425-2:2003.

1.4 B-undersøkelse

Aqua Kompetanse AS har gjennomført en akkreditert B-undersøkelse i henhold til NS 9410:2016 ved Nausttaren den 25-26.11.2020. 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^2 Van Veen grabb, og sedimentet skylt over en 1mm sikt. Antall prøvestasjoner bestemmes av lokalitetens omsøkte MTB (maksimal tillatt biomasse), som på Nausttaren er 5460 tonn, og antall prøvestasjoner er derfor 18. Prøvestasjonene er plassert innenfor planlagt anleggsområde for å dekke så godt som mulig, og er merket av **Figur 6** med tilstand markert med farger etter **Tabell 2**.

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 25.11.2020 og den 26.11.2020. 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^2 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 5460 tonn ved Nausttaren 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 7**). Anleggssonestasjon C1 ligger i overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen på nordøstlig side av anlegget. Stasjonen ble tatt på samme sted som C-undersøkelsen i 2016 (Brokke, 2017). I ytterkanten av overgangssonen ligger stasjon C2-400, ca. 400 meter sørvest fra anleggsrammen i returstrømretning. Denne stasjonen er plassert iht. veiledende avstand for anleggets MTB på 3120 tonn. Stasjonen er ny, dvs. ikke prøvetatt tidligere. I forbindelse med økt MTB er C2-500 plassert ca. 500 meter sørvest fra anlegget, iht. veiledende avstand for MTB på 5460 tonn. I overgangssonen ble C3 plassert i returstrømretning 375 meter sør for anlegget, stasjonen sammenfaller med stasjon C3 ved forrige C-undersøkelse. C4 ble plassert i fremherskende strømretning 434 meter nordøst for anlegget, stasjonen sammenfaller med overgangssonestasjon C2 fra forrige C-undersøkelse. Grunnet

utfordrende bunnforhold ble det tatt flere mislykkede forsøk på stasjon C1 og C5. Alle stasjoner er avmerket på kartet i **Figur 2**, inkludert det mislykkede forsøkene som er markert med røde kryss.

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 Nausttaren, stasjon C2 sørvest for lokaliteten (**Figur 7**). 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)*

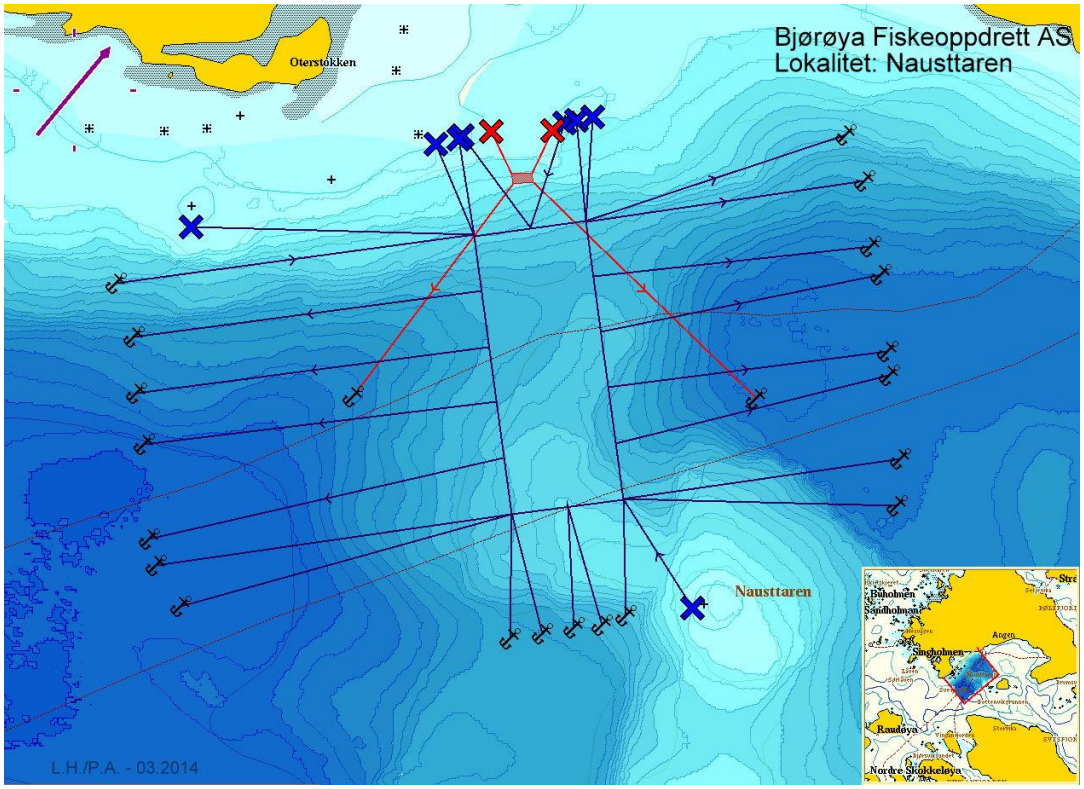
		Tilstandsklasser				
		I Svært god	**II God**	**III Moderat**	**IV Dårlig**	**V Svært dårlig**
Dypvann	Oksygenkonsentrasjon (ml O_2/l)	> 4,5	4,5 – 3,5	3,5 – 2,5	2,5 – 1,5	< 1,5
	Oksygenmetning (%)*	> 65	65 – 50	50 – 35	35 – 20	< 20

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

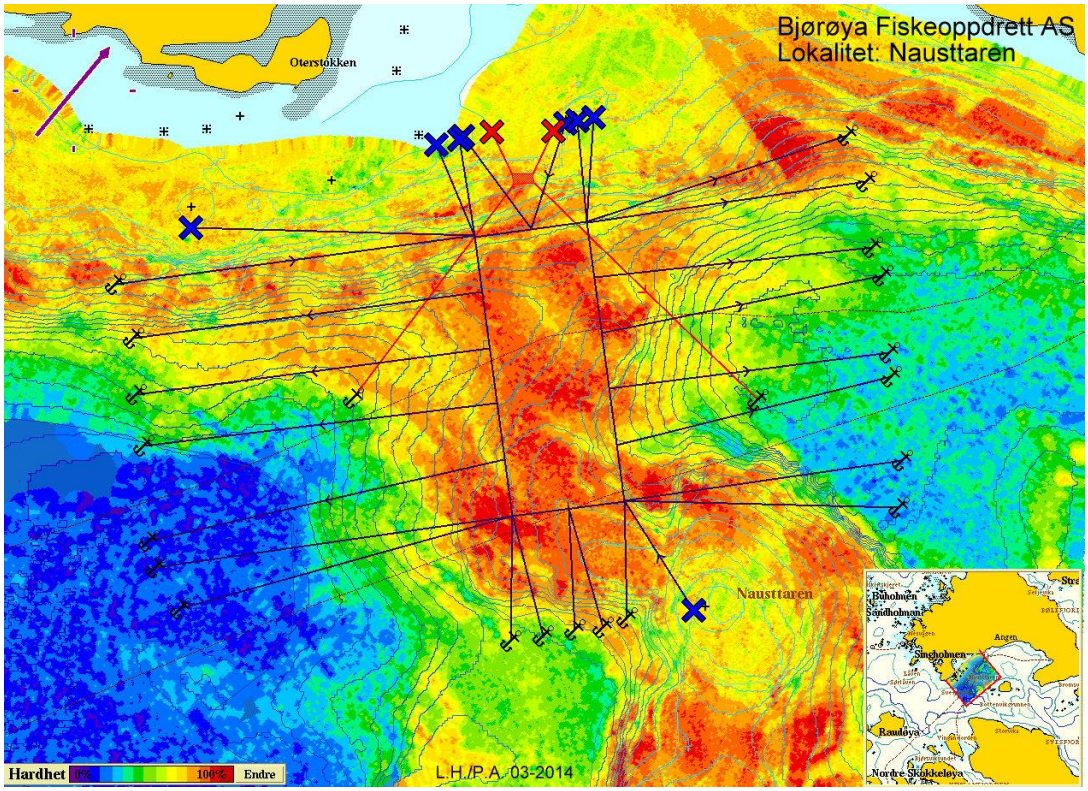
2. Resultat

2.1 Havbunnskartlegging

For tredimensjonal fremstilling av havbunnen se **Vedlegg A**.



Figur 2: *Oversiktskart over batymetri ved Nausttaren. Blåtoner fra lyst til mørkt markerer økende dybde. Planlagt anleggsramme er inntegnet.*



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

2.2 Vannstrømmålinger

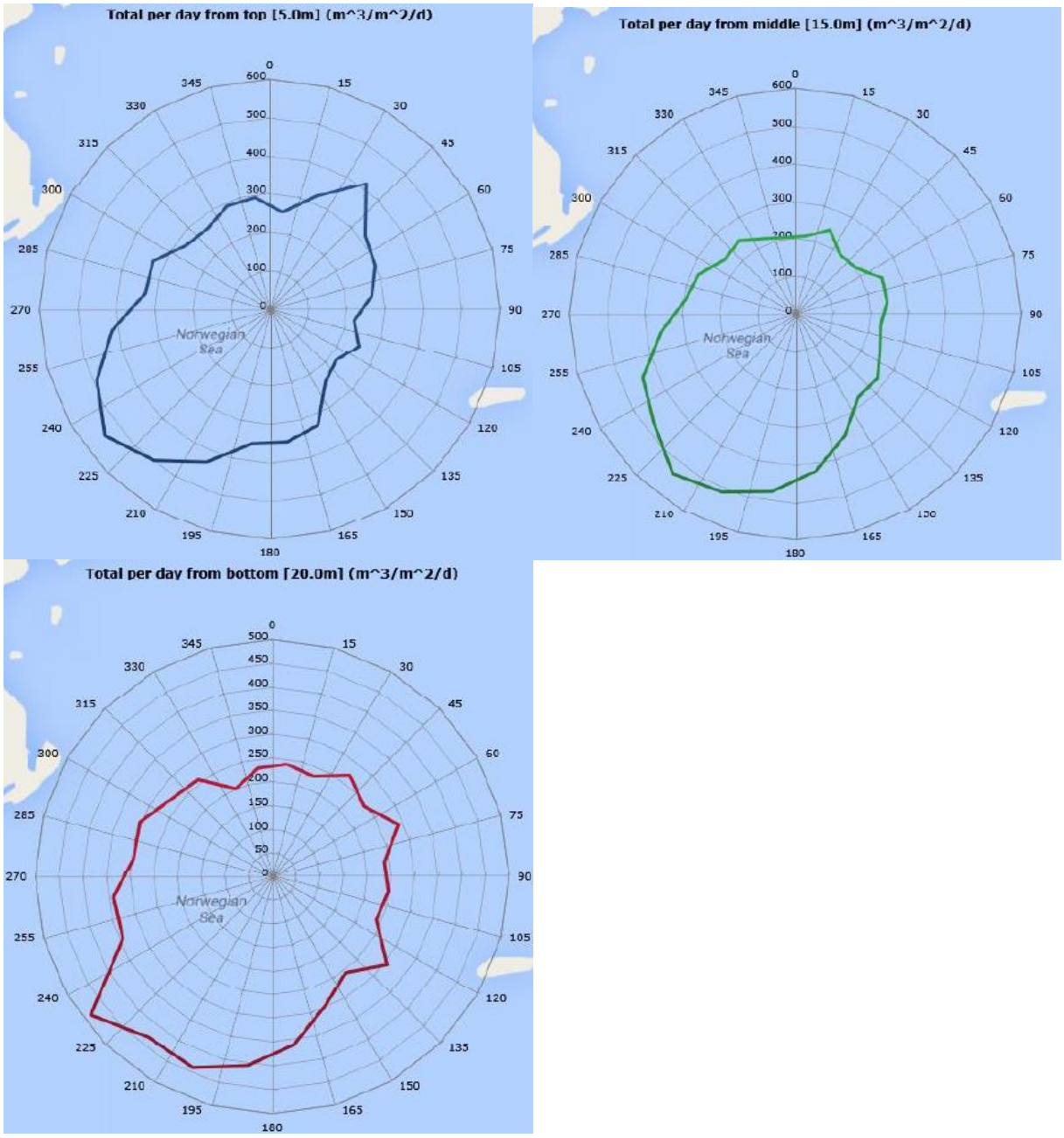
på 60 meters dyp har hovedkomponenter mot nordøst (45-75)°, med en returstrøm mot sørvest (210-225)°. På 102 meters dyp er hovedstrømretningen i vannmassene mot sørvest (210-255)°, med en beskjeden returstrøm mot nord-nordøst (15-30)°. Det er registrert en del vannstrøm med lavere hastigheter enn 1 cm/sek i begge dyp.

