

Forundersøkelse

for

Labukta V

NS9410:2016





Oppdragsgiver

Seløy Sjøfarm AS

 **ÅKERBLÅ NORD**

Forundersøkelse for Labukta V

Rapportnummer	F-M-18026		
Rapportdato	10.07.2018		
	Type	Dato	Leverandør
Grunnlag	B-undersøkelse	19.10.17	Åkerblå Nord AS
	C-undersøkelse	19.10.17	Åkerblå Nord AS
	Strømmålinger:	16.11.16 - 16.12.17	Åkerblå Nord AS/Åkerblå AS
	CTDO-undersøkelse:	19.10.17	Åkerblå Nord AS
	Bunnkartlegging:	Sept.2014	Midtnorsk Kystservice AS
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>		
1	Kobberimpregnering ble brukt.		
Lokalitet			
Lokalitet	Labukta V		
	Herøy kommune, Nordland fylke		
Lokalitetsnummer	10989		
Oppdragsgiver			
Selskap	Seløy Sjøfarm AS		
Kontaktperson	Vegard Dalen		
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå Nord AS Torolv Kveldulvsosn gat 29 Organisasjonsnummer 817 458 572 8800 Sandnessjøen		
Forfatter (-e)	Eline Røislien tlf: +47 915 84 142 Epost: eline@akerbla.no 		
Godkjent av	Torbjørn Gylt Tlf: +47 959 31 880 Epost: torbjorn@akerbla.no 		
Distribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå Nord AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.		

Forsidefoto: Dagfinn B. Skomsø

Forord

Denne rapporten er en forundersøkelse utført etter NS9410:2016, «Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert oppdrett» (Fiskeridirektoratet, 2016) og Bjørgo og Stuevold (2016).

Åkerblå Nord AS jobber som kontrahert personell under Åkerblå AS, akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter ISO 16665 (2013), SFT-Veileder 97:03 og NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (2015). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstillter kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Sandnessjøen 10.07.2018

Sammendrag

Åkerblå Nord AS har på oppdrag fra Seløy Sjøfarm AS utført forundersøkelser på lokalitet 10989 Labukta V. Undersøkelsene er utført i forbindelse med søknad om endring av lokaliteten hvor gjeldende biomasse på 1560 tonn ønskes utvidet til 3620 tonn. Forundersøkelsen presenterer kortfattet resultater fra batymetrisk kartlegging, strømmålinger, hydrografiske data, samt B- og C-undersøkelser fra det omsøkte anleggsområdet og overgangssonens utstrekning. Forundersøkelsen vil gi et bilde av anleggets influensområde og vil fungere som en referanse for fremtidige undersøkelser.

Trendovervåkning i anleggssonen (B-undersøkelse) og i overgangssonen (C-undersøkelse) gav god oversikt over de naturlige forekomstene av sediment, fauna og kjemiske parametere.

B-undersøkelsen utført 19.10.2017 viste få tegn til organisk belastning med unntak av litt lukt ved enkelte stasjoner. Det ble ikke observert slam og ingen stasjoner produserte gass. Gravende bunndyr ble funnet ved 10 av 14 stasjoner. Samlet fikk lokaliteten lokalitetstilstand 1, «Meget god». Lokaliteten fikk også beste tilstand ved forrige B-undersøkelse 12.01.2017.

Det ble opprettet 5 stasjoner samt en referansestasjon i en C-undersøkelse som vil inngå i overvåkingen av bunnforholdene i etablert overgangssone. Samlet viste resipientundersøkelsen at området rundt oppdrettsanlegget bar lite preg av organisk belastning, med jevnt over gode indeksverdier. Området anlegget ligger i er delvis begrenset, med en terskel i hver ende av sundet. Organiske partikler vil teoretisk kunne samle seg innenfor disse. Svært høyt innhold av karbon og forhøyede verdier av nitrogen og kobber indikerer nettopp dette. Anlegget benyttet kobber i nøtene (pers. med Dalen, Vegard), men det er usikkert om de forhøyede verdiene utelukkende skyldes impregnering eller om det finnes andre lokale kilder. Dypområder som dette kan fungere som oppsamlingspunkt for avrenning, eksempelvis fra land. Det ble registrert en betydelig vannutskiftning i begge retninger, som vil kunne spre organiske partikler utover et større område. God vannutskiftning er trolig årsaken til at verdiene for surhetsgrad (pH) og reduksjonspotensiale (Eh) ble klassifisert med tilstand 1 «meget god» ved alle stasjonene, og det ble registrert svært gode verdier for oksygen ved bunnen. Samlet viser resultatene for bunnfauna et samfunn som ser ut til å være tilpasset områdets forhold og alle stasjoner (inkludert anleggssonen) ble etter Veileder 02:2013 (2015) vurdert til tilstandsklasse II «god».

Strømmålingene ble utført i perioden november – desember 2017. Strømmålinger på lokaliteten viste et strømbilde dominert av tidevannet, henholdsvis sørvest-nordøst. Det var betydelig vannutskiftning i begge retninger, men med en overvekt av målinger mot nordøst. Det var få perioder med strømstans på alle dyp, med mindre enn 10% nullmålinger (<1cm/s) registrert.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10 cm/s på 5m, 15m og spredningsdyp, men få tilfeller på bunn dyp. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Da eksisterende produksjon på lokalitetes tilsynelatende etterlater få spor på bunnen, forventes det at det marine systemet i influensområdet vil tåle belastningen som følger av planlagt utvidelse av anleggsramme og biomasse på lokaliteten.

Innhold

1. Innledning	6
2. Materiale og metode	7
2.1 Lokalitet	7
2.2 Bunntopografi	8
2.3 Strøm	9
2.4 B-undersøkelse	9
2.5 C-undersøkelse	9
2.6 Hydrografi	10
3. Resultater	11
3.1 Bunnkartlegging	11
3.2 Strømmålinger	12
3.3 B-undersøkelse	15
3.4 C-undersøkelse	17
3.5 Hydrografi	20
4. Diskusjon	22
Litteratur	23
Vedlegg	24
Vedlegg 1 Bilder sediment B-undersøkelse	24
Vedlegg 2 Feltlogg C-undersøkelse og referansestasjon	28
Vedlegg 3 Bilder C-undersøkelse	29
Vedlegg 4 Bestemmelse av tilstandsklasse etter oksygentilgjengelighet bunnvann	31

1. Innledning

Forundersøkelsen gjør en analyse av anleggs- og overgangssonen og gjennomføres før akvakulturanlegget utplasseres. Forundersøkelsen utføres også før vesentlige utvidelser og vil være en referanse for fremtidige undersøkelser (NS9410:2016).

Krav og veiledning til forundersøkelsen gis i «Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg» (Fiskeridirektoratet, 2016). Til en forundersøkelse skal det blant annet foreligge strømmålinger, kartlegging av bunnforhold, bunnprøver for sedimentanalyser og bunndyrsundersøkelser. Forundersøkelsen kan brukes til å plassere akvakulturanlegget ut fra hensyn til spredning og akkumulering av organisk materiale. Informasjon om retning og styrke av strømforhold er derfor nødvendig for å vurdere plassering av anlegget. Gode og detaljerte kart, bunnfauna (biodiversitet), kjemiske og geologiske analyser gir også indikasjoner på strømforholdene i området, men også om det finnes naturlige akkumuleringer av organisk materiale eller om det oppdages spesielle forhold en bør ta hensyn til ved plassering av oppdrettsanlegg og prøvetaking for fremtidige undersøkelser (NS9410:2016).

En forundersøkelse inkluderer en referansestasjon som ikke skal inngå i regulær overvåkning. Referansestasjonen plasseres et godt stykke fra anleggsområdet (minst 1 km) og i et område med tilsvarende bunntype og forhold som det området som dekkes av forundersøkelsen. Referansestasjonen kan dermed brukes senere dersom det skal undersøkes om anlegget kan påvirke utenfor overgangssonen (NS9410:2016).

Til alle forundersøkelsesrapporter tas det utgangspunkt i følgende uttalelse: «*Når det gjelder C-undersøkelsen må det dokumenteres at undersøkelsen er gjennomført, men vi kan, inntil videre, godta at selve rapporten ikke er ferdigstilt på søknadstidspunktet. Bunndyrsundersøkelsen på minst tre stasjoner må imidlertid være gjennomført, da disse er en del av forundersøkelsen. Det kan ikke forventes at det blir gitt tillatelse før C-undersøkelsen foreligger i rapportform*» (Bjørgo og Stuevold 2016).

Gjeldende rapport sammenfatter informasjon innehentet fra strømmålinger, aktuelle miljøundersøkelser og bunnkartlegging av området hvor lokalitet Labukta V planlegges utvidet. Forundersøkelsen behandlet en MTB på 3620 tonn, hvor produksjonen forventes å skje over 10 bur; anleggsrammen orientert sørvest-nordøst.

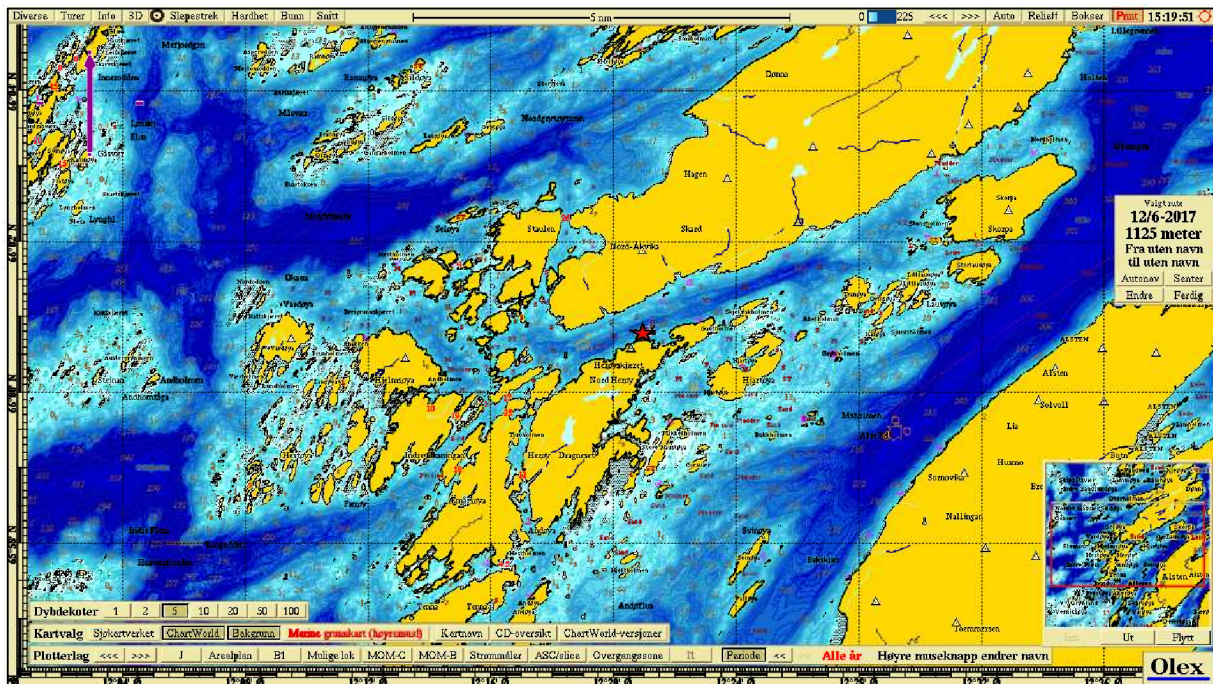
2. Materiale og metode

2.1 Lokalitet

Lokaliteten Labukta V ligger i Dønnessundet i Herøy kommune i Nordland fylke, og har 10 bur der merdene har en diameter på 120 meter (Figur 2.1.1 og 2.1.2). I sundet er anlegget godt skjermet for vind og bølger fra sør og nord. Anlegget ligger over en dybdegradient der grunneste område er i sørvestre del av rammen. Mot nord øker dypet og dypeste del ligger på 145 meter i nordre del av rammen. Nordøst og sørvest for anlegget strekker sundet seg videre. Her kan vind og bølger bygge seg opp. Dette gjelder særlig fra nordøst. Sundet har en terskel på rundt 40 meter mot øst og en terskel på rundt 20 meter mot vest.



Figur 2.1.1. Geografisk plassering av lokaliteten og nærliggende anlegg. Anlegget er merket med et rødt flagg. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (Fiskeridirektoratet 2017).



Figur 2.1.2. Topografisk kart (nordlig orientering) med avmerking ★ av lokalitet Labukta V.

2.2 Bunntopografi

Bunntopografi ble kartlagt med multistråle-ekkolodd tilkoblet Olex og ble gjennomført av Midt Norsk Kystservice AS. Datasystemet Olex plotter dybde fra ekkoloddet inn i sjøkartet ved hjelp av posisjonssystemet. Oppløsningen på bunnen er innstilt på et rutenett på 23 x 23 cm. Mellom hvert loddskudd vil dataprogrammet beregne sannsynlig dybde. Utstyret for bunntopografi kartlegging er levert av Argon AS, Skippergata 11, Pb 5096, 7447 Trondheim. Utstyret oppgitt i Tabell 2.1 er montert i Midt-Norsk Kystservice AS sin arbeidsbåt «Amron».

Tabell 2.2.1. Spesifikasjoner utstyr.

Merke	Type	Hensikt	Oppløsning/nøyaktighet
Olex	M1 Versjon Olex 5.19	Logge/tegne bunndata målt med multistråle i kart.	Fra 6x6cm
Wassp	Multibeam 80 kHz	Måle bunnhardhet og dybde ned til havbunnen tverrskips i en 120 graders åpningvinkel	112 målepunkt i 120 graders vinkel => 1,07 grad mellom hvert loddskudd
Fugro	Seastar	Finne båtens posisjon og tidevann/heave	10 cm horisontalt 15 cm vertikalt

Ettersom det er en annen leverandør enn Åkerblå Nord for disse tjenestene er den eksakte gjennomføringen av undersøkelsen ukjent, men på generelt grunnlag er gjennomføringen følgende:

Utstyret (Tabell 2.1.1) kobles sammen og startes opp når man har kommet fram til angitt posisjon. Utstyret starter da måling og lagring av data. Hastigheten på båten holdes til enhver tid lavere enn 7 knop. Data fra oppmålingen tas det sikkerhetskopi av. Olex dataene sendes som .gz fil i lag med denne rapport til oppdragsgiver.

Relativ bunnhardhet gir et uttrykk for havbunnens evne til å reflektere signaler. Bløtt sediment gir svakere refleksjon og vises med blå farge. Det samme gjelder bratte områder. Hardere, flatere områder som reflekterer signaler effektivt vises med fargeskala fra rødt til mykere substrat som illustreres med blå-lilla farger. Relativ hardhet gir kun et bilde av havbunnens «synlige» overflate og når ikke lenger ned i sedimentet (Olex AS, pers medd). Resultatene fra bunnkartlegging kan derfor kun brukes veiledende ved f. eks. valg av hva slags anker som skal brukes.

2.3 Strøm

Resultater av strømmålinger utført av Åkerblå Nord AS presentert i gjeldende dokument er basert på publiserte data fra rapporten SR-M-00517-LabuktaV0117-ver01 (2017). Strømmålingene ble utført mellom 16.11.17-16.12.17, hvor en strømrigg ble utplassert på posisjon 66°00.795' N, 12°21.034' Ø for strømmålinger ved 5-, 15-, 70- (spredningsstrøm) og 100 (bunnstrøm) meters dyp. Målingene var av typen Nortek punktmåler (5- og 15 meter) og Nortek profiler (70- og 100 meter).

2.4 B-undersøkelse

Resultatene som omhandler B-undersøkelsen presenteres i gjeldende dokument etter rapport B-M-17164-B-undersøkelse for «Labukta V» (2017); se denne for utfyllende informasjon. B-undersøkelsen er en enkel trendovervåking av bunnforholdene under et oppdrettsanlegg. Ved at undersøkelsen gjentas, med en frekvens bestemt av hvor belastet miljøet er, kan man følge utviklingen av miljøbelastningen fortløpende. Undersøkelsen omfatter en serie grabbprøver som vurderes etter fauna og biodiversitet, kjemiske forhold (pH og redokspotensiale) og sensoriske forhold (gass, farge, lukt, konsistens, volum og slamtykkelse). Alle parametere får tilstandsverdi etter hvor mye sedimentet er påvirket av organisk belastning. Skillet mellom «dårlig» og «meget dårlig» tilstand er satt til den største akkumuleringen som tillater gravende bunndyr å leve i sedimentet. Lokalteten får en samlet tilstandsverdi fra 1 til 4, hvor 1 er best (meget god) og 4 dårligst (meget dårlig).

2.5 C-undersøkelse

Resultatene som omhandler C-undersøkelsen presenteres i gjeldende dokument etter rapport MCR-M-17144-Labukta V; se denne for utfyllende informasjon. En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i

sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2013).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømmretning og bunntopografi.

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2013). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon med en grabb hvorav to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks. For de kjemiske parameterne ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugg som det ble tatt ut prøve for kornfordeling som alle ble analysert av vår underleverandør.

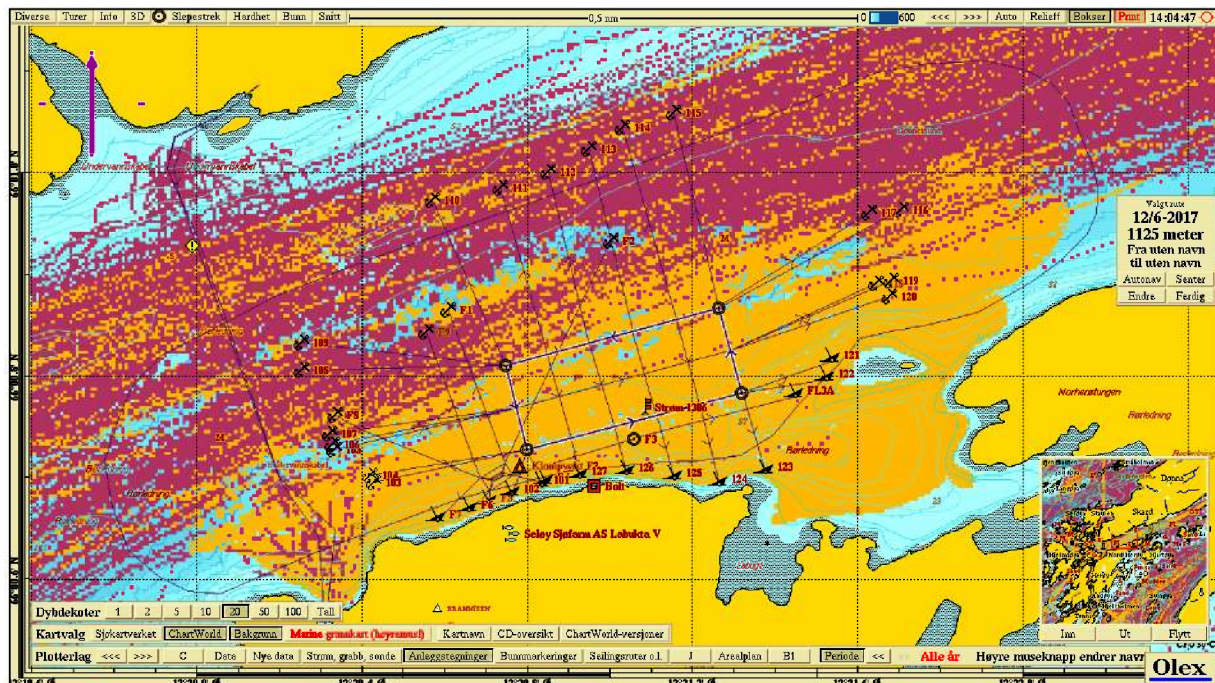
2.6 Hydrografi

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden, SAIV SD204, med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel (2016). Tilstandsklassifisering av bunnvannet bør gjøres med forsiktighet og med et godt antall målinger, men tilstandsklassen vil gi en pekepinn på vannkvaliteten og vil bli oppgitt etter Molvær et. al. (1997) (Vedlegg 4).

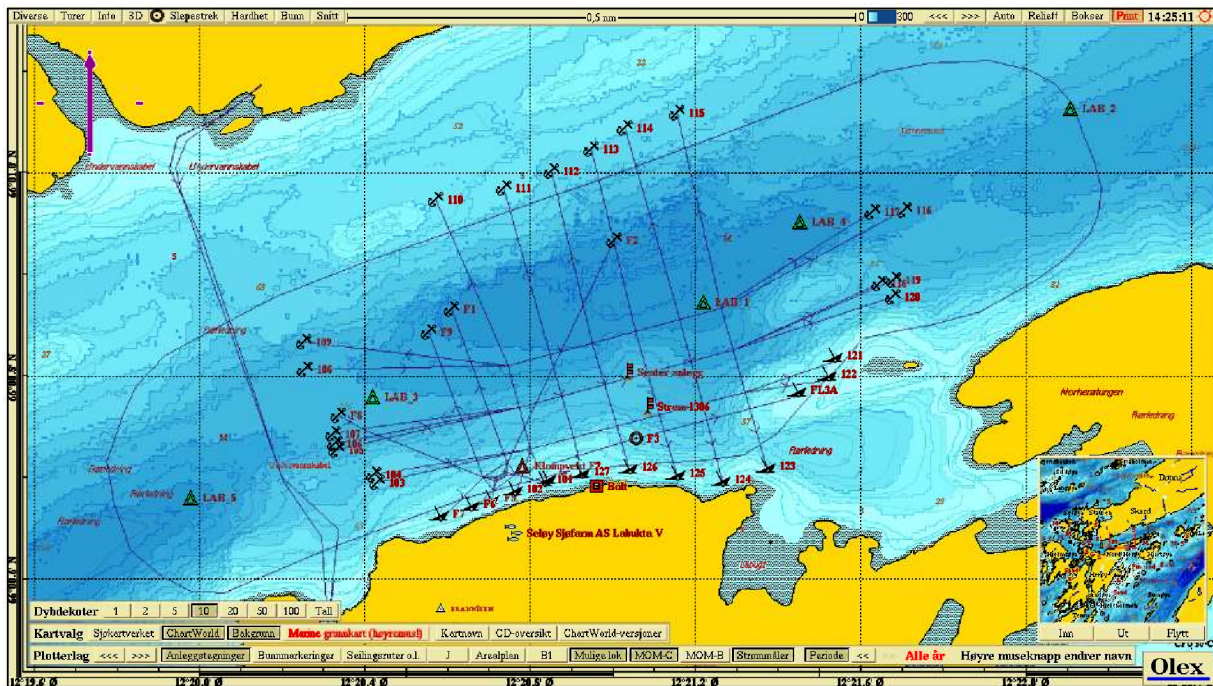
3. Resultater

3.1 Bunnkartlegging

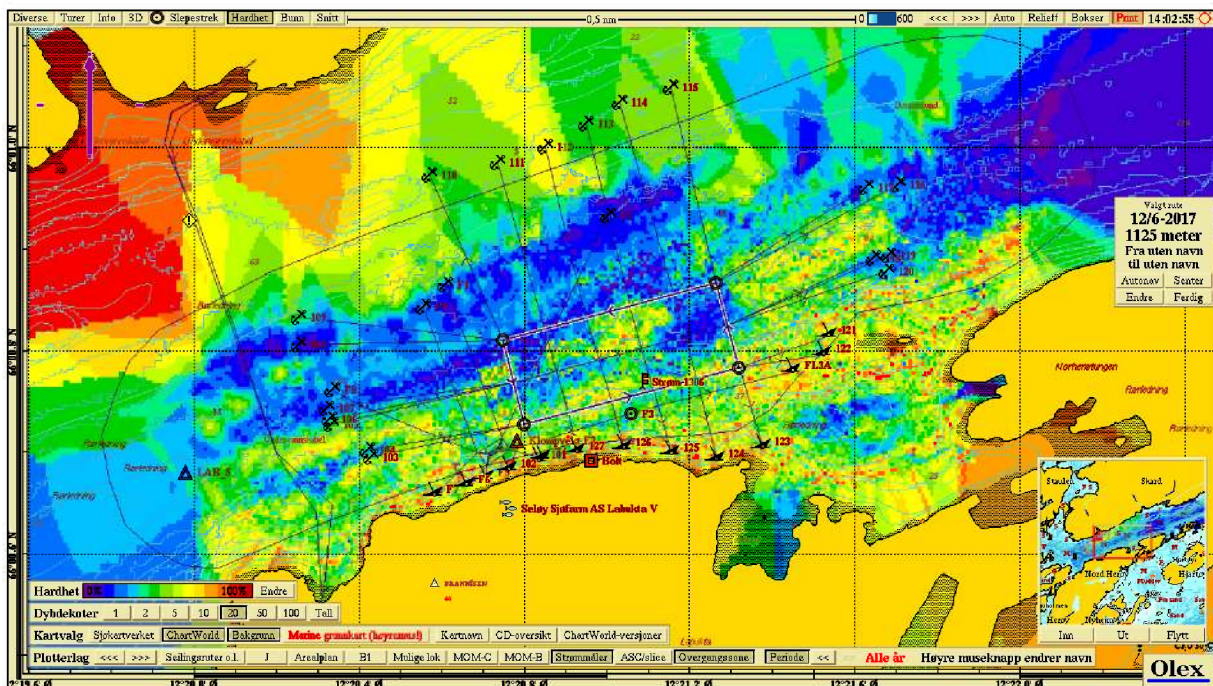
Bunnen som ble vurdert å være innenfor influensområdet og områder som var benyttet til forankring av anlegget ble kartlagt. Anlegget var plassert over skrånende sjøbunn fra grunnere områder i sørvest, til største dyp nordøst i rammen (Figur 3.1.2). Skråningen var også buktformet under anleggsrammen, hvor dybden under anleggsrammen varierte fra 40 meter til 145 meter. Kvaliteten på hardhetskartet var jevnt over godt og representerer trolig gjeldende forhold ved lokaliteten. Oppkjørt hardhet indikerte en hardhetsgradient fra ganske hardt sedimentsammensetning (rød, oransje og gul farge) langs sørlig langside av anleggsrammen, samt inn mot senter. Det dypere partiet nordøst i rammen samt under ytterste bur i nordvest viste mykt sediment (blått og lilla) (Figur 3.1.3). Fargeskalaen i Figur 3.1.3 går fra hardt sediment (rød) til mykt (blå/lilla). Fordypninger assosieres ofte med kaldere farger, hvor helt mykt sediment ble registrert i mest østliggende fordypningsområde.



Figur 3.1.1. Bunnkartlagt område rundt oppdrettslokaliteten. Anlegget er presentert med ramme etter foreliggende anleggstegetninger. Kartet er nordlig orientert med kartdatum WGS84 hvor burgunder farge representerer tidligere oppmålte bunndata og oransje farge farge representerer multistråleoppmåling.



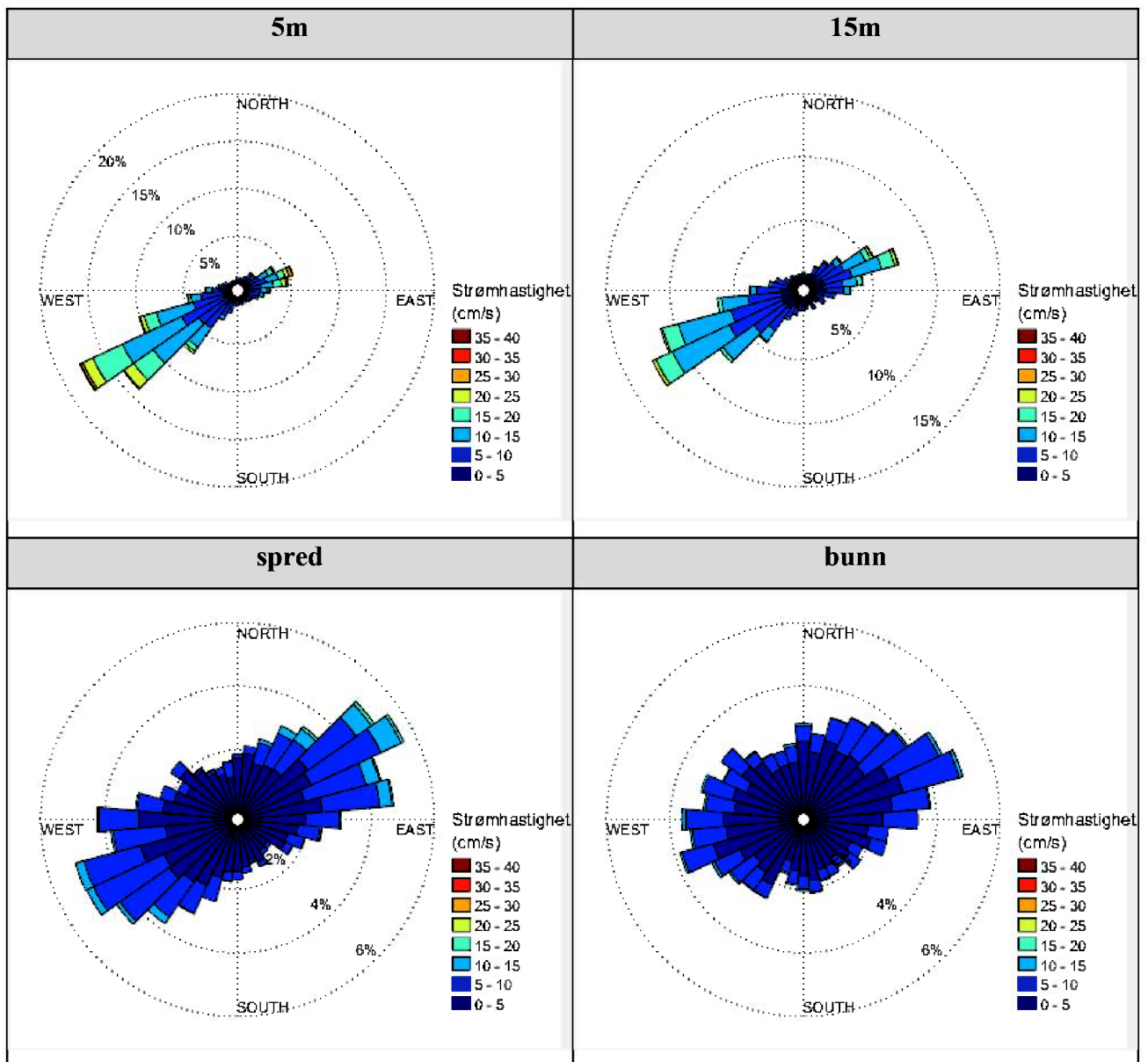
Figur 3.1.2. Bunnkartlagt område rundt oppdrettslokaliteten. Anlegget er presentert med ramme etter foreliggende anleggstegninger. Kartet er nordlig orientert med kartdatum WGS84 hvor mørkere farger representere større dyp.



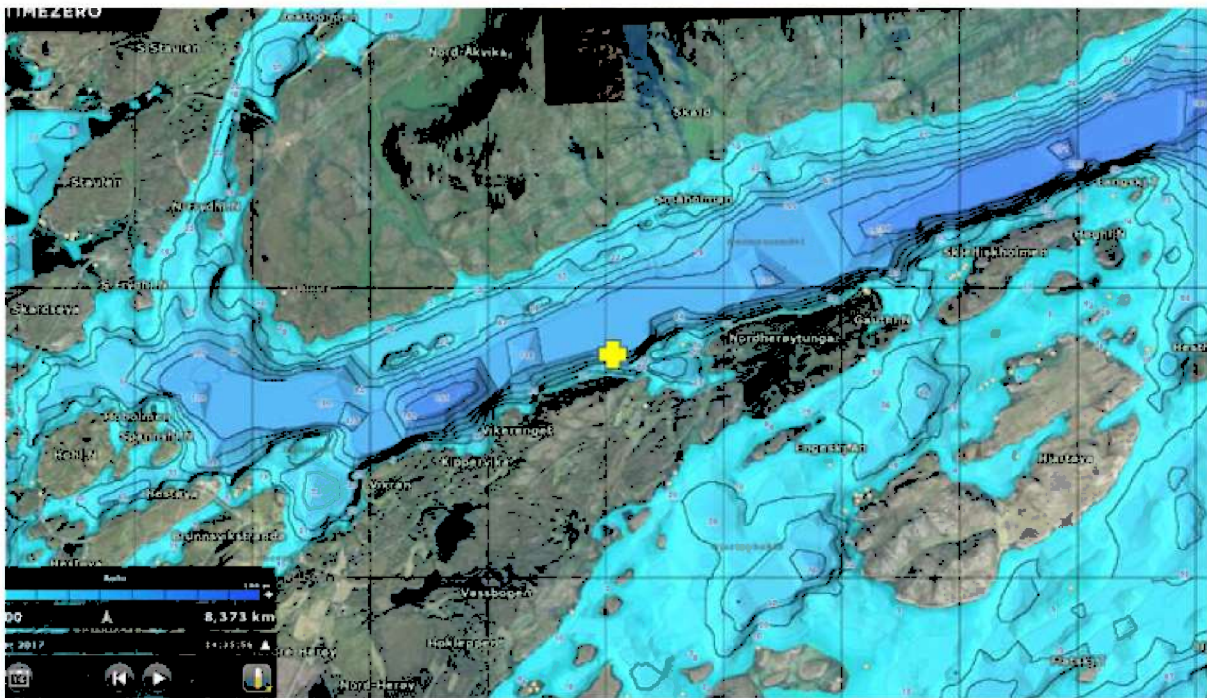
Figur 3.1.3. Relativ hardhet på sedimentet rundt anlegget illustrert med en fargegradient fra rødt (hardbunn) til blått/lilla (bløtbunn). Fortøyningslinjer og anleggsplassering er gitt i kartet. Kartet er nordlig orientert. Kartdatum WGS84.


3.2 Strømmålinger

Strømmålinger på lokaliteten viste et strømbilde dominert av tidevannet, henholdsvis sørvest-nordøst (figur 3.2.1). Det var betydelig vannutskifting i begge retninger, men med en overvekt av målinger mot nordøst. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på



Figur 3.2.2 Strømforhold ved Labukta V. Fordelingsdiagrammene viser strømhastighet under måleperioden ved 5-, 15-, 70 (spredning), og 100- (bunn) meter over måleperioden (Åkerblå, 2017).



Figur 3.2.3. Plassering av strømmålere i området. Kart er hentet fra TimeZero. Instrntposisjon er markert med 

3.3 B-undersøkelse

Det har vært utført en B-undersøkelse (B-M-17164-B-undersøkelse for «Labukta V») for å beskrive sedimentsammensetningen i anleggssonen. Resultatene presentert under er hentet fra denne. Det ble opprettet 14 stasjoner (Figur 3.3.1), hvor samtlige indikerte et meget godt sedimentmiljø (Tabell 3.3.1).

Type sediment: Lokaliteten ble dominert av silt som var iblandet enten sand eller leire. Skjellsand ble også observert i varierende mengder ved flere stasjoner (N=7). Tre stasjoner ble definert som hardbunn da utilstrekkelig grabbinnhold for kjemiske målinger ble hentet opp.

Fauna: Det ble registrert bunngravende børstemark ved 8 av 11 bløtbunnsstasjoner på lokaliteten. Fauna viste en spredning over flere rekker. Pigghuder i form av Kamelionslangestjerne (*Ophiopholis aculeata*) ble funnet ved enkelte stasjoner (N=2). Av muslinger ble det på flere stasjoner observert arter som kunne identifiseres i felt: Astartemusling (*Astarte sulcata*) (N=1), Haneskjell (*Chlamys islandica*) (N=1), Nebbskjell (*Nuclanidae sp.*) (N=2) og *Thyasira sarsi* (N=5). Sistnevnte er en oportunistisk musling som trives i et miljø med høy næringstilgang. Ved stasjon 9 ble det observert 40 individer av denne arten. Børstemark viste god diversitet og det var ingen utpreget enkeltartsdominans. Ingen indikatorarter for belastet sediment ble observert.

Kjemiske målinger: Kjemiske målinger ble gjennomført ved 11 av 14 stasjoner da tre ble definert som hardbunn grunnet manglende grabbinnhold. Samtlige målinger gjennomført gav

en pH på mellom 7,6 og 8,0. Eh varierte fra -10 til 67. Bare to av Eh-målingene var negative. Hver for seg gav de kjemiske parameterne samtlige stasjoner beste tilstand. De kjemiske målingene fikk samlet **tilstand 1, «Meget god»**.

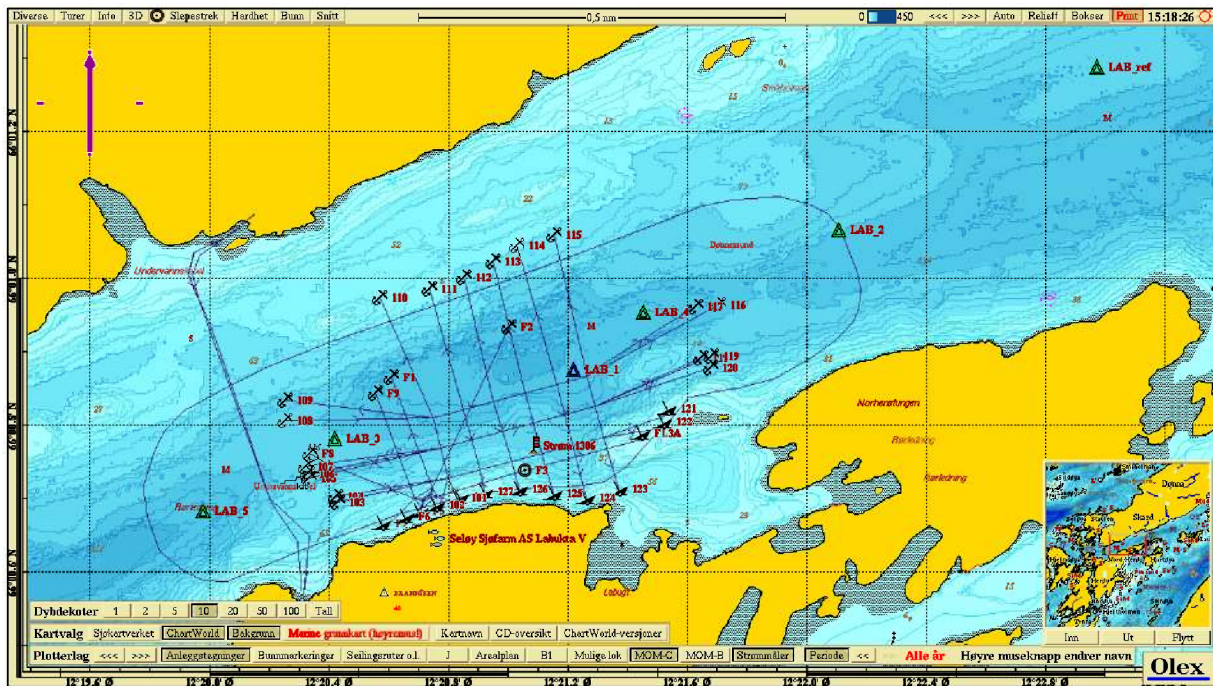
Sensoriske vurderinger: De sensoriske vurderingene viste kun få tegn til organisk belastning ved noen stasjoner. Det ble registrert missfarging på sediment (N=1), noe lukt (N=5), mykt sediment (N=7) og noe høyere fyllingsgrad på grabb (N=9). Det ble ikke funnet oppbygning av slam eller gassproduksjon ved noen stasjon. Samtlige stasjoner utenom stasjon 12 fikk individuelt beste tilstand. Samlet fikk de sensoriske vurderingene **tilstand 1, «Meget god»**.

Miljø / Bæreevne: Både registreringer av mykt sediment samt høyere fyllingsgrad av grabb kan trolig forklares av naturlige forhold ved lokaliteten. Observasjoner av sedimentsammensetning, dominert blant annet av silt og leire, tyder på forhold man kan finne ut mot dypområder av fjorder. Dette underbygges også dels av observasjoner av skjellsand konsentrert i den grunnere sørlige delen av anlegget mot land. Lokaliteten later til å ha en bæreevne som tåler høyere belastning enn den utsettes for i dag.

Helhetsvurdering: Lokaliteten får i B-undersøkelsen **lokalitetstilstand 1, «meget god»**.

Tabell 3.3.1 Oppsummering av resultater fra B-undersøkelsen.

Hovedresultater fra B-undersøkelsen			
Parametergruppe og indeks		Parametergruppe og tilstand	
Gr. II pH/Eh	1,00	Gr. II pH/Eh	1
Gr. III Sensorikk	0,61	Gr. III Sensorisk	1
Gr. II+III	0,72	Gr. II + III	1
Dato feltarbeid	19.10.17	Dato rapport	15.11.17
Lokalitetstilstand		1	
Delresultater fra B-undersøkelsen			
Ant. grabbstasjoner	14	Ant. grabbhugg	19
Type sediment	Dominerende	Mindre dominerende	Minst dominerende
	Silt	Sand	Leire
Antall grabbstasjoner (gruppe II og III) med følgende tilstand			
Tilstand 1	14	Tilstand 3	0
Tilstand 2	0	Tilstand 4	0
Indeks illustrert tilstand	1	2	3
	↑		



Figur 3.4.1 Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. ▲ trekant indikerer stasjon med samlet tilstand 1 «meget god» og ▲ trekant indikerer stasjon med samlet tilstand 2 «god». I høyre hjørne av kart kan referansestasjon sees. Oval sirkel rundt anlegget indikerer anslått overgangssone. Kartdatum WGS84.

Tabell 3.4.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med kartdatum WGS84 og avstand fra anlegg og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering (NS 9410)
LAB-1	66°00.865 'N 12°21.220 'Ø	25	146	FAU, KJE, GEO, PE	C1
LAB-2	66°01.055 'N 12°22.106 'Ø	650	120	FAU KJE, GEO, PE	C2
LAB-3	66°00.772 'N 12°20.418 'Ø	225	118	FAU, KJE, GEO, PE	C3
LAB-4	66°00.944 'N 12°21.452 'Ø	200	141	FAU KJE, GEO, PE, CTD	C4
LAB-5	66°00.673 'N 12°19.978 'Ø	600	144	FAU, KJE, GEO, PE	C5
LAB-REF	66°01.278 'N 12°22.972 'Ø	1500	118	FAU, KJE, GEO, PE	REF

Samlet indikerer områdets bunnfauna lite påvirkning av organisk belastning, med jevnt over gode indeksverdier. Generelt ble det i hele undersøkelsesområdet observert en overvekt av den fourensningstolerante og opportunistiske børstemarken *Maldane sarsi* (NSI-gruppe 4),

etterfulgt av den forurensningstolerante børstemarken *Galathowenia oculata* (NSI-gruppe 3). Disse rørbyggende børstemarkene er ofte observert i naturlig store forekomster i Nord-Norge (Stokland, 1999; Stokland 2000), og ansees ikke som typiske forurensningsindikerende arter, hvor *Maldane sarsi* er listet som sensitiv i AMBI (økologisk kvalitetsklassifisering for europeiske resipienter). Enkeltarter i store forekomster vil kunne endre diversitetsindeksene Shannon-Wiener (H') og Hulberts indeks (ES100), til å indikere organisk belastning. Dette ser ikke ut til å være tilfelle i denne undersøkelsen, hvor disse indeksene ble tildelt tilstandsklasse II «god», unntatt for LAB-4 som viste moderat diversitet grunnet en større dominans *Maldane sarsi* (53 %). Det er ikke observert en tydelig trend på organisk belastning utover LAB-4 og det kan derfor tyde på at dette er naturlige tilstander for området.

Området anlegget ligger i er delvis begrenset med to terskler i sundet, slik at organiske partikler vil kunne samle seg innenfor disse. Svært høyt innhold av karbon og forhøyede verdier av nitrogen og kobber indikerer nettopp dette. Anlegget benyttet kobber i nøtene (pers. med Dalen, Vegard), men det er usikkert om de forhøyede kobberverdiene utelukkende skyldes impregnering eller om det finnes andre lokale kilder. Dypområder som dette kan fungere som oppsamlingspunkt for avrenning, eksempelvis fra land. Det har ikke vært produksjon i perioden Mars 2017 til Juli 2017 ved anlegget, som videre tyder på at dette kan være naturlige tilstander for området. Det ble registrert en betydelig vannutskiftning i begge retninger, som vil kunne spre organiske partikler utover et større område. God vannutskiftning er trolig årsaken til at verdiene for surhetsgrad (pH) og reduksjonspotensiale (Eh) ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene, og det ble observert svært gode verdier for oksygen ved bunnen. Mengde og metning oksygen i øvre vannlag var svært høyt, og skyldes trolig en algeoppblomstring som kan forekomme i norske fjorder under avrenningsperioder på vår- og høsthalvåret, som gir resuspensjon av næringsstoffer (Sakshaug 1972). Samlet viser resultatene for bunnfauna et samfunn som ser ut til å være tilpasset områdets forhold og alle stasjoner (inkludert anleggssonen) ble etter Veileder 02:2013 (2015) vurdert til tilstandsklasse II «god».

Kornfordelingen ved referansestasjonen var noe mer grovkornet enn stasjonene i anlegg- og overgangssonen, men ikke nok til å kunne fastslå at stasjonen holdt en annen sedimentsammensetning. Referansestasjonen hadde ingen særskilt dominerende art og artssammensetningen lignet øvrige stasjoner, bortsett fra at den forurensningstolerante og opportunistiske muslingen *Thyasira sarsi* (NSI-gruppe 4), den forurensningsnøytrale børstemarkfamilien Lumbrineridae (NSI-gruppe 2) og den forurensningstolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3) var hyppigst forekommende. Stasjonen holdt også et lavere arts- og individantall, slik at Hulberts diversitetsindeks ikke kunne beregnes (<100 individer). Stasjonen viste lignende kjemiske parametere som anlegg- og overgangssonen, med høye verdier for karbon og nitrogen. Dette kan forklare forekomsten av den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsi*, som trives i et miljø med høy næringstilgang. Mengde sink var høyest ved denne stasjonen (120 mg/kg TS), men lå fortsatt

innenfor tilstandsklasse II «god». Mengde kobber var likt som for øvrige stasjoner. Referansestasjonen ble som de andre stasjoner i området tildelt tilstandsklasse II (god) for bunnfauna.

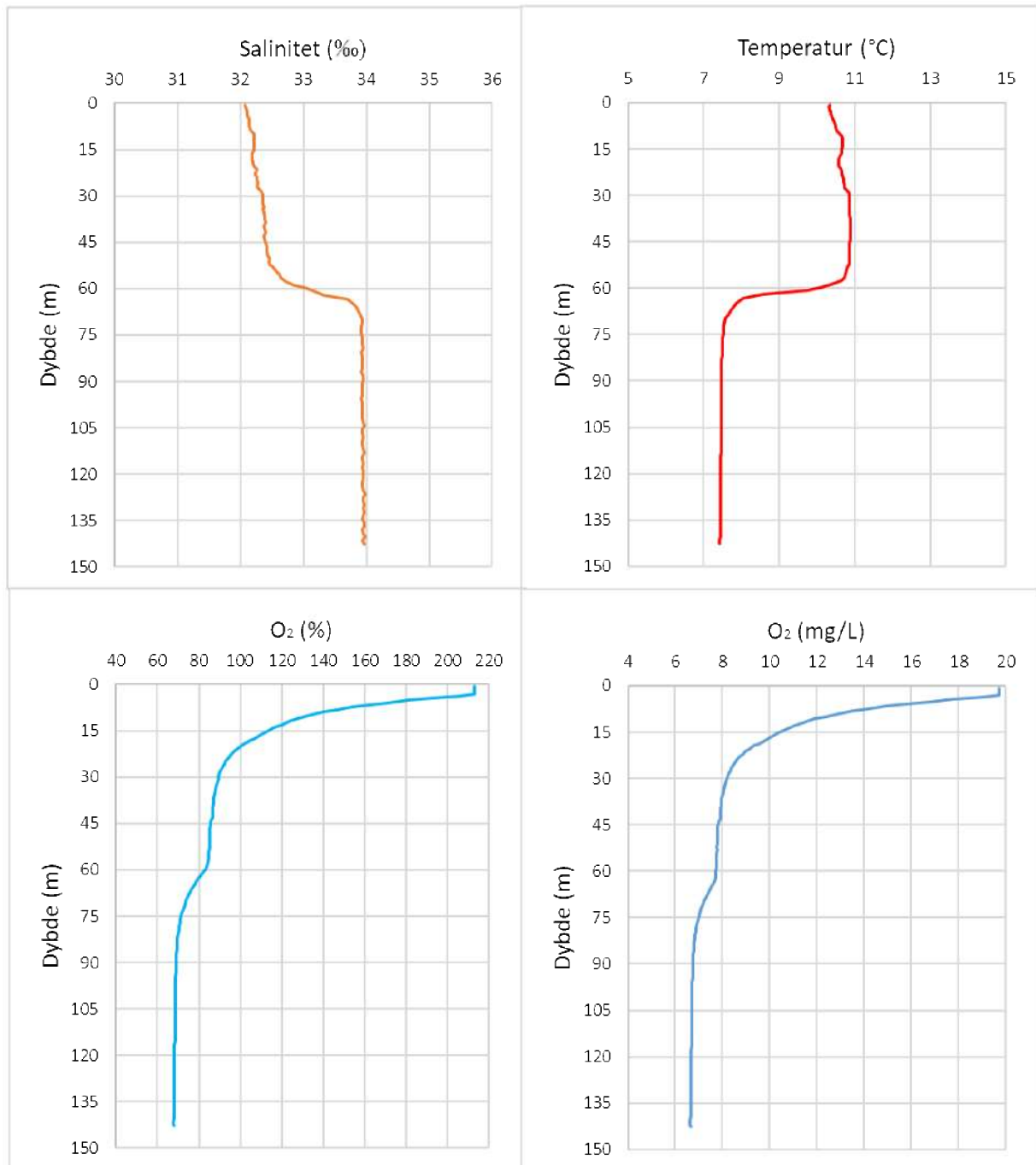
Kornfordelingen viser at området i hovedsak bestod av sand med en mindre fraksjon leire og silt. Andelen grus var minimal (Tabell 3.4.2).

Tabell 3.4.2 Kornfordeling. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
LAB-1	17	83	2
LAB-2	24	76	<1
LAB-3	15	85	<1
LAB-4	13	87	<1
LAB-5	13	86	<1
LAB-REF	10	93	<1

3.5 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved LAB-4 (figur 3.5.1). Både temperatur og salinitet viste et tydelig vannskille rundt 60 m, før de var stabile ned til bunn. Oksygenmålingene viste svært høye verdier de øverste 15 m, før parameterne stabiliserte seg. Også oksygenet indikerer svakt delte vannmasser rundt 60 m. Mengde og metning oksygen lå innenfor tilstandsklasse I: «Svært god» ved bunn.



Figur 3.5.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen på prøvepunktet.

4. Diskusjon

Oppdrettsanleggets influensområde, hvor organisk avfall forventes å akkumulere i målbar grad og påvirke miljøet, ble bestemt etter batymetri, sedimenthardhet, data fra strømmålinger, forventet anleggsplassering og maks tillatt biomasse. Veiledende avstand fra akvakulturanlegg, som ønsker produksjon med en MTB på 3 620 tonn, til overgangssonen er etter NS9410:2016 500 meter. Ut ifra overnevnte forhold ble det besluttet å utvide denne da de fysiske forholdene tilsa at påvirkning i begge lengderetninger i sundet, trolig vil strekke seg lengre enn veiledende avstand etter en utvidelse.

Strømmålinger på lokaliteten viste et strømbilde dominert av tidevannet, henholdsvis sørvest-nordøst. Det var betydelig vannutskiftning i begge retninger, men med en overvekt av målinger mot nordøst. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på spredningsdyp og svak på bunnen. Gjennomsnittlig strømhastighet var ≥ 2 cm/s på alle dyp. Det var få perioder med strømstans på alle dyp.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10 cm/s på 5m, 15m og spredningsdyp, men få tilfeller på bunndyp. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

Historiske B-undersøkelser i eksisterende anleggssone har indikert en god bæreevne ved MTB på 1560 tonn. Historikk samt nye undersøkelser gjort på lokaliteten tegner et bilde av en lokalitet som har høyere bæreevne enn den til nå har blitt utsatt for. En utvidelse på lokaliteten vil derfor trolig ikke føre til overbelastning av det marine økosystem i influensområdet.

Litteratur

- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Bjørge, S., Stuevold, G. (2016). *Krav om nye vedlegg til akvakultursøknader, Sør-Trøndelag Fylkeskommune, 20.06.2016, Referanse 201609790-1*.
- Fiskeridirektoratet (2016). *Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg, Lastet ned 01.11.16 fra <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>*
- Norsk Standard NS 9410 (2016). *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Standard Norge.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665 (2013). *Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)*. Standard Norge
- Veileder 02:2013 (2015) *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vandirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Åkerblå AS (2017). Måling av overflate (5m), dimensjonering (15m), sprednings- og bunnstrøm ved Labukta V november – desember 2016. Rapportnummer: SR-M-00517-LabuktaV0117-ver01. Rapportansvarlig: Iris Hestnes
- Åkerblå Nord AS (2018). *B-undersøkelse for lokalitet Labukta V*. Rapportnummer: B-M-17164. Forfatter(e): Torbjørn Gylt
- Åkerblå Nord AS (2018). *C-undersøkelse for lokalitet Labukta V*. Rapportnummer: MCR-M-17144-Labukta V. Rapportansvarlig: Torbjørn Gylt

Vedlegg

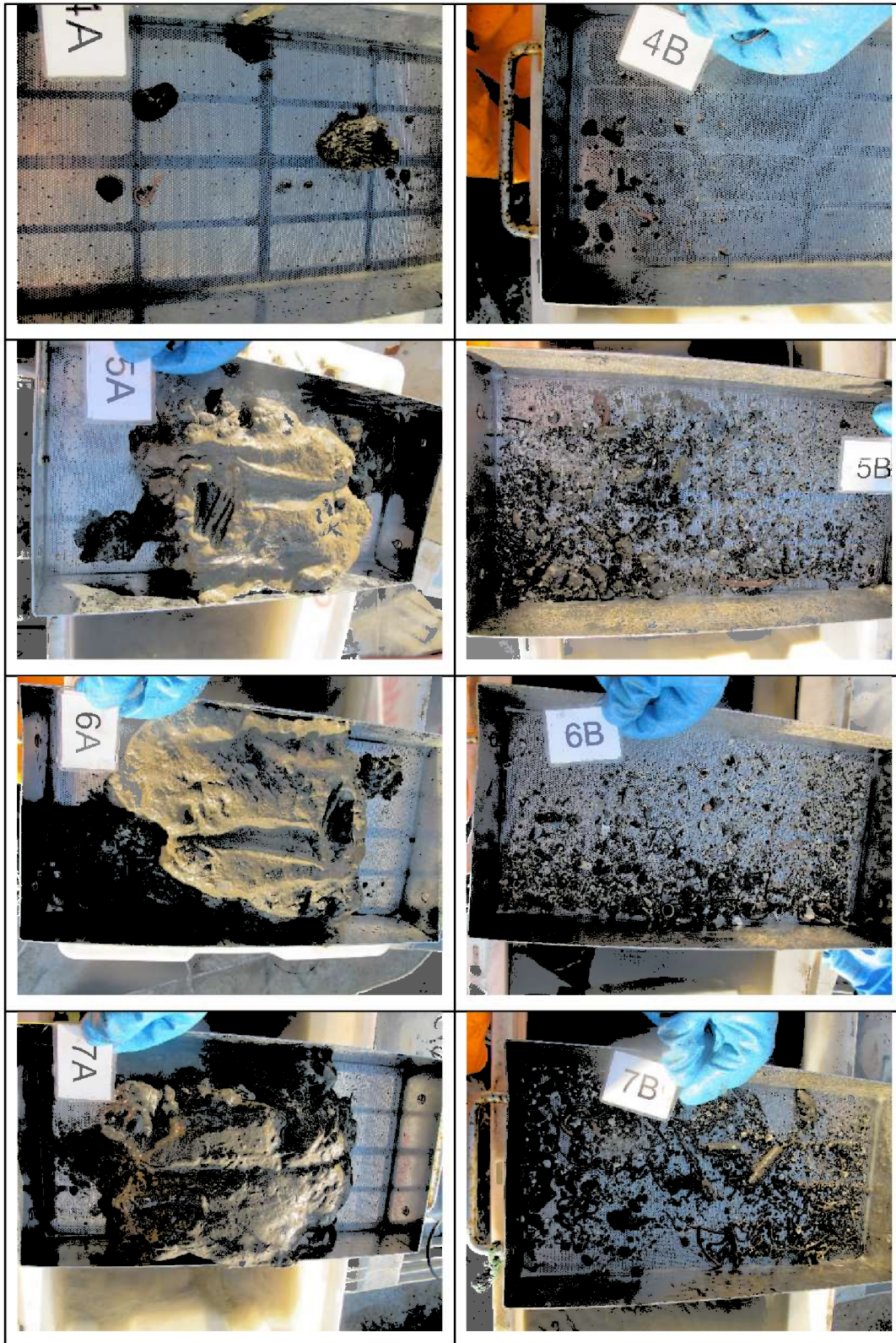
Vedlegg 1 Bilder sediment B-undersøkelse

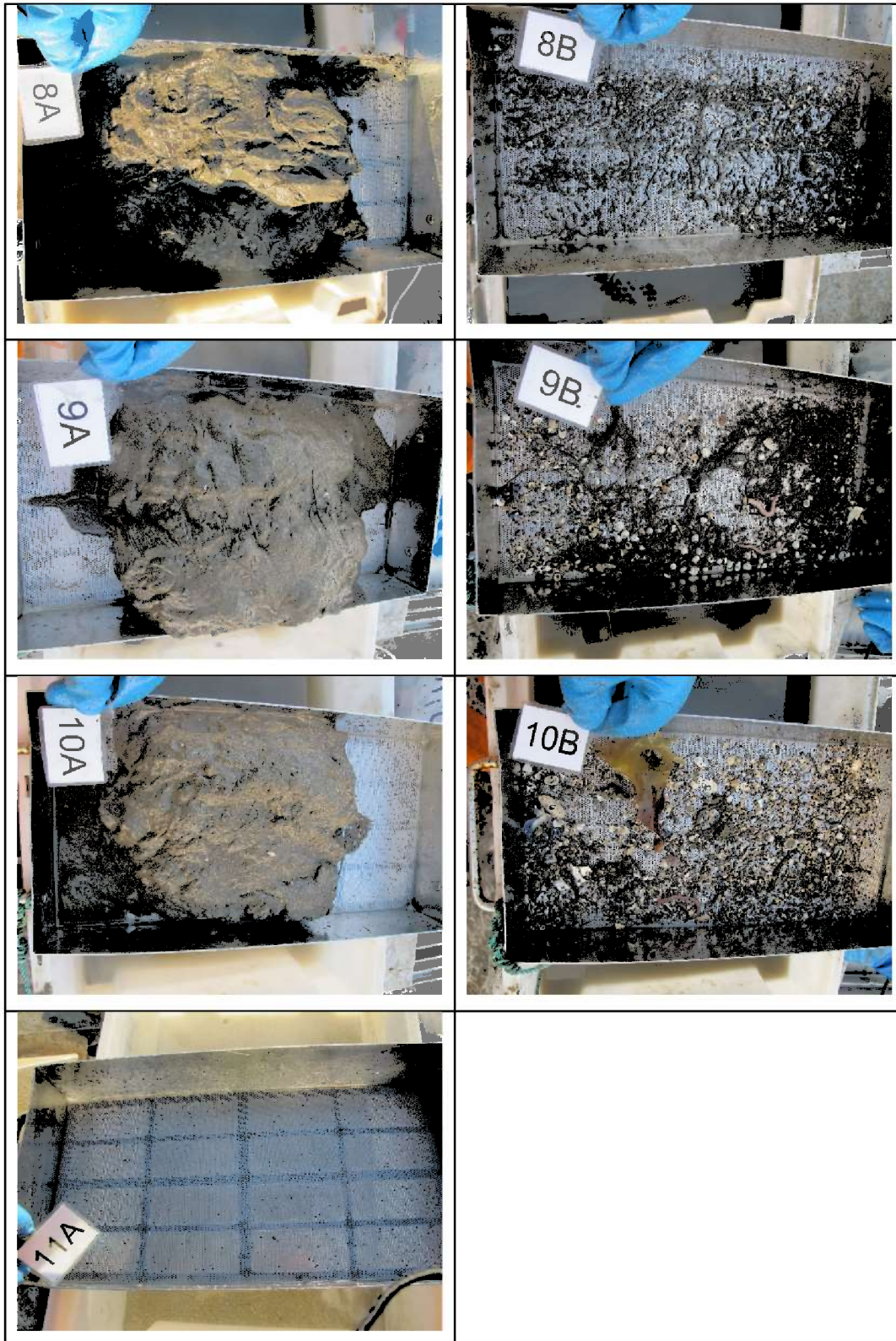
Bilder nedenfor viser sediment og ferdig vasket prøve ved stasjonene.

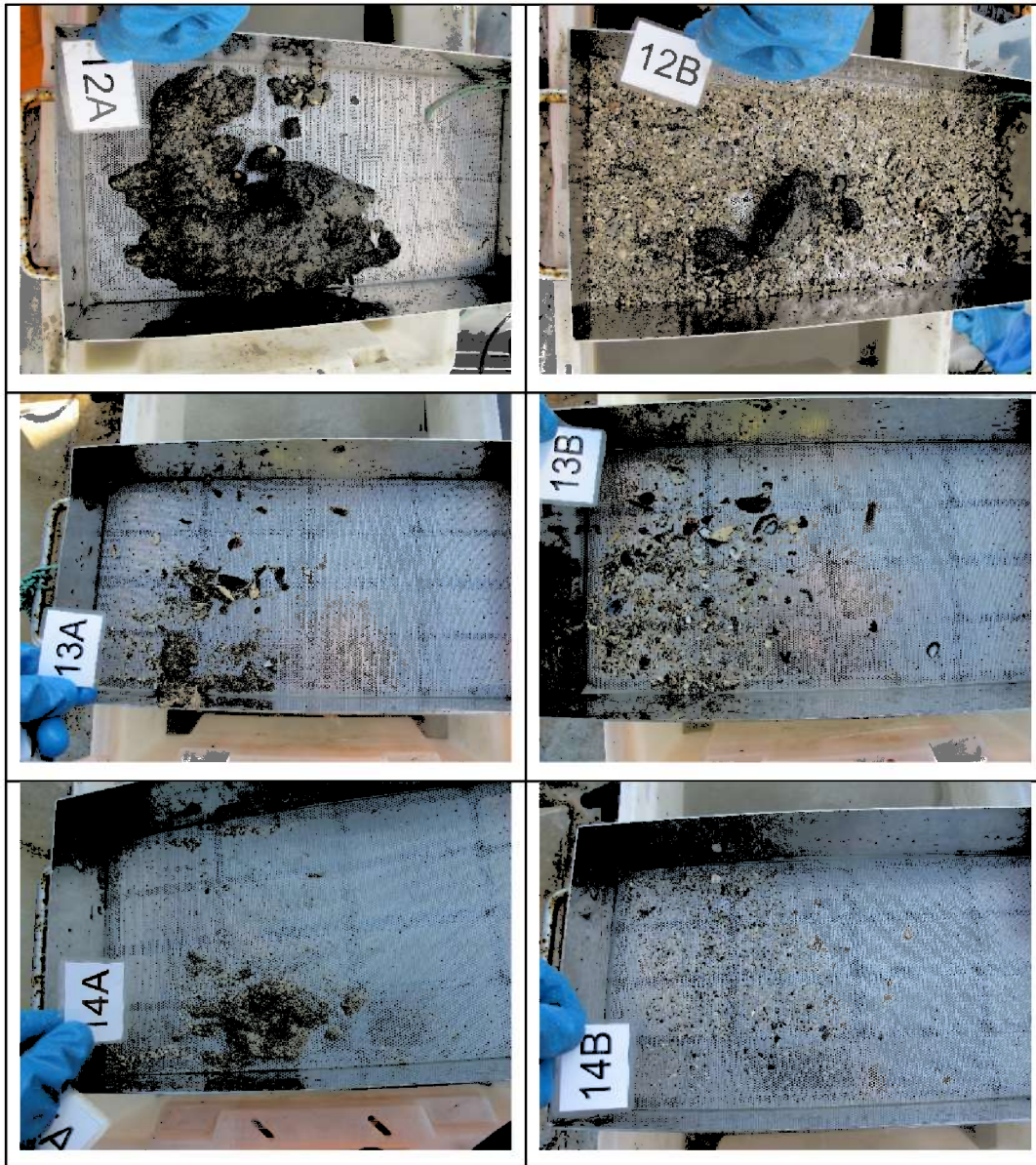
Bilde merket 1A,2A,3A...osv = sediment

Bilde merket 1B, 2B, 3B....= ferdig vasket prøve











Vedlegg 2 Feltlogg C-undersøkelse og referansestasjon

				Dok.id: B.5.5.6
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser				Skjema
Utarbeidet av: AK / ANH	Godkjent av: Anette Narmo Hammervold	Versjon: 7.00	Gjelder fra: 16.06.2016	Sider: 1 av 1

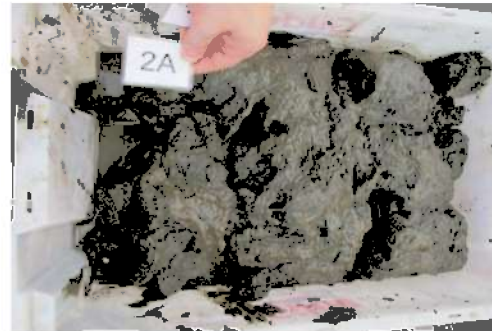
Kunde	Selay Sjømann				Lokalitet/P.nr	Labukta V						
Dato	19.10.17				Toktleder	Torbjørn Gylt						
Prøvetaking	START: 10:00 SLUTT: 13:15				Akt Personell	SS-personell						
Vær	Sol, skille				Sjøtemperatur	10,8 °C						
Utsyr ID / Kalibrering	Grøb:	Sil:	Eh:	pH:	pH-kalibrering:				Sjø: Eh: 52 pH: 7,77			
Stasjon nr/navn	1 LAB_1				2 LAB_3				3 LAB_5			
Posisjon N / Ø	66°00,865 / 12°21,220				66°00,772 / 12°20,418				66°00,673 / 12°19,978			
Dybde (meter)	146				118				144			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
Akkreditert hugg (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Volum (cm)	4	3	2		3	4	4		4	3	3	
Antall flasker		1	1			1	1			1	1	
pH	7,6				7,74				7,63			
Eh (mV)	10				47				25			
Sediment	Skjellsand	3	3	3					3	2	3	
	Sand	1	1	1	2	2	2		2	2	2	
	Mudder											
	Silt	2	2	2	1	1	1		1	1	1	
	Leire					3	3	3				
Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0	0	0	0		0	0	0	
	Brun/Sort (2)											
Lukt	Ingen (0)											
	Noe (2)	0	0	0	0	2	2		0	0	0	
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)				0	0	0					
	Myk (2)	2	2	2					2	2	2	
	Løs (4)											
Merknader / avvik:												
*K/G/F = Kjem/Geologi/Fauna					Signatur: 							

				Dok.id.: B.5.5.6	
Feltakjema / fettlogg C-undersøkelser				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Azette Narmo Hammervold		Versjon: 7.00	Gjelder fra: 16.06.2016
				Sidenr: 1 av 1	

Kunde	Selay Sjøfarm AS				Lokalitet/P.nr	Labukta						
Dato	19.10.17				Toktleder	Torbjørn Gødt						
Prøvetaking	START: 10:00		SLUTT: 13:15		Alt Personell	SS-personell						
Vær	Stille, sol				Sjøtemperatur	10,8 °C						
Utsyr ID / Kalibrering	Grab:	SII:	Eh:	pH:	pH- kalibrering:				Sjø: Eh: 52 pH: 7,94			
Stasjon nr/navn	1 LAB. ref				2 LAB. 2				3 LAB. 4			
Posisjon N / Ø	66°01.278 / 12°22.972				66°01.055 / 12°22.106				66°02.944 / 12°21.452			
Dybde (meter)	118				120				141			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
Akkreditert hugg (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	
Volum (cm)	3	3	3		3	4	3		3	4	4	
Antall flasker		1	1		1	1	2			1	1	
pH	7,55				7,54				7,56			
Eh (mV)	30				42				12			
Sediment	Skjellsand	2	2	2	2	2	3		4	4	4	
	Sand						1		1	1		
	Mudder						2					
	Silt								2	2	2	
	Leire	1	1	1		1	1	1		3	3	3
	Steinbunn											
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0	0	0	0					
	Brun/Sort (2)								2	2	2	
Lukt	Ingen (0)	0	0	0					0	0	0	
	Noe (2)				2	2	2					
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0	0		0	0		0	0	0	
	Myk (2)				2	2	1					
	Løs (4)											
Merknader / avvik:									CTD			
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur: 							

Vedlegg 3 Bilder C-undersøkelse.