Vannstrømmen har en sørvestlig hovedretning i alle måledyp, unntatt spredningsstrømmen som har hovedkomponent mot nordøst. Overflatestrømmen har også en liten returstrøm i nordøstlig retning. Vannstrømmen er noe ensrettet på 15 meters dyp (Neumanns parameter er 0,22). På 5 og 20 meters dyp er vannstrømmen mindre ensrettet (Neumanns parameter er hhv 0,12 og 0,15). Det er en meget lav andel 'nullmålinger' (0-1 cm/sek) ved 5, 15 og 20 meter dyp. Målingene på 60 meters dyp har hovedkomponenter mot nordøst (45-75)°, med en returstrøm mot sørvest (210-225)°. På 102 meters dyp er hovedstrømretningen i vannmassene mot sørvest (210-255)°, med en beskjeden returstrøm mot nord-nordøst (15-30)°. Det er registrert en del vannstrøm med lavere hastigheter enn 1 cm/sek i spredningsstrømmen og bunnstrømmen.

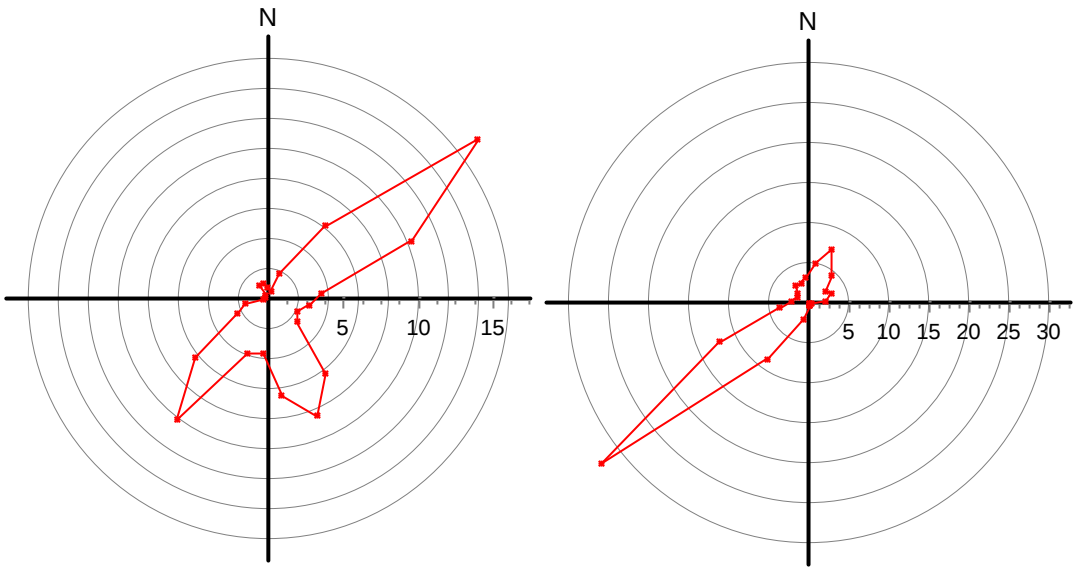
Tabell 4 viser hovedresultatene fra vannstrømmålingene ved Nausttaren, og **Figur 4** og **Figur 5** viser vanntransporten (fluksen) for alle dyp. **Figur 7** viser plassering av strømrigg i forhold til planlagt anleggsplassering. For tidsserier over strømhastighet (**Figur B-1**) og -retning (**Figur B-2**), frekvensfordeling av strømhastighet (**Figur B-3**) og frekvensfordeling av strømretning (**Figur B-4**) se **Vedlegg B**.

Tabell 4: *Hovedresultater fra vannstrømmålingene ved Nausttaren.*

Parametere	5 meter	15 meter	20 meter	60 meter	102 meter
Gjennomsnittsstrøm (cm/s)	9	9	8	2,6	2,6
Maksimalstrøm (cm/s)	33	31	30	13,6	18,6
Strømstyrke 0-1 cm/s (%)	1,36	1,38	1,01	42,3	53,9
Strømstyrke 1-3 cm/s (%)					
Neumann-parameter	0,12	22	0,15	0,316	0,432
Standardavvik (cm/s)	5	5	5		
Signifikant maksimum	15	14	13	5,2	5,8
Signifikant minimum	4	4	4	13,6	18,6
10 års returstrøm (cm/s)	54,2	50,9	49,4		
50 års returstrøm (cm/s)	60,8	57,1	55,4		
De 4 hyppigst forekommende strømretningsgruppene (°)	240 225 255 270	225 210 195 240	240 210 22 195	45 150 60 165	225 210 240 255
De 4 hyppigst forekommende strømhastighetsgruppene (cm/s)	10 15 5 20	10 15 5 20	10 5 12 20	0-1 1-3 3-4 4-5	0-1 1-3 3-4 4-5
Mest vannutskiftning / retning per 15° sektor	541,46m^3 / day at 225-240°	533,19m^3 / day at 210-225°	482.38m^3 / day at 225-240°	11065m^3 ved 45-60 grader. 395m^3/m^2/døgn	20933m^3 ved 225-240 grader. 748m^3/m^2/døgn
Minst vannutskiftning / retning per 15° sektor	218.47m^3 / day at 120-135°	197,24m^3 / day at 30-45°	200,56m^3 / day at 330-345°	149m^3 ved 285-300 grader. 5m^3/m^2/døgn	0m^3 ved 135-150 grader. 0m^3/m^2/døgn



Figur 4: *Vanntransport (m^3/m^2/dag) for hver 15° sektor på 5, 15 og 20 meters dyp ved Nausttaren i perioden 15.04-13.05.2014*



Figur 5: *Vannfluks (%) for hver 15° sektor på 60 meter (venstre) og 102 meter (høyre) dyp ved Nausttaren i perioden 07.02-07.03.2014*

2.3 B-undersøkelse

Antall prøvestasjoner ved Nausttaren var 18, og det ble tatt 23 grabbskudd fordelt på disse. Sedimentet under anlegget består hovedsakelig av sand og grus. Det ble funnet dyreliv i elleve av prøvene, bestående av ulike typer børstemark. Det var kun mulig å måle elektrokjemi på tre av atten stasjoner, dette grunnet hardbunn og lavt grabbinnhold. pH-verdiene på målte stasjoner var alle over 7,8. To stasjoner hadde en positiv Eh og en hadde negativ. Tilstanden på de elektrokjemiske målingene ble 1, med en indeksverdi på 0,08 poeng. Samtlige prøver hadde normal farge og ingen lukt. Prøve 6 hadde myk konsistens, de resterende hadde fast. Grabbvolumet var under ¼ i fjorten av prøvene og mellom ¼ og ¾ i fire. Tilstanden på de sensoriske registreringene ble 1, med en indeksverdi på 0,07 poeng.

Over det hele viste denne undersøkelsen til at sedimentet under anlegget viste lite tegn til påvirkning av produksjonen. Grunnet mye hardbunn var det vanskelig å utføre elektrokjemiske målinger, men de sensoriske registreringene viste til gode forhold. Ved rutinemessig oppfølgende undersøkelser vil man få mer presise svar på bæreevne ved en eventuell økt tillatt biomasse. **Tabell 5** oppsummerer hovedresultatene fra B-undersøkelsen, og for original rapport med utfyllende informasjon om hver stasjon se Hervik, 2020.

Totaltilstand for Nausttaren blir 1, med en indeksverdi på 0,07.

Tabell 5*: Hovedresultater fra B-undersøkelsen ved Nausttaren utført 25-26.11.2020.*

Sedimenttype	Dominerende	Mindre dominerende	Øvrige
	Grus	Sand	Skjellsand og silt
Ant. stasjoner:	18	Ant. stasj. med / uten dyr:	11 / 7
Ant. hugg:	23	Ant. stasj. bløt / hard bunn:	9 / 9

Antall grabbstasjoner (gruppe II / III) med følgende tilstand:			
Tilstand 1: 12 / 18	Tilstand 2: 0 / 0	Tilstand 3: 0 / 0	Tilstand 4: 0 / 0

Parametergruppe	Indeks	Tilstand
Gr. II pH/Eh	0,08	1
Gr. III Sensorisk:	0,07	1
Gr. II + III	0,07	1
Lokalitetstilstand, iht. NS 9410:2016		**1**

2.4 C-undersøkelse

Ved C1 var det lavt antall arter i forhold til de andre stasjonene. Den forurensningsindikerende børstemarken *Capitella capitata* var den mest tallrike arten med 96% av individantallet. Stasjonen klassifiseres til miljøtilstand 3 ut fra NS9410:2016, basert på at det er 1 til 4 taksa i et prøveareal på 0,2 m^2.

Ved C2 – 400, i ytterkanten av overgangssonen, lå de fleste indeksene i tilstandsklasse I (svært god), med unntak av NSI som lå i tilstandsklasse II (god). Stasjonen ble klassifisert til økologisk tilstandsklasse I, med en nEQR på 0,81. Ved C2 – 500, som er ytterstasjon i forbindelse med omsøkt MTB, lå også de fleste indeksene i tilstandsklasse I, med unntak av NSI som lå i tilstandsklasse II. Stasjonen fikk økologisk tilstandsklasse II - god, med en nEQR på 0,82.

Faunaindeksene ved C3, C4 og C5 lå i flere tilstandsklasser (I - III), og samlet lå stasjonene i økologisk tilstand II – god med en nEQR på 0,75 (**Tabell 21**). Det var en blanding av sensitive, nøytrale, tolerante og opportunistiske arter ved alle stasjonene, og én forurensningsindikatorart ved C5. Det var det tolerante skjellet *Parathyasira equalis* som var mest tallrik ved C3 og C4 (hhv. 14 og 14% av individmengden). Ved C5 var det det opportunistiske skjellet *Thyasira sarsii* som var mest tallrik med 36% av individmengden.

Referansestasjonen lå faunaindeksene i to tilstandsklasser (I-II). Stasjonen fikk økologisk tilstandsklasse I (svært god), men en nEQR på 0,81.