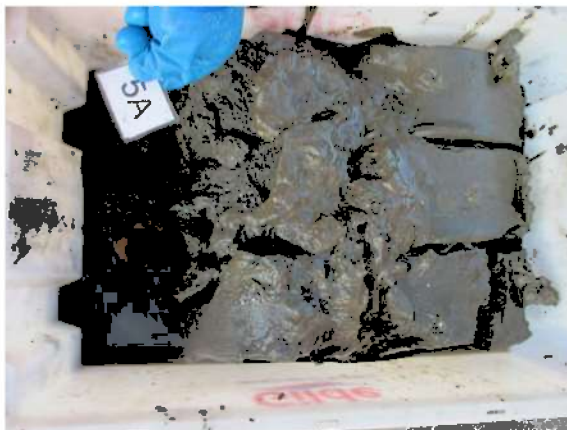
Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (figur V9.1 – V9.4).



Figur V9.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.

Vedlegg 4 Bestemmelse av tilstandsklasse etter oksygentilgjengelighet bunnvann

Tabell V.1. Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. Al. (1997).

	Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	O ₂ innhold*	mg O ₂ / l	>6,39	6,39-4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O ₂ metning**	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20

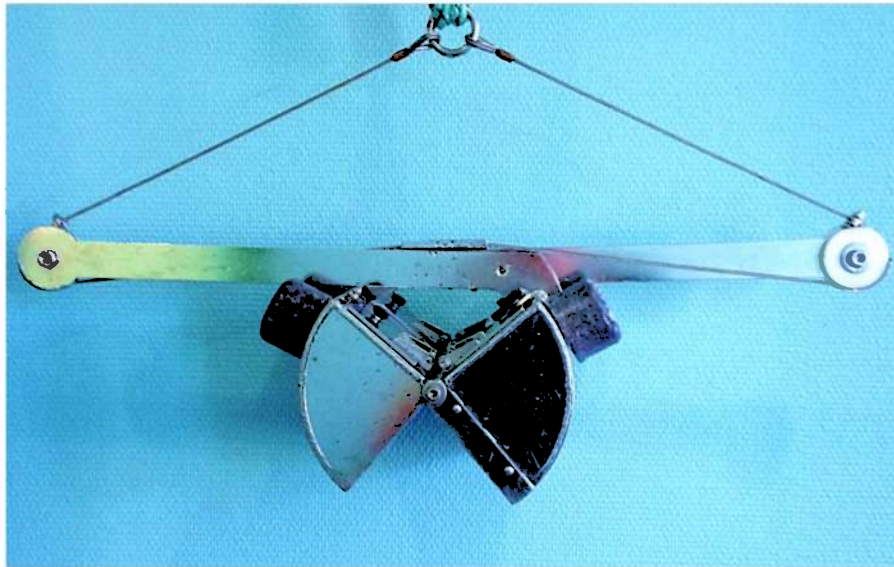
* Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for salinitet 33 og temperatur 6°C

B-undersøkelse for lokalitet



Labukta

NS 9410:2016



Tilstand	1
Dato for feltarbeid	12.01.17
Oppdragsgiver	Seløy Sjøfarm AS

Tabell 1. Informasjon fra oppdragsgiver og oppsummering av resultater fra B-undersøkelsen.

Informasjon oppdragsgiver			
Rapport tittel	B-undersøkelse for «Labukta»		
Rapport-nummer	B-M-17007	Lokalitetens navn	Labukta
Lokalitetsnummer	10989	Kartkoordinater (midtpunkt)	66°00.795'N/ 12°21.034'E
Fylke	Nordland	Kommune	Herøy
MTB-tillatelse	1560 tonn	Driftsleder	Vegar Dalen
Oppdragsgiver	Seløy Sjøfarm AS		
Produksjonsstatus ved tidspunkt for B-undersøkelsen			
Fiskegruppe	NA	Biomasse ved undersøkelse	0 tonn
Utforet mengde	NA		
Type undersøkelse			
Maks biomasse		Oppfølgende undersøkelse	
Brakklegging	X	Ny lokalitet	X
Hovedresultater fra B-undersøkelsen			
Parametergruppe og indeks		Parametergruppe og tilstand	
Gr. II pH/Eh	0,14	Gr. II pH/Eh	1
Gr. III Sensorikk	0,14	Gr. III Sensorisk	1
Gr. II+III	0,11	Gr. II + III	1
Dato feltarbeid	12.01.2017	Dato rapport	23.01.2017
Lokalitetstilstand		1	
Ansvarlig feltarbeid	Torbjørn Gylt	Signatur	
Delresultater fra B-undersøkelsen			
Ant. grabbstasjoner	14	Ant. grabbhugg	25
Type sediment	Dominerende	Mindre dominerende	Minst dominerende
	Skjellsand	Fjellbunn	Sand
Antall grabbstasjoner (gruppe II og III) med følgende tilstand			
Tilstand 1	14	Tilstand 3	0
Tilstand 2	0	Tilstand 4	0
Indeks illustrert tilstand			
	↑		

Tabell 2. Informasjon oppdrag og rapportansvarlig, Åkerblå Nord AS.

Oppdragsansvarlig	
Selskap	Åkerblå Nord AS Postboks 14, 8801 SANDNESSJØEN Organisasjon nr. 817 458 572
Rapportnummer	B-M-16199
Ansvarlig prøvetaking	Torbjørn Gylt
Rapportansvarlig	Torbjørn Gylt Tlf: 959 31 880 torbjorn@akerbla.no 
Forfatter (-e)	Torbjørn Gylt Tlf: 959 31 880
Godkjent av	Odd Helge Tunheim Odd.helge@akerbla.no Telefonnr: 986 95 155 
Revisjon	
Revisjonsnummer	Revisjonsbeskrivelse

Sammendrag

På oppdrag fra Seløy Sjøfarm AS har Åkerblå Nord utført en B-undersøkelse ved lokalitet Labukta. Undersøkelsen viste ikke tegn på organisk belastning i form av verken kjemiske eller sensoriske vurderinger. 7 av 14 stasjoner ble vurdert til å være hardbunn der tilstrekkelig prøvemateriale ikke kunne bli hentet opp. Gravende bunndyr ble funnet ved til sammen 7 av 14 stasjoner.

Samlet får lokaliteten **lokalitetstilstand 1 (meget god)**.

Innhold

Sammendrag	4
1. Innledning	5
2. Materiale og metode	6
2.1 Område og stasjonsvalg.....	6
2.2 Utstyr.....	8
2.3 Prøvetaking.....	9
3. Resultater	11
4. Diskusjon	16
5. Litteratur	17
Vedlegg 1. / Appendix 1. A summary in English	18
Vedlegg 2. Bilder fra prøvestasjoner	19

1. Innledning

Åkerblå Nord AS har på oppdrag fra Seløy Sjøfarm AS utført B-undersøkelse på lokalitet Labukta. Undersøkelsen er utført i forbindelse med en kombinert brakklegging på lokaliteten samt 0-prøve for flytting av anlegget. Fisken ble satt ut i mai 2013 og slakting av fisk startet i november 2014. Lokaliteten var tømt i forkant av årsskiftet 2014/2015. Lokaliteten har ligget brakk siden da.

Forrige B-undersøkelse ble utført 16.09.14, hvor lokaliteten fikk **tilstand 1** som samlet vurdering. Lokaliteten har to ganger tidligere blitt vurdert til tilstand 2, i sept.2007 og sept.2009. Siste undersøkelse derimot, som fant sted i september 2014, ble lokaliteten gitt tilstand 1. Den viste da på indeksen en forbedring fra tidligere undersøkelser.

Åkerblå Nord AS utfører B-undersøkelse akkreditert (TEST 252) i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025. Dette utføres iht. NS 9410:2016 (Standard Norge 2016). B-undersøkelsen er en enkel trendovervåkning av bunnforholdene under et oppdrettsanlegg. Ved at undersøkelsen gjentas, med en frekvens bestemt av hvor belastet miljøet er, kan man følge utviklingen av miljøbelastningen fortløpende. Undersøkelsen omfatter en serie grabbprøver som vurderes etter fauna og biodiversitet, kjemiske forhold (pH og redoks-potensial) og sensoriske forhold (gass, farge, lukt, konsistens, volum og slamtykkelse). Alle parametere får tilstandsverdi etter hvor mye sedimentet er påvirket av organisk avfall. Skillet mellom «dårlig» og «meget dårlig» tilstand er satt til den største akkumuleringen som tillater gravende bunndyr å leve i sedimentet. Lokaliteten får en samlet tilstandsverdi fra 1 til 4, hvor 1 er best (meget god) og 4 dårligst (meget dårlig). Standarden «Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg» oppgir også i hvilket intervall undersøkelsen skal utføres (tabell 3).

Tabell 3. Minimumsfrekvens for B-undersøkelse i forhold til lokalitetsstilstand ved maksimal organisk belastning (Standard Norge 2016).

Tilstand	Tidspunkt for neste undersøkelse
1 – meget god	Ved neste maksimale belastning.
2 - god	Før utsett og igjen ved maksimal belastning.
3 - dårlig	Før utsett Dersom undersøkelsen før utsett gir: <ul style="list-style-type: none"> - tilstand 1 - undersøkelse gjennomføres ved neste maksimale belastning; - tilstand 2 - undersøkelse gjennomføres ved halv maksimal belastning og ved maksimale belastning; - tilstand 3 - undersøkelse gjennomføres ved halv maksimal belastning, og ved maksimal belastning. I forhold til neste produksjonssyklus planlegges tiltak. Dersom noen av undersøkelsene viser tilstand 4, vil det være overbelastning.
4 – meget dårlig	Overbelastning, Ved tilstand 4 beslutter myndighetene tiltak.

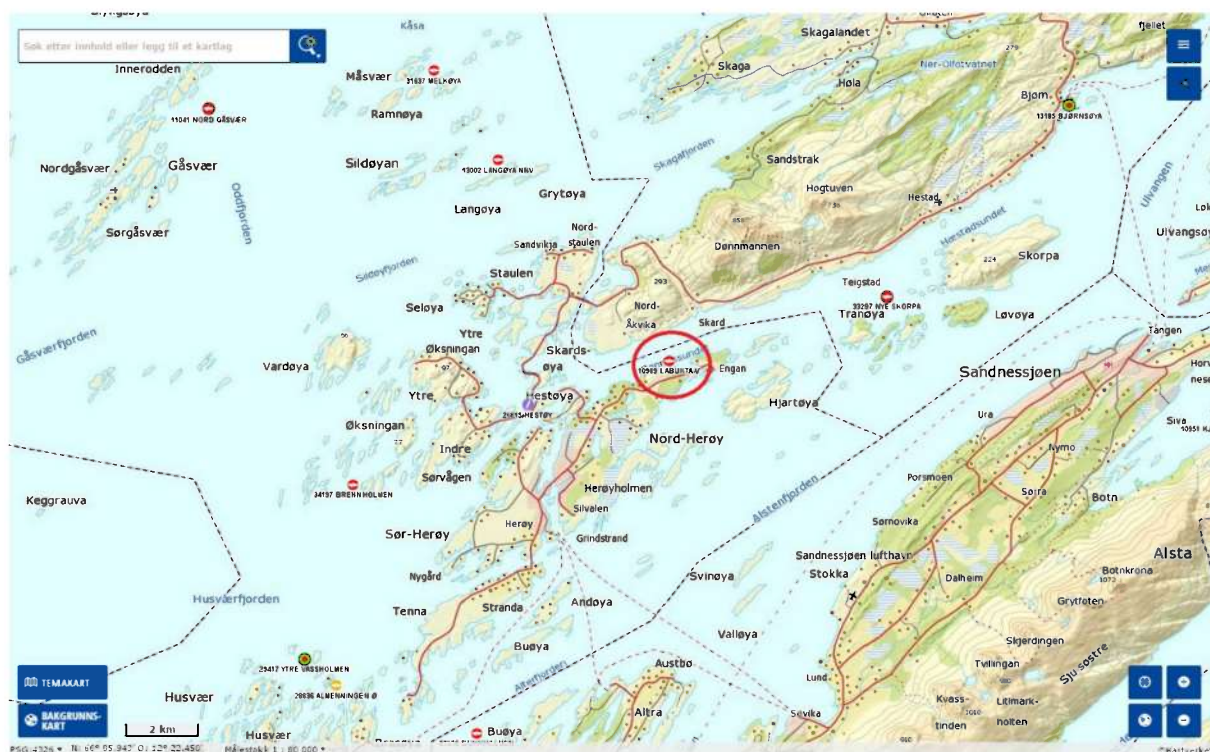
2. Materiale og metode

2.1 Område og stasjonsvalg

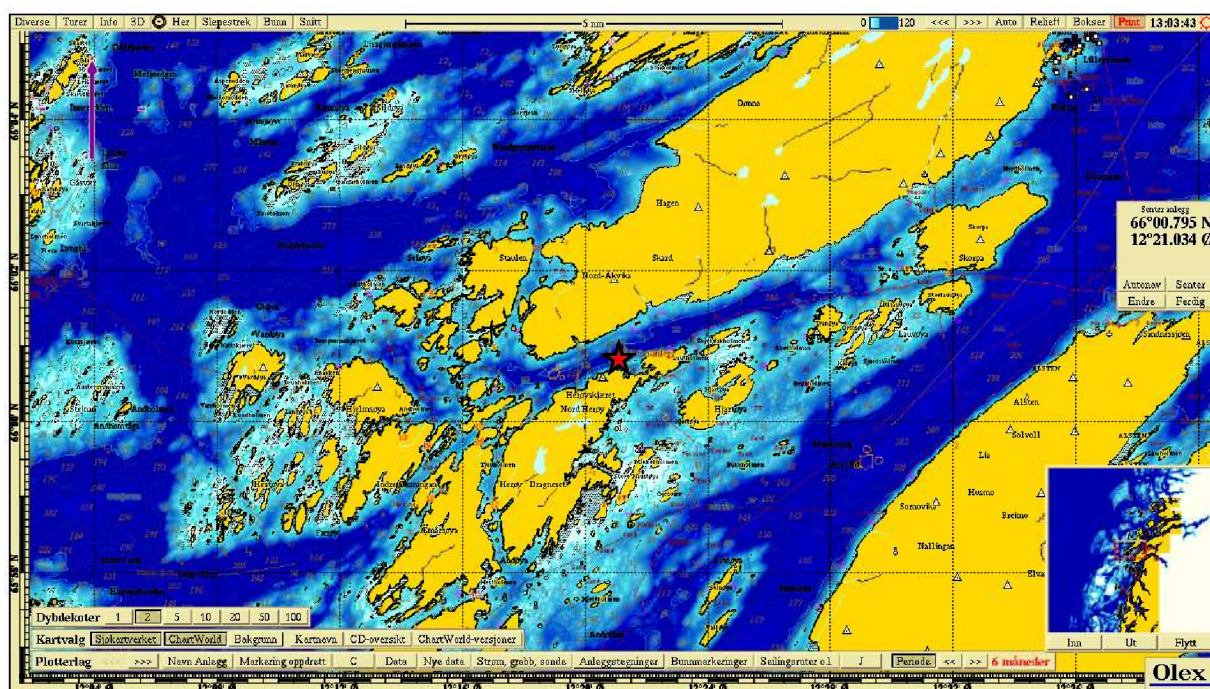
Lokaliteten ligger i et sund der det er godt skjermet fra vind og bølger fra sør og Nord. Nord-øst og sør-vest for anlegget strekker sundet seg videre. Her kan vind og bølger bygge seg opp. Dette gjelder særlig fra Nord-øst. Sundet har en terskel på rundt 40 meter i østlig ende og en på rundt 20 meter i vestlig ende. (figur 1 og 2).


Lokaliteten hadde en ramme med 9 bur med en omkrets på 90 m, og 9 bur var i bruk under sist produksjonssyklus. Nytt anlegg vil få 10 bur der hver får en omkrets på 120 m. Prøvepunktene ble tatt ved der det nye anlegget vil ligge, som er delvis over det gamle. Til sammen ble det valgt 14 stasjoner (figur 6 og 7).

Alle prøver ble tatt inn mot der burene eller merdene i nytt anlegg vil bli og er fordelt jevnt slik at de best mulig dekker bunnområdet rett under anlegget. Koordinater for stasjoner er angitt i tabell 4.



Figur 1. Oversiktskart-sjøkart (nordlig orientering) over omkringliggende lokaliteter med avmerking av lokalitet Labukta. Kart hentet fra fiskeridirktoratets kartverktøy.



Figur 2. Topografisk kart (nordlig orientering) med avmerking  av lokalitet Labukta sentralt i kartet.

Tabell 4. Koordinater prøvetakingspunkter, kartdatum WGS84-UTM33n.

Stasjon	1	2	3	4	5	6
Posisjon	66°00.799 N 12°20.755 Ø	66°00.784 N 12°20.867 Ø	66°00.824 N 12°20.903 Ø	66°00.834 N 12°20.998 Ø	66°00.802 N 12°21.056 Ø	66°00.849 N 12°21.156 Ø
Stasjon	7	8	9	10	11	12
Posisjon	66°00.861 N 12°21.257 Ø	66°00.814 N 12°21.285 Ø	66°00.780 N 12°21.229 Ø	66°00.807 N 12°21.173 Ø	66°00.764 N 12°21.096 Ø	66°00.787 N 12°20.966 Ø
Stasjon	13	14				
Posisjon	66°00.742 N 12°20.889 Ø	66°00.750 N 12°20.789 Ø				

2.2 Utstyr

Følgende utstyr ble benyttet under undersøkelsen tabell 5.

Tabell 5. Oversikt over utstyr som benyttes i B-undersøkelse.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,025 m ² .
pH / redoks-målerutstyr	YSI Professional Plus/ YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter
Hvit plastbalje	Fiskekasse
Hevert	
Utstyr for koordinatfesting av prøvepunkter	Olex
Kamera	Canon Powershot G12
Linjal	

2.3 Prøvetaking

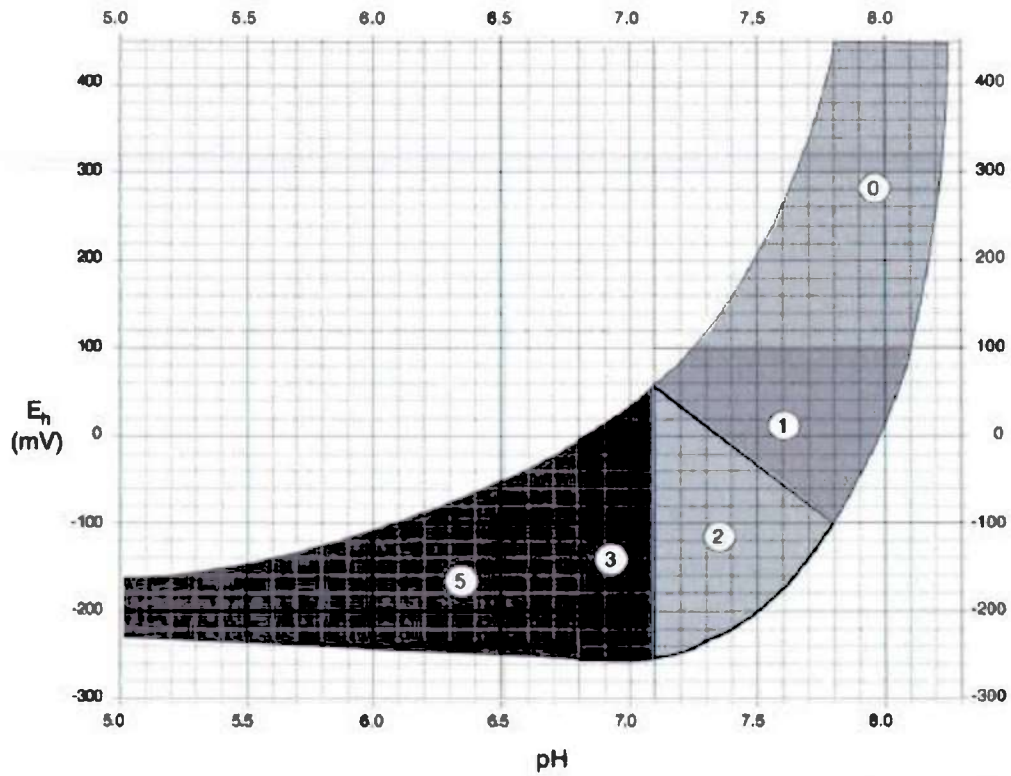
Prøver av sedimentet ble tatt ut med grabb (Tabell 5). Grabben senkes åpen til den når bunnen og heves deretter lukket til overflaten. Ved hardbunn eller åpen grabb gjøres et nytt forsøk på stasjonen.

Sedimentprøvetaker plasseres så lukket i sikt i plastbalje før den åpnes på toppen. Eventuelt overvann dreneres så vekk før innføring av elektroden. pH og Eh måles ved å føre elektorden forsiktig ca. én cm ned i sediment. Kun grabber som har sediment med uforstyrret overflate måles. Grabben tømmes så forsiktig ut i sikt hvor sedimentet så vurderes ut i fra parameterene under gruppe III, prøveskjema B.1. Det tas så bilde av sediment i sikt som merkes med stasjonsnummer som legges ved siden av prøven.

Sediment vaskes før gjenværene materialer i sikt for nærmere undersøkes og fauna registreres. Det tas så nytt bilde av filtrert sediment som også gis stasjonsnummer som legges ved prøven for senere tilknytning av bilder til aktuell prøvestasjon. Bunndyr ble registrert i skjema B.1 (NS 9410:2016), dyr større enn 1 mm gir 0 poeng, ingen dyr gir 1 poeng. Dyrene ble videre klassifisert i skjema B.2.

pH og Eh er overordnede kjemiske parametere kontrollert henholdsvis av syre-base- og reduksjons-oksidasjonslikevekter i prøven. Elektrodene ble ført ca. 1 cm ned i sedimentet ved måling. Avlesing av redokspotensial ved drift $< 0,2$ mV/sekund. Elektrodene stod i sjøvann mellom målingene.

Inspeksjonslukene på grabben gjør det mulig å måle pH/Eh uten at sedimentet blir påvirket nevneverdig av oksygen. Avlesning av pH/Eh gis poeng etter graf i Figur D.1 i NS 9410:2016 (figur 3).



Figur 3. Poengavlesing på grunnlag av redokspotensialet (Eh) og pH (Figur D.1, NS 9410:2016).

3. Resultater


Resultater fra gjeldende B-undersøkelse er oppsummert i tabell 6 og registrert i prøveskjemaene B.1 og B.2 (figur 4 og 5). Stasjoner og tilstand for hver stasjon er presentert i figur 6 og 7. Oppsummering av gjeldende og tidligere undersøkelser er oppgitt i tabell 7, samt presentert i forhold til innsamlet driftsdata (pers medd Vegar Dalen) i figur 8.

Tabell 6. Oppsummering av resultater fra B-undersøkelsen.

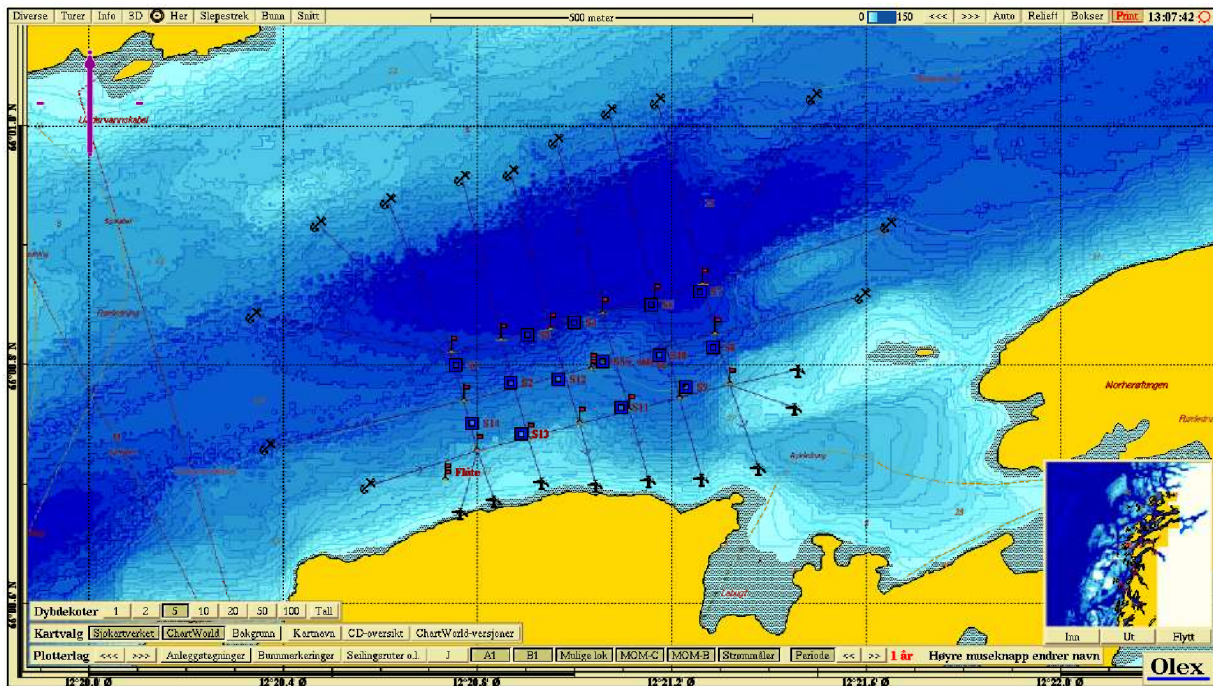
Hovedresultater fra B-undersøkelsen			
Parametergruppe og indeks		Parametergruppe og tilstand	
Gr. II pH/Eh	0,14	Gr. II pH/Eh	1
Gr. III Sensorikk	0,14	Gr. III Sensorisk	1
Gr. II+III	0,11	Gr. II + III	1
Dato feltarbeid	12.01.2017	Dato rapport	23.01.2017
Lokalitetstilstand		1	
Delresultater fra B-undersøkelsen			
Ant. grabbstasjoner	14	Ant. grabbhugg	25
Type sediment	Dominerende	Mindre dominerende	Minst dominerende
	Skjellsand	Fjellgrunn	Sand
Antall grabbstasjoner (gruppe II og III) med følgende tilstand			
Tilstand 1	14	Tilstand 3	0
Tilstand 2	0	Tilstand 4	0
Indeks illustrert tilstand	1	2	3
	↑		

ÅKERBLÅ		Prøveskjema B.1															
Firma:		Selay Sjøfarm AS					Dato :					12.01.2017					
Lokalitet:		Labukta					Lokalitetsnummer :					10989					
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer														Indeks
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Bunnstype: B (bløt) eller H (hard)			B	B	B	H	B	H	H	H	H	B	H	H	B	B	
I	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	
	pH	Målt verdi	7,7	7,6	7,5		7,6					7,9			8,0	7,7	
II	Eh (mV)	Målt verdi	100	110	112		114					153			162	90	
		*+ref. verdi															
	pH/Eh	Poeng (tillegg D.1)	0	0	0		0					0			0	1	
Tilstand (prøve)			1	1	1		1					1			1	1	
Tilstand (Gruppe II)			1														
Buffer temp.:								Sjøvannstemp.: 6,0					Sedimenttemp.: 2,5				
pH sjø:			7,4					Eh sjø:					168				
Referanseelektrode:																	
III	Gassbobler	Ja = 4															
		Nei = 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	
		Brun/sort = 2															
	Lukt	Ingen = 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	
		Myk = 2	1	1	1												
		Løs = 4															
	Grabbvolum	< ¼ = 0				0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		¼ - ¾ = 1	1	1			1									1	
> 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 cm - 8 cm = 1																
	> 8 cm = 2																
	Sum	2	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
Korr. Sum (0.22)			0,44	0,44	0,66	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,14	
Tilstand (prøve)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tilstand (Gruppe III)			1														
Middelverdi (Gruppe II & III)			0,22	0,22	0,33	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,11
Tilstand (prøve)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ph/Eh/Korr. sum	Indeks																
Middelverdi	Tilstand																
<1,1	1																
1,1 - <2,1	2																
2,1 - <3,1	3																
≥ 3,1	4																
LOKALITETSTILSTAND															1		

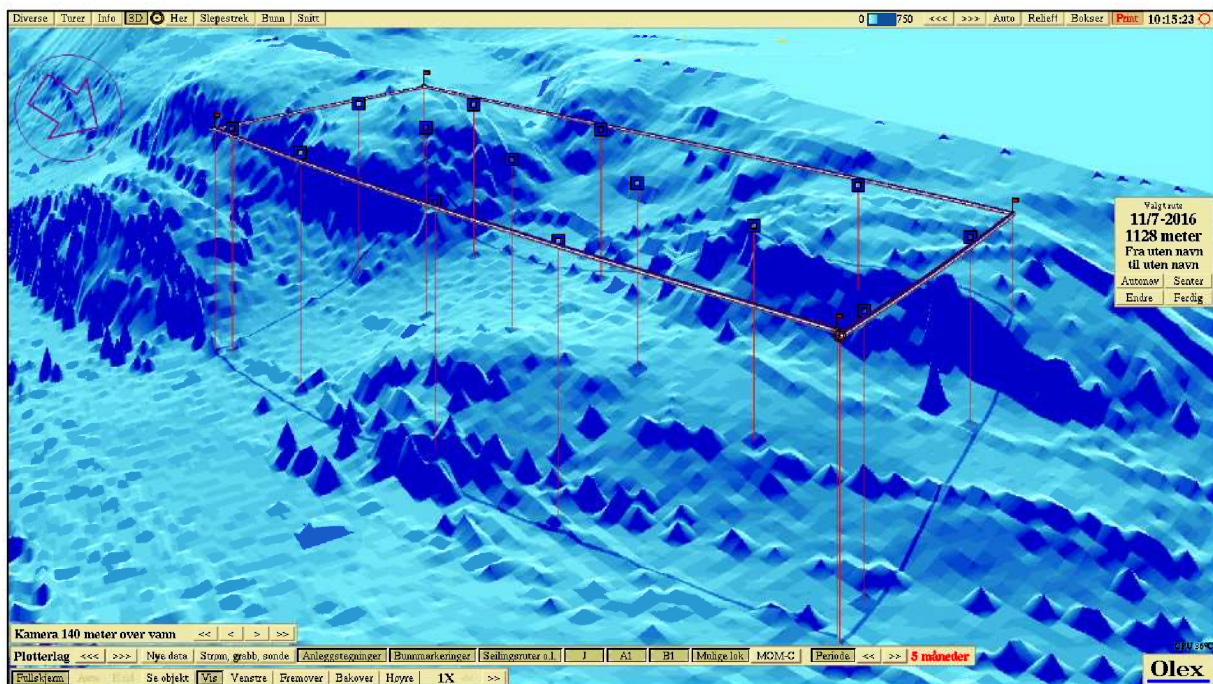
Figur 4. Prøveskjema B.1 med utfylt data fra feltarbeider ved Labukta.