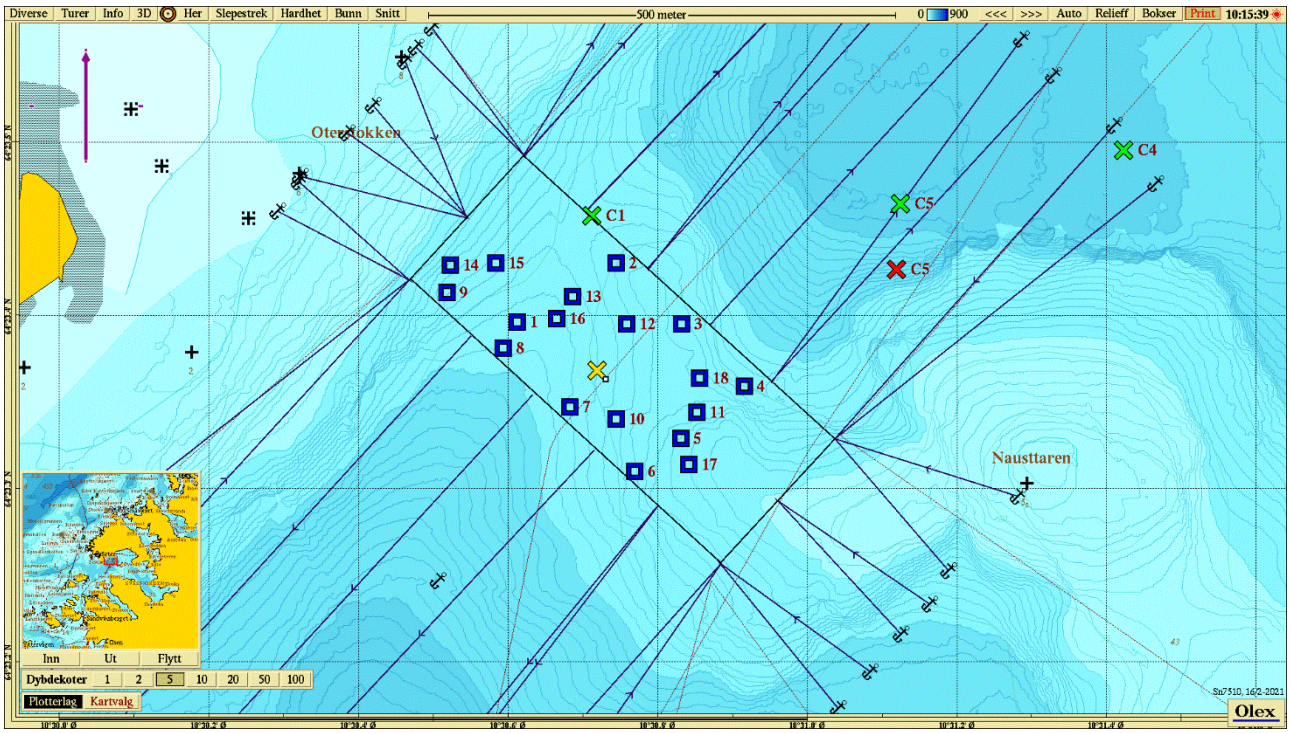
Ved alle seks stasjonene det ble målt elektrokjemiske målinger ved, viste målingene gode pH-verdier og E_h verdier. På grunn av grovt sediment ved C1 var det ikke mulig å måle elektrokjemi. Nivåene av totalt organisk materiale (TOM) var lave ved C1, C5 og C ref (>10%), mens ved C2-400, C2-500, C3 og C4 var det høyere og varierte mellom 10-13% og går inn under kategorien moderat høyt. TN-nivåene varierte fra 0,6 – 6,6 g/kg. C/N-forholdet varierte mellom 5,7 – 23,7. Kobbernivået ved C1 er å betegne som lavt og innen «bakgrunnsnivå» (tilstandsklasse I), mens ved referansestasjonen ble det målt noe høyere og får tilstandsklasse II/III. Nivåene av normalisert totalt organisk karbon (nTOC) var høye (TK V) ved C2-400 og C2-500, tre stasjoner (C3, C5 og Cref) får tilstandsklasse IV (dårlig), C4 får tilstand III (mindre god) og C1 får tilstand II (god). Det ble registrert normal lukt og farge i alle undersøkte sediment, og konsistensen var fast ved C1 og myk ved resterende stasjoner. Ved C1 bestod sedimentet i hovedsak av sand og grus. C2-400, C2-500, C3 og Cref besto av leire og silt. C4 besto av silt, og C5 besto av silt og sand. Det var lite grabbvolum på C1 (4 cm). C2-500 og C5 hadde 17 cm grabbinnhold. C2-400, C3, C4 og C ref var overfylte.

Tabell 6: *Hovedresultater fra C-undersøkelsen. Aqua Kompetanse AS har stått for akkreditert prøvetaking og uakkrediterte pH/Eh-målinger. Videre har Aqua Kompetanse AS utført uakkreditert hydrografisk profil av vannsøylen ved lokaliteten, og uakkreditert tilstandsklassifisering av oksygen i dypvann. Akkreditert faglig vurdering og fortolkning av analyseresultatene er også utført av Aqua Kompetanse AS. Pelagia Nature & Environment AB har utført akkreditert analyse av makrofauna, Eurofins Environment Testing Norway AS har utført akkrediterte analyser av TOC, TOM og kobber, N-Kjeldahl og kornstørrelse. Redokspotensial (E_h) bestemmes ut fra observert hvilepotensial i prøven (målt verdi; E_{obs}) og referansepotensial (E_{ref}): $E_h = E_{obs} + E_{ref}$. Aqua Kompetanse AS har utført tilstandsklassifisering av oksygentilstand, kobber, og organisk karbon etter Veileder 02:2018.*

Stasjonsplassering etter NS 9410:2016		Anleggssone	Ytterkant av overgangssone		Overgangssone			Referanse -stasjon
Parameter:	**Stasjoner:**	**C1**	**C2 – 400m**	**C2 – 500m**	**C3**	**C4**	**C5**	**C ref**
Kjemi:	pH	-	7,62	7,5	7,46	7,93	7,83	7,59
	E_h (mV)	-	121	398	194	320	250	249
Oksygen:	Målt verdi (mL): O_2, tilstandsklasse:			5,25 I				
Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2018)	Antall ind. (N):	734	320	241	370	660	917	195
	Antall arter (S):	6	38	44	44	51	36	33
	Shann.Wien. (**H`**):	0,3	4,2	4,4	4,5	4,4	3,4	4,0
	Hurl.ind. (**ES** $_{n=100}$):	-	25	-	28	27	19	-
	NQI1:	0,20	0,74	0,74	0,75	0,71	0,61	0,71
	ISI_{2012}:	7,9	9,2	9,7	9,3	9,1	7,72	10,24
	NSI:	7	23	23	23	23	18	24
	nEQR:	0,22*	0,81	0,82*	0,82	0,8	0,62	0,81*
	Økologisk tilstand:		I	I	I	II	II	I
	Samlet økologisk tilstand:				II			
NS 9410:2016	**Miljøtilstand:**	3						
	Undersøkelsesfrekvens		Etter første produksjonssyklus med økt MTB					
Normalisert Tot. Org. karbon	N-TOC (mg/g): N-TOC, tilstandsklasse:	32 III	43 V	43 V	35 IV	33 III	37 IV	35 IV
Tot. nitrogen	TN (g/kg):	0,6	6,6	6,6	5,6	5,2	2,9	5,4
Tot. Org. materiale	TOM (%):	1	11,1	13	10,3	10	4,7	9,7
Forhold	C/N:	23,7	6,3	6,3	5,7	6,1	8,5	6,2
Pelitt	Pelittandel (%)	0,7	90,4	90,9	84,2	93,0	32,3	90,4
Veileder 02:2018	Cu (mg/kg): Cu, tilstandsklasse:	4 I						26 II/III

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



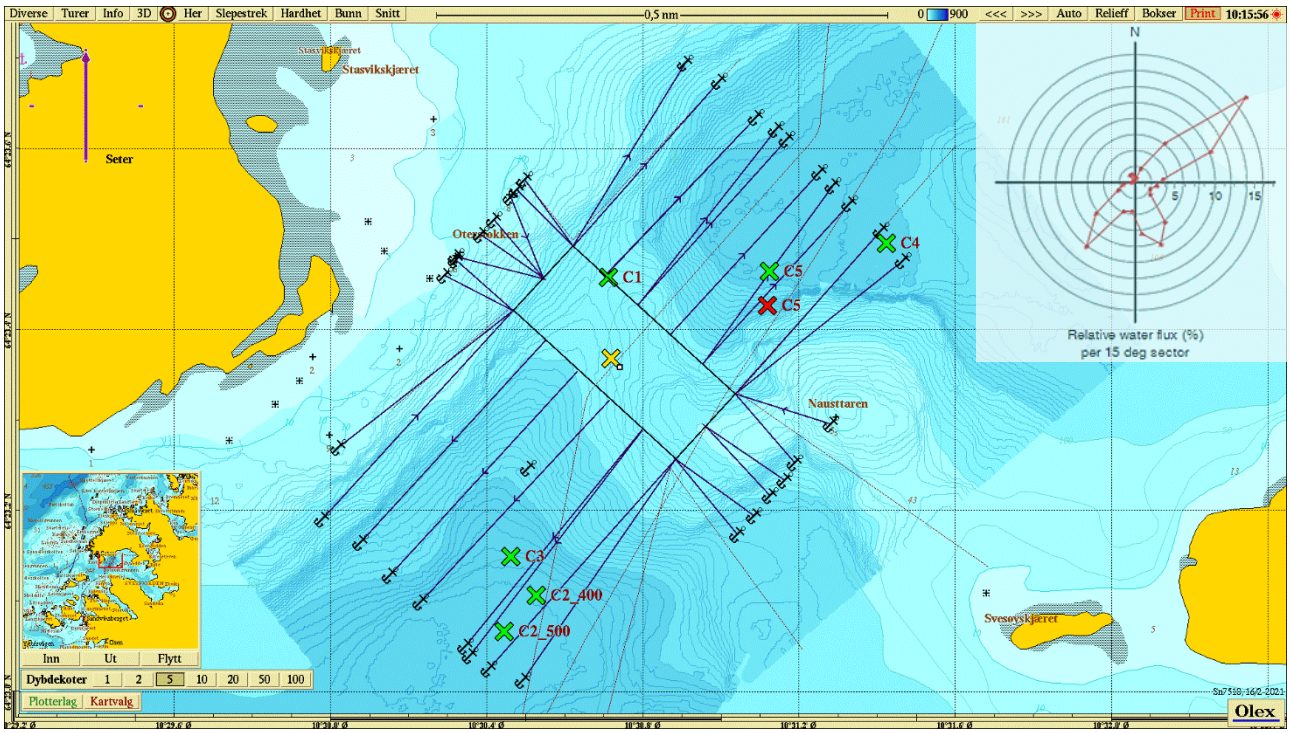
Figur 6: *Sjøkart som viser bunndata fra Nausttaren med anleggsplassering og fortøyningsliner sammen med prøvestasjoner fra forrige B-forundersøkelse (Hervik, 2020) og C-undersøkelsens innerste stasjoner (grønne kryss). Røde kryss indikerer mislykkede C-stasjoner. Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.*

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

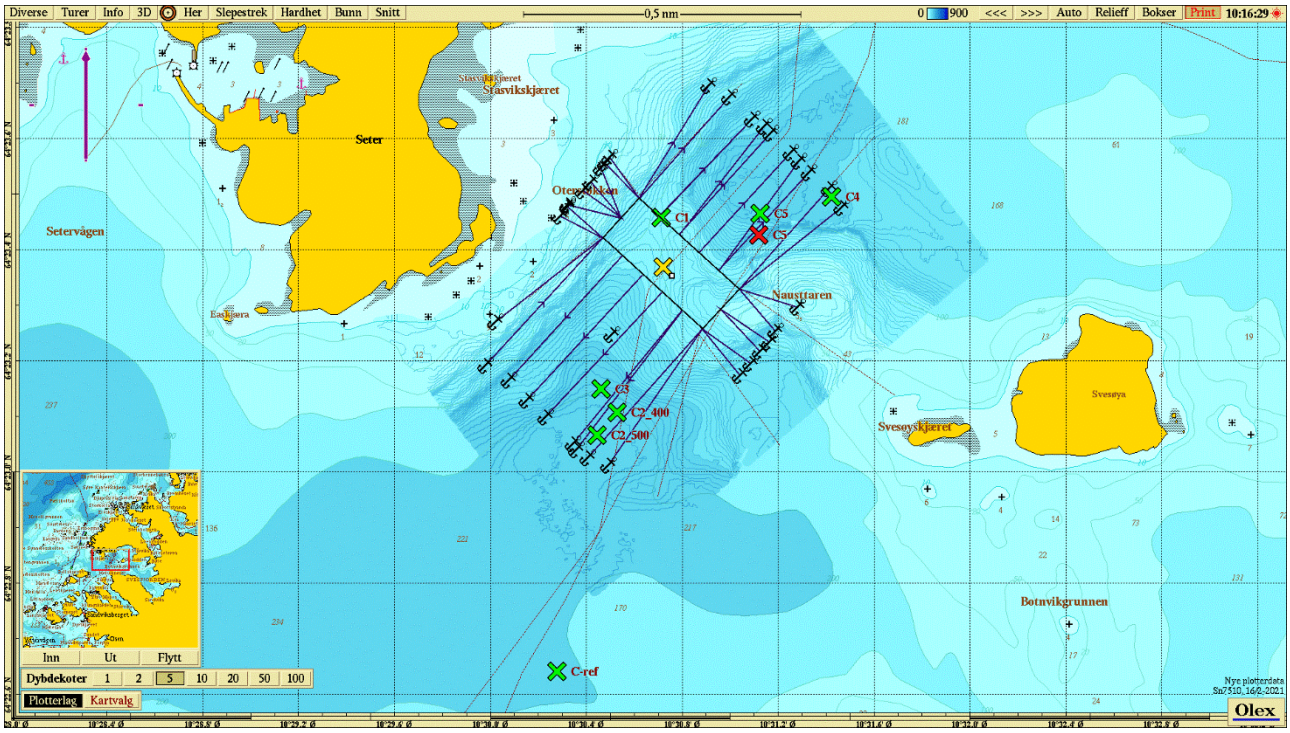
St. nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos. Nord	64°23.396	.430	.395	.359	.328	.310	.347	.381	.413	.340
Pos. Øst	10°30.612	.745	.832	.916	.831	.770	.683	.594	.519	.744
St. nr.	11	12	13	14	15	16	17	18		
Pos. Nord	64°23.344	.395	.411	.428	.430	.398	.314	.363		
Pos. Øst	10°30.853	.759	.687	.523	.584	.665	.842	.856		

Tabell 9: *Plassering, dybde ved hver prøvestasjon, og avstand fra anleggsrammen.*

Stasjoner	**C1**	**C2 – 400 m**	**C2 – 500 m**	**C3**	**C4**	**C5**	**C ref**
Plassering etter NS9410	Anleggssone	Ytterkant av overgangssone		Overgangssone			Referansestasjon
Parametere	Bio – Geo – Kjemi – EK – Cu	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK - CTD	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK	Bio – Geo – Kjemi – EK - Cu
Koordinater	64°23.457N 10°30.712 Ø	64°23.106 N 10°30.524 Ø	64°23.065 N 10°30.444 Ø	64°23.149 N 10°30.462 Ø	64°23.495 N 10°31.423 Ø	64°23.464 N 10°31.124 Ø	64°22.639 N 10°30.277 Ø
Dybde (m)	101	214	217	208	181	188	218
Avstand til anlegg (m)	30*	400	500	376	434	230	1240



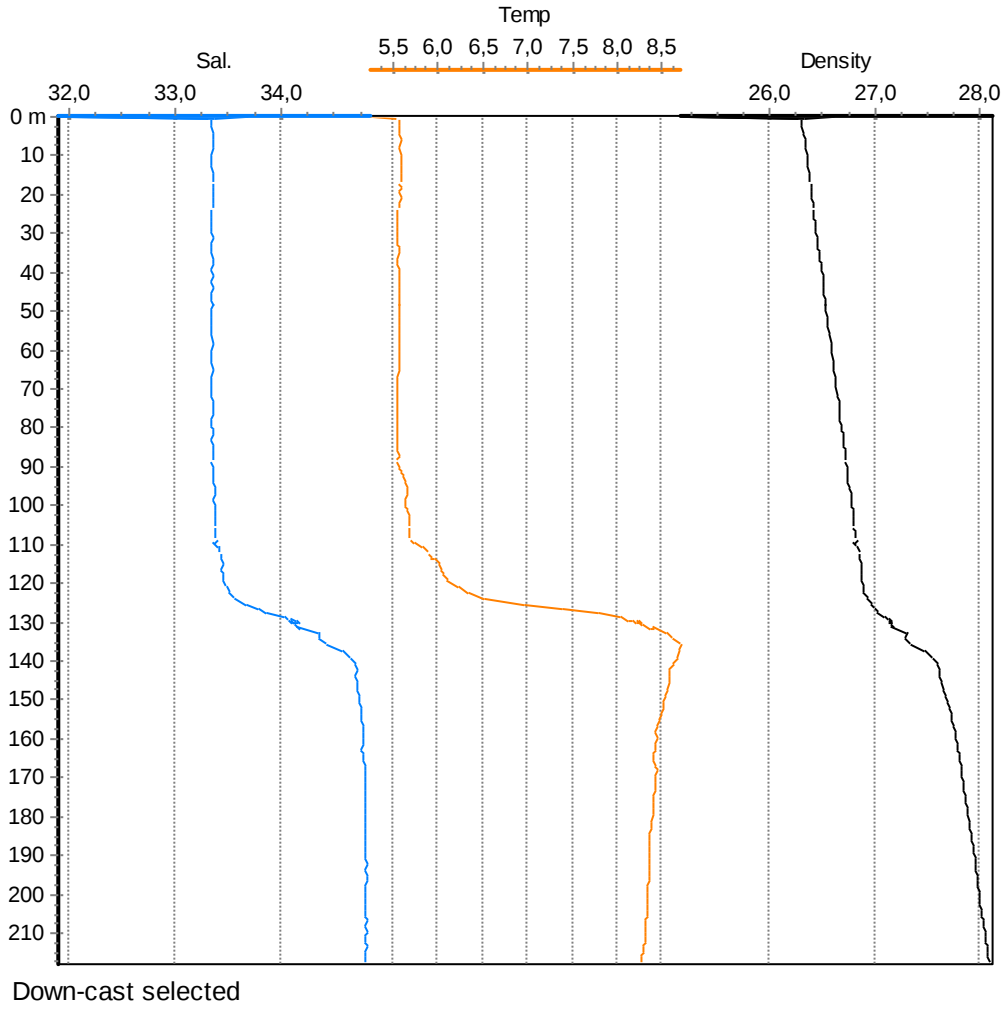
Figur 7: *Kartet viser anleggsplassering sammen med C-stasjoner og fortøyningsliner. Røde kryss markerer mislykkede prøvestasjoner. Lilla pil viser orientering av kart, strømrose viser relativ vannfluks (%) for hver 15° sektor på 60 meters dyp (spredningsdyp), og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene på 2014 (64°23 368N, 10°30 719Ø; Hagen, 2014b). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.*



Figur 8: *Kartet viser anleggsplassering sammen med C-stasjoner og fortøyningsliner. Røde kryss markerer mislykkede prøvestasjoner. Lilla pil viser orientering av kart, og gult kryss markerer posisjon for strømmålingene på 2014 (64°23 368N, 10°30 719Ø; Hagen, 2014). Målestokk vises øverst i bildet. Kilde: Olex. Kartdatum WGS84.*

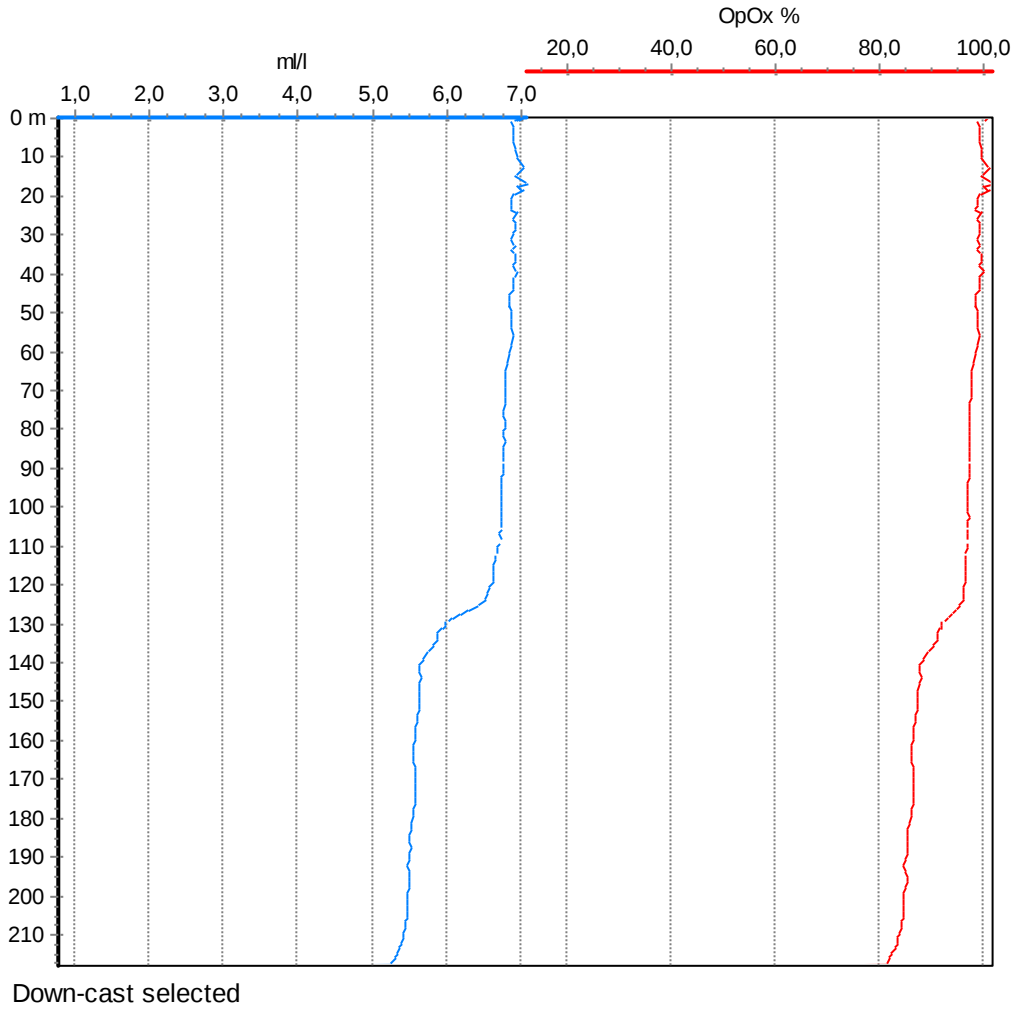
2.4.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) i dypområdet ved Nausttaren (C2; **Figur 7**). Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i **Figur 9** og **10**.



Figur 9: *Salinitet (blå), s jøtemperatur (°C; oransje) og tetthet (-1000 kg/m^3; sort) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 218 meters dyp ved stasjon C2 - 500m den 27.01.2021.*

Vannmassene i overflaten og ned til 120 meters dybde har en temperatur på ca. 5,6°C. Ved 120 meters dybde er det en termoklin der temperaturen øker raskt med økende dybde, fra 5,6°C til 8,7°C, for så å synke noe ned mot bunnen. Søylen for salinitet og tetthet følger samme trend som temperatur og viser en haloklin og pyknoklin ved 120 meters dybde.



Figur 10: *Oksygenkonsentrasjon (ml/l; blå) og oksygenmetning (%; rød) fra overflaten og ned til bunnen (down-cast) på 218 meters dyp ved stasjon C2 - 500m den 27.01.2021.*

Profilen for oksygenkonsentrasjon og oksygenmetning viser høye verdier i det øverste vannlaget, over 6,6 ml O_2/l (96%), ned til 120 meter dybde der verdiene synker raskt, for så å synke relativt jevnt og sakte ned mot bunnen. Bunnvannet holdt en oksygenkonsentrasjon på 5,25 ml O_2/l (81,2%), og tilsvarte derfor tilstandsklasse I - svært god iht. Veileder 02:2018 (**Tabell 3**).

3. Oppsummering

Anlegget ligger over en undersjøisk rygg og dybden på hver side av ryggen går bratt ned til 200 meter. Dybden under selve anlegget varierer fra 60-120 meter. Havbunnskartlegging viser en stor andel hardbunn direkte under anlegget.

Vannstrømmen har en sørvestlig hovedretning i alle måledyp, unntatt spredningsstrømmen som har hovedkomponent mot nordøst. Overflatestrømmen har også en liten returstrøm i nordøstlig retning. Vannstrømmen er noe ensrettet på 15 meters dyp (Neumanns parameter er 0,22). Det er registrert en del vannstrøm med lavere hastigheter enn 1 cm/sek i spredningsstrømmen og bunnstrømmen. Det er derimot registrert lite strømstille i overflatestrømmen og dimensjoneringsstrømmen. Undersøkelsene bruker rotormålere som kan bidra til økt registrering av strømstille når strømhastighet er lav.