 Informasjon fra prøvepunkt	Prøveskjema B.2													
	Firma: Seløy Sjøfarm AS				Dato: 12.01.2017									
Lokalitet: Labukta				Lokalitetsnummer: 10989										
Informasjon fra prøvepunkt	Prøvepunkt													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Dyp (m)	128	105	138	122	95	143	142	113	100	117	90	98	56	86
Antall forsøk	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Bobling (i prøve)														
Primærsediment														
Leire	1	1	1											3
Silt	2	2	2		2									4
Sand					1				2	2	2	2	2	2
Grus					3									
Skjellsand	3	3	3						2	1	1	1	1	1
Steinbunn														
Fjellbunn				1		1	1	1	1	3	3	3		
Pigghuder (antall)											1			
Krepsdyr (antall)										1#				1
Skjell (antall)	2 *	3**						3+	1+			1		
Børstemark (antall)	10	12	8***		10****					2			1	8
Andre dyr (totalt antall)														
*Pepperskjell														
**Nebbskjell, stembore														
***Trebellidae														
****Krumkakemark														
(+)Blåskjell														
#Eremitkreps														
Beggiatoa														
Før														
Fekalier														
Kommentarer		Tarmsjøpung			Lansettfisk					Blåskjell	Eremitkreps	Slangestjerne	Sjøtann	Lansettfisk

Figur 5. Prøveskjema B.2 med utfylt data fra feltarbeider ved Labukta.



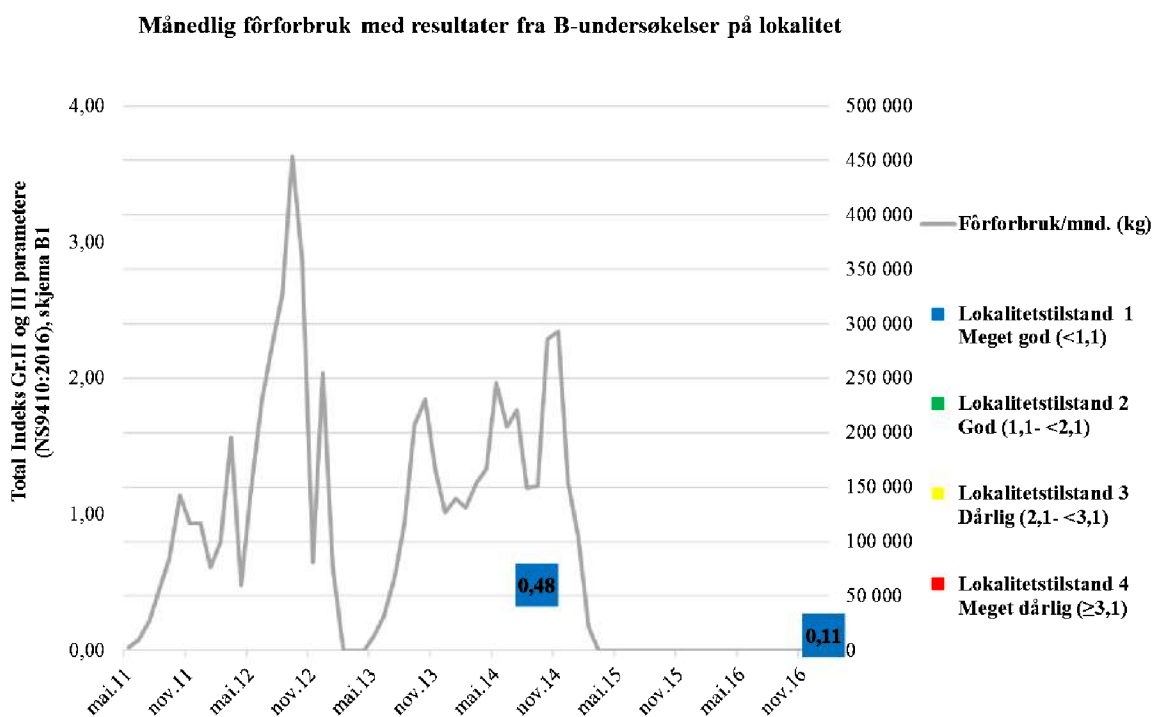
Figur 6. Topografisk kart (nordlig orientering) med avmerking av anlegget og prøvestasjoner. Blå firkant; Tilstand 1, Grønn firkant; Tilstand 2, Gul firkant; Tilstand 3, Rød firkant; Tilstand 4. Kartdatum: WGS 84.



Figur 7. 3D visning av anlegg og prøvestasjoner sett fra nord-vest. Kart hentet fra Olex

Tabell 7. Oppsummering av B-undersøkelser ved lokaliteten, samt produksjonsdata for lokaliteten.

Dato	Gen.	Indeks (Gr II og III)	Tilstand	Utført mengde	Merknader
21.08.2007	NA	1,25	2	1360 tonn	
25.08.2009	H-07	1,41	2	1547 tonn	
16.09.2014	V-13	0,48	1	2089 tonn	
12.01.2017	NA	0,11	1	0 tonn	

**Figur 8.** Fôrforbruk på lokaliteten samt resultater fra B-undersøkelser fra inneværende og tidligere undersøkelser ved lokalitet.

4. Diskusjon

Type sediment: Anlegget er plassert over en hardbunnsskråning og en fjelltunge i øst og sør (figur 6 & 7), mens det i nord og vest var betraktelig mer bløtbunn. Sediment egnet til analyse ble hentet ut fra 7 av 14 stasjoner. Dominerende sedimenttype i sedimentprøvene var skjellsand, men også leire, silt og sand ble registrert i prøvene.

Fauna: Det ble registrert bunngravende børstemark ved samtlige 7 bløtbunnsstasjoner. Det ble på flere stasjoner funnet skjell som representerte en god total diversitet: Pepperskjell (*Scrobicularia sp.*) (st.1), Nebbskjell (*Nuculanidae sp.*) (st.2), Steinboreskjell (*Hiatella arctica*) og Blåskjell (*Mytilus edulis*) (st. 8 & 9). Eremittkreps ble registrert ved en stasjon (st.10). Ved både Stasjon 5 og 10 ble det observert Lansettfisk (*Cephalochordata sp.*).

Kjemiske målinger: Kjemiske analyser ble utført på oppgrabbet sediment fra 7 stasjoner, hvor alle enkeltstasjoner ble vurdert til tilstandskategori 1, «meget god». Samlet ble sedimentet på lokaliteten vurdert til **tilstand 1, «meget god»**.

Sensoriske vurderinger: Den sensoriske analysen avdekket ikke tegn til organisk belastning på lokaliteten. Noen stasjoner (st. 1, 2, 3 og 4) ble vurdert til å ha myk konsistens og stort grabbvolum. Dette skyldes finkornede jordarter som utgjorde sedimentet på stasjonene. Det ble ikke registrert verken lukt eller slam på noen stasjoner. Fargen var lys grå og ingen tegn til gass ble observert. Samlet fikk de sensoriske vurderingene **tilstand 1, «meget god»**.

Miljø / Bæreevne: Lokaliteten ble vurdert til tilstand 1 for samtlige parametere. Miljøet under anlegget er med andre ord meget godt. Dette understøttes av faunadata som viser et spekter av organismer fra flere grupper. Flere av disse har lav toleranse for organisk belastning (*Hiatella arctica*, *Scrobicularia sp.* og *Cephalochordata sp.*), noe som igjen indikerer gode forhold. Berggrunn på lokaliteten kan også indikere gode strømforhold på lokaliteten.

Helhetsvurdering: Lokaliteten får i B-undersøkelsen **lokalitetstilstand 1, «meget god»**.

Neste B-undersøkelse: I henhold til NS 9410:2016 skal det ved lokalitetstilstand 1. gjennomføres ny B-undersøkelse ved neste maksimale belastning.


5. Litteratur

Biomassedata, pers medd Vegar Dalen

Standard Norge (2016) Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg (NS 9410:2016), 1-29.

Vedlegg 1. / Appendix 1. A summary in English

The site has been empty of fish since January 2015, hence no feed used. The site was classified as **condition 1 – Very good**.

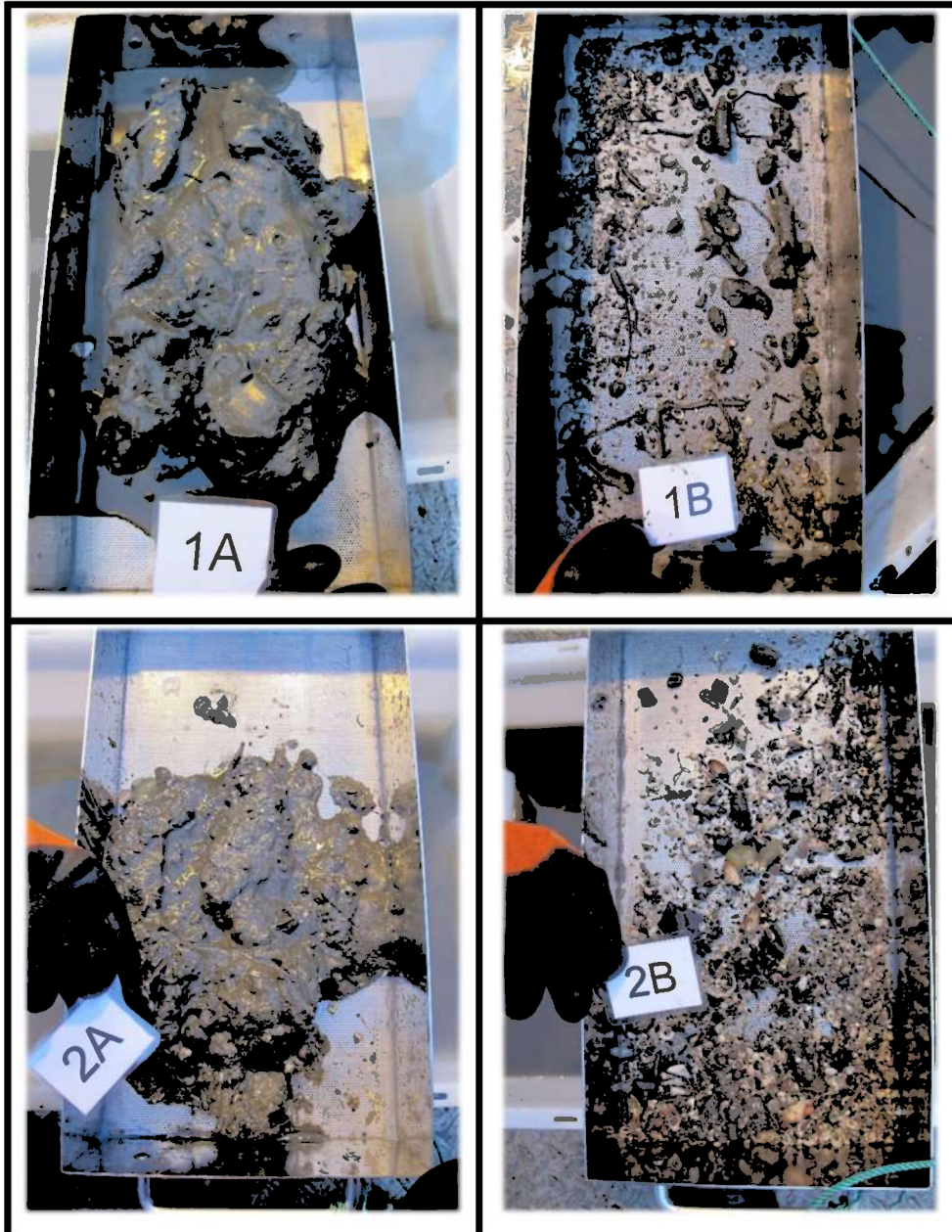
A. Company and site information			
Report title	B-examination for «Labukta»		
Report number	B-M-17007	Site name	Labukta
Site number	10989	Coordinates	66°00.795'N/ 12°21.034'E
County	Nordland	Municipality	Herøy
Max. allowed biomass (MTB)	1560 tons	Site manager	Vegar Dalen
Company	Seløy Sjøfarm AS		
B. Production information			
Generation	NA	Biomass at sampling	0 tonnes
Feed used	0 tonnes		
Type of B-examination			
Max biomass		Follow-up examination	
Fallow	X	New location	X
C. Main results			
Parameter and index		Parameter and condition	
Grp. II pH/Eh	0,14	Grp. II pH/Eh	1
Grp. III Physical evaluation	0,14	Grp. III Physical evaluation	1
Grp. II+III	0,11	Grp. II + III	1
Fieldwork date	12.01.2017	Report date	23.01.2017
Site condition		1	
Fieldwork responsible	Torbjørn Gylt	Signature	
D. Additional results			
No. sampling locations	14	No. sampling attempts	25
Type of sediment	Predominant	Less dominant	Least dominant
	Shell sand	Bedrock	Sand
Sampling locations (group II og III) and condition			
Condition 1 (very good)	14	Condition 3 (bad)	0
Condition 2 (good)	0	Condition 4 (very bad)	0
Index number illustrated / ranking	1	2	3
	↑		

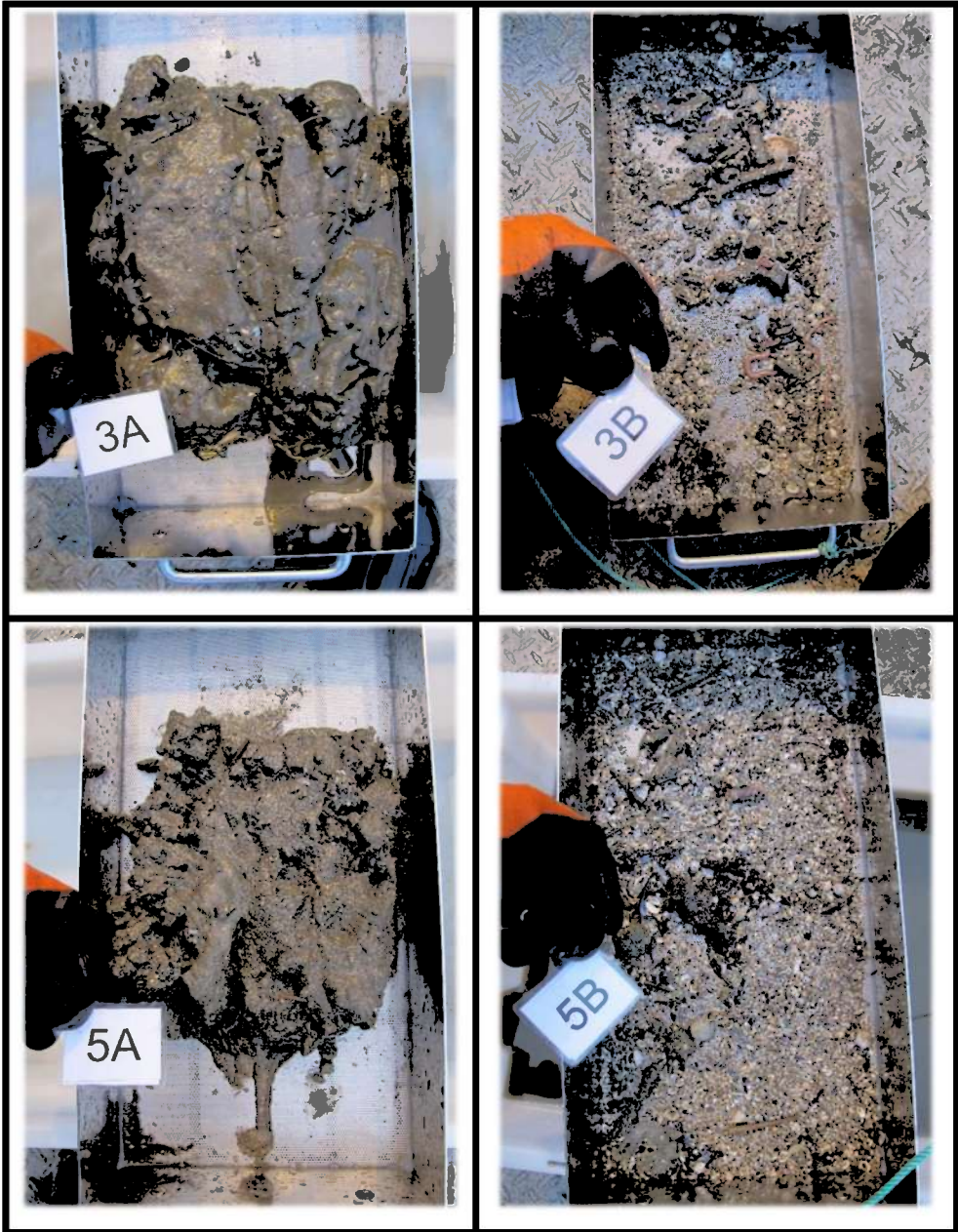
Vedlegg 2. Bilder fra prøvestasjoner

Bilder nedenfor viser sediment og ferdig vasket prøve ved stasjonene.

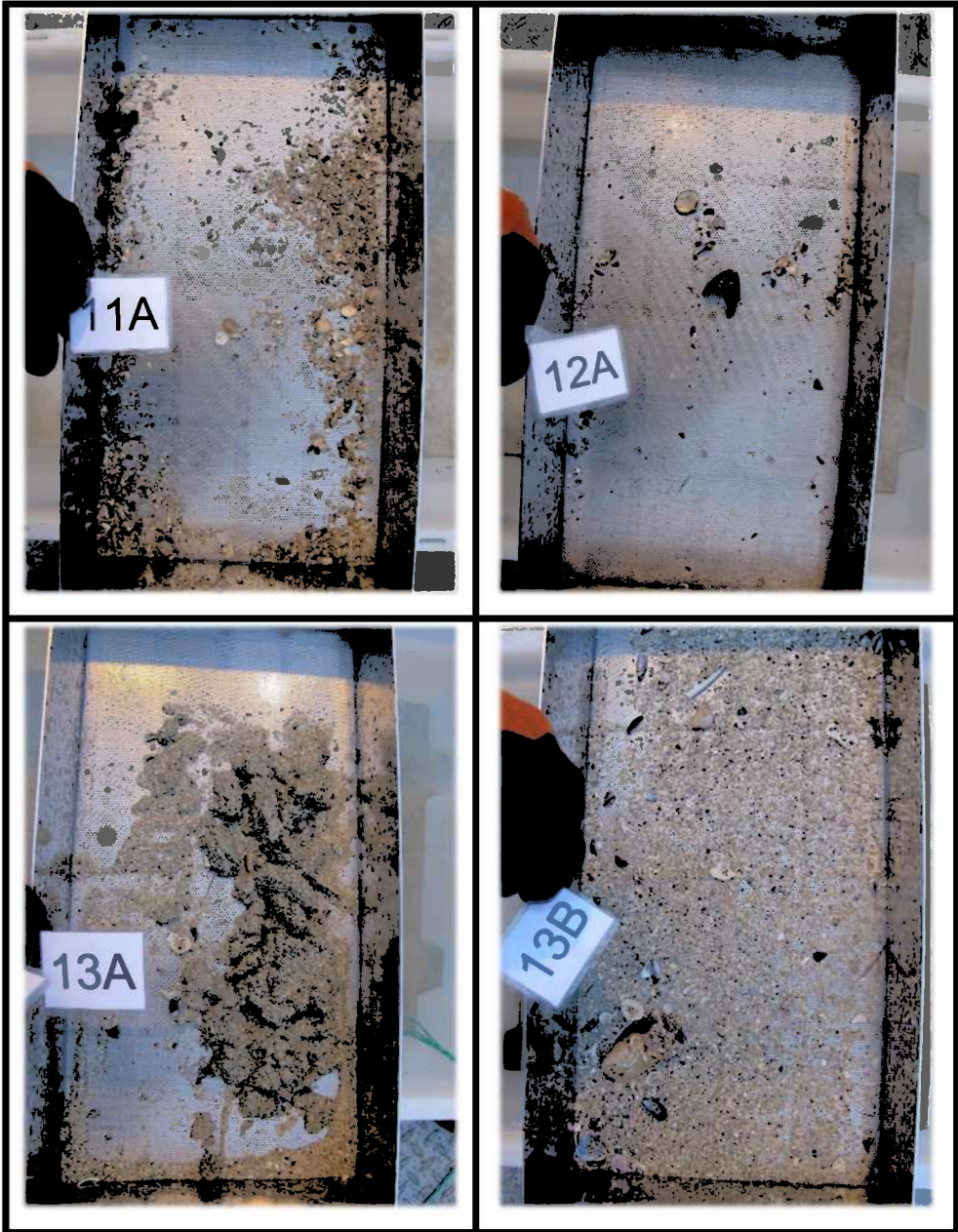
Bilde merket 1A,2A,3A...osv = sediment

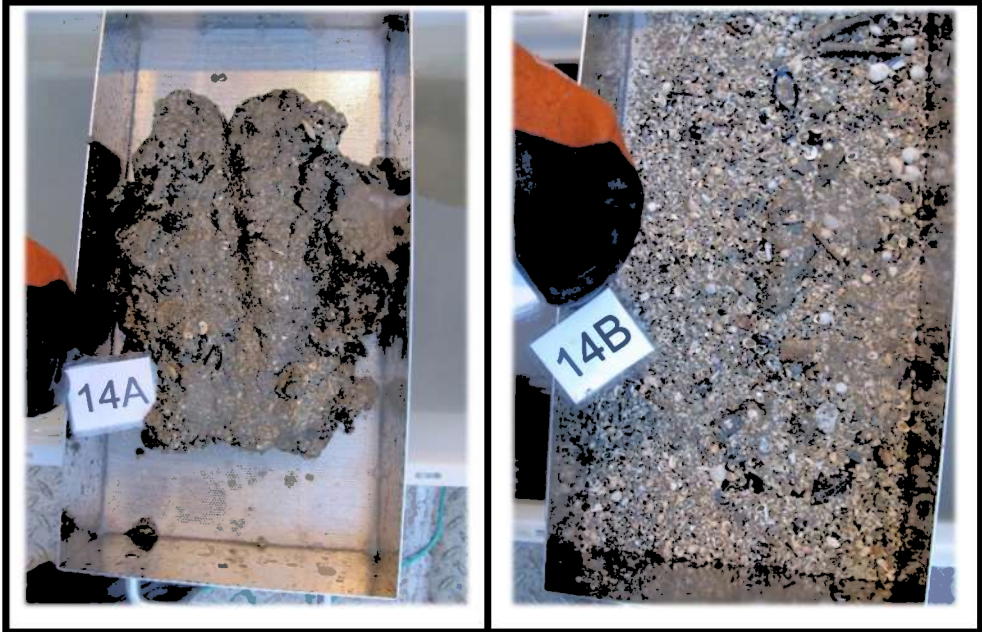
Bilde merket 1B, 2B, 3B...= ferdig vasket prøve











C-undersøkelse

NS9410:2016

for

Labukta V



Feltarbeid

19.10.2017

Oppdragsgiver

Seløy Sjøfarm AS

Sammendrag

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse ved lokaliteten Labukta V, Herøy kommune, Nordland i forbindelse med søknad om utvidet MTB, og behandles dermed som en forundersøkelse. Rapporten inkludert derfor en referansestasjon etter kravene til en forundersøkelse.

Inneværende undersøkelse

Samlet indikerer områdets bunnfauna lite påvirkning av organisk belastning, med jevnt over gode indeksverdier. Generelt ble det i hele undersøkelsesområdet observert en overvekt av den fourensningstolerante og opportunistiske børstemarken *Maldane sarsi*, etterfulgt av den fourensningstolerante børstemarken *Galathowenia oculata*. Disse rørbyggende børstemarkene er ofte observert i naturlig store forekomster i Nord-Norge og ansees ikke som typiske fourensningsindikerende arter. Enkeltarter i store forekomster vil ofte gi utslag på diversitetsindeksene som igjen kan indikere organisk belastning, men dette var ikke gjeldene i dette tilfellet. Det ble ikke observert en tydelig trend på organisk belastning fra anlegget og videre ut i resipienten og det kan derfor tyde på at dette er naturlige tilstander for området. Området anlegget ligger i er delvis begrenset med to terskler i sundet, slik at organiske partikler vil kunne samle seg innenfor disse. Svært høyt innhold av karbon og forhøyede verdier av nitrogen og kobber indikerer nettopp dette. Likevel ble verdiene for pH og Eh klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene, og det ble observert svært gode verdier for oksygen ved bunnen. Samlet viser resultatene for bunnfauna et samfunn som ser ut til å være tilpasset områdets forhold og alle stasjoner (inkludert anleggssonen) ble etter Veileder 02:2013 (2015) vurdert til tilstandsklasse II «god».

En referansestasjon ble opprettet 1,50 km sørvest for anlegget. Stasjonens artssammensetning lignet øvrige stasjoner, men her var muslingen *Thyasira sarsi*, børstemarkfamilien Lumbrineridae og børstemarken *Paramphinome jeffreysii* hyppigst forekommende. Stasjonen holdt også et lavere arts- og individantall, og det var ingen særskilt dominerende art. Stasjonen viste lignende kjemiske parametere som anlegg- og overgangssonen, med høye verdier for karbon og nitrogen. Dette kan forklare forekomsten av den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsi*, som trives i et miljø med høy næringstilgang. Mengde kobber var likt som for øvrige stasjoner. Referansestasjonen ble som de andre stasjoner i området tildelt tilstandsklasse II (god) for bunnfauna.


Neste undersøkelse

Krav til undersøkelsesfrekvens for ny lokalitet iht. NS9410 (2016) er etter første produksjonssyklus, i perioden fra de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting.

Tabell 1. Hovedresultat fra C-undersøkelsen. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks (H'), økologisk kvalitetsratio (nEQR), vurdering av Nærstasjonen (Nær; C1 eller andre nærstasjoner), vurdering av overgangssonen og klassifisering av kobber (Cu) er oppgitt med klassifisering (NS9410 (2016), Veileder M608 (2016) og Veileder 02:2013 (2015)).

Stasjon/ Parameter	LAB-1	LAB-2	LAB-3	LAB-4	LAB-5	LAB-REF
Antall arter	54	55	56	52	39	24
Antall individ	554	370	525	630	503	110
H'	God (3,528)	God (4,187)	God (3,592)	Moderat (2,988)	God (3,501)	God (4,010)
nEQR	God (0,685)	God (0,705)	God (0,695)	God (0,666)	God (0,672)	God (0,665)
Nær	Meget god 1					
Cu	God/moderat (28)*	God/moderat (28)*	God/moderat (39)*	God/moderat (26)*	God/moderat (28)*	God/moderat (28)*
Samlet vurdering (Snitt nEQR)	Tilstandsklasse II «God»		Neste undersøkelse (NS9410)		Maks belastning ved første generasjon fisk	

*Tilstandsklasse II tilsvarer AA-EQS (årlig gjennomsnittskonsentrasjon) og klasse III tilsvarer MAC-EQS (maksimal tillatt konsentrasjon). Endelig klassifisering er dermed avhengig av hvilken verdi (gjennomsnitt eller maksimal) resultatet skal representere.

C- undersøkelse for Labukta V		
Rapportnummer	MCR-M-17144-Labukta V	
Dato Rapport / Dato feltarbeid	21.12.2017 / 19.10.2017	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
-	-	-
Lokalitet		
Lokalitet	Labukta V / 1560 TN	
	Herøy, Nordland	
Lokalitetsnummer	10989	
Oppdragsgiver		
Selskap	Seløy Sjøfarm AS	
Kontaktperson	Vegard Dalen	
Oppdragsansvarlig		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda Organisasjonsnummer 916 763 816	
Ansvarlig prøvetaking	Torbjørn Gylt	
Rapportansvarlig	Torbjørn Gylt	
Forfattere	Martin Mejdell Hektoen, Ingvild Andersson	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab Prebio AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
<i>Distribusjon</i>	<i>Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.</i>	

Forsidefoto: Charlotte Hallerud

Forord

Denne rapporten omhandler en C-undersøkelse for lokalitet Labukta V, Herøy kommune i Nordland. Rapporten er i forbindelse med ønsket utvidelse av anlegget og behandles derfor som en forundersøkelse. Forundersøkelsen analyserer anleggs- og overgangssonen og gjennomføres før akvakulturanlegget plasseres. Forundersøkelsen utføres også før vesentlige utvidelser og vil være en referanse for fremtidige undersøkelser. Til en forundersøkelse skal det blant annet gjennomføres en C-undersøkelse med en referansestasjon som ikke skal inngå i regulær overvåkning. Formålet med C-undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. Hovedprinsippet til en C-undersøkelse er at økologisk tilstand skal klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitetsparametere (fauna), mens fysiske og kjemiske forhold er støtteparametere (NS-EN ISO 16665 2013, Veileder 02:2013 2015, NS9410 2016).

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter ISO 16665 (2013), SFT-Veileder 97:03 og NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2013 (2015). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstiller kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

Trondheim, Avdeling Marine Bunndyr 21.12.2017

Innhold

INNHold	6
1 INNLEDNING	7
2 MATERIALER OG METODER	10
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER	10
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER	12
2.3 PRODUKSJON.....	15
3 RESULTATER	16
3.1 BUNNDYRSANALYSE	16
3.1.1 LAB-1.....	16
3.1.2 LAB-2.....	17
3.1.3 LAB-3.....	19
3.1.4 LAB-4.....	21
3.1.5 LAB-5.....	23
3.1.6 LAB-REF.....	25
3.1.7 Samlet nEQR resultat	26
3.2 HYDROGRAFI	27
3.3 SEDIMENTANALYSER	28
3.3.1 Sensoriske vurderinger	28
3.3.2 Kornfordeling	29
3.3.3 Kjemiske parametere	29
4 DISKUSJON	31
4.1 C-UNDERSØKELSE TIL FORUNDERSØKELSE	31
4.1.1 Samlet vurdering.....	31
4.1.2 Referansestasjon.....	31
5 LITTERATURLISTE	33
6 VEDLEGG	35
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE)	35
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	37
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD	40
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER.....	42
VEDLEGG 5 – INDEKS FOR C1	45
VEDLEGG 6 - REFERANSETILSTANDER.....	46
VEDLEGG 7 - ARTSLISTE	48
VEDLEGG 8 – CTD RÅDATA	52
VEDLEGG 9 – BILDER AV SEDIMENT.....	56

1 Innledning

En forundersøkelse er en undersøkelse av anleggs- og overgangssonen og gjennomføres før plassering av akvakulturanlegg eller ved større utvidelser. Dette skal være en referanse til sammenligning med senere undersøkelser og skal kunne gi grunnlag for plasseringen av anlegget ut fra hensyn til spredning og akkumulering av organisk materiale i området. I tillegg vil denne kunne gi et bedre grunnlag for plasseringen av prøvestasjoner til B- og C-undersøkelser. Til en forundersøkelse skal det blant annet gjennomføres en bunndyrsundersøkelse etter C-metoden, inkludert en referansestasjon. Referansestasjonen skal plasseres minst 1 km fra anlegget i et område med tilsvarende bunntype og forhold som det som dekkes av forundersøkelsen. Denne stasjonen kan brukes senere dersom det skal undersøkes om anlegget kan påvirke utenfor overgangssonen (NS9410 2016).

En C-undersøkelse er en undersøkelse av bunntilstanden fra anlegget og utover i resipienten. Denne består av omfattende utforskning av makrofauna i bløtbunn samt målinger av fysiske og kjemiske støtteparametere (hydrografi, sediment, miljøgifter; NS9410 2016). Bløtbunnsfauna domineres i hovedsak av flerbørstemark, krepsdyr og muslinger. Artssammensetningen i sedimentet kan gi viktige opplysninger om miljøforholdene ved en lokalitet da de fleste marine bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile (ISO 16665 2014).

Miljøforholdene er avgjørende for antallet arter og antallet individer innenfor hver art i et bunndyrsamfunn. Ved naturlige forhold vil et bunndyrsamfunn inneholde mange ulike arter med en relativt jevn fordeling av et moderat antall individer blant disse artene (ISO 16665 2014; Veileder 02:2013 2015). Normalt antall defineres som 25-75 arter per grabb og 50-300 individer per grabb i henhold til Veileder 02:2013 (2015). Moderat organisk belastning kan stimulere bunndyrsamfunnet slik at artsantallet øker, mens ved en større organisk belastning i et område vil antallet arter reduseres. Opportunistiske arter, slik som de forurensningsindikerende flerbørstemarkene *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, vil da øke i antall individer mens mer sensitive arter vil forsvinne (Veileder 02:2013 2015).