Resultatene fra B-undersøkelse viser meget god tilstand i sedimentet under anlegget. Det var kun mulig å måle elektrokjemi ved tre stasjoner, men de utførte målingene og de sensoriske registreringene viste få tegn til påvirkning fra produksjonen. Total miljøtilstand for lokaliteten blir 1, med en indeksverdi på 0,07.

C-Undersøkelse viser gode elektrokjemiske målinger ved alle målte stasjoner. Anleggssonestasjonen viser noe mer påvirkning basert på faunaanalysen enn de øvrige stasjonene, og får miljøtilstand 3. Det er målt høye verdien av nTOC og tilstanden er III-V for alle stasjonene. Samlet økologisk tilstand i overgangssonen blir II – god.

Økologisk tilstandsklassifisering av stasjonen i ytterkanten av overgangssonen ga tilstand I – svært god, i overgangssonen ble tilstanden også II –god.

Bunnvannet holdt en oksygenkonsentrasjon på 5,25 ml O_2/l (81,2%), og tilsvarte derfor tilstandsklasse I - svært god iht.

3.1 Bæreevne

Anlegget ligger over et undersjøisk rygg og hardbunnskart viser hardbunn direkte under anlegget. Strømmålingen for overflate og dimensjoneringsstrøm viser lav forekomst av strømstille mens spredningsstrømmen og bunnstrømmen har en høyere andel strømstille. B-undersøkelse viser lite påvirkning og det samme gjør det fleste stasjonene i C-undersøkelsen. Stasjon C1 fikk miljøtilstand 3 som kan tyde på en form for oppsamling av organisk materiale. Også stasjon C5, som basert på strømretning og batymetri kan være et lokalt oppsamlingssted, viste noen lavere faunaindeksverdier enn de øvrige stasjonene. Disse forskjellene mellom resultatene for stasjon C1 og B-undersøkelsen øker usikkerheten på hvor lokalitetens bæreevne ligger. Ved en økning i MTB anbefales det å overvåke potensielle oppsamlingssteder tett for å være sikkert at dette ikke påvirker enkelte steder i området negativt. Ytterkant av overgangssone viste tilstand meget god, overgangssone lå i tilstand god og B-undersøkelsen viste også tilstand meget god. Basert på disse resultatene er dagens produksjon innenfor lokalitetens bæreevne, og ved rutinemessig oppfølgende undersøkelser vil man få mer presise svar på bæreevnen ved en eventuell økt tillatt biomasse

4. Referanser

Brokke, K. (2017) C-undersøkelse ved Nausttaren, Osen kommune, oktober 2016. Rapportnummer 190-10-16C levert av Aqua Kompetanse AS.

Hervik, A. (2020) B-undersøkelse ved Nausttaren i Osen kommune, november 2020. Rapportnummer 415-11-20B levert av Aqua Kompetanse AS.

Hagen, L. (2014a) Rapport. Bunntopografi. Opplodding – Multistråleekkolodd. Lokalitet: ”Nausttaren” i Osen kommune. Rapportnummer 26-3-14M levert av Aqua Kompetanse AS.

Hagen, L. (2014b) Lokalitet: Nausttaren, Osen, Strømmålinger, Spredningsog bunnstrøm. Rapportnummer 28-3-14S levert av Aqua Kompetanse 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 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.

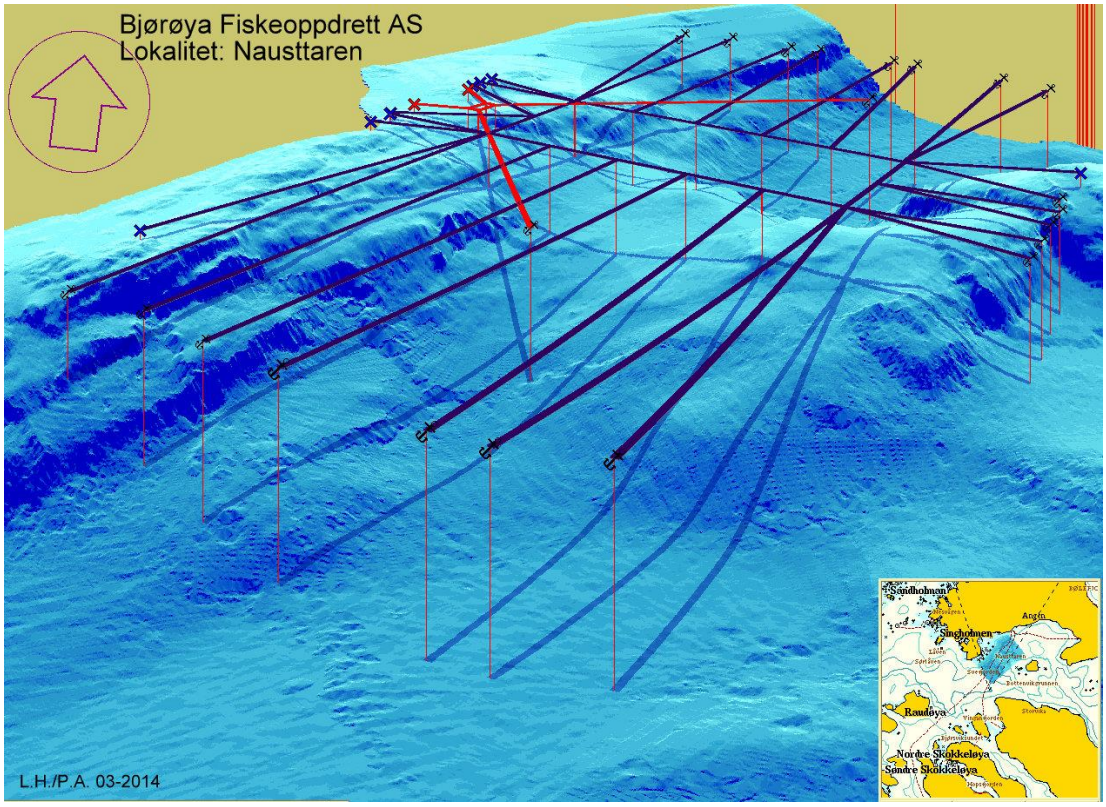
Norsk Standard EN ISO 16665 (2013) Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge. NS-EN ISO 16665: 2013.

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

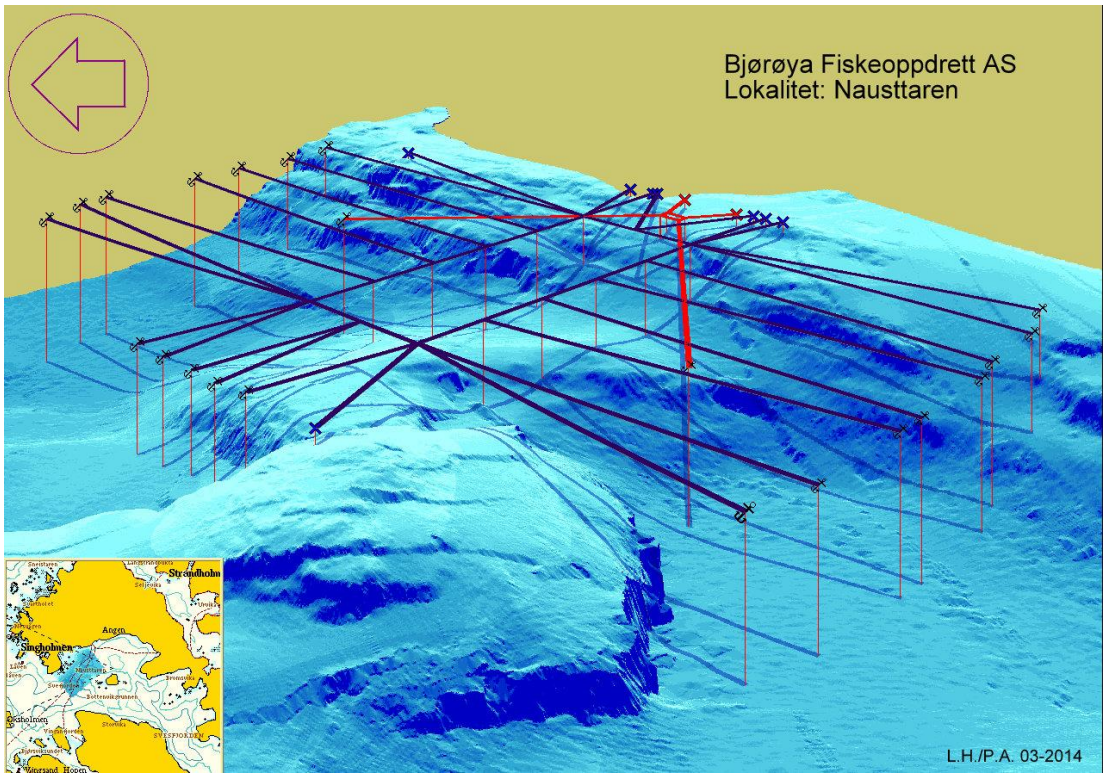
Strøm, V. (2014) Lokalitet: Matfisklokalitet, Osen, Strømmålinger. Overflate- og dimensjoneringsstrøm. Rapportnummer 28-3-14S levert av Aqua Kompetanse AS.

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

Vedlegg A – Havbunnskartlegging

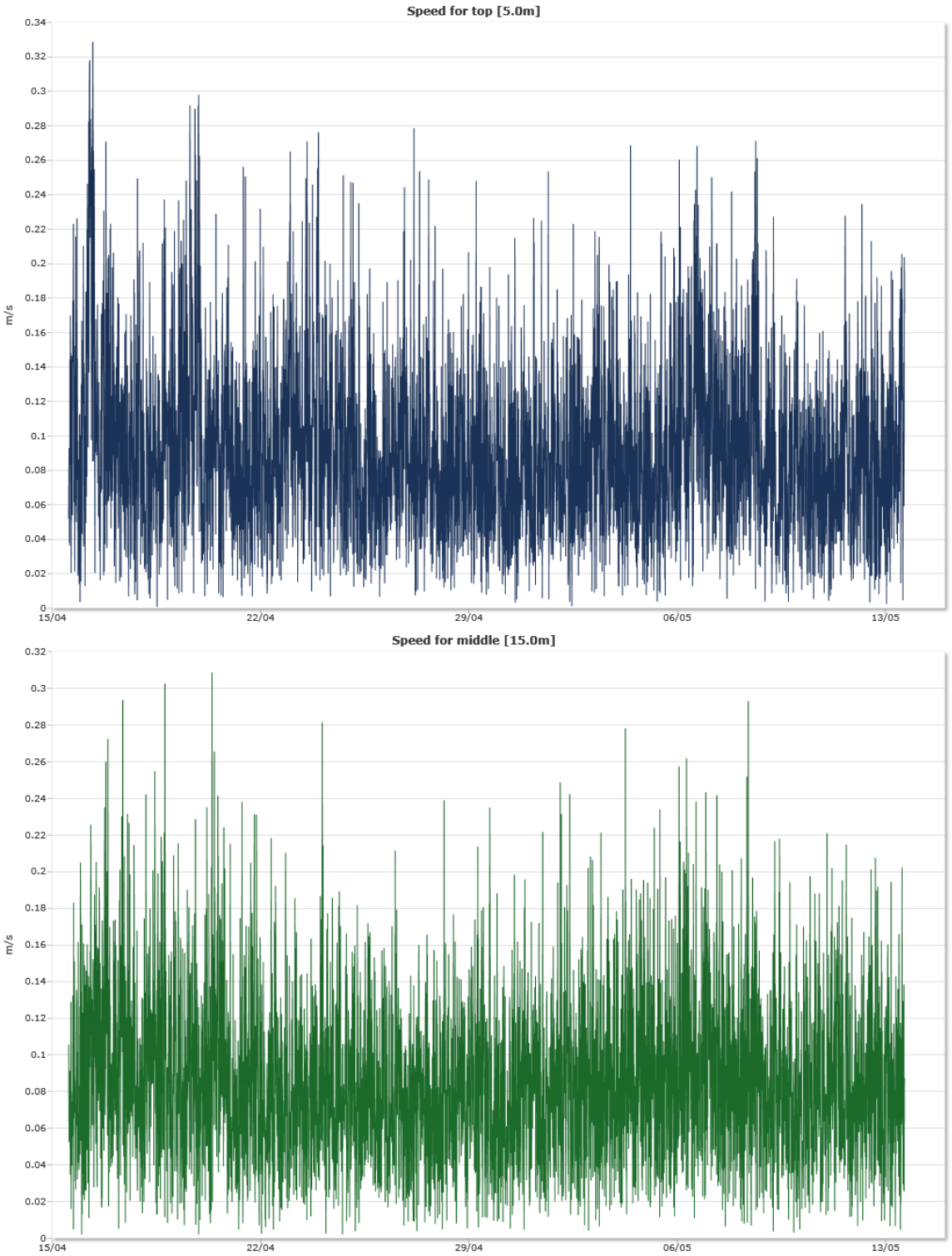


Figur A-1: *Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Nausttaren sett fra sør med planlagt anleggsramme inntegnet.*

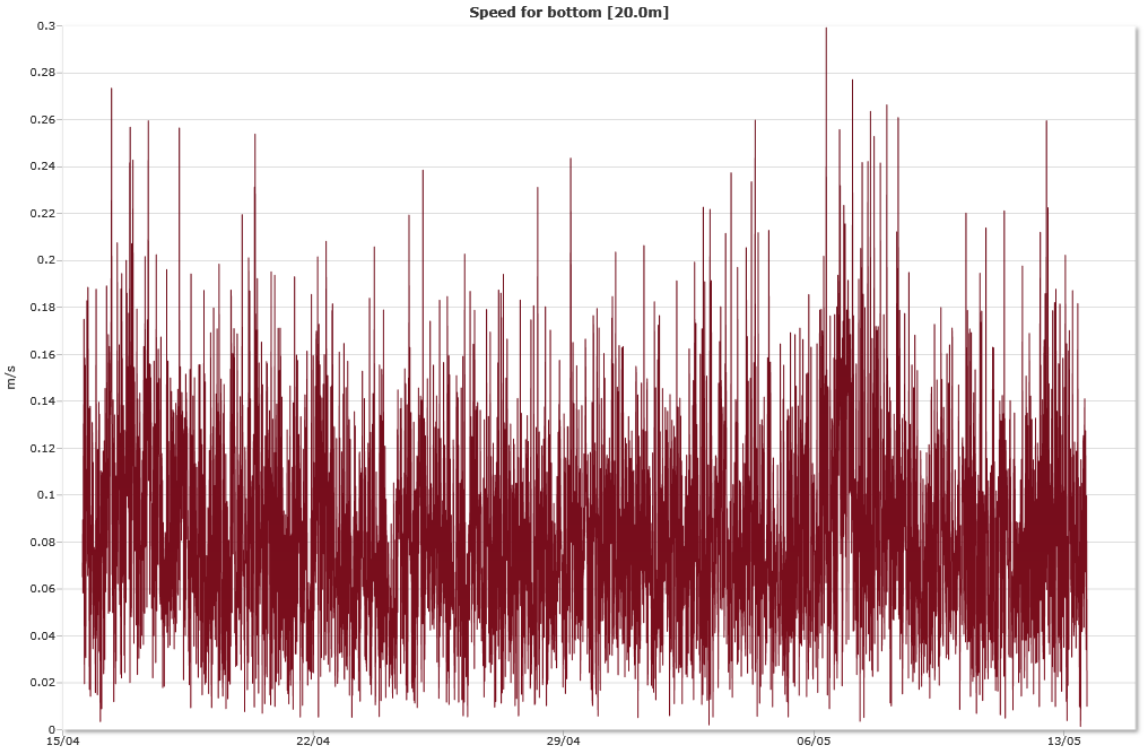


Figur A-2: *Tredimensjonalt perspektivisk bunnkart fra Nausttaren sett fra øst med planlagt anleggsramme inntegnet.*

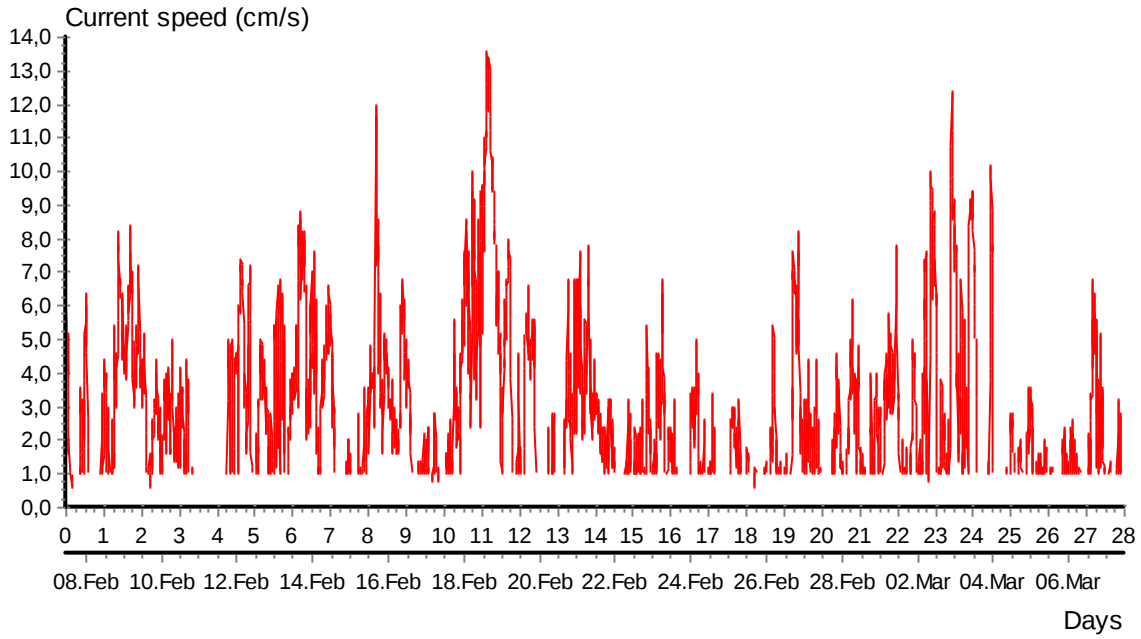
5. Vedlegg B – Vannstrømmålinge

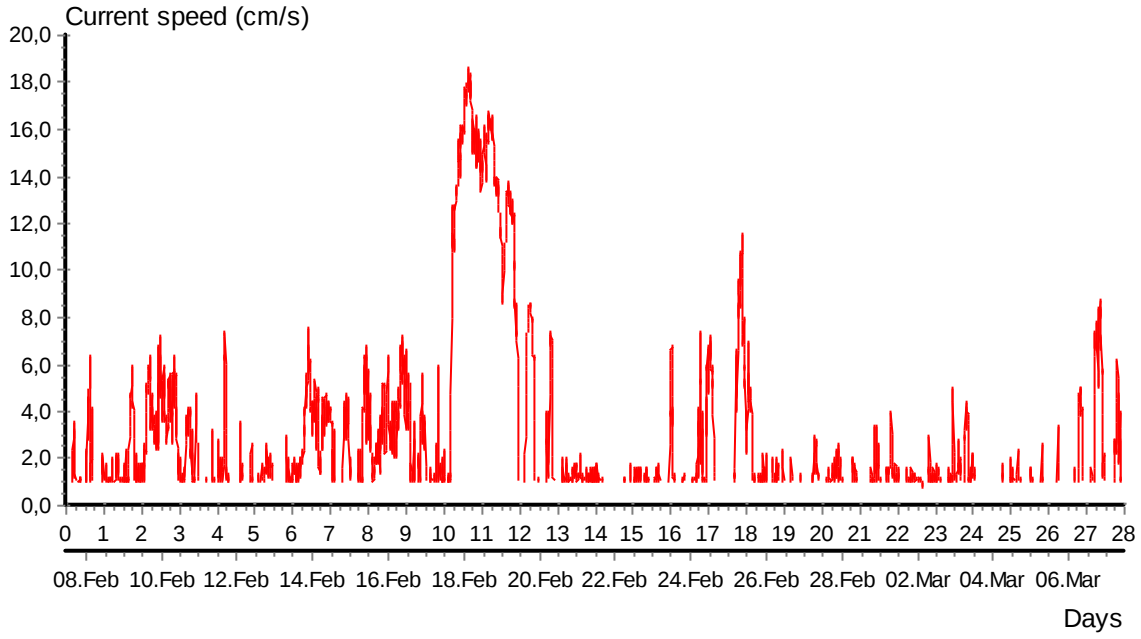


Figur B-1: *Vannstrømhastighet (m/s) på 5 og 15 meters dyp ved Nausttaren i perioden 15.04-13.05.2014.*