De fleste former for dyreliv i sjøen er avhengig av tilstrekkelig oksygeninnhold i vannmassene. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som regel tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygenet forbrukes ved nedbrytning. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Ved utilstrekkelig tilførsel av oksygen kan det ved nedbrytning av organisk materiale dannes hydrogensulfid (H_2S) som er giftig for mange arter. I tillegg til bunndyrsanalyser kan surhetsgraden (pH) og redokspotensial (E_h) måles for å avgjøre om sedimentet er belastet av organisk materiale. Sure tilstander (lav pH) og høyt reduksjonspotensiale (lav E_h) reflekterer lite oksygen i sedimentet og kan indikere en signifikant grad av organisk belastning. Mengden

organisk materiale i sedimentet måles som totalt organisk karbon (TOC) og som totalt organisk materiale (TOM; glødetap). I tillegg måles tungmetaller (sink og kobber), fosfor og nitrogen i sedimentene for å vurdere i hvilken grad området er belastet (Veileder 02:2013 2015). C:N forholdet viser i hvilken grad det organiske materialet gir grunnlag for biologisk aktivitet (NS9410 2016), hvor en lav ratio antyder en større mengde tilgjengelig nitrogen og dermed muligheten for høyere biologisk aktivitet.

Miljøundersøkelser i forbindelse med oppdrett skal gjøres med utgangspunkt i NS9410 (2016). Standarden definerer at stasjonen for overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1) skal klassifiseres ut i fra arts- og individantall. Stasjoner i overgangssonen (C3, C4.. osv.) og i ytterkant av overgangssonen (C2) skal vurderes ut ifra diversitets og sensitivtetsindekser som beskrevet i Veileder 02:2013 (2015).

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivtetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Density Index (DI) er oppgitt for hver stasjon, men er ikke med i samlet vurdering. Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Tilstandsklasser vil ofte kunne gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de vurderes i sammenheng med artssammensetningen i prøvene for øvrig. Slike tilstandsklasser må like fullt brukes med forsiktighet og inngå i en helhetlig vurdering sammen med de andre resultatene. Klima og forurensningsdirektoratet legger imidlertid vekt på indekser når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bløtbunnsfauna (Veileder 02:2013 2015).

Antall stasjoner i en C-undersøkelse og plassering av disse styres av maksimal tillatt biomasse (MTB), strømforhold og bunntopografi (batymetri) på lokaliteten (NS9410 2016). Prøvestasjonene plasseres slik at C1 angir overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen, oftest 25 til 30 meter fra merdkanten. I ytterkanten av overgangssonen plasseres prøvestasjon C2 i et representativt område, mens øvrige prøvestasjoner (C3, C4 osv.) plasseres inne i overgangssone der det forventes størst påvirkning ut i fra strømretning og bunntopografi. Om bunnen i overgangssonen er sterkt skrånende så plasseres det en prøvestasjon ved foten av skråningen. Antall stasjoner avhenger av størrelse på lokaliteten. Tidspunkt for prøvetaking bør være i løpet av de to siste månedene med maksimal belastning og frem til to måneder etter utslakting. C-undersøkelser skal utføres etter første generasjon på en lokalitet, mens minimumskravet til frekvensen for fremtidige undersøkelser bestemmes av tilstandsklassen som ble gitt ved foregående undersøkelse (tabell 1.1). Dersom frekvensene ikke sammenfaller, gjelder den som gir hyppigst frekvens (NS9410 2016).

Tabell 1.1 Undersøkelsesfrekvenser for C-undersøkelsen inne i overgangssonen (C3, C4 osv.) og ved ytre grense av overgangssonen (C2) ved ulike tilstandsklasser. Fritt etter NS9410 (2016).

Stasjon	Tilstandsklasse	Neste produksjonssyklus	Hver annen produksjonssyklus	Hver tredje produksjonssyklus
C2	Moderat (III) eller dårligere*	X		
	Svært god (I) eller god (II)			X
Samlet for C3, C4, osv.	Dårligere enn Moderat (III)*	X		
	Moderat (III)		X	
	Svært god (I) eller god (II)			X

* Krever alternativ undersøkelse for å kartlegge utbredelsen av redusert tilstand. Dette avklares med myndighetene.

Dersom resultatene fra C1 gir tilstand 4, skal det vurderes spesifikke tiltak av myndighetene. I tillegg til krav om C-undersøkelse som stilles i NS9410 (2016) kan det for den enkelte lokalitet finnes andre pålegg om C-undersøkelse, som for eksempel i utslippstillatelsen.

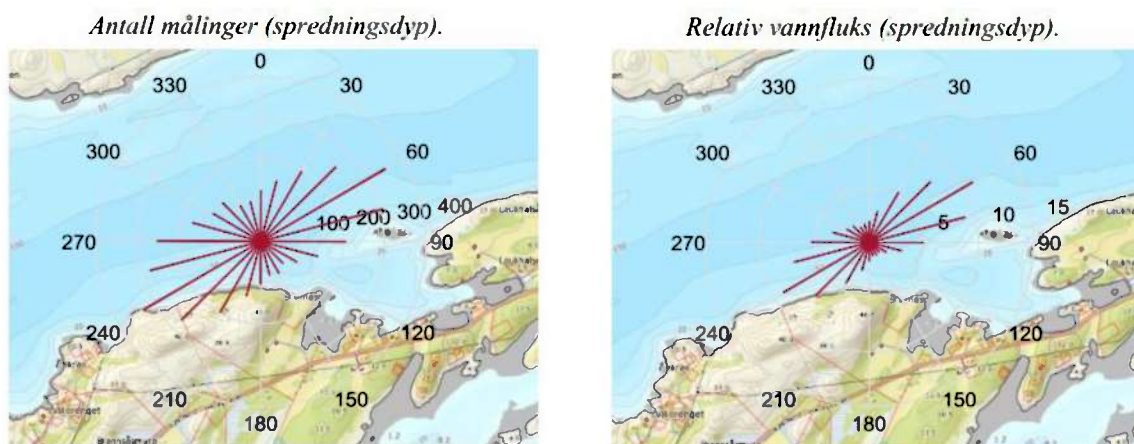
2 Materialer og metoder

2.1 Område og prøvestasjoner

Lokaliteten Labukta V ligger i Dønnessundet i Herøy kommune i Nordland fylke, og har 10 bur der merdene har en diameter på 120 meter (Figur 2.1.1 og 2.1.3). I sundet er anlegget godt skjermet for vind og bølger fra sør og nord. Anlegget ligger over en dybdegradient der grunneste område er i sørvestre del av rammen. Mot nord øker dypet og dypeste del ligger på 145 meter i nordre del av rammen. (Tabell 2.1.1; Figur 2.1.3). Nord-øst og sør-vest for anlegget strekker sundet seg videre. Her kan vind og bølger bygge seg opp. Dette gjelder særlig fra nord-øst. Sundet har en terskel på rundt 40 meter mot øst og en terskel på rundt 20 meter mot vest.

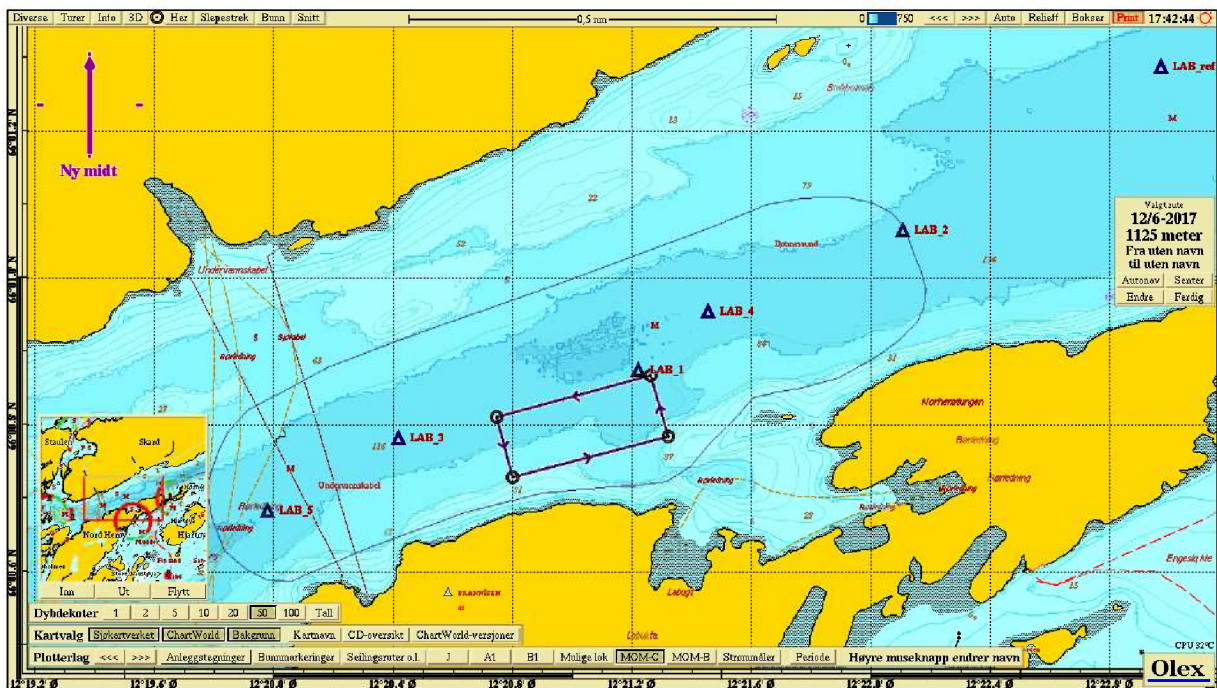


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten og nærliggende anlegg. Anlegget er merket med et rødt flagg. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84 (Fiskeridirektoratet 2017).



Figur 2.1.2 Strømforhold. Fordelingsdiagrammet til venstre angir antallet målepunkter (frekvens) i ulike retninger. Figur til høyre viser relativ vannfluks som angir hvor stor prosent av vannmassene (mengde) som fordeler seg i de ulike retningene. Målingene er utført spredningsdypet. Kartdatum WGS84 (Åkerblå 2017).

Strømmålinger på lokaliteten viste et strømbilde dominert av tidevannet, henholdsvis sørvest-nordøst (figur 2.1.2). Det var betydelig vannutskiftning i begge retninger, men med en overvekt av målinger mot nordøst. Det ble derfor lagt flere stasjoner i denne retningen. LAB-1 ble plassert 25 meter fra merdkant nordøst i anleggsrammen, innenfor anleggssonen. LAB-2 ble plassert 650 meter fra anleggsrammen i hovedstrøms retning i kanten av hva som ble estimert å være overgangssonen ved denne lokaliteten. LAB-4 ble plassert innenfor overgangssonen, 200 meter fra anleggsrammen, mellom de to foregående stasjoner. LAB-3 ble plassert vest for anlegget for å dekke den sekundære strømetretningen vist på spredningsstrømmen. Grunnet flere sjøkabler i området og usikkerhet rundt faktisk plassering av disse, samt mye hardbunn, måtte LAB-5 trekkes 600 meter fra anlegget. Det estimeres at dette fremdeles er innenfor anleggets overgangssone. LAB-REF var referansestasjonen valgt i gjeldende undersøkelse. Den ble plassert over lignende dyp som anlegget 1500 meter nordøst for anleggsrammen.



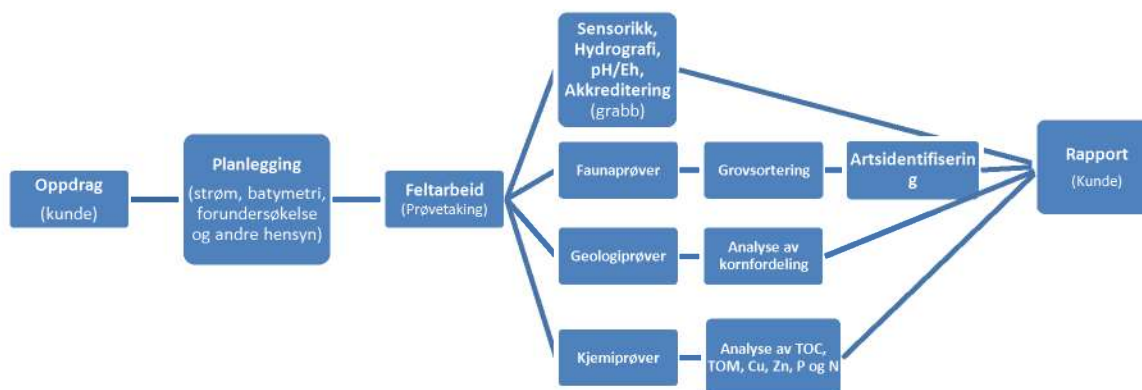
Figur 2.1.3 Plassering av lokaliteten med bunntopografi og stasjonsplassering. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Blå sirkel rundt anlegget indikerer overgangssonen. Kartdatum WGS84.

Tabell 2.1.1 Stasjonsbeskrivelser. Stasjonsplasseringen beskrives i NS9410 (2016) som overgangen mellom anleggssonen og overgangssonen (C1), ytterkant av overgangssone (C2) og overgangssone (C3, C4 osv.). Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med kartdatum WGS84 og avstand fra anlegg og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere	Plassering (NS 9410)
LAB-1	66°00.865 'N 12°21.220 'Ø	25	146	FAU, KJE, GEO, PE	C1
LAB-2	66°01.055 'N 12°22.106 'Ø	650	120	FAU KJE, GEO, PE	C2
LAB-3	66°00.772 'N 12°20.418 'Ø	225	118	FAU, KJE, GEO, PE	C3
LAB-4	66°00.944 'N 12°21.452 'Ø	200	141	FAU KJE, GEO, PE, CTD	C4
LAB-5	66°00.673 'N 12°19.978 'Ø	600	144	FAU, KJE, GEO, PE	C5
LAB-REF	66°01.278 'N 12°22.972 'Ø	1500	118	FAU, KJE, GEO, PE	REF

2.2 Prøvetaking og analyser

Uttak av prøver og vurdering av akkrediteringsstatus per grabbhugg ble gjennomført av feltpersonell i henhold til NS9410 (2016) og NS-EN ISO 16665 (2014). Det ble tatt tre grabbhugg på hver prøvestasjon med en grabb hvorav to ble tatt ut til faunaundersøkelse og én til geologiske- og kjemiske undersøkelser. I felt vurderes prøvene for sensoriske parametere, pH og Eh og om huggene er akkrediterte eller ikke. Vurderingen av akkreditering baseres på om overflaten var tilnærmet uforstyrret og om det ble hentet opp minimum mengde av sediment som er avhengig av type (stein, sand, mudder osv.). For kjemianalyser ble det tatt prøver fra øverste 1 cm av overflaten, mens for de geologiske prøvene (kornfordeling) fra de øverste 5 cm. Kornfordelingen illustrerer mikroklimaet i en mindre prøve, mens de sensoriske dataene for sedimentsammensetningen gjelder hele grabbinholdet. For faunaundersøkelsen ble de to grabbprøvene i sin helhet vasket i en sikt, fiksert med formalin tilsatt farge (bengalrosa) og nøytralisert med boraks (tabell 2.2.1; vedlegg 1). For kjemiske parametere ble det tatt ut prøve til analyse av totalt organisk karbon (TOC), totalt organisk materiale (TOM; glødetap), nitrogen (N), fosfor (P), kobber (Cu) og sink (Zn) fra samme hugg som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av vår underleverandør (figur 2.2.1).



Figur 2.2. 1 Arbeidsflyt.

Tabell 2.2.1 Prøvetakingsutstyr.

Utstyr	Beskrivelse
Sedimentprøvetaker	«Van Veen» grabb (KC-denmark) på 0,1 m ²
pH-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Eh-måler	YSI Professional Plus/YSI 1003 pH/ORP Probe kit (#605103)
Sikt	Runde hull, 1 mm diameter (KC-Denmark)
GPS og kart	Olex, GPS og kart fra statens kartverk, WGS84
Konservering	Boraks og formalin (4% bufret i sjøvann)
CTD	SAIV AS
Annet	Linjal, prøveglass, skje, hevert og hvit plastbalje, kamera

Tabell 2.2.2 Oversikt over arbeid utført av Åkerblå AS og underleverandører som er benyttet. AK = Akkreditering, KP-AS = Kystlab Prebio AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	Leverandør	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	Åkerblå AS	Torbjørn Gylt	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	Åkerblå AS	Jolanta Jagminiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	Åkerblå AS	Martin Mejdell Hektoen	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	Åkerblå AS	Martin Mejdell Hektoen	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	Åkerblå AS	Ingvild Andersson	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	KP-AS	KP-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	KP-AS	KP-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	KP-AS	KP-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	KP-AS	KP-AS	TEST 070	Intern metode

KP-AS* Utført av underleverandør til Kystlab-PreBIO

Målinger for hydrografi ble gjennomført ved at CTD-sonden med et påmontert lodd ble firt til loddet traff bunnen og deretter hevet til overflaten. Sonden gjorde én registrering hvert 2.

sekund og målte salinitet, temperatur og oksygeninnhold. Data fra senkning av sonden ble benyttet (intern prosedyre). Uthenting av data og behandling av disse ble gjort med programvaren Minisoft SD200w versjon 3.18.7.172 og Microsoft Excel (2007/2010/2013).

Faunaprøver er sortert og identifisert (Horton et al. 2016) av personell i avdelingen for Marine Bunndyr i Åkerblå AS.

Utrekningen av artsmangfold (ES_{100}) ble utført med programpakken PRIMER (versjon 6.1.6/7, Plymouth Laboratories). Sensitivitetsindeksen AMBI (komponent i NQI1) ble utregnet ved hjelp av programpakken AMBI (versjon 5.0, AZTI-Tecnalia). Alle øvrige utregninger ble utført i Microsoft Excel. Shannon-Wiener diversitetsindeks og Jevnhetsindeksen (J) ble regnet ut i henhold til Shannon & Weaver (1949) og Veileder 02:2013 (2015). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2013 (Anon 2013). DI-indeks ble beregnet etter Veileder 02:13 (2015), men denne inngår ikke i normalisert samlet verdi (nEQR). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2013 (2015; vedlegg 6).

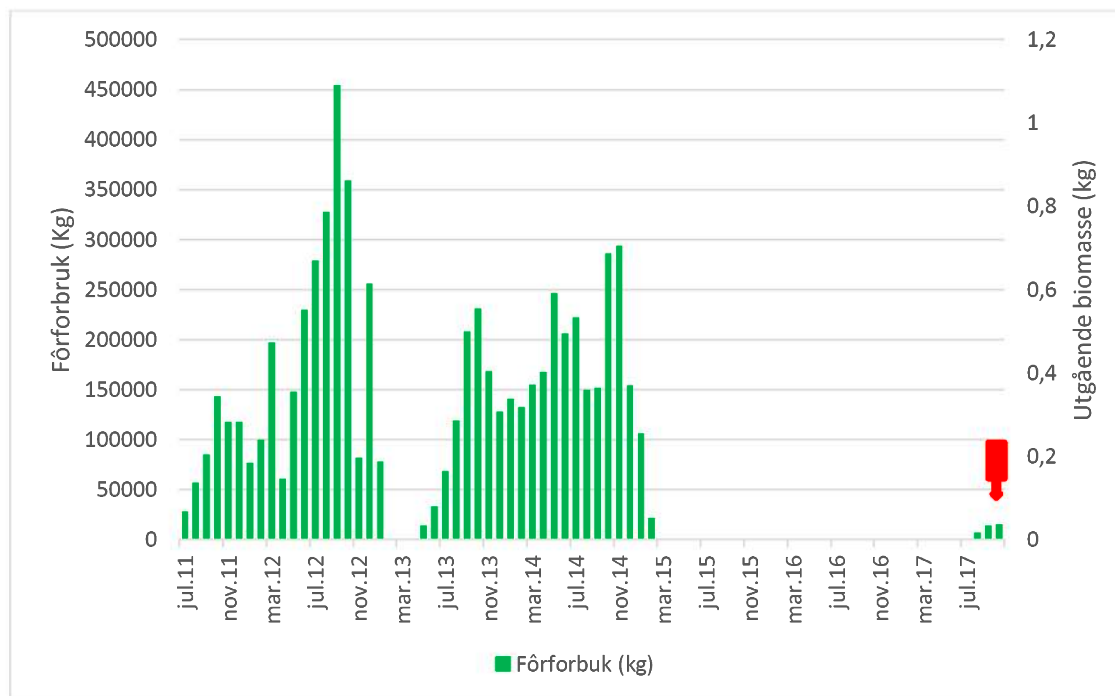
Artenes toleranse til forurensning er angitt av de fem økologiske gruppene som NSI-indeksen faller under (vedlegg 3 og 6). På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippskilden kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. I denne rapporten ble vurdering av stasjonen i overgangen anleggssone/overgangssone LAB-1 gjort på grunnlag av artsantall og artssammensetning i henhold til NS 9410 (2016), mens øvrige stasjoner bedømmes på bakgrunn av en tilstandsverdi (nEQR) av indeksene: NQI1, Shannon Wiener diversitetsindeks (H'), ES_{100} , ISI og NSI (tabell 2.2.3; vedlegg 4). Det er i tillegg beregnet indekser for nærstasjonen (vedlegg 5).

Tabell 2.2.3 Indekser og forkortelser.

Indeks	Beskrivelse
S	Antall arter i prøven
N	Antall individer i prøven
NQI1	Sammensatt indeks av artsmangfold og ømfintlighet
H'	Shannon-Wiener artsmangfoldindeks
H'_{\max}	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter ($= \log_2 S$)
ES_{100}	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$)
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks inkludert med individantall
DI	Individtetthetsindeks («Density Index»)
\bar{G}	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
\check{S}	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstandsverdi	Gjennomsnittet av alle indeksenenes nEQR-verdi

2.3 Produksjon

Fisk på lokalitet ble satt ut i August 2017. Ved tidspunkt for undersøkelse var biomassen på lokaliteten omtrent 64,2 tonn. Totalt fôrforbruk på lokaliteten siden utsett var ved samme tid 33, 6 tonn (figur 2.3.1; pers. med Dalen, Vegard).



Figur 2.3.1 Fôrforbruk ved Labukta V for de siste generasjoner og frem til tidspunkt for C- undersøkelsen. Pil angir prøvetidspunkt (oktober 2017).

3 Resultater

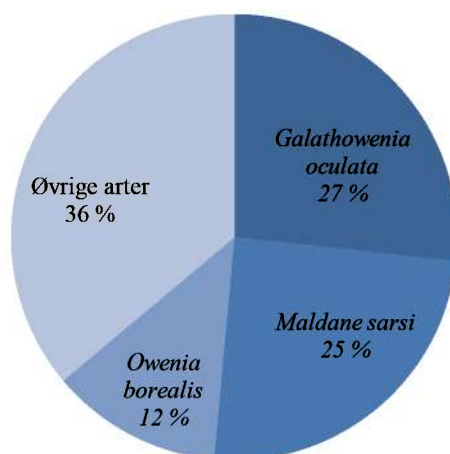
3.1 Bunndyrsanalyse

3.1.1 LAB-1

Ved LAB-1 ble det registrert 554 individer fordelt på 54 arter (tabell 3.1.1.1 og figur 3.1.1.1). Stasjonen var dominert av artene *Galathowenia oculata* og *Maldane sarsi* i henholdsvis NSI-gruppe 3 og 4. Stasjonen ble etter NS9410 (2016) klassifisert til Miljøtilstand 1 «Meget god».

Tabell 3.1.1.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAB-1 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Galathowenia oculata</i>	3	148	27
<i>Maldane sarsi</i>	4	137	25
<i>Owenia borealis</i>	2	69	12
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	40	7,2
Lumbrineridae	2	31	5,6
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	12	2,2
<i>Laphania boeckii</i>	2	11	2,0
<i>Melinna elisabethae</i>	2	11	2,0
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	10	1,8
<i>Thyasira sarsi</i>	4	10	1,8
Øvrige arter	-	75	14



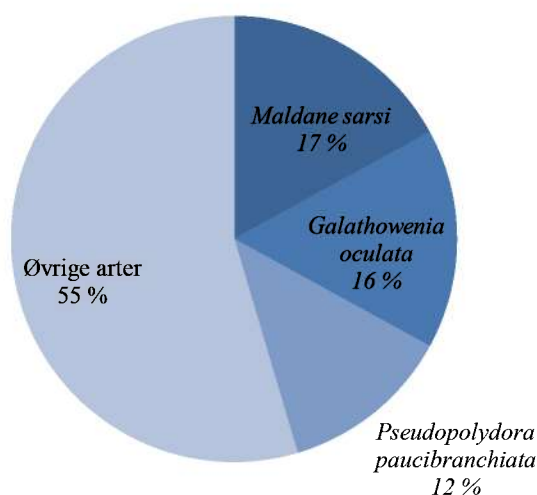
Figur 3.1.1.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAB-1.

3.1.2 LAB-2

Ved LAB-2 ble det registrert 370 individer fordelt på 55 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Artene *Maldane sarsi* og *Galathowenia oculata* i NSI-gruppe 4 og 3 var hyppigst forekommende ved stasjonen, og den ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert til midt på skalaen i **tilstandsklasse II (god)**.

Tabell 3.1.2.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAB-2 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Maldane sarsi</i>	4	63	17
<i>Galathowenia oculata</i>	3	59	16
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	46	12
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	46	12
<i>Owenia borealis</i>	2	29	7,8
Lumbrineridae	2	17	4,6
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	7	1,9
<i>Melinna elisabethae</i>	2	6	1,6
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	6	1,6
<i>Siboglinidae</i>	1	6	1,6
Øvrige arter	-	85	23



Figur 3.1.2.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAB-2.

Tabell 3.1.2.2 Resultater for LAB-2 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \bar{S}
S	20	52	36,0	55		
N	53	317	185,0	370		
NQI1	0,732	0,728	0,730	0,735	0,705	0,711
H'	3,706	4,053	3,879	4,187	0,698	0,732
J	0,857	0,711	0,784	0,724		
H'max	4,322	5,700	5,011	5,781		
ES100	i.a.*	26,970	26,970	28,130	0,717	0,731
ISI	8,663	8,737	8,700	8,814	0,714	0,725
NSI	22,172	21,149	21,661	21,297	0,666	0,652
DI	0,326	0,451	0,388	0,388		
		Tilstandsverdi	0,705		0,700	0,710

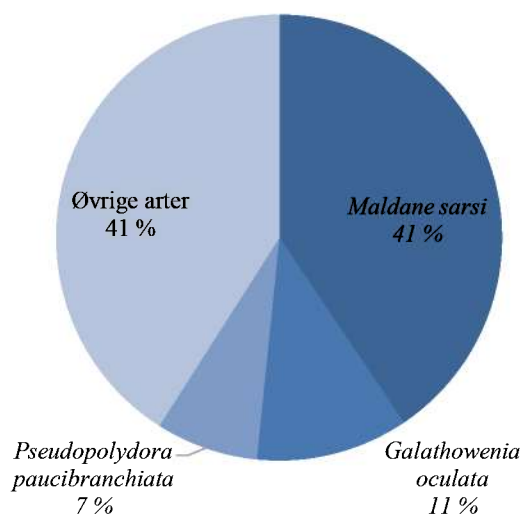
*ES100 ikke beregnet grunnet lavt individantall

3.1.3 LAB-3

Ved LAB-3 ble det registrert 525 individer fordelt på 56 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Stasjonen var dominert av *Maldane sarsi* i NSI-gruppe 4, og ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert midt på skalaen i **tilstandsklasse II (god)**.

Tabell 3.1.3.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAB-3 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forureningsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forureningsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Maldane sarsi</i>	4	213	41
<i>Galathowenia oculata</i>	3	58	11
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	39	7,4
Lumbrineridae	2	29	5,5
<i>Owenia borealis</i>	2	27	5,1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	24	4,6
<i>Melinna elisabethae</i>	2	13	2,5
<i>Praxillella praetermissa</i>	2	12	2,3
<i>Myriochele</i> sp.	2	11	2,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	10	1,9
Øvrige arter	-	89	17



Figur 3.1.3.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAB-3.

Tabell 3.1.3.2 Resultater for LAB-3 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

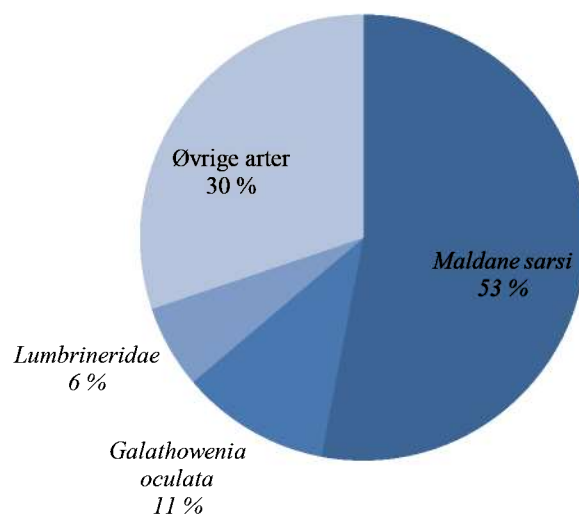
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	30	44	37,0	56		
N	191	334	262,5	525		
NQI1	0,697	0,758	0,727	0,753	0,702	0,730
H'	3,351	3,363	3,357	3,592	0,640	0,666
J	0,683	0,616	0,649	0,619		
H'max	4,907	5,459	5,183	5,807		
ES100	20,720	23,070	21,895	23,400	0,658	0,675
ISI	9,964	9,968	9,966	9,890	0,822	0,817
NSI	20,140	20,767	20,453	20,541	0,618	0,622
DI	0,231	0,474	0,352	0,352		
		Tilstandsverdi	0,695		0,688	0,702

3.1.4 LAB-4

Ved LAB-4 ble det registrert 630 individer fordelt på 52 arter (tabell 3.1.4.1, tabell 3.1.4.2 og figur 3.1.4.1). Stasjonen var dominert av arten *Maldane sarsi* i NSI-gruppe 4, og ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert til nedre del av **tilstandsklasse II (god)**.

Tabell 3.1.4.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAB-4 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Maldane sarsi</i>	4	334	53
<i>Galathowenia oculata</i>	3	68	11
<i>Lumbrineridae</i>	2	38	6,0
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	36	5,7
<i>Melinna elisabethae</i>	2	21	3,3
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	14	2,2
<i>Levinsenia gracilis</i>	2	11	1,7
<i>Laphania boeckii</i>	2	10	1,6
<i>Thyasira sarsi</i>	4	9	1,4
<i>Owenia borealis</i>	2	8	1,3
Øvrige arter	-	81	13



Figur 3.1.4.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAB-4.

Tabell 3.1.4.2 Resultater for LAB-4 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

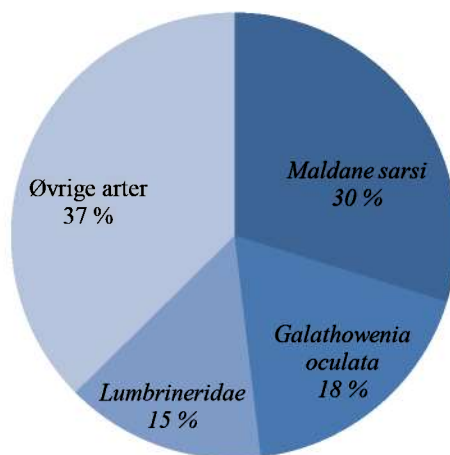
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	37	36	36,5	52		
N	297	333	315,0	630		
NQI1	0,732	0,736	0,734	0,749	0,710	0,725
H'	3,014	2,807	2,910	2,988	0,584	0,598
J	0,579	0,543	0,561	0,524		
H'max	5,209	5,170	5,190	5,700		
ES100	19,990	19,960	19,975	20,040	0,635	0,636
ISI	9,558	9,438	9,498	9,337	0,790	0,775
NSI	20,129	19,963	20,046	20,041	0,602	0,602
DI	0,423	0,472	0,448	0,448		
		Tilstandsverdi	0,666		0,664	0,667

3.1.5 LAB-5

Ved LAB-5 ble det registrert 503 individer fordelt på 39 arter (tabell 3.1.5.1, tabell 3.1.5.2 og figur 3.1.5.1). Stasjonen var noe dominert av arten *Maldane sarsi* i NSI-gruppe 4, og ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert til nedre del av **tilstandsklasse II (god)**.

Tabell 3.1.5.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAB-5 oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Maldane sarsi</i>	4	150	30
<i>Galathowenia oculata</i>	3	92	18
Lumbrineridae	2	73	15
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	35	7,0
<i>Melinna elisabethae</i>	2	27	5,4
<i>Laphania boeckii</i>	2	13	2,6
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	13	2,6
<i>Praxillella gracilis</i>	4	11	2,2
<i>Owenia borealis</i>	2	10	2,0
<i>Nephtys ciliata</i>	3	8	1,6
Øvrige arter	-	71	14



Figur 3.1.5.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAB-5.