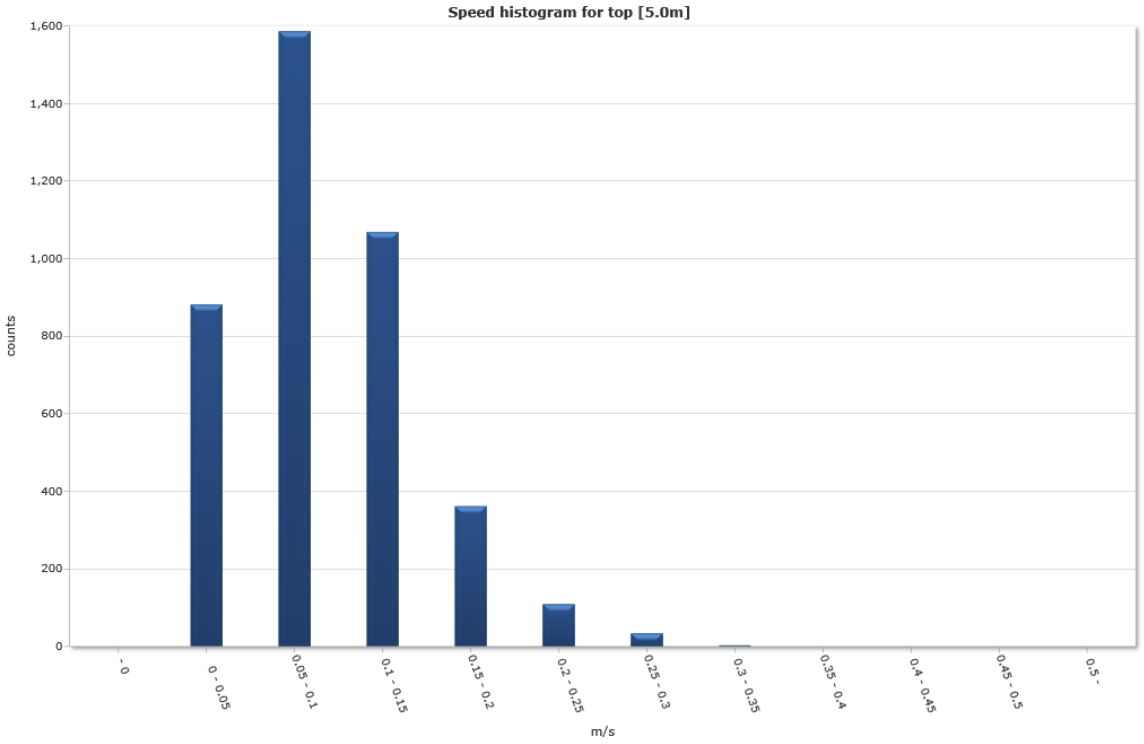


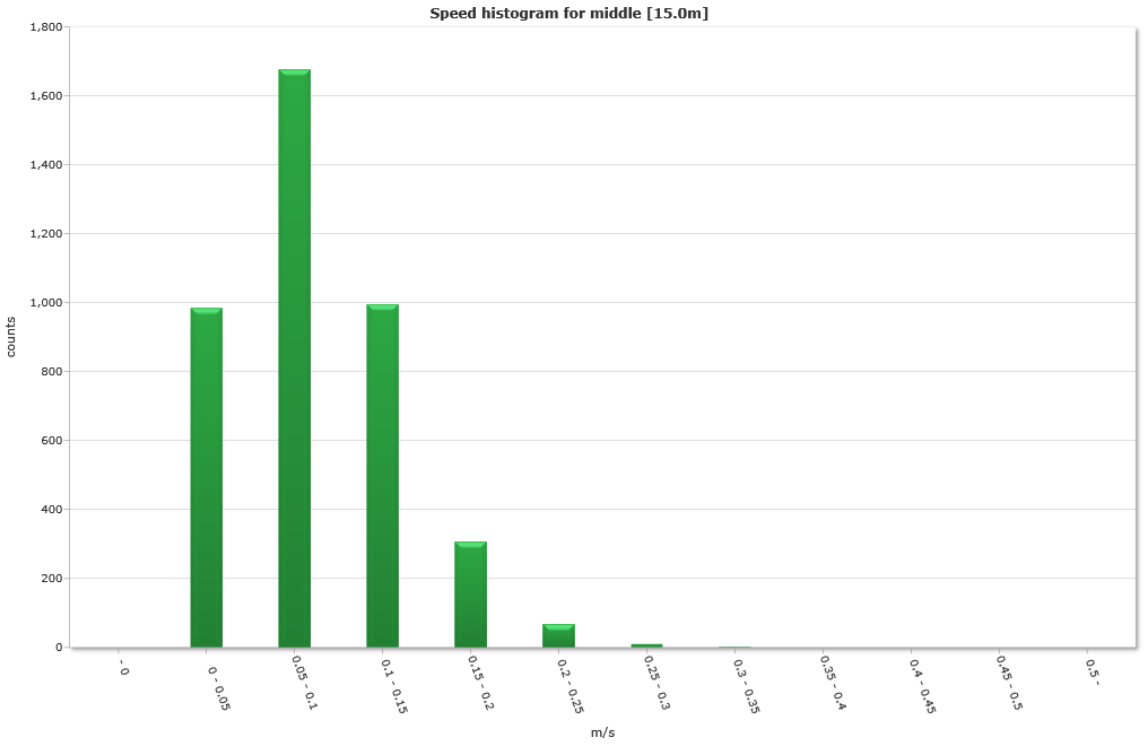
Figur B-2: *Vannstrømhastighet (m/s) på 20 meters dyp ved Nausttaren i perioden 15.04-13.05.2014.*



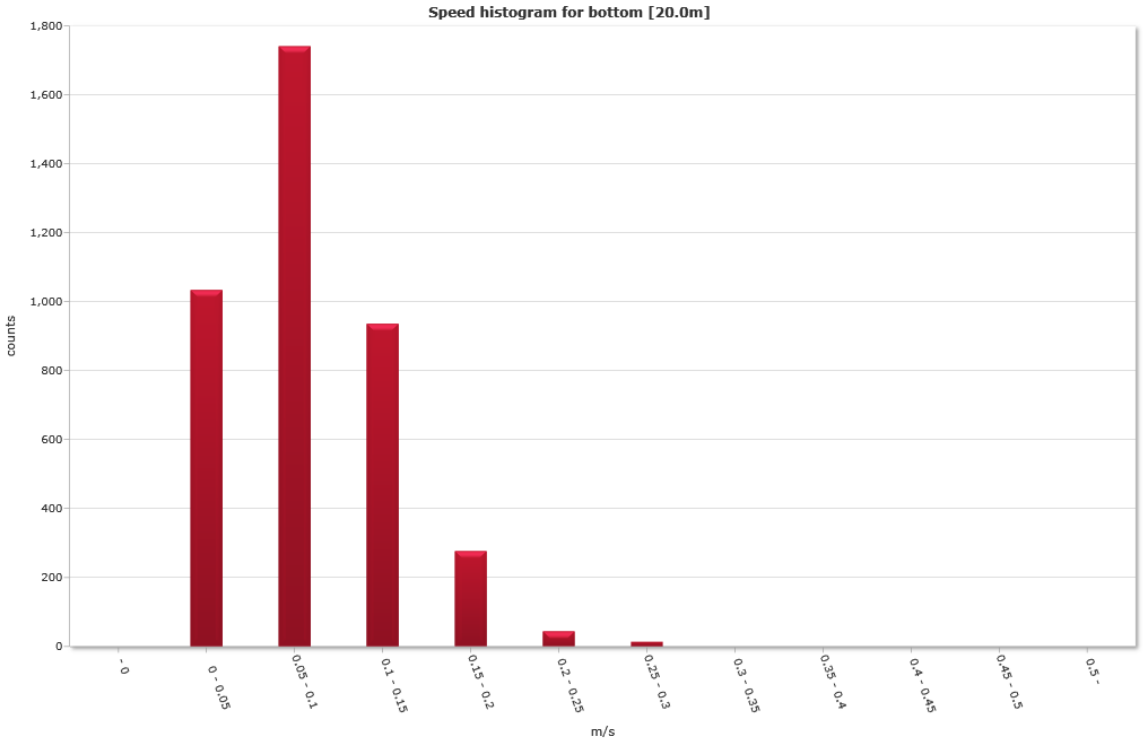


Figur B-3: *Vannstrømhastighet (cm/s) på 60 og 102 meters dyp ved Nausttaren i perioden 07.02-07.03.2014.*

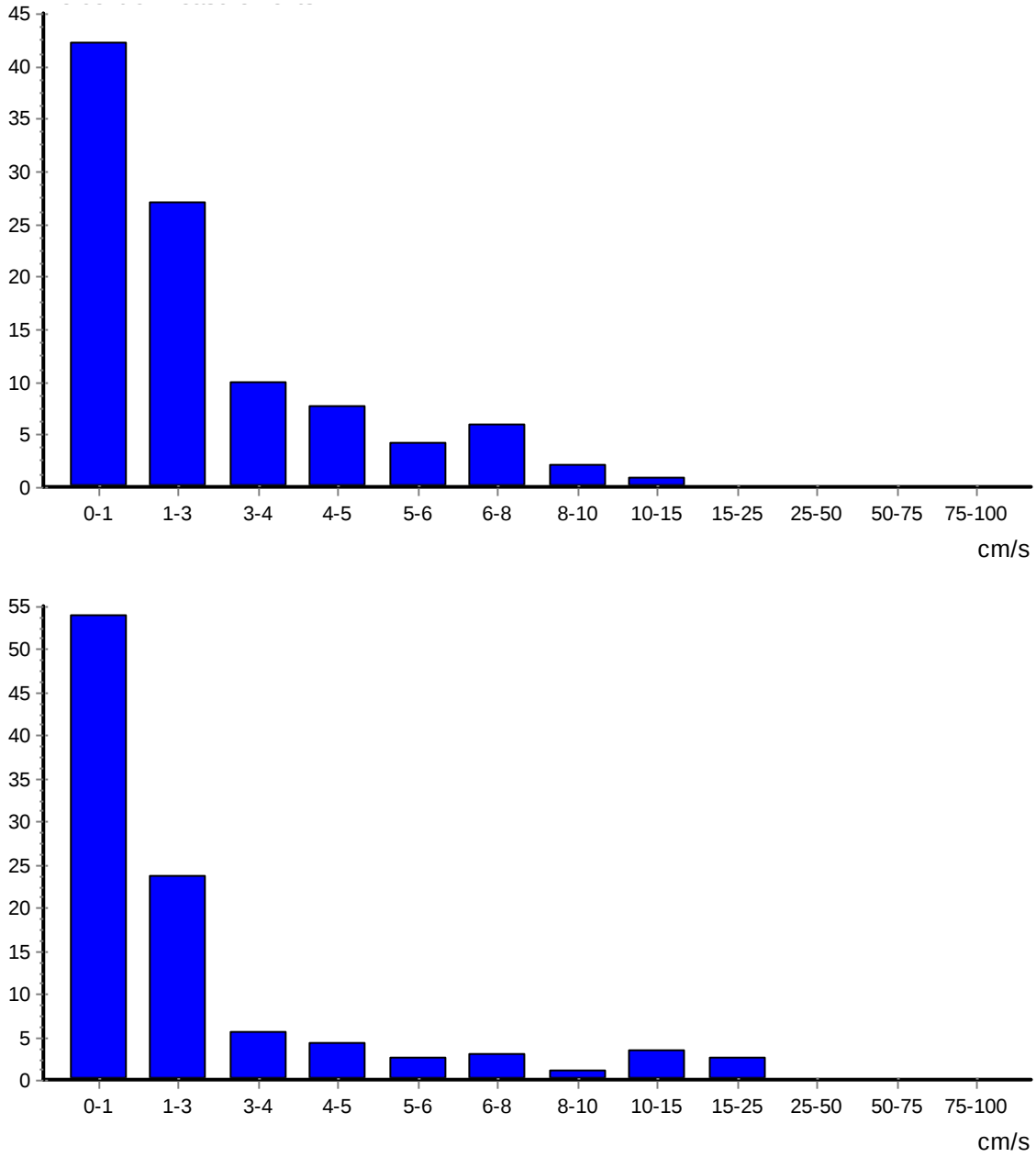




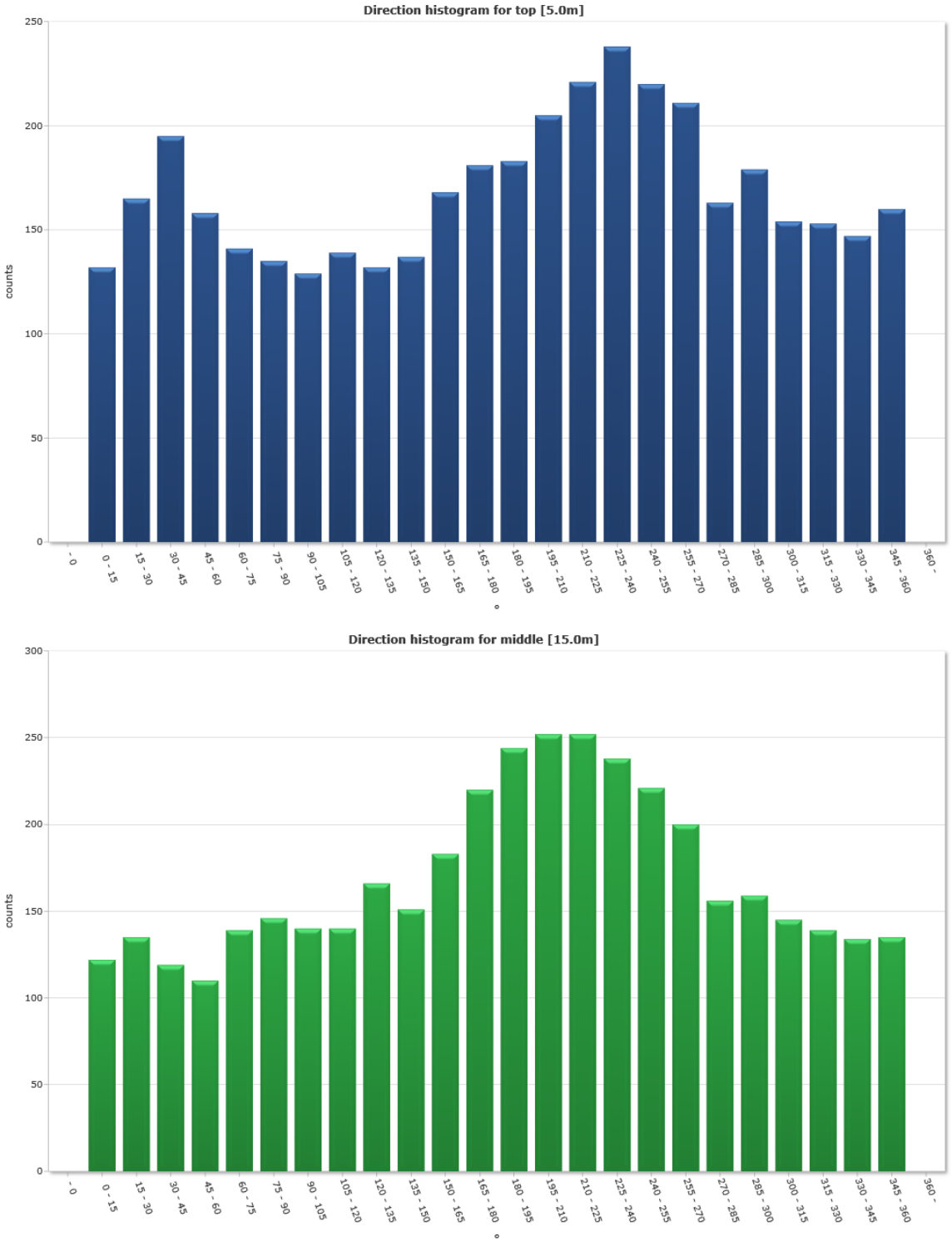
Figur B-4: *Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 5 og 15 meters dyp ved Nausttaren i perioden 15.04-13.05.2014.*