Tabell 3.1.5.2 Resultater for LAB-5 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

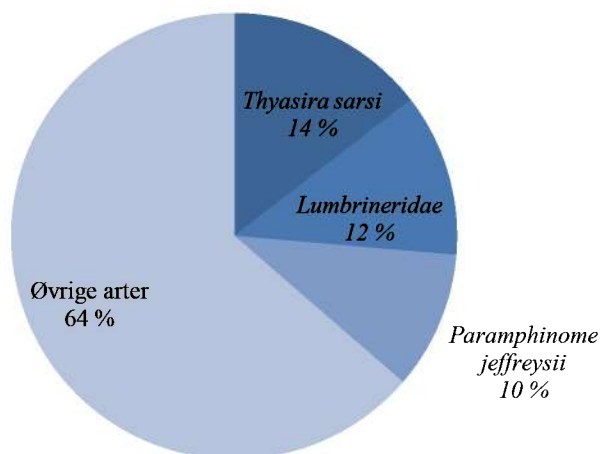
Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	27	31	29,0	39		
N	231	272	251,5	503		
NQI1	0,690	0,705	0,698	0,708	0,671	0,682
H'	3,401	3,435	3,418	3,501	0,646	0,656
J	0,715	0,693	0,704	0,662		
H'max	4,755	4,954	4,855	5,285		
ES100	20,190	19,910	20,050	20,440	0,636	0,640
ISI	9,216	9,211	9,213	8,981	0,763	0,741
NSI	20,904	21,247	21,075	21,089	0,643	0,644
DI	0,314	0,385	0,349	0,349		
		Tilstandsverdi	0,672		0,672	0,673

3.1.6 LAB-REF

Ved LAB-REF ble det registrert 110 individer fordelt på 24 arter (tabell 3.1.6.1, tabell 3.1.6.2 og figur 3.1.6.1). Ingen enkeltarter var dominerende, og stasjonen ble etter veileder 02:2013 (2015) klassifisert til nedre del av **tilstandsklasse II (god)**.

Tabell 3.1.6.1 De ti hyppigst forekommende artene ved LAB-REF oppgitt i antall og prosent, samt NSI-gruppe for de respektive artene. NSI-gruppe 1: forurensingssensitiv, gruppe 2: forurensingsnøytral, gruppe 3: forurensingstolerant, gruppe 4: forurensingstolerant og opportunistisk, gruppe 5: forurensingsindikerende. Celler merket med i.a. betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Thyasira sarsi</i>	4	16	15
Lumbrineridae	2	13	12
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	11	10
<i>Maldane sarsi</i>	4	10	9,1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	3	9	8,2
<i>Galathowenia oculata</i>	3	8	7,3
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	4	6	5,5
Siboglinidae	1	6	5,5
<i>Nephtys ciliata</i>	3	5	4,5
<i>Terebellides cf. stroemii</i>	2	4	3,6
Øvrige arter	-	22	20



Figur 3.1.6.1 Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved LAB-REF.

Tabell 3.1.6.2 Resultater for LAB-REF fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individantall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\bar{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdien, som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\bar{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \bar{S}
S	21	18	19,5	24		
N	48	62	55,0	110		
NQI1	0,708	0,669	0,688	0,689	0,662	0,662
H'	3,964	3,782	3,873	4,010	0,697	0,712
J	0,902	0,907	0,905	0,875		
H'max	4,392	4,170	4,281	4,585		
ES100	i.a*	i.a*	i.a*	23,170	i.a*	0,673
ISI	7,978	8,357	8,167	7,786	0,664	0,627
NSI	20,816	21,270	21,043	21,075	0,642	0,643
DI	0,369	0,258	0,313	0,313		
		Tilstandsverdi	0,665		0,666	0,663

*ES100 kunne ikke beregnes grunnet for lavt individantall

3.1.7 Samlet nEQR resultat

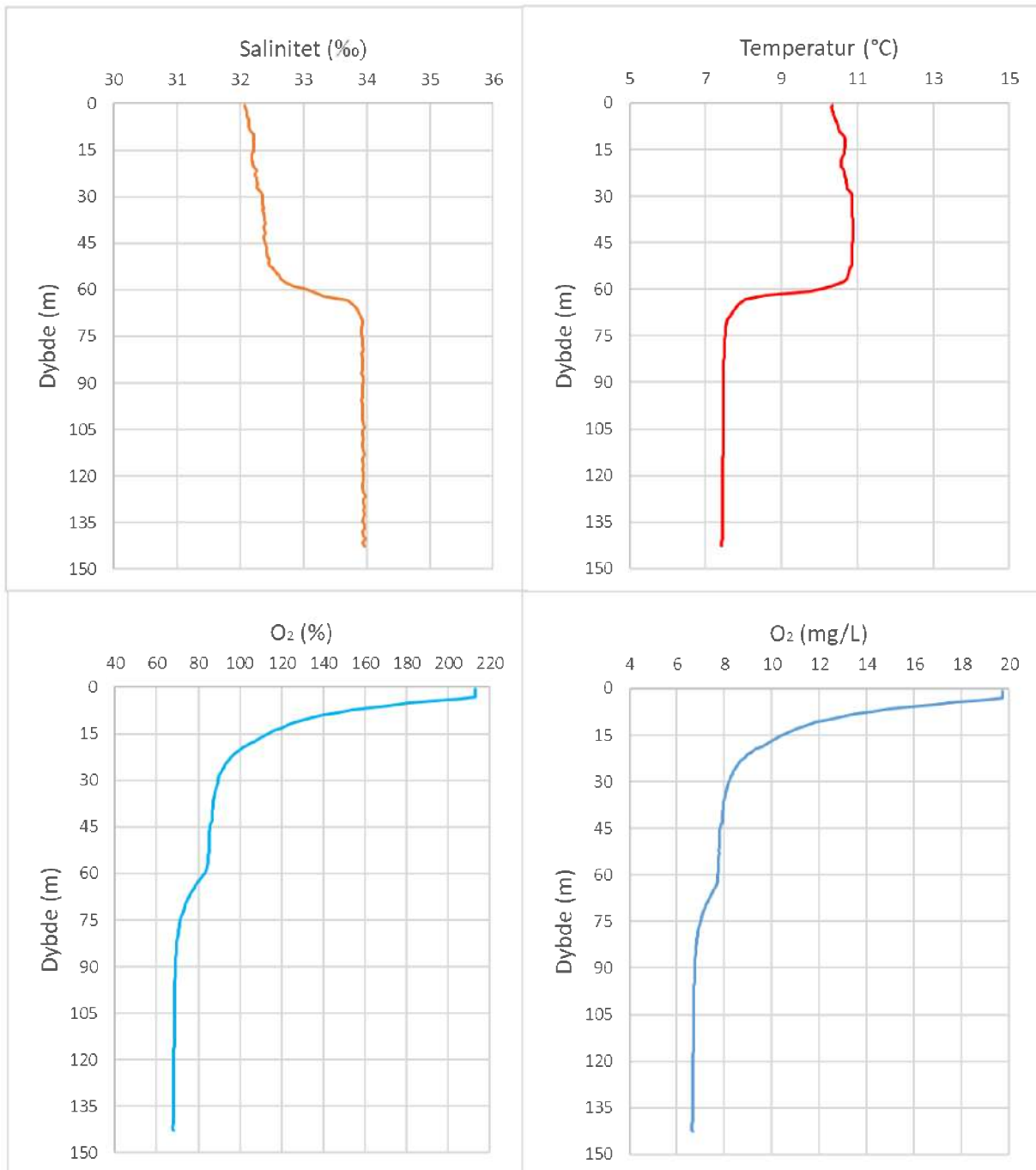
Undersøkelsesfrekvens for C-undersøkelser er bestemt av tilstandsklassen stasjonsverdiene faller inn under (tabell 3.1.7.1).

Tabell 3.1.7.1 Stasjonsverdier (\bar{S}) og tilstandsklasse fra nEQR for stasjoner C2 og C3, C4 osv.

Stasjonsbeskrivelse	Stasjon	Stasjonsverdi	Tilstandsklasse
Ytterkant av overgangsstasjonen (C2)	LAB-2	0,710	II «God»
Overgangssonen (C3, C4 osv.)	LAB-3	0,702	
	LAB-4	0,667	
	LAB-5	0,673	
	Gjennomsnitt Tilstandsverdi	0,681	

3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved LAB-4 (figur 3.2.1). Både temperatur og salinitet viste et tydelig vannskille rundt 60 m, før de var stabile ned til bunn. Oksygenmålingene viste svært høye verdier de øverste 15 m, før parameterne stabiliserte seg. Også oksygenet indikerer svakt delte vannmasser rundt 60 m. Mengde og metning oksygen lå innenfor tilstandsklasse I: «Svært god» ved bunn.



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen på prøvepunktet.

3.3 Sedimentanalyser

3.3.1 Sensoriske vurderinger

Sedimentsammensetningen i området var varierende, men det var stor andel sand ved de fleste stasjoner. Sedimentet hadde lys farge ved alle stasjoner bortsett fra ved LAB-4, som hadde brun. Det ble registrert noe lukt ved to stasjoner, og myk konsistens på tre stasjoner. Samtlige grabbhugg var akkrediterte (Tabell 3.3.1.1).

Tabell 3.3.1.1 Sensorisk vurdering av sediment og vurdering av akkrediteringsstatus. Akkrediteringsstatusen angir om det har vært tilstrekkelig mengde sediment for godkjent akkreditert prøve i henhold til type sediment. I tillegg vurderes overflaten om den er forstyrret eller uforstyrret; utvasket, forstyrret eller utvannet i særlig grad.

Stasjon	Parameter	Vurdering	Akkrediteringsstatus
LAB-1	Type sediment	Hovedsakelig sand med noe silt og skjellsand	Alle hugg akkreditert
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Myk	
	Organisk materiale	Ingen	
LAB-2	Type sediment	Blanding av sand, skjellsand, silt og leire	Alle hugg akkreditert
	Farge	Lys	
	Lukt	noe	
	Konsistens	Myk/fast	
	Organisk materiale	Ingen	
LAB-3	Type sediment	Hovedsakelig silt med noe sand og leire	Alle hugg akkreditert
	Farge	Lys	
	Lukt	noe	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ingen	
LAB-4	Type sediment	Blanding av sand, skjellsand, silt og leire	Alle hugg akkreditert
	Farge	Brun	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ingen	
LAB-5	Type sediment	Hovedsakelig silt med noe sand og skjellsand	Alle hugg akkreditert
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Myk	
	Organisk materiale	Ingen	
LAB-REF	Type sediment	Hovedsakelig leire og skjellsand	Alle hugg akkreditert
	Farge	Lys	
	Lukt	Ingen	
	Konsistens	Fast	
	Organisk materiale	Ingen	

3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at området i hovedsak bestod av sand med en mindre fraksjon leire og silt. Andelen grus var minimal (Tabell 3.3.2.1).

Tabell 3.3.2.1 Kornfordeling. Leire og silt er definert med kornstørrelser < 0,063 mm, sand er definert med kornstørrelser fra 0,063 – 2 mm, og grus er definert med kornstørrelser > 2 mm. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	Leire og Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
LAB-1	17	83	2
LAB-2	24	76	<1
LAB-3	15	85	<1
LAB-4	13	87	<1
LAB-5	13	86	<1
LAB-REF	10	93	<1

3.3.3 Kjemiske parametere

Verdiene for pH og E_h ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene (tabell 3.4.3.1).

Tabell 3.3.3.1 pH- og E_h -verdier. Beregnet poengverdi går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er meget god, og 4 er meget dårlig (NS9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand
LAB-1	7,6	10	1	1/Meget god
LAB-2	7,54	42	1	1/Meget god
LAB-3	7,74	47	1	1/Meget god
LAB-4	7,56	12	1	1/Meget god
LAB-5	7,63	25	1	1/Meget god
LAB-REF	7,55	30	1	1/Meget god

Innholdet av karbon (nTOC) ble klassifisert med tilstandsklasse V «svært dårlig» ved alle stasjoner. Nivåene av sink var lave og ble klassifisert med tilstandsklasse I «bakgrunn» (LAB-1, LAB-4 og LAB-5) og tilstandsklasse II «god» (LAB-2, LAB-3 og LAB-REF). Nivåene av kobber ble derimot klassifisert med delt tilstandsklasse II/III «god/moderat» for alle stasjoner. Verdiene av nitrogen var alle høyere enn 2 000 mg/kg TS, hvor LAB-3 og LAB-REF hadde mer enn doblede verdier i forhold til LAB-1. For fosfor var ikke variasjonen like stor, hvor forskjellen lå på rundt 300 mg/kg TS, med høyeste verdi for LAB-3 og laveste verdi for LAB-REF. Det er ikke utarbeidet klassifiseringssystem for nitrogen og fosfor (tabell 3.3.3.2).

Tabell 3.3.3.2 Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter Veileder M608 (2016) for sink (Zn; mg/kg TS), kobber (Cu; mg/kg TS), normalisert TOC (nTOC; mg/g) og totalt organisk materiale (TOM; glødetap i % av TS). Fosfor (P; mg/kg TS) og nitrogen (N; mg/kg TS) har ikke tilstandsklasser og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Manglende data er merket med i.a

Stasjon	TOM	TOC	nTOC	TK	N	C:N	P	Zn	TK	Cu	TK
LAB-1	13,8	42000	56,9	V	2470	17,00	1100	82,0	I	28,0	II/III*
LAB-2	15,0	41000	54,6	V	4990	8,22	1100	100,0	II	28,0	II/III*
LAB-3	14,9	45000	60,2	V	5900	7,63	1300	110,0	II	39,0	II/III*
LAB-4	13,7	41000	56,7	V	4260	9,62	1200	81,0	I	26,0	II/III*
LAB-5	12,6	35000	50,7	V	4720	7,42	1200	87,0	I	28,0	II/III*
LAB-REF	16,4	41000	57,3	V	5700	7,19	980	120,0	II	28,0	II/III*

*Tilstandsklasse II tilsvarer AA-EQS (årlig gjennomsnittskonsentrasjon) og klasse III tilsvarer MAC-EQS (maksimal tillatt konsentrasjon). Endelig klassifisering er dermed avhengig av hvilken verdi (gjennomsnitt eller maksimal) resultatet skal representere.

4 Diskusjon

4.1 C-undersøkelse til forundersøkelse

4.1.1 Samlet vurdering

Samlet indikerer områdets bunnfauna lite påvirkning av organisk belastning, med jevnt over gode indeksverdier. Generelt ble det i hele undersøkelsesområdet observert en overvekt av den fourensningstolerante og opportunistiske børstemarken *Maldane sarsi* (NSI-gruppe 4), etterfulgt av den fourensningstolerante børstemarken *Galathowenia oculata* (NSI-gruppe 3). Disse rørbyggende børstemarkene er ofte observert i naturlig store forekomster i Nord-Norge (Stokland, 1999; Stokland 2000), og ansees ikke som typiske fourensningsindikerende arter, hvor *Maldane sarsi* er listet som sensitiv i AMBI (økologisk kvalitetsklassifisering for europeiske resipienter). Enkeltarter i store forekomster vil kunne endre diversitetsindeksene Shannon-Wiener (H') og Hulberts indeks (ES100), til å indikere organisk belastning. Dette ser ikke ut til å være tilfelle i denne undersøkelsen, hvor disse indeksene ble tildelt tilstandsklasse II «god», unntatt for LAB-4 som viste moderat diversitet grunnet en større dominas *Maldane sarsi* (53 %). Det er ikke observert en tydelig trend på organisk belastning utover LAB-4 og det kan derfor tyde på at dette er naturlige tilstander for området.

Området anlegget ligger i er delvis begrenset med to terskler i sundet, slik at organiske partikler vil kunne samle seg innenfor disse. Svært høyt innhold av karbon og forhøyede verdier av nitrogen og kobber indikerer nettopp dette. Anlegget benytter derimot ikke kobber i nøtene (pers. med Dalen, Vegard) og det er derfor usikkert om kobberverdiene skyldes bruk av kobber fra forløperen til Seløy Sjøfarm AS, eller om det skyldes andre kilder. Det har ikke vært produksjon i perioden Mars 2017 til Juli 2017 ved anlegget, som videre tyder på at dette kan være naturlige tilstander for området. Det ble registrert en betydelig vannutskiftning i begge retninger, som vil kunne spre organiske partikler utover et større område. God vannutskiftning er trolig årsaken til at verdiene for surhetsgrad (pH) og reduksjonspotensiale (Eh) ble klassifisert med tilstand 1 (meget god) ved alle stasjonene, og det ble observert svært gode verdier for oksygen ved bunnen. Mengde og metning oksygen i øvre vannlag var svært høyt, og skyldes trolig en algeoppblomstring som kan forekomme i norske fjorder under avrenningsperioder på vår- og høsthalvåret, som gir resuspensjon av næringsstoffer (Sakshaug 1972). Samlet viser resultatene for bunnfauna et samfunn som ser ut til å være tilpasset områdets forhold og alle stasjoner (inkludert anleggssonen) ble etter Veileder 02:2013 (2015) vurdert til tilstandsklasse II «god».

4.1.2 Referansestasjon

En referansestasjon ble opprettet 1,50 km sørvest for anlegget med formål om å representere lignende tilstander som rundt anlegget, men skal ikke inngå i regulær overvåkning. Stasjonen kan benyttes ved senere undersøkelser for å bestemme om anlegget kan påvirke utenfor overgangssonen. Kornfordelingen viste at stasjonen var noe mer grovkornet enn stasjonene i anlegg- og overgangssonen, men ikke nok til å kunne fastslå at stasjonen holdt en annen

sedimentsammensetning. Stasjonen hadde ingen særskilt dominerende art og artssammensetningen lignet øvrige stasjoner, bortsett fra at den forurensningstolerante og opportunistiske muslingen *Thyasira sarsi* (NSI-gruppe 4), den forurensningsnøytrale børstemarkfamilien Lumbrineridae (NSI-gruppe 2) og den forurensningstolerante børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (NSI-gruppe 3) var hyppigst forekommende. Stasjonen holdt også et lavere arts- og individantall, slik at Hulberts diversitetsindeks ikke kunne beregnes (<100 individer). Stasjonen viste lignende kjemiske parametere som anlegg- og overgangssonen, med høye verdier for karbon og nitrogen. Dette kan forklare forekomsten av den opportunistiske muslingen *Thyasira sarsi*, som trives i et miljø med høy næringstilgang. Mengde sink var høyest ved denne stasjonen (120 mg/kg TS), men lå fortsatt innenfor tilstandsklasse II «god». Mengde kobber var likt som for øvrige stasjoner. Referansestasjonen ble som de andre stasjoner i området tildelt tilstandsklasse II (god) for bunnfauna.


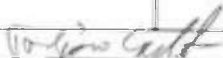
5 Litteraturliste


- Bakke et al. (2007). Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. (2002). Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Carpenter EJ and Capone DJ. 1983. *Nitrogen in the marine environment*. Stony Brook, Marine Science Research Center. 900p
- Faganelli J, Malej A, Pezdic J and Malacic V. 1988. *C:N:P ratios and stable C isotopic ratios as indicator of sources of organic matter in the Gulf of Trieste (northern Adriatic)*. *Oceanologia Acta 11: 377-382*.
- Fiskeridirektoratet (2017) Fiskeridirektoratets kartløsning, hentet 05.12.2017 fra <https://kart.fiskeridir.no/akva>
- Gray JS, Mirza FB. (1979). A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170 //www.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2016-10-20. doi:10.14284/170
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. (1997). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- NS 4764 (1980). Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Standard Norge*.
- NS 9410 (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. *Standard Norge*.
- NS-EN ISO 16665 (2014). Vannundersøkelse, Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. *Standard Norge*
- Pearson TH, Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. (1983). Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. (1966). The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.


- Rygg B. & Nordling K. (2013). Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA-rapport 6475-2013.
- Rygg B, Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.
- Sakshaug E (1972) Phytoplankton Investigations in Trondheimfjord, 1963 – 1966. K norske Vidensk Selsk Skr 1, pp 1–56
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Stokland Ø. 1999. Resipientundersøkelser ved lokalitetene Lille Kvalfjord og Store Kufjord i Rognsundet samt Skagen og Elva i Altafjorden. Rappnr. SFT66 F99061
- Stokland Ø. 2000. Resipientundersøkelser ved lokalitetene Seljebukt i Rognsundet samt Skillefjord og Mortensnes i Altafjorden. SFT66F00130
- Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016. Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536
- Veileder 02:2013 (2015) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk Klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2015. Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*. Miljødirektoratet.
- Åkerblå. (2017). Måling av overflate (5m), dimensjonering (15m), sprednings- og bunnstrøm ved Labukta V november – desember 2016. *Åkerblå AS*. 51pp.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

													Dokument: B.5.5.6		
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser													Skjema		
Utarbeidet av:			Godkjent av:			Versjon:		Gjelder fra:		Sider:					
AK / ANH			Anette Narmo Hammervold			7.00		16.06.2016		1 av 1					
Kunde	Seløy Sjøfarms					Lokalitet/P.nr	Labukta V								
Dato	19.10.17					Toktleder	Torbjørn Gylt								
Prøvetaking	START: 10:00		SLUTT: 13:15			Alt Personell	SS-personell								
Vær	Sol, skille					Sjøtemperatur	10,8 °C								
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH:	pH- kalibrering:				Sjø; Eh: 52 pH: 7,77						
Stasjon nr/navn	1	LAB_1				2	LAB_3				3	LAB_5			
Posisjon N / Ø	66°00.865/12°21.220				66°00.772/12°20.418				66°00.673/12°19.978						
Dybde (meter)	146				118				144						
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	1	1				
Akkreditert hugg (ja/nei)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja				
Volum (cm)	4	3	2		3	4	4		4	3	3				
Antall flasker		1	1			1	1			1	1				
pH	7,6				7,74				7,63						
Eh (mV)	10				47				25						
Sediment	Skjellsand	3	3	3					3	2	3				
	Sand	1	1	1		2	2	2	2	2	2				
	Mudder														
	Silt	2	2	2		1	1	1		1	1	1			
	Leire					3	3	3							
Steinbunn															
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0		0	0	0			
	Brun/Sort (2)														
Lukt	Ingen (0)									0	0	0			
	Noe (2)	0	0	0		0	2	2							
	Sterk (4)														
Kons	Fast (0)					0	0	0							
	Myk (2)	2	2	2		0				2	2	2			
	Løs (4)														
Merknader / avvik:															
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna						Signatur:									

				Dok.id.: B.5.5.6	
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser				Skjema	
Utarbeidet av: AK / ANH		Godkjent av: Anette Narmo Hammervold		Versjon: 7.00	Gjelder fra: 16.06.2016
Sider: 1 av 1					

Kunde	Seløy Sjøfarm AS				Lokalitet/P.nr	Labukta						
Dato	19.10.17				Toktleder	Torbjørn Gylf						
Prøvetaking	START: 10:00		SLUTT: 13:15		Alt Personell	SS-personell						
Vær	Stille, sol				Sjøtemperatur	10,8 °C						
Utsyr ID / Kalibrering	Grab;	Sil;	Eh;	pH;	pH- kalibrering:				Sjø; Eh: 52 pH: 7,94			
Stasjon nr/navn	1 LAB. ref				2 LAB. 2				3 LAB. 1			
Posisjon N / Ø	66°01.278 / 12°22.972				66°01.055 / 12°22.106				66°00.944 / 12°21.152			
Dybde (meter)	118				120				141			
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Antall forsøk	1	1	1		1	1	1		1	1	1	
Akkreditert hugg (ja/nei)	ja	ja	ja		ja	ja	ja		ja	ja	ja	
Volum (cm)	3	3	3		3	4	3		3	4	4	
Antall flasker		1	1		1	1	2			1	1	
pH	7,55				7,54				7,56			
Eh (mV)	30				42				12			
Sediment	Skjellsand	2	2	2		2	2	3		4	4	4
	Sand							1		1	1	
	Mudder							2				
	Silt									2	2	2
	Leire	1	1	1		1	1			3	3	3
Steinbunn												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0		0	0	0				
	Brun/Sort (2)									2	2	2
Lukt	Ingen (0)	0	0	0						0	0	0
	Noe (2)					2	2	2				
	Sterk (4)											
Kons	Fast (0)	0	0	0			0	0		0	0	0
	Myk (2)					2	2	1				
	Løs (4)											
Merknader / avvik:									CFO			
*K/G/F = Kjemi/Geologi/Fauna					Signatur: 							

Vedlegg 2 - Analysebevis



Avdeling Namdal

Åkerblå Nord AS
Att: Torbjørn Gylt
Torolv Kveldulvsons gate 29
8800 SANDNESSJØEN



Dato: 04.12.2017
Prove ID: N2017-10161
ver 1

Gjelder: **Labukta V -1**

ANALYSERESULTATER

Provenotak: 26.10.17 Analyseperiode: 26.10.17 - 04.12.17 Provetaker: Torbjørn Gylt

2017-10161-1 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 19.10.17
Sted: Labukta V -1
Referanse: Labukta V - 17176

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	28	mg/kg TS	±5,60
Sink	NS-EN ISO 17294-2	82	mg/kg TS	±16,00
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	1100	mg/kg TS	±220
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	2470	mg N/kg TS	±370,8
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod.EN13137A4	2000	mg/kg TS	
Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	56,9	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	34	g/100g	±2,35
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	13,8	% av TS	
Finstoff (< 63µ)	DIN 18123	17	%	
Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	83	%	
Grus (>2000 µm)	DIN 18123	2	%	

2017-10161-2 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 19.10.17
Sted: Labukta V -2
Referanse: Labukta V - 17176

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	28	mg/kg TS	±5,70
Sink	NS-EN ISO 17294-2	100	mg/kg TS	±21,00
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	1100	mg/kg TS	±210
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	4990	mg N/kg TS	±748,1
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod.EN13137A4	1000	mg/kg TS	
Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	54,6	mg/g TS	
Tørrestoff 105°C	NS 4764	31	g/100g	±2,19
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	15,0	% av TS	
Finstoff (< 63µ)	DIN 18123	24	%	
Sand (63-2000 µm)	DIN 18123	76	%	
Grus (>2000 µm)	DIN 18123	<1	%	

2017-10161-3 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 19.10.17
Sted: Labukta V -3
Referanse: Labukta V - 17176

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	39	mg/kg TS	±7,70
Sink	NS-EN ISO 17294-2	110	mg/kg TS	±23,00
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	1300	mg/kg TS	±260
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	5900	mg N/kg TS	±885,4
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod.EN13137A4	5000	mg/kg TS	

Laboratorer er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater
Måleusikkerhet finnes ved henvendelse laboratorer
Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gis i utdreg uten vår skriftlige godkjenning.

Side 1 av 3

Postboks 433
7801 Namssø

E-mail: namdal@kystlabprebio.no
www.kystlabprebio.no

Tellestevn
74 21 24 40

Org.nr.
NO: 986 208 933 MVA

Dato: 04.12.2017
 Prove ID: N2017-10161
 ver 1

-Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	60,2	mg/g TS	
Tørstoff 105°C	NS 4764	30	g/100g	±2,08
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	14,9	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DEN 18123	15	%	
-Sand (63-2000 µm)	DEN 18123	95	%	
-Grus (>2000 µm)	DEN 18123	<1	%	

2017-10161-4 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 19.10.17
 Sted: Laubukta V -4

Reference: Laubukta V - 17176

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	26	mg/kg TS	±5,20
Sink	NS-EN ISO 17294-2	81	mg/kg TS	±16,00
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	1200	mg/kg TS	±230
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	4260	mg N/kg TS	±639,5
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod. EN13137	41000	mg/kg TS	
-Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	56,7	mg/g TS	
Tørstoff 105°C	NS 4764	35	g/100g	±2,44
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	13,7	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DEN 18123	13	%	
-Sand (63-2000 µm)	DEN 18123	87	%	
-Grus (>2000 µm)	DEN 18123	<1	%	

2017-10161-5 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 19.10.17
 Sted: Laubukta V -5

Reference: Laubukta V - 17176

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	28	mg/kg TS	±5,70
Sink	NS-EN ISO 17294-2	87	mg/kg TS	±17,00
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	1200	mg/kg TS	±240
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	4720	mg N/kg TS	±708,0
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod. EN13137	45000	mg/kg TS	
-Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	50,7	mg/g TS	
Tørstoff 105°C	NS 4764	33	g/100g	±2,32
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	12,6	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DEN 18123	13	%	
-Sand (63-2000 µm)	DEN 18123	86	%	
-Grus (>2000 µm)	DEN 18123	<1	%	

2017-10161-6 **Sedimenter fra saltvann** Tatt ut: 19.10.17
 Sted: Laubukta V -ref

Reference: Laubukta V - 17176

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
Kobber	NS-EN ISO 17294-2	28	mg/kg TS	±5,60
Sink	NS-EN ISO 17294-2	120	mg/kg TS	±24,00
Fosfor	NS-EN ISO 17294-2	980	mg/kg TS	±200
Kjeldahl-Nitrogen	INTERN METODE	5700	mg N/kg TS	±855,6
Totalt organisk karbon, TOC	4) ISO10694mod. EN13137	41000	mg/kg TS	
-Normalisert TOC, TOC63	Beregnet	57,3	mg/g TS	
Tørstoff 105°C	NS 4764	30	g/100g	±2,09
Organisk stoff, glødetap	NS 4764	16,4	% av TS	
-Finstoff (<63µ)	DEN 18123	9,7	%	
-Sand (63-2000 µm)	DEN 18123	93	%	
-Grus (>2000 µm)	DEN 18123	<1	%	

1) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen. < betyr: Mindre enn.
 4) Analysen er utført ved Fjellab

Laboratorier er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortløking av prøveresultater

Måleusikkerhet finnes ved henvendelse laboratoriet

Resultater gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjenngås i utdrag uten vår skriftlige godkjenning

Side 2 av 3

Postboks 433
 7801 Namsos

E-mail: namdal@kystlabprebio.no
 www.kystlabprebio.no

Telefon:
 74 21 24 40

Org.nr:
 NO: 986 208 933 MUA

Dato: 04.12.2017
Prove ID: N2017-10161
ver 1

Med hilsen Kystlab-PreBIO AS



Johan Ahlin
Avdelingsleder Namdal

Kopi til
Kent (E-mail)

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.
Miljøusikkerhet finnes ved henvendelse laboratoriet.
Resultater gjelder kun uttatt prøve. Rapporten skal ikke gjenis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Side 3 av 3

Postadresse
Postboks 433
7801 Namdals

E-mail: namdal@kystlabprebio.no
www.kystlabprebio.no

Telefon:
74 21 24 40

Organ:
NO: 986 208 933 MVA

Vedlegg 3 - Klassifisering av forurensningsgrad

Endringer i klassifisering av artenes forurensningsgrad; system (V3.1) og språkbruk (V3.2).

V3.1 System: Overgang fra AMBI til NSI

Med bakgrunn i rapporten «*Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*» (Rygg & Norling 2013) har Åkerblå AS avd. Marine Bunndyr konkludert med å bruke artenes NSI-verdi i stedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad. Ettersom Rygg & Norling (2013) konkluderte med at NSI viste bedre korrelasjon med norske resipienter enn hva AMBI gjorde velger vi å ta utgangspunkt i de økologiske gruppene som artenes NSI verdi faller under.

Ettersom NSI er laget med bakgrunn i å dekke samme bruksområde som AMBI i norske resipienter, er den økologiske gruppeinndelingen basert på utgangspunktet for AMBI-indeksen (Borja et al. 2000). Artene som har blitt klassifisert i AMBI-systemet er delt inn i fem økologiske grupper basert på toleransen ovenfor organisk tilførsel i sedimentene.

Gruppe 1 (Forurensingssensitive) - Arter som er veldig sensitive til organisk tilførsel og arter som er tilstede ved ikke forurensede forhold (utgangstilstand). Denne gruppen inkluderer karnivore spesialister og noen rørbyggende flerbørstemarkere.

Gruppe 2 (forurensingsnøytrale) – Arter som er helt, eller til en viss grad, likegyldig til organisk tilførsel. Alltid tilstede i lave tettheter med ikke-betydelige variasjoner over tid (fra utgangstilstand til lett ubalanse). I denne gruppe inkluderes «suspension feeders», mindre selektive karnivorer og åtseletere.

Gruppe 3 (forurensingstolerante) – Arter som er tolerante ovenfor organisk tilførsel. Disse artene kan også forekomme under normale tilstander, men blir stimulert av organisk tilførsel. Denne gruppen inkluderer overflate «deposit feeders» som noen rørbyggende flerbørstemarkere.

Gruppe 4 (Oppportunistisk, forurensingstolerant) – Andre orden opportunister (lett til markert ubalanserte situasjoner). I hovedsak små flerbørstemarkere; «subsurface deposit-feeders» som f.eks *cirratulider*.

Gruppe 5 (Forurensingsindikerende) – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner).

V3.2 Språkbruk: Endringer

Etter en re-tolkning av Borja et al. (2000) velger vi å endre noe på språkbruken ang. benevnelsen til de forskjellige økologiske gruppene (tabell V3.1).

Tabell V3.1 Oversikt over reviderte benevnelser for inndeling av AMBI/NSI i økologiske grupper.

Økologisk gruppe	Gammel benevnelse	Ny benevnelse
1	Svært forurensingssensitiv	Forurensingssensitiv
2	Forurensingssensitiv	Forurensingsnøytral
3	Forurensingstolerant	Forurensingstolerant
4	Svært forurensingstolerant (opportunistisk)	Forurensingstolerant (opportunistisk)
5	Kraftig forurensingstolerant (opportunist)	Forurensingsindikerende art

Vedlegg 4 - Indeksbeskrivelser

V4.1 Diversitet og jevnhet

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer relatert til fordeling av individer mellom artene) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

hvor $p_i = N_i/N$, N_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte (Pielou 1966)

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

hvor H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter er representert med ett individ. Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien 1. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} er beskrevet som

$$ES_{100} = \sum_i^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, S arter, og N_i individer av i -ende art.

V4.2 Sensitivitet og tetthet

Sensitivitet beskrives av indeksene ISI (Indicator Species Index), NSI og AMBI (Azti Marin Biotic Index).

Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002) og NIVA-rapport 4548-2002. Formelen for utregning av en prøves ISI-verdi er gitt ved

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor ISI_i er verdien for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivetsverdi (ISI-verdi), og en prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av artene i prøven.

NSI er utviklet med basis i norske faunadata. Her er også hver art tilordnet en sensitivetsverdi (NSI-verdi) og individantall for hver art inngår i beregningen. Formelen for utregning av en prøves NSI-verdi er gitt ved

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i er verdien for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier.

Sensitivetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensingsindikerende arter, og hvor hver enkelt økologiske gruppe har en toleranseverdi (AMBI-verdi; Borja et al. 2000). Formelen for beregning av en prøves AMBI-verdi er gitt ved

$$AMBI = \sum_i^S \left[\frac{N_i \cdot AMBI_i}{N_{AMBI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer med innenfor økologisk gruppe i , $AMBI_i$ er toleranseverdien for de ulike økologiske gruppene (henholdsvis 0, 1.5, 3, 3.5 og 6, for gruppe I- V, respektivt) og N_{AMBI} er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

DI (diversity index) er en indeks for individtetthet og er gitt ved (Veileder 02:2013 2015)

$$DI = \text{abs}[\log_{10}(N_{0,1 \text{ m}^2}) - 2,05]$$

hvor *abs* står for absoluttverdi, $N_{0,1 \text{ m}^2}$ står for antall individer pr. $0,1 \text{ m}^2$. AMBI og DI viser stigende verdi ved synkende (dårligere) tilstand, mens alle de andre indeksene viser synkende verdi ved synkende (dårligere) tilstand.

V4.3 Sammensatt indeks (NQI1)

Den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian quality status, version 1) bestemmes ut fra både artsmangfold og sensitivitet (AMBI).

NQI-indeksen er gitt ved formelen

$$NQI1 = \left[0,5 \cdot \left(\frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 \cdot \left(\frac{\left\lceil \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right\rceil}{2,7} \right) \cdot \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor *AMBI* er en sensitivitetsindeks, *S* er antall arter og *N* er antall individer i prøven.

V4.4 Normalisering

Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 0 – 0,2, tilstandsklasse «dårlig» tilsvarer verdier mellom 0,2 – 0,4 osv.). I tillegg til å vise statusklassen viser nEQR-verdien også hvor høyt eller lavt verdien ligger innenfor sin tilstandsklasse. For eksempel viser en nEQR-verdi på 0,75 at indeksen ligger tre firedeler i tilstandsklassen «God» (tabell V.6.1).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

$$nEQR = \frac{abs|Indeksverdi - Klassens nedre indeksverdi|}{Klassens øvre indeksverdi - Klassens nedre indeksverdi + Klassens nEQR Basisverdi} \cdot 0,2$$

Vedlegg 5 – indeks for C1

På grunn av lokal påvirkning helt opp til utslippet/anlegget kan man ofte finne få arter med jevn individfordeling som gjør det uegnet å bruke diversitetsindekser for å angi miljøtilstand. Vurdering av disse stasjonene er i utgangspunktet gjort med bakgrunn i beskrivelse fra NS9410 (2016), men som tilleggsinformasjon er indekser for stasjonen i anleggssonen likevel beregnet (tabell V5.1).

Tabell V5.1 Resultater for LAB-1 fra grabb 1 og grabb 2; arts- og individtall for hver enkelt grabb, samt gjennomsnitt (\bar{G}) og stasjonsverdi (\check{S}), utregnede indekser for hver enkelt grabb, gjennomsnitt og stasjonsverdi, normaliserte verdier (nEQR) for gjennomsnittet og stasjonsverdien for hver enkelt indeks, samt tilstandsverdi som er gjennomsnittet av gjennomsnittlig verdi for normalisert verdi for gjennomsnitt og stasjonsverdi. Fargene viser hvilke tilstandsklasser de ulike indeksverdiene hører til i; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn er «god», gul er «moderat», oransje er «dårlig» og rød er «svært dårlig».

Indeks	Grabb 1	Grabb 2	\bar{G}	\check{S}	nEQR \bar{G}	nEQR \check{S}
S	38	35	36,5	54		
N	297	257	277,0	554		
NQ11	0,722	0,718	0,720	0,738	0,694	0,714
H'	3,394	3,478	3,436	3,528	0,648	0,659
J	0,647	0,678	0,662	0,613		
H'max	5,248	5,129	5,189	5,755		
ES100	20,650	21,490	21,070	21,190	0,648	0,649
ISI	8,851	9,782	9,316	9,180	0,773	0,760
NSI	21,233	21,282	21,257	21,255	0,650	0,650
DI	0,423	0,360	0,391	0,391		
		Tilstandsverdi	0,685		0,683	0,686

Vedlegg 6 - Referansetilstander

Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (tabell V6.1-V6.3) angir hvilke tilstandsklasser de ulike parameterne tilhører; blå tilsvarer tilstandsklassen «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut i fra NS 9410 (2016; tabell V6.4)) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2013 (2015) ved stasjoner utenfor anleggssonen.

Tabell V6.1 Oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013 (2015).

Indeks	Økologiske tilstandsklasser				
	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0,82- 0,90	0,63 – 0,82	0,49 – 0,63	0,31 – 0,49	0 – 0,31
H'	4,8 – 5,7	3,0 – 4,8	1,9 – 3,0	0,9 – 1,9	0 – 0,9
ES ₁₀₀	34 - 50	17 – 34	10 – 17	5 - 10	0 - 5
ISI	9,6 – 13	7,5 – 9,6	6,2 – 7,5	4,5- 6,1	0 – 4,5
NSI	25 – 31	20 – 25	15 – 20	10 - 15	0 - 10
DI	0-0,30	0,30 – 0,44	0,44 – 0,60	0,60 - 0,85	0,85 – 2,05

Tabell V6.2 nEQR-basisverdi for hver tilstandsklasse.

	nEQR basisverdi	Tilstandsklasse
Klasse I	0,8	Svært god
Klasse II	0,6	God
Klasse III	0,4	Moderat
Klasse IV	0,2	Dårlig
Klasse V	0	Svært dårlig

Tabell V6.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2013 (2015) og veileder M-608 (2016). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	O ₂ innhold*	mg O ₂ /l	>6,39	6,39-4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O ₂ metning**	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
	TOC	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sediment	Kobber	mg Cu/kg	<20	20-84	20-84	85-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

* Regnet fra ml O₂/L til mg O₂/L hvor omregningsfaktoren til mg O₂/L er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for salinitet 33 og temperatur 6°C

Tabell V6.4 Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS9410 2016).

Miljøtilstand	Krav
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 - God	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 - Dårlig	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

Vedlegg 7 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert taksonomisk, for all fauna funnet ved Labukta V (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 Artsliste for bunnfauna. Arter markert i rødt er arter som er identifisert (og i enkelte tilfeller kvantifisert), men som ikke er statistisk gjeldende (i.e. *Foraminifera*, phylum *Bryozoa*, kolonielle *Porifera*, infraklasse *Cirripedia*, kolonielle *Cnidaria*, phylum *Nematoda* og pelagiske arter, jf. NS-EN ISO 16665:2013. Symbolet «X» indikerer at arten eller taxaen er observert, men ikke kvantifisert.

TAXA	NS I	St1 gr1	St1 gr2	St2 gr1	St2 gr2	St3 gr1	St3 gr2	St4 gr1	St4 gr2	St5 gr1	St5 gr2	REF gr1	REF gr2
Amage auricula	1		1		1	1	4	1	4		2		
Ampharete octocirrata	1				1								1
Ampharetidae	1	1											
Amphicteis gunneri	3		1										
Amythasides macroglossus	1			1									
Anobothrus gracilis	2				1								
Aphelochaeta sp.	2				1				1				
Aphrodita aculeata	1							1					
Aricidea quadrilobata					2					1			
Ceratocephale loveni	3								1				
Chaetoparia nilssoni	2					1							
Chaetozone setosa	4	1			4			3	2		2	1	
Chirimia biceps	2	1							1				
Chone duneri	1						1						
Chone infundibuliformis	2	2					1						
Cirratulus cirratus	4				2	1	3						
Cossura longocirrata	4	1								1			
Dipolydora socialis	3	1								1			
Eteone flava	4		1				1						
Eteone longa	4				1						2		
Euchone sp.	2				1		1						
Eulalia tjalfiensis											1		
Exogone naidina	1							1		1			
Galathowenia oculata	3	76	72	4	55	26	32	40	28	43	49	2	6
Glyphanostomum pallens		1	2		4	6	2					1	1
Harmothoe sp.	2								2				
Heteromastus filiformis	4	2			2				1				
Laphania boeckii	2	5	6	1	3	1	1	5	5	4	9	1	2
Levinsenia gracilis	2	1	1		1	1	1	7	4	4	2	1	1
Lumbrineridae	2	15	16	5	12	9	20	22	16	29	44	3	10

Maldane sarsi	4	80	57	11	52	60	153	145	189	73	77	3	7
Maldanidae	2				1					1	1		
Melinna cristata	2		1		1						1		
Melinna elisabethae	2	7	4		6	8	5	12	9	12	15		
Myriochele sp.	2	3			2		11						
Nephtys ciliata	3	1	1		1	1		1		2	6	3	2
Nephtys paradoxa	2			1	1								
Nephtys sp.	2			1	1				2	3			
Nereididae							1						
Nicomache lumbricalis	2				1		2		1				
Nothria conchylega	1				4	1	3						
Ophelina cylindricaudata	1								1				
Ophelina sp.	3	1					2						1
Owenia borealis	2	40	29		29	5	22	2	6	2	8		
Paramphinome jeffreysii	3		3		1		10	1	1	5		6	5
Paranaitis kosteriensis						1							
Parexogone hebes	1				1								
Petaloproctus borealis						1							
Pholoe baltica	3									1			
Pholoe pallida	1	1											
Phyllodoce groenlandica	3			1					2				
Poecilochaetus serpens								1					
Polycirrus arcticus	3						1						
Potamilla neglecta								1					
Praxillella gracilis	4		5				3	2	1	7	4		
Praxillella praetermissa	2	9	3	1	5	2	10	5	3	4	3	1	2
Prionospio cirrifera	3	6	4	1	6		1	5	9	6	7	1	2
Pseudopolydora antennata	3	1						2					
Pseudopolydora paucibranchiata	4			1	45	38	1	1	1			3	3
Rhodine gracilior	1		1		1		1	1			1		
Sabella pavonina		1		1	1	3	7	1	6			1	
Sabellidae	2				4	1		1				1	
Scolecipis sp.	1									1			
Scoloplos armiger	3	1						1					
Siboglinidae	1	2	2	6		3		3	1			4	2
Sosane wireni	1		1										
Sphaerodorum gracilis	2				1								
Spio limicola					1			1		2	1		

Spiophanes kroyeri	3	18	22	8	38	11	13	16	20	15	20	3	6
Syllidae	2		1				1						
Syllis cornuta	3				1		2						
Terebellides cf. stroemii	2		1			1						1	3
Trichobranchus roseus	1	1	1	1	1		2				1		
Abra nitida	3		1		1							1	
Adontorhina similis	2				2	1			1	3	1		
Astarte sp.			1										
Bathyarca pectunculoides	1		1		2	1	2						
Heteranomia squamula							1	1			1		
Hiatella arctica	1	1											
Nuculana minuta	1	1			2				1		2	1	
Parvicardium exiguum	4								1		1		
Parvicardium minimum	1				1								
Thyasira equalis	3	1				1				1	1		
Thyasira obsoleta	1							1					
Thyasira sarsi	4	5	5	2	2	2	2	6	3	3	2	9	7
Thyasira sp.	3	3	5	4	2								
Yoldiella lucida	2	1	2	1	1		2	1	2	3	4		
Curtitoma trevelliiana								1					
Euspira montagui	2				1		1						
Haploops tubicola	1						1						
Harpinia sp.	3					1			2				
Paraphoxus oculatus	2	2	1				1	1	1	3	1		
Diastylidae	1					1							
Diastylis rathkei	4							1					
Leucon nasica	3					1	1	1	2				
Caridea		1											
Vargula norvegica	1		2										
Nymphon sp.							1						
Amphiura chiajei	2	1											
Ophiocten affinis	3	1											
Edwardsiidae	2										1		
Nemertea	3		1		3	1							1
Phascolion strombus strombus	2			1	2		1		1				
Neoamphitrite groenlandica		1	1				1	1					
Pista maculata					1								
Amphiuridae			1										
Nemertea 2	3			1	1		1		2		2	1	

Liljeborgia kinahani							1					
Laetmonice filicornis								1				
Calanoida				1								
Hydrozoa										x		x
Fiskelus											1	

Vedlegg 8 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen ved prøvestasjonen (Tabell V8.1).

Tabell V8.1 CTD data fra Labukta V

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
32,1	10,3	212,8	19,72	0,7	14.33.32
32,1	10,3	212,8	19,72	0,8	14.33.33
32,1	10,3	212,8	19,73	1,0	14.33.34
32,1	10,3	212,8	19,73	1,5	14.33.35
32,1	10,3	212,8	19,73	2,0	14.33.36
32,1	10,3	212,8	19,72	2,4	14.33.37
32,1	10,4	212,8	19,72	2,7	14.33.38
32,1	10,4	212,8	19,71	2,9	14.33.39
32,1	10,4	212,8	19,71	3,1	14.33.40
32,1	10,4	205,2	19,00	3,8	14.33.41
32,1	10,4	192,1	17,77	4,4	14.33.42
32,1	10,4	180,6	16,70	5,2	14.33.43
32,1	10,5	170,7	15,77	5,9	14.33.44
32,1	10,5	161,7	14,94	6,7	14.33.45
32,1	10,5	153,5	14,18	7,5	14.33.46
32,2	10,5	146,4	13,52	8,2	14.33.47
32,2	10,5	140,0	12,92	9,0	14.33.48
32,2	10,6	134,3	12,36	10,0	14.33.49
32,2	10,6	129,0	11,86	10,8	14.33.50
32,2	10,7	124,3	11,43	11,8	14.33.51
32,2	10,7	120,1	11,04	13,0	14.33.52
32,2	10,7	116,3	10,69	14,1	14.33.53
32,2	10,7	112,9	10,38	15,2	14.33.54
32,2	10,7	109,8	10,10	16,3	14.33.55
32,2	10,6	107,2	9,87	17,4	14.33.56
32,2	10,6	104,9	9,67	18,3	14.33.57
32,2	10,6	103,1	9,50	18,9	14.33.58
32,2	10,6	101,1	9,32	19,4	14.33.59
32,2	10,6	99,2	9,14	20,5	14.34.00
32,3	10,6	97,6	8,98	21,4	14.34.01
32,3	10,6	96,3	8,86	22,2	14.34.02
32,2	10,7	95,1	8,74	22,9	14.34.03
32,3	10,7	94,1	8,64	23,9	14.34.04
32,3	10,7	93,0	8,54	24,8	14.34.05
32,3	10,7	92,2	8,47	25,8	14.34.06
32,3	10,7	91,4	8,39	26,7	14.34.07
32,3	10,7	90,7	8,32	27,4	14.34.08
32,3	10,8	90,2	8,26	28,5	14.34.09
32,4	10,9	89,7	8,20	29,5	14.34.10

32,4	10,9	89,3	8,17	30,6	14.34.11
32,4	10,9	88,9	8,13	31,5	14.34.12
32,4	10,9	88,5	8,09	32,6	14.34.13
32,4	10,9	88,1	8,06	33,7	14.34.14
32,4	10,9	87,9	8,04	34,2	14.34.15
32,4	10,9	87,6	8,01	35,5	14.34.16
32,4	10,9	87,3	7,98	36,6	14.34.17
32,4	10,9	87,2	7,96	37,6	14.34.18
32,4	10,9	86,9	7,94	38,7	14.34.19
32,4	10,9	86,8	7,93	39,8	14.34.20
32,4	10,9	86,5	7,91	40,8	14.34.21
32,4	10,9	86,7	7,92	41,9	14.34.22
32,4	10,9	86,8	7,93	43,0	14.34.23
32,4	10,9	85,9	7,85	44,1	14.34.24
32,4	10,9	85,5	7,81	45,3	14.34.25
32,4	10,9	85,4	7,80	46,4	14.34.26
32,4	10,9	85,3	7,79	47,5	14.34.27
32,4	10,9	85,2	7,79	48,3	14.34.28
32,4	10,9	85,1	7,78	49,3	14.34.29
32,5	10,9	85,1	7,78	50,3	14.34.30
32,5	10,9	85,1	7,78	51,2	14.34.31
32,5	10,9	85,1	7,77	52,2	14.34.32
32,5	10,8	85,0	7,78	52,9	14.34.33
32,6	10,8	84,9	7,77	54,1	14.34.34
32,6	10,8	84,8	7,76	55,3	14.34.35
32,6	10,7	84,7	7,76	56,4	14.34.36
32,7	10,6	84,5	7,74	57,6	14.34.37
32,9	10,4	84,0	7,74	58,8	14.34.38
33,0	10,1	83,3	7,71	59,7	14.34.39
33,1	9,7	82,5	7,70	60,6	14.34.40
33,3	8,6	80,7	7,72	62,0	14.34.41
33,7	8,1	79,1	7,65	63,4	14.34.42
33,8	7,9	77,9	7,56	64,8	14.34.43
33,8	7,8	76,9	7,47	66,1	14.34.44
33,9	7,7	75,8	7,37	67,3	14.34.45
33,9	7,6	74,9	7,30	68,6	14.34.46
33,9	7,6	74,0	7,22	69,7	14.34.47
33,9	7,6	73,2	7,15	71,0	14.34.48
33,9	7,5	72,6	7,10	72,3	14.34.49
33,9	7,5	72,0	7,04	73,5	14.34.50
33,9	7,5	71,6	7,00	74,7	14.34.51
33,9	7,5	71,1	6,96	75,9	14.34.52
33,9	7,5	70,8	6,92	77,0	14.34.53
33,9	7,5	70,5	6,89	78,1	14.34.54
34,0	7,5	70,3	6,87	79,5	14.34.55
33,9	7,5	70,0	6,84	80,6	14.34.56

33,9	7,5	69,8	6,82	81,8	14.34.57
33,9	7,5	69,6	6,81	83,1	14.34.58
33,9	7,5	69,5	6,79	84,4	14.34.59
33,9	7,5	69,3	6,78	85,7	14.35.00
33,9	7,5	69,2	6,77	87,0	14.35.01
34,0	7,5	69,1	6,76	88,2	14.35.02
34,0	7,5	69,0	6,75	89,4	14.35.03
33,9	7,5	68,9	6,74	90,6	14.35.04
33,9	7,5	68,9	6,74	91,9	14.35.05
33,9	7,5	68,8	6,73	93,1	14.35.06
33,9	7,5	68,7	6,73	94,4	14.35.07
33,9	7,5	68,7	6,72	95,7	14.35.08
33,9	7,5	68,7	6,72	96,9	14.35.09
33,9	7,5	68,6	6,72	98,2	14.35.10
33,9	7,5	68,6	6,71	99,4	14.35.11
33,9	7,5	68,6	6,71	100,7	14.35.12
33,9	7,5	68,6	6,71	101,9	14.35.13
34,0	7,5	68,6	6,71	103,1	14.35.14
34,0	7,5	68,5	6,70	104,3	14.35.15
33,9	7,5	68,5	6,70	105,6	14.35.16
33,9	7,5	68,5	6,70	106,8	14.35.17
34,0	7,5	68,4	6,70	108,0	14.35.18
33,9	7,5	68,4	6,70	109,2	14.35.19
33,9	7,5	68,4	6,69	110,5	14.35.20
34,0	7,5	68,4	6,69	111,8	14.35.21
34,0	7,5	68,4	6,69	113,0	14.35.22
33,9	7,5	68,5	6,70	114,2	14.35.23
33,9	7,5	68,4	6,70	115,1	14.35.24
34,0	7,5	68,3	6,69	116,4	14.35.25
33,9	7,5	68,3	6,68	117,7	14.35.26
34,0	7,5	68,2	6,68	119,0	14.35.27
34,0	7,5	68,2	6,68	120,2	14.35.28
34,0	7,5	68,2	6,67	121,5	14.35.29
33,9	7,5	68,2	6,67	122,6	14.35.30
33,9	7,5	68,1	6,67	123,9	14.35.31
34,0	7,5	68,1	6,66	125,1	14.35.32
34,0	7,5	68,1	6,66	126,3	14.35.33
34,0	7,5	68,1	6,66	127,5	14.35.34
34,0	7,5	68,1	6,66	128,7	14.35.35
34,0	7,4	68,0	6,66	129,9	14.35.36
34,0	7,4	68,0	6,66	131,0	14.35.37
34,0	7,4	68,0	6,66	132,1	14.35.38
34,0	7,4	68,0	6,65	133,3	14.35.39
33,9	7,4	67,9	6,65	134,4	14.35.40
34,0	7,4	67,9	6,65	135,7	14.35.41
34,0	7,4	67,9	6,65	136,9	14.35.42

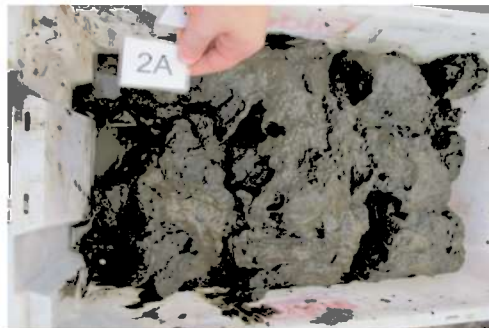
33,9	7,4	67,9	6,65	138,0	14.35.43
34,0	7,4	67,9	6,65	139,2	14.35.44
34,0	7,4	67,9	6,64	140,2	14.35.45
33,9	7,4	67,8	6,64	141,3	14.35.46
34,0	7,4	67,8	6,64	142,3	14.35.47
34,0	7,4	67,9	6,65	142,7	14.35.48

Vedlegg 9 – Bilder av sediment

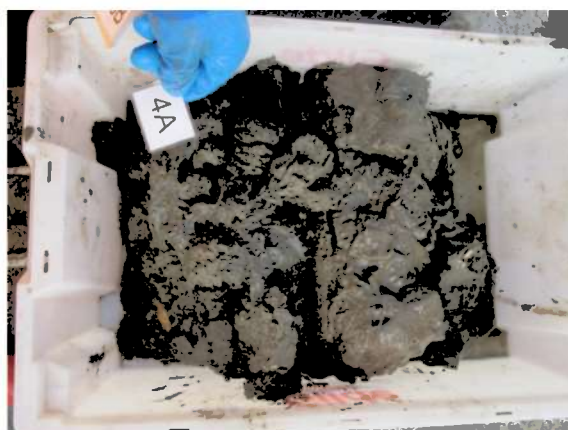
Det ble tatt bilder av sedimentet fra ett hugg per stasjon etter at grabben ble tømt i plastbaljen, men før vask (figur V9.1 – V9.3).



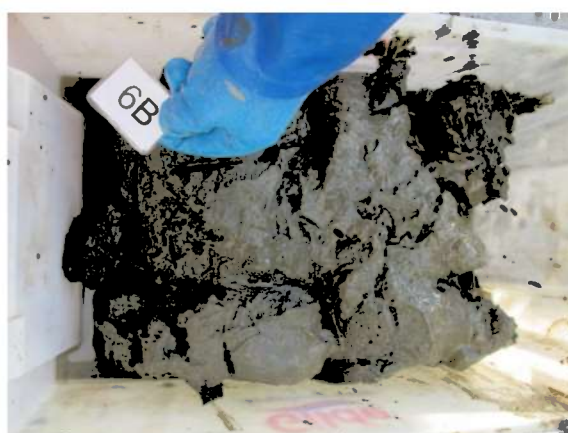
Figur V9.1 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V9.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Strømrapport

Måling av overflate (5m), dimensjonering (15m),
sprednings- og bunnstrøm ved

Labukta V


november - desember 2016



Dokument kontroll		
Rapport		
Rapport beskrivelse og navn	Vurdering av strøm på grunnlag av 4 strømmålinger. SR-M-00517-LabuktaV0117-ver01.pdf	
Rapport versjon	Dato	Beskrivelse
01	31.01.17	Første utgivelse
Rapport distribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Åkerblå AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.	

Lokalitet			
Lokalitetsnavn	Labukta V	Lokalitetsnummer	10989
Kommune	Herøy	Fylke	Nordland

Resultat nøkkeltall				
Måledyp	5m	15m	Spred (70m)	Bunn (100m)
Maksimal strøm (cm/s) (retning)	35.1 (Ø)	31.5 (Ø)	20.0 (Ø)	14.9 (N)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	9.9	7.8	4.5	4.0
Strømstyrke < 1cm/s (%)	0.9	1.9	5.1	5.8
Strømstyrke < 3cm/s (%)	8.1	13.4	34.2	37.5
Strømstyrke >= 30cm/s (%)	0.2	0.0	0.0	0.0
Neumann parameter	0.5	0.3	0.1	0.1
10-års strøm (maksimal)	58.0	52.0	-	-
50-års strøm (maksimal)	65.0	58.3	-	-

Oppdragsgiver			
Selskap	Seløy Sjøfarm AS; 8850 Herøy		
Kontaktperson	Vegar Dalen	vegar@sjofarm.no	95 86 51 91
Oppdragsansvarlig			
Selskap	Åkerblå AS; Nordfrøyveien 413; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052		
Feltarbeid ansvarlig	Torbjørn Gylt	torbjorn@akerbla.no	95 93 18 80
Rapport ansvarlig	 Iris Hestnes	iris.hestnes@akerbla.no	48 25 08 83
Kontrollert av	Jenny-Lisa Reed	jenny.lisa@akerbla.no	90 88 34 23
Godkjent av	Kent-Roger Wahlvåg	kent@akerbla.no	97 54 10 78

Innholdsfortegnelse

1. Forord	5
2. Områdebeskrivelse	6
3. Metodikk	7
4. Resultater	9
4.1 Strømdata sammendrag	9
4.2 Strømroser	10
4.3 Strømhastighet mot strømretning matrise.	11
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.	15
4.5 Strømmens retningsfordeling.	16
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.	17
4.7 Tidsdiagram - strømretning.	18
4.8 Tidsdiagram - temperatur.	19
4.9 Progressivt vektordiagram.	20
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømhastighet.....	21
4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.	22
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.....	23
4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.....	24
4.14 Maksimal strømhastighet for 8 retningssektorer.	25
4.15 Gjennomsnittlig strømhastighet for 8 retningssektorer.....	25
4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.	25
4.17 Relativ vannutskifting for 8 retningssektorer.....	25
4.18 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m	26
4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 15m	26
4.20 Tidevannsanalyse.....	27
4.21 Todagersperiode.	28
4.22 Vind under måleperioden	29
5. Diskusjon strøm	31
5.1 Temperatur.....	31
5.2 Strømhastighet	31
5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s).....	31
5.2.2 Enkeltstående strømtopper	32
5.2.3 Gjennomsnittlig strømhastighet	32

5.2.4	Nullmålinger (< 1cm/s) og varighet	32
5.2.5	Vannutskiftning og Neumannn parameter	33
5.2.6	Sprednings- og bunnstrøm	33
6.	Vedlegg – opplysning strømmåling.....	34
7.	Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målersted.....	36
7.1	Riggoppsett.....	36
7.2	Måleprinsipp.....	36
8.	Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring.....	38
8.1	Databearbeiding.....	38
8.2	Kvalitetssikring av data	40
8.3	Fjernede dataverdier	45
8.3.1	Måleperiode.....	45
8.3.2	Enkelte datapunkter.....	45
9.	Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser.....	46
10.	Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden	47
11.	Vedlegg - Måleenheter og forkortelser.....	48
12.	Vedlegg - Parametere og Beskrivelse	49
13.	Vedlegg - Referanser.....	50

1. Forord

Åkerblå AS har på oppdrag fra Seløy Sjøfarm AS utført strømmålinger ved oppdrettslokalitet Labukta V som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur, vannutskiftning, tidevann og vind.

NYTEK-forskriften har som mål å begrense rømming av fisk fra oppdrettsanlegg. NS 9415:2009 krever at alle lokaliteter undersøkes og beskrives ut fra topografi og eksponeringsgrad i form av parametere som danner grunnlag for beregning av miljølaster på et anlegg.

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal også kunne ivareta artens krav til et godt levemiljø (Mattilsynet, 2014). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Spesielt relevant er oksygen – som er vurdert etter blant annet strømforhold og vannutskiftning – og temperatur.

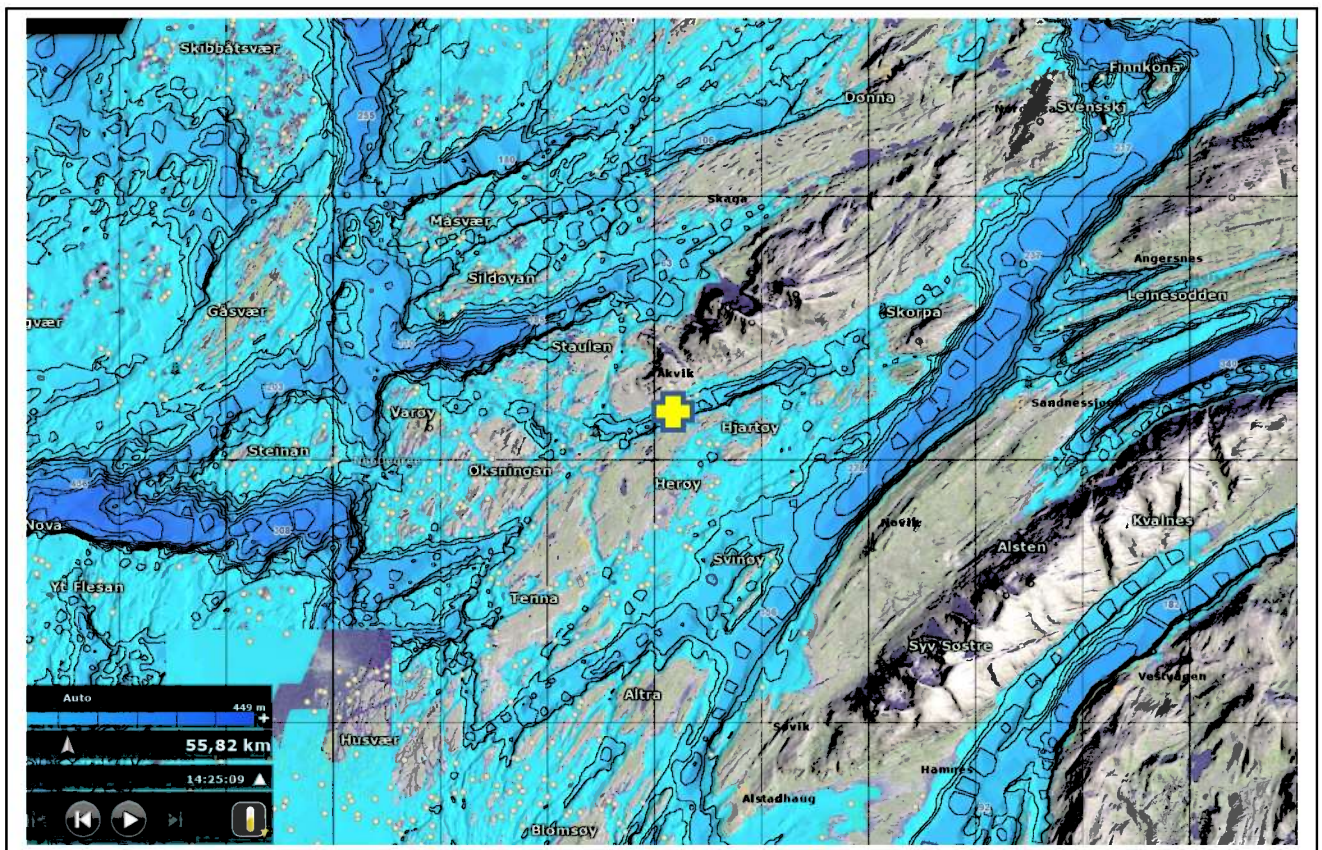
Denne rapporten tilfredsstillter kravene i NS 9415:2009, samt kravene i Fiskeridirektoratets veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur (2012).


2. Områdebeskrivelse

Ønsket lokalitet Labukta V ligger i Herøy kommune, Nordland. Labukta V ligger på sørsiden av Dønnessundet. Lokaliteten er skjermet fra åpent hav av mange mindre øyer og holmer, i tillegg til Herøy og Dønna.

På grunn av omkringliggende topografi er lokaliteten relativt eksponert for vind fra nordøst, sørvest, vest og nordvest.

Bunndypet under målestasjonen er ca. 107 m, og bunntopografien er orientert ØNØ - VSV i området.