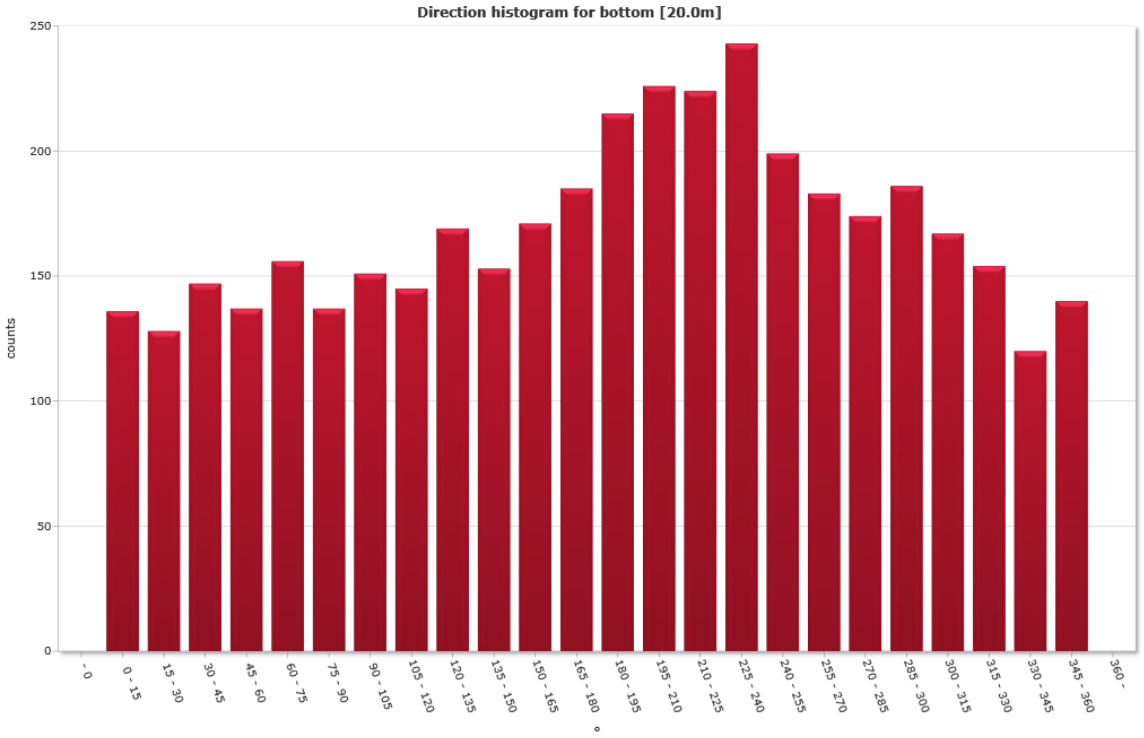
Figur B-5: *Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 20 meter dyp ved Nausttaren i perioden 15.04-13.05.2014.*



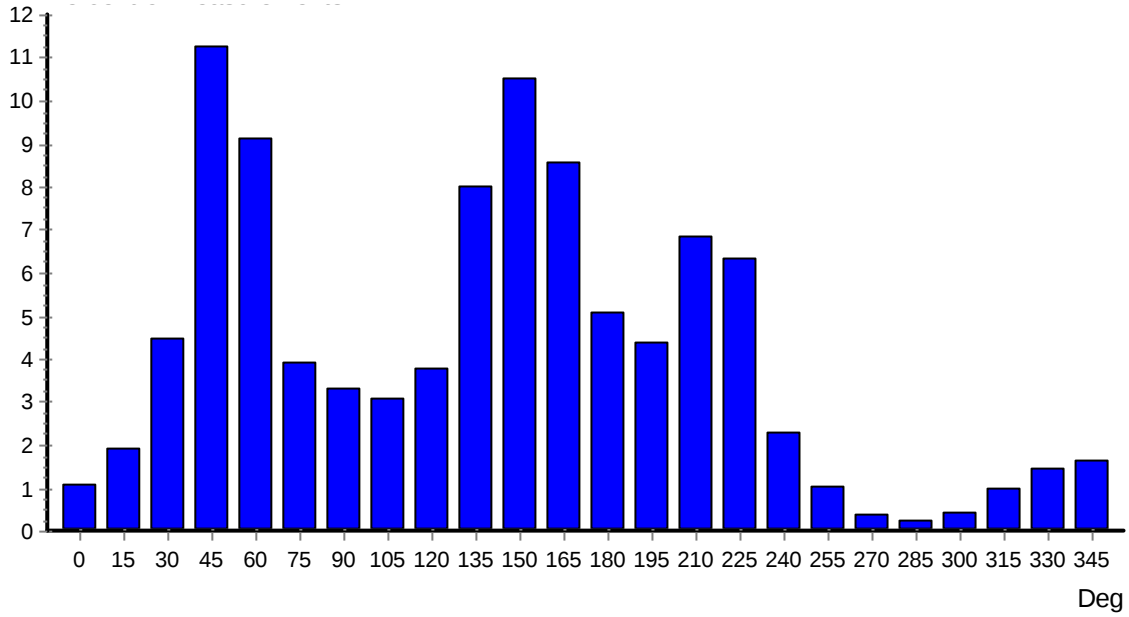
Figur B-6: *Frekvensfordeling av vannstrømhastighet på 60 og 102 meters dyp ved Nausttaren i perioden 07.02-07.03.2014.*

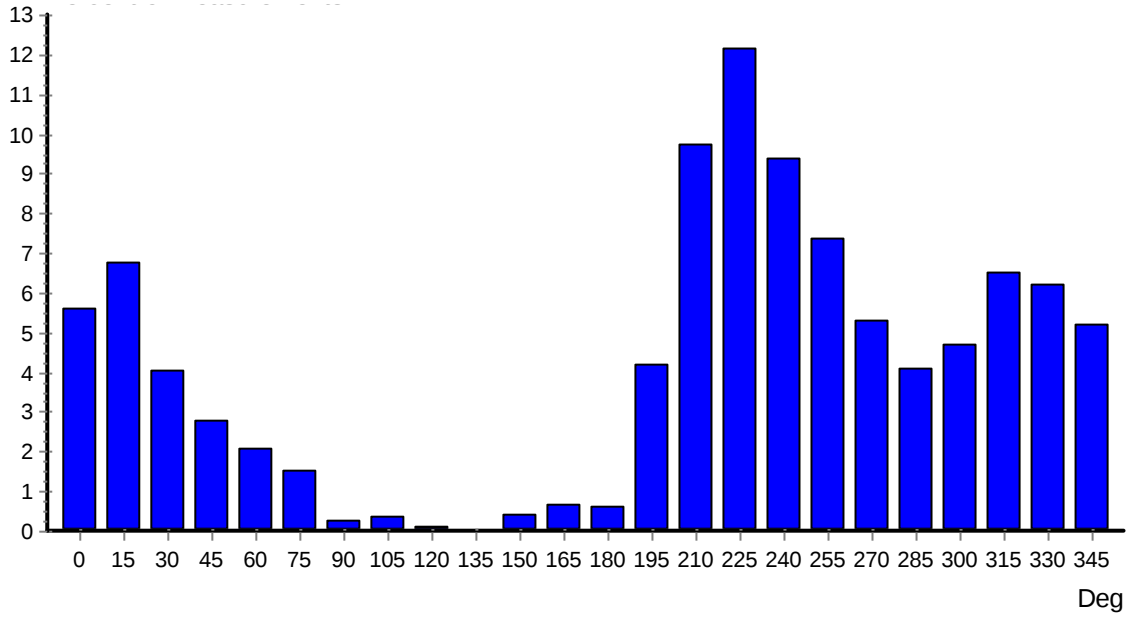


Figur B-7: *Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 5 og 15 meters dyp ved Nausttaren i perioden 15.04-13.05.2014. Oppgitt som retningen vannstrømmen beveger seg mot.*



Figur B-8: *Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 20 meter dyp ved Nausttaren i perioden 15.04-13.05.2014. Oppgitt som retningen vannstrømmen beveger seg mot.*





Figur B-9: *Frekvensfordeling av vannstrømretning for hver 15° sektor på 60 og 102 meters dyp ved Nausttaren i perioden 07.02-07.03.2014. Oppgitt som retningen vannstrømmen beveger seg mot.*

Vedlegg C- B1 og B2 skjema

AQUA KOMPETANSE AS																Prøveskjema B.1				
Rapportnummer: 415-11-20B													Feltdato: 25/26.11.2020							
Lokalitet: Nausttaren					Lokalitetsnummer: 34477										Kunde: Bjørøya AS					
Gr.	**Parameter**	**Poeng**	**Prøvenummer**																	**Indeks**
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	
Bunntype: B (bløt) eller H (hard)			H	B	B	B	H	B	B	H	B	B	H	H	B	H	B	H	H	H	
I	Dyr	Ja = 0, Nei = 1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	
II	pH	Målt verdi	-	8,26	-	7,99	-	7,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Eh (mV)	Målt verdi	-	113	-	74	-	-248	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		"+ ref. verdi		334		295		-27													
	pH/Eh	Poeng	0	0		0	0	1		0			0	0		0		0	0	0	0,08
	Tilstand prøve		1	1		1	1	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	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/grå = 0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	0	
		Noe= 2																			
		Sterk = 4																			
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0		0	0	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	0	0	0	0	0	0	
		¼ - ¾ = 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	0	0	0	0	0	0	0	
		2 - 8 cm = 1																			
		> 8 cm = 2																			
	SUM		0	1	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Korrigert sum (x 0,22)		0,00	0,22	0,00	0,22	0,00	0,66	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Tilstand gruppe III		1																		
	Middelverdi gruppe II & III		0,00	0,11	0,00	0,11	0,00	0,83	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
	Tilstand prøve		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Lokalitetstilstand		1																		

pH/Eh Korrigert sum Indeks Middelverdi	Tilstand
< 1,1	1
1,1 - < 2,1	2
2,1 - < 3,1	3
≥ 3,1	4

Buffertemperatur: 7,1°C	pH sjø: 8,25
Sjøtemperatur: 7,5°C	E_{obs} sjø: 155
Sedimenttemperatur: 7,5°C	Ref. elektrode: 221

Figur 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.2									
Rapportnummer: 415-11-20B								Feltdato: 25/26.11.2020											
Lokalitet: Naisttaren					Lokalitetsnummer: 34477							Kunde: Bjørøya AS							
		Prøvenummer																	
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Dyp (m):		112	93	92	100	75	87	107	115	79	92	73	93	106	74	95	110	72	84
Antall forsøk med prøvetaker:		2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
Bobling ved prøvetaking:																			
Sedimenttype	Leire																		
	Silt		1				2												
	Sand			2	2	1		1	1	1	1	1		1					1
	Grus		4	1	1		1	3		1	2			1		1			
	Skjellsand															3			
Steinbunn		5		2	2		2	1		3	2		2	2	4	1	5	1	
Fjellbunn						4			4			4	3	1	1			4	4
Fauna	Pigghuder																		
	Krepsdyr																		
	Skjell																		
	Børstemark		<10	<10	Fl.art	2	>20	Fl.art		>5	<10	7		Fl.art					
	Andre dyr																		
Beggiatoa																			
Fôr																			
Fekalier																			Ja
Kommentarer		*Stein i grabb første forsøk*	*Stein i grabb*			*Strøsand i grabb*	*Organisk materiale*	*Mangemalacoceros, for grovt sediment for pH Eh*	*Strisand*						*Stein i grabb første forsøk*	*For grovt sediment for pH og Eh*			

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