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt lokaliteten. Lokalitet er anvist med 

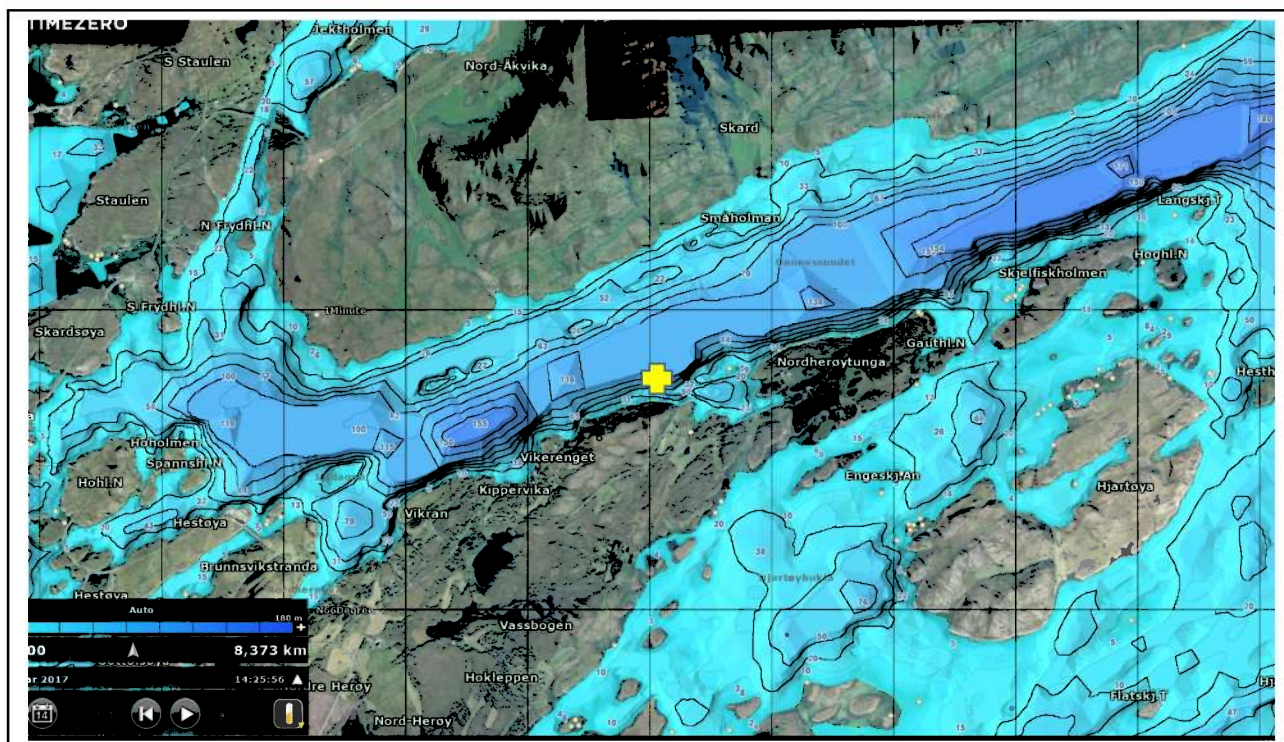
Kart er hentet fra TimeZero.

3. Metodikk

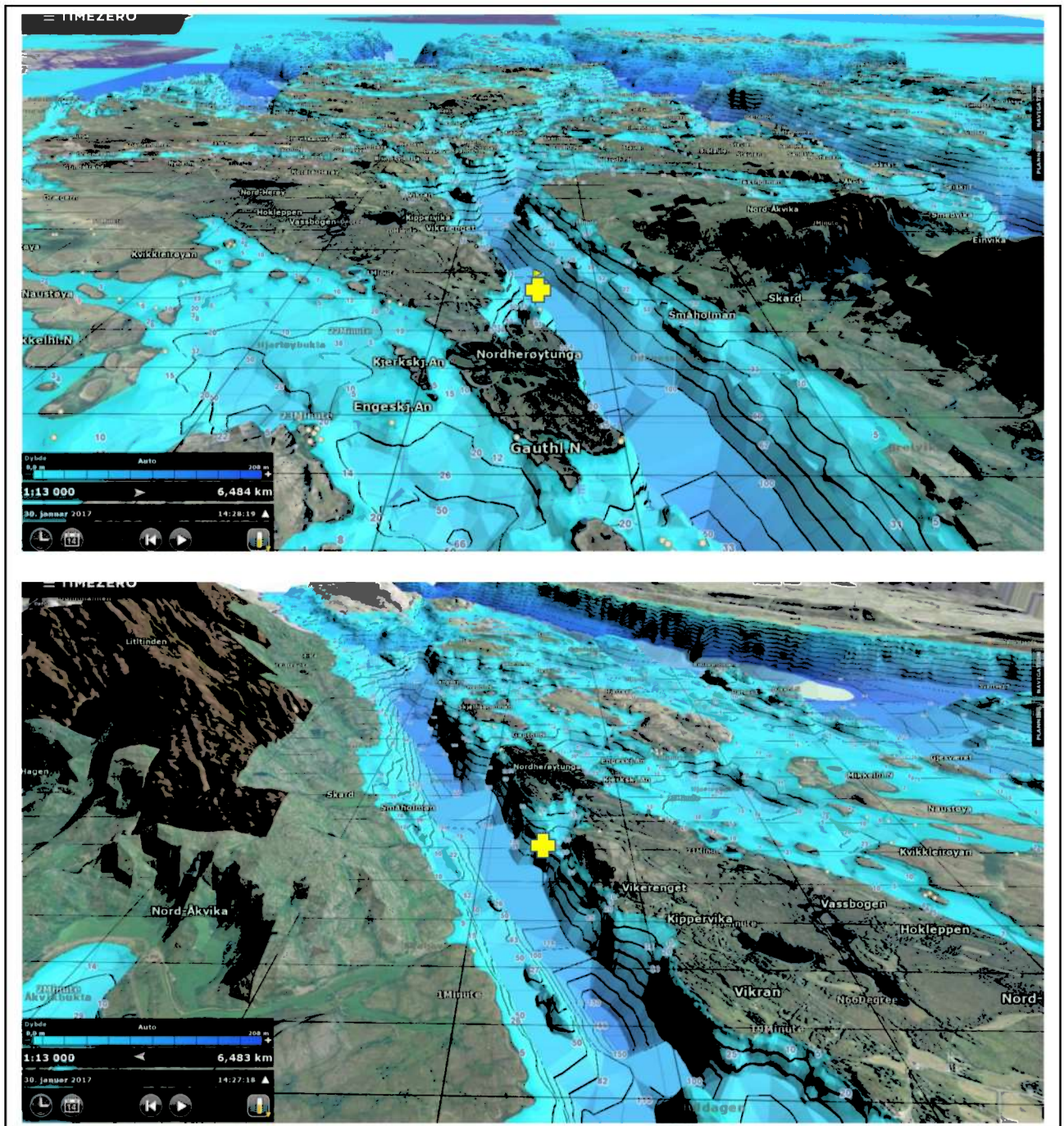
Strømmålinger ble utført av Åkerblå AS og informasjon om måleperiode og instrumenter som ble benyttet er oppgitt i tabellen under.


Tabell 3.1. Bakgrunnsinformasjon om strømmåling.

Måledyp	5m	15m	Spred (70m)	Bunn (100m)
Merke	+	+	+	+
Instrument type	Nortek punktmåler	Nortek punktmåler	Nortek profiler	Nortek profiler
Posisjon	66°00.795' N 12°21.034' Ø	66°00.795' N 12°21.034' Ø	66°00.795' N 12°21.034' Ø	66°00.795' N 12°21.034' Ø
Dyp på målested	ca. 107m	ca. 107m	ca. 107m	ca. 107m
Måleperiode	16.11.16 - 16.12.16	16.11.16 - 16.12.16	16.11.16 - 16.12.16	16.11.16 - 16.12.16
Måleintervall	10 minutter	10 minutter	10 minutter	10 minutter
Antall døgn	29.8	29.8	29.8	29.8



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området. Kart er hentet fra TimeZero. Instrumentposisjon er markert med +.



Figur 3.2. 3D bilde av bunntopografi i området. Kartet er hentet fra TimeZero. Posisjonen er markert med  .

4. Resultater

4.1 Strømdata sammendrag

Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1.

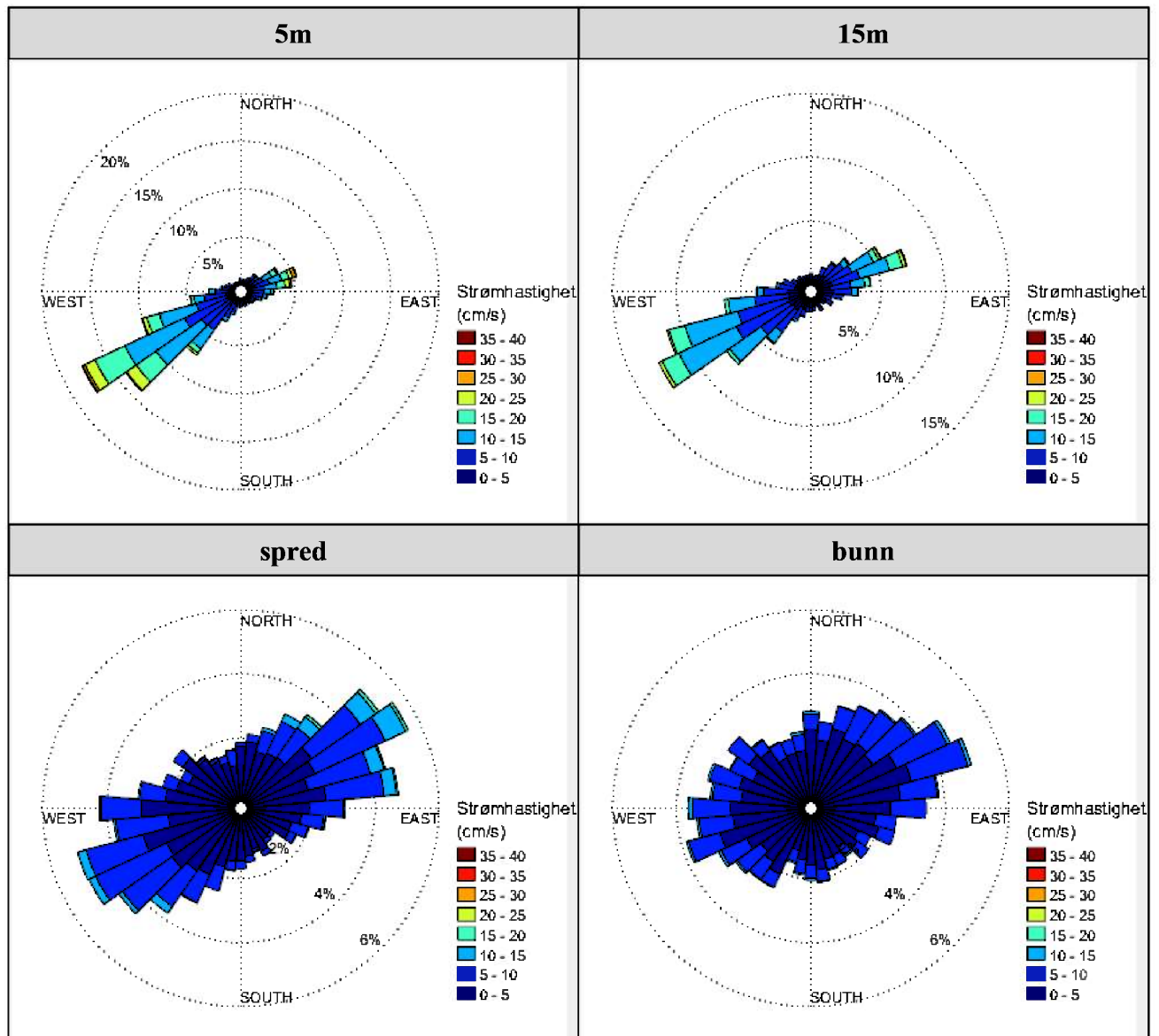
Tabell 4.1.1. Sammendrag av strømdata fra 5m, 15m, spred, bunn.

Verdiene er klassifisert (fargelagt) etter: Vedlegg – Strømmens tilstandsklasse

	5m	15m	spred	bunn
Sjøtemperatur (°C)	4.7 - 7.7	5.1 - 7.8	-	7.5 - 7.6
Strømhastighet				
Maksimum (cm/s)	35.1	31.5	20.0	14.9
Gjennomsnitt (cm/s)	9.9	7.8	4.5	4.0
Minimum (cm/s)	0.2	0.0	0.0	0.1
Signifikant maks (cm/s)	16.2	13.0	7.6	6.6
Signifikant min (cm/s)	4.3	3.2	1.8	1.7
Varians (cm/s) ²	30.8	20.1	7.7	5.3
Standard avvik (cm/s)	5.6	4.5	2.8	2.3
% < 1cm/s	0.9	1.9	5.1	5.8
Lengst periode < 1cm/s (min)	20	30	50	20
% < 3cm/s (dvs. 0 - < 3cm/s)	8.1	13.4	34.2	37.5
Lengst periode < 3cm/s (min)	90	90	150	150
% ≥ 30cm/s	0.2	0.0	0.0	0.0
Lengst periode ≥ 30cm/s (min)	20	10	0	0
Effektiv transport				
Hastighet (cm/s)	4.5	2.1	0.3	0.4
Retning grader (deg)	228	240	27	14
Neumann parameter	0.5	0.3	0.1	0.1
Gjennomsnitt vannforflytning (m ³ /m ² /d)	8554	6745	3853	3468

4.2 Strømroser

Strømroser viser strømhastighet og strømretning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon på hovedstrømretning og om tidevannsellipsen er rettlinjert eller sirkulær.



4.3 Strømhastighet mot strømretning matrise.

Strømretninger er fordelt over 15°-sektorer (sektorene er vist i venstre kolonne).

Den nederste linjen viser den prosentvise fordelingen av de registrerte strømhastighetene.

Kolonnen til høyre viser den prosentvise fordelingen av de ulike 15°-sektorene og utregning av antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere et tenkt vindu på 1x1 meter i den aktuelle strømretningen.

Kolonnen til høyre viser også maksimal strømhastighet i hver 15°-sektor.

Hastighetsfordeling er \geq (lavest verdi) og $<$ (høyest verdi) i oppgitt hastighetsrekkevidde.

Strømhastighet og retning (5m dyp)

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe													Total flow		Maks strøm cm/s		
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antal obs	%		m ³ /m ²	%
N	0	3	9	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0.8	868	0.3	9.1
N	15	1	13	14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	1.0	1026	0.4	8.3
NØ	30	1	12	21	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1.4	1839	0.7	14.0
NØ	45	0	18	30	42	13	3	1	0	0	0	0	0	0	107	2.5	4109	1.6	21.3
NØ	60	1	16	22	64	67	32	7	5	0	0	0	0	0	214	5.0	13732	5.4	29.7
Ø	75	1	22	26	97	89	60	32	23	5	0	0	0	0	355	8.3	27031	10.6	35.1
Ø	90	3	13	19	78	39	23	3	0	0	0	0	0	0	178	4.1	9549	3.7	24.7
Ø	105	1	14	19	58	25	4	0	0	0	0	0	0	0	121	2.8	5355	2.1	19.5
SØ	120	0	9	24	36	3	1	0	0	0	0	0	0	0	73	1.7	2597	1.0	19.2
SØ	135	3	13	15	24	6	0	0	0	0	0	0	0	0	61	1.4	1900	0.7	11.8
SØ	150	2	9	16	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	44	1.0	1193	0.5	10.7
S	165	1	14	14	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1.3	1709	0.7	13.2
S	180	2	7	14	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1.3	1838	0.7	12.3
S	195	2	16	17	43	12	0	0	0	0	0	0	0	0	90	2.1	3367	1.3	14.8
SV	210	2	13	42	100	39	4	1	0	0	0	0	0	0	201	4.7	8912	3.5	22.0
SV	225	3	17	35	224	244	98	49	2	1	0	0	0	0	673	15.7	46790	18.4	33.8
SV	240	3	16	32	299	455	200	68	14	4	0	0	0	0	1091	25.4	81493	32.0	31.6
V	255	2	13	43	180	145	50	18	2	0	0	0	0	0	453	10.6	28153	11.0	26.8
V	270	1	11	36	75	39	3	0	0	0	0	0	0	0	165	3.8	7311	2.9	17.2
V	285	1	11	30	37	7	0	0	0	0	0	0	0	0	86	2.0	2917	1.1	14.5
NV	300	2	19	13	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	56	1.3	1422	0.6	11.1
NV	315	1	8	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0.5	549	0.2	8.6
NV	330	0	9	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0.7	720	0.3	9.1
N	345	4	6	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0.6	495	0.2	6.4
Antall obs		40	308	520	1513	1196	478	179	46	10	0	0	0	0	4290	100	0	0	0
%		0.9	7.2	12.1	35.3	27.9	11.1	4.2	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (15m dyp)

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm cm/s	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antal obs	%	m ³ /m ²		%
N	0	4	19	18	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.2	1262	0.6	11.4
N	15	2	13	14	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	49	1.1	1284	0.6	11.9
NØ	30	1	14	41	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	99	2.3	3024	1.5	12.4
NØ	45	4	24	30	101	17	3	0	0	0	0	0	0	0	179	4.2	6766	3.4	15.9
NØ	60	6	16	48	126	115	38	17	4	0	0	0	0	0	370	8.6	22117	11.0	27.1
Ø	75	2	19	47	121	119	46	5	0	1	0	0	0	0	360	8.4	20976	10.4	31.5
Ø	90	5	20	59	90	31	3	1	0	0	0	0	0	0	209	4.9	8142	4.0	23.7
Ø	105	4	21	28	44	3	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2.3	2904	1.4	12.2
SØ	120	4	19	23	24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	73	1.7	1937	1.0	11.7
SØ	135	3	24	14	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1.3	1158	0.6	11.4
SØ	150	4	19	27	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	1.4	1338	0.7	8.0
S	165	2	14	22	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	1.1	1080	0.5	8.3
S	180	4	25	21	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	72	1.7	1677	0.8	10.7
S	195	2	24	26	29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	82	1.9	2229	1.1	12.5
SV	210	3	21	33	69	14	0	0	0	0	0	0	0	0	140	3.3	5001	2.5	13.8
SV	225	6	24	59	164	129	11	0	0	0	0	0	0	0	393	9.2	19467	9.7	19.3
SV	240	5	27	51	276	313	88	13	0	0	0	0	0	0	773	18.0	47992	23.9	24.8
V	255	2	22	57	225	200	48	5	0	0	0	0	0	0	559	13.0	32291	16.1	24.8
V	270	4	26	51	120	44	3	0	0	0	0	0	0	0	248	5.8	10211	5.1	17.5
V	285	1	19	22	69	9	1	0	0	0	0	0	0	0	121	2.8	4318	2.1	15.7
NV	300	2	19	21	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1.8	2225	1.1	14.8
NV	315	6	20	18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	1.4	1404	0.7	9.5
NV	330	2	22	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1.2	1061	0.5	10.0
N	345	4	20	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1.3	1179	0.6	7.7
Antall obs		82	491	766	1657	1006	241	41	4	1	0	0	0	0	4290	100	0	0	0
%		1.9	11.4	17.9	38.6	23.4	5.6	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (spred dyp)

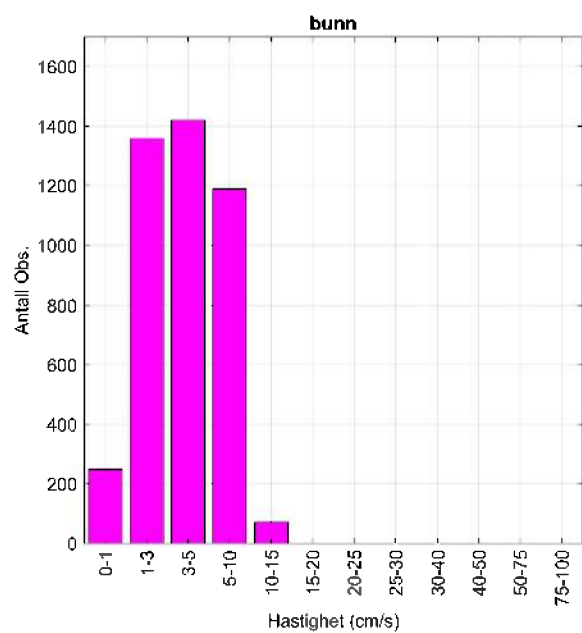
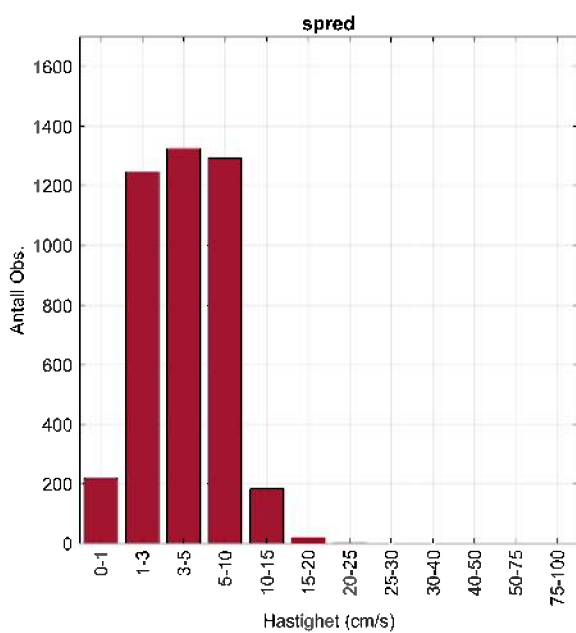
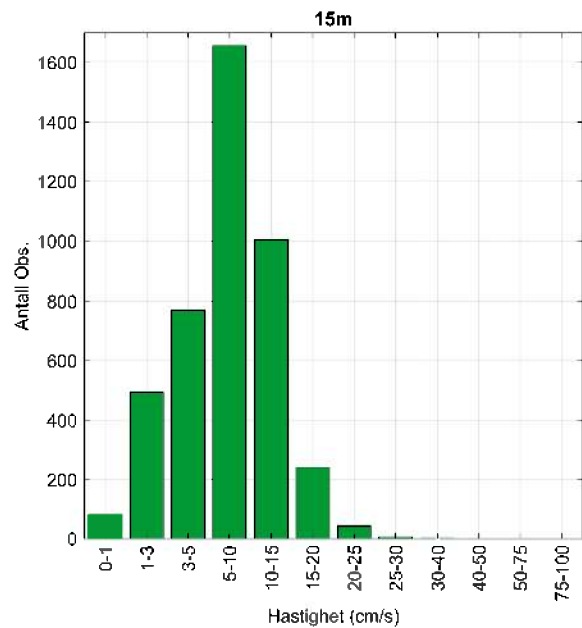
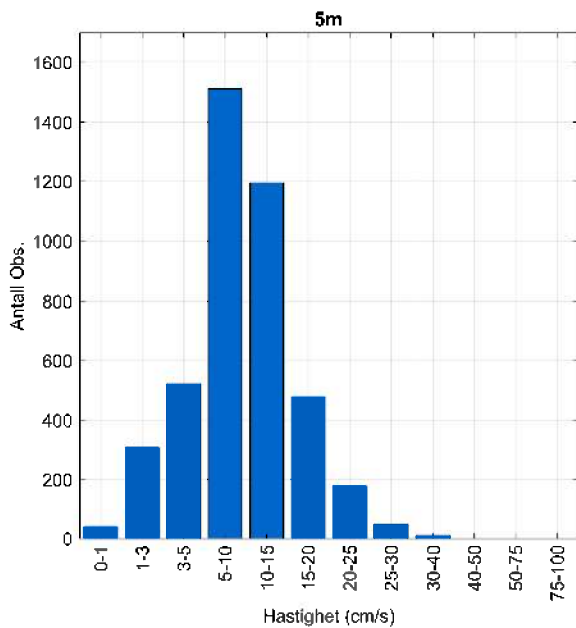
Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antal obs	%	m ³ /m ²	%	cm/s
N	0	10	60	38	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	2.9	2225	1.9	7.1
N	15	10	57	47	33	4	0	0	0	0	0	0	0	0	151	3.5	3384	3.0	12.5
NØ	30	11	42	63	62	15	3	0	0	0	0	0	0	0	196	4.6	6072	5.3	17.6
NØ	45	8	46	73	89	35	5	0	0	0	0	0	0	0	256	6.0	9015	7.9	17.1
NØ	60	6	69	83	146	39	6	0	0	0	0	0	0	0	349	8.1	12511	10.9	19.2
Ø	75	11	62	70	131	29	3	0	0	0	0	0	0	0	306	7.1	10350	9.0	16.8
Ø	90	10	53	63	75	5	0	0	0	0	0	0	0	0	206	4.8	5641	4.9	12.1
Ø	105	11	44	45	39	3	0	1	0	0	0	0	0	0	143	3.3	3526	3.1	20.0
SØ	120	6	39	41	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	101	2.4	2048	1.8	12.8
SØ	135	6	33	26	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	1.8	1473	1.3	9.2
SØ	150	7	51	21	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	89	2.1	1537	1.3	14.4
S	165	9	45	23	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	2.0	1465	1.3	8.4
S	180	6	50	34	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	2.4	1985	1.7	8.7
S	195	11	45	45	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0	137	3.2	3031	2.6	12.1
SV	210	10	58	65	62	3	0	0	0	0	0	0	0	0	198	4.6	4928	4.3	10.8
SV	225	11	56	79	111	13	0	0	0	0	0	0	0	0	270	6.3	7905	6.9	12.3
SV	240	10	49	109	146	15	0	0	0	0	0	0	0	0	329	7.7	10376	9.0	13.0
V	255	3	64	89	109	12	0	0	0	0	0	0	0	0	277	6.5	8136	7.1	14.3
V	270	16	81	75	77	1	1	0	0	0	0	0	0	0	251	5.9	6069	5.3	15.8
V	285	9	53	65	42	2	0	0	0	0	0	0	0	0	171	4.0	3961	3.5	14.9
NV	300	7	49	57	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	3.1	2752	2.4	8.4
NV	315	17	51	48	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	132	3.1	2405	2.1	11.6
NV	330	7	47	36	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2.3	1828	1.6	11.4
N	345	7	43	30	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2.3	2027	1.8	11.9
Antall obs		219	1247	1325	1293	182	18	1	0	0	0	0	0	0	4285	100	0	0	0
%		5.1	29.1	30.9	30.2	4.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

Strømhastighet og retning (bunn dyp)

Retning (grader)		Strømhastighetsgruppe														Total flow		Maks strøm	
		0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-75	75-100	>100	Antal obs	%	m ³ /m ²	%	cm/s
N	0	11	66	57	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	170	4.0	3884	3.8	11.7
N	15	12	71	54	41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	179	4.2	3898	3.8	14.9
NØ	30	11	67	65	73	1	0	0	0	0	0	0	0	0	217	5.1	5288	5.1	10.2
NØ	45	12	60	72	89	3	0	0	0	0	0	0	0	0	236	5.5	6327	6.1	13.2
NØ	60	7	69	96	109	9	0	0	0	0	0	0	0	0	290	6.8	8229	8.0	11.8
Ø	75	11	75	101	104	5	0	0	0	0	0	0	0	0	296	6.9	7889	7.6	13.2
Ø	90	13	69	69	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	215	5.0	5070	4.9	9.6
Ø	105	8	47	67	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	3.7	3516	3.4	8.3
SØ	120	6	53	34	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	2.9	2699	2.6	8.6
SØ	135	8	39	40	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	112	2.6	2532	2.5	11.8
SØ	150	9	49	39	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	2.7	2296	2.2	10.0
S	165	5	55	48	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	136	3.2	2978	2.9	11.8
S	180	12	46	42	25	5	0	0	0	0	0	0	0	0	130	3.0	2846	2.8	11.5
S	195	4	42	35	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	103	2.4	2270	2.2	11.5
SV	210	10	50	60	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	153	3.6	3417	3.3	11.9
SV	225	14	45	51	55	3	0	0	0	0	0	0	0	0	168	3.9	4154	4.0	11.0
SV	240	9	58	73	66	5	0	0	0	0	0	0	0	0	211	4.9	5455	5.3	14.5
V	255	12	71	82	56	3	0	0	0	0	0	0	0	0	224	5.2	5397	5.2	11.9
V	270	14	53	70	76	8	0	0	0	0	0	0	0	0	221	5.2	6048	5.9	14.4
V	285	6	59	70	62	4	0	0	0	0	0	0	0	0	201	4.7	5078	4.9	11.3
NV	300	8	53	56	55	3	0	0	0	0	0	0	0	0	175	4.1	4363	4.2	10.8
NV	315	19	60	56	34	2	0	0	0	0	0	0	0	0	171	4.0	3608	3.5	11.0
NV	330	16	46	38	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	135	3.2	2863	2.8	10.0
N	345	12	55	44	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	144	3.4	3129	3.0	12.0
Antall obs		249	1358	1419	1189	70	0	0	0	0	0	0	0	0	4285	100	0	0	0
%		5.8	31.7	33.1	27.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

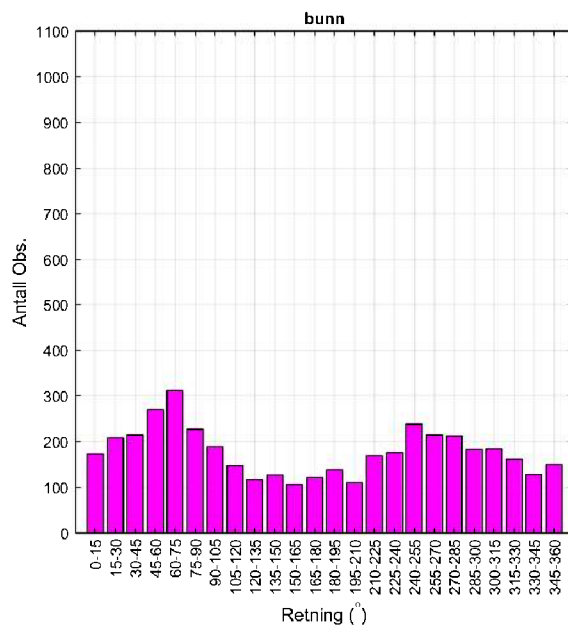
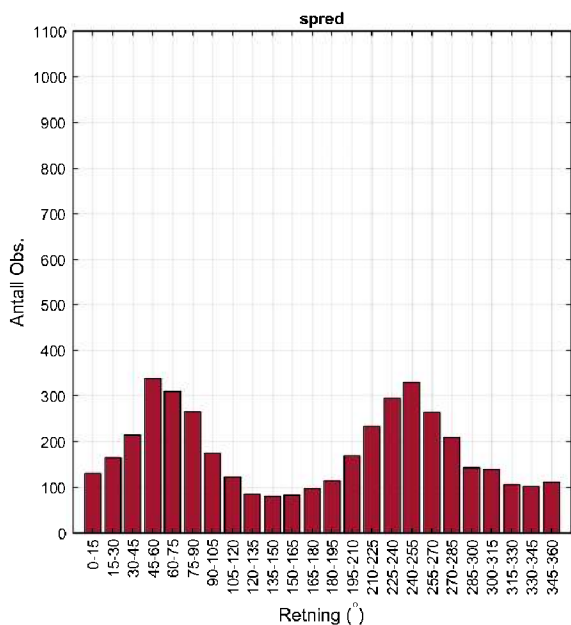
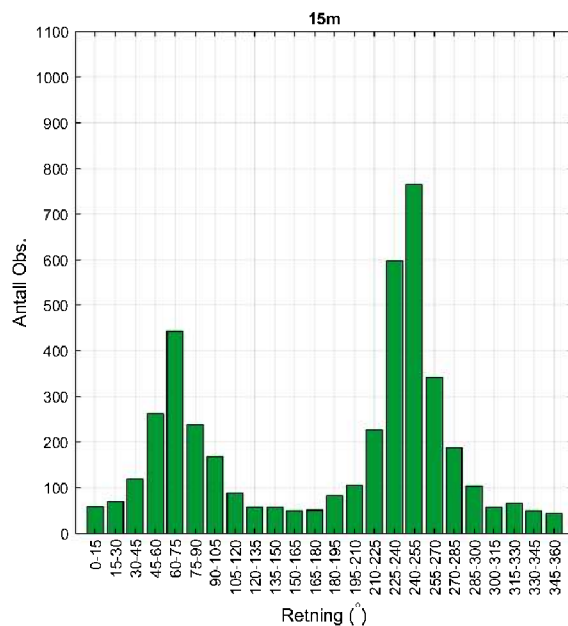
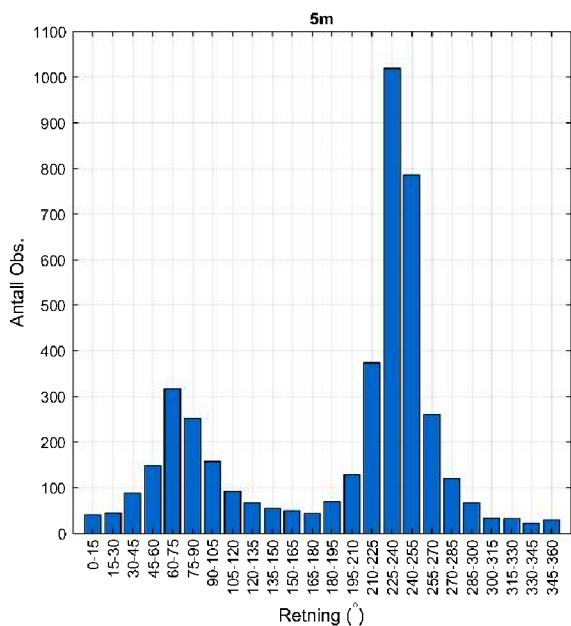
4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning, med antall registreringer på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.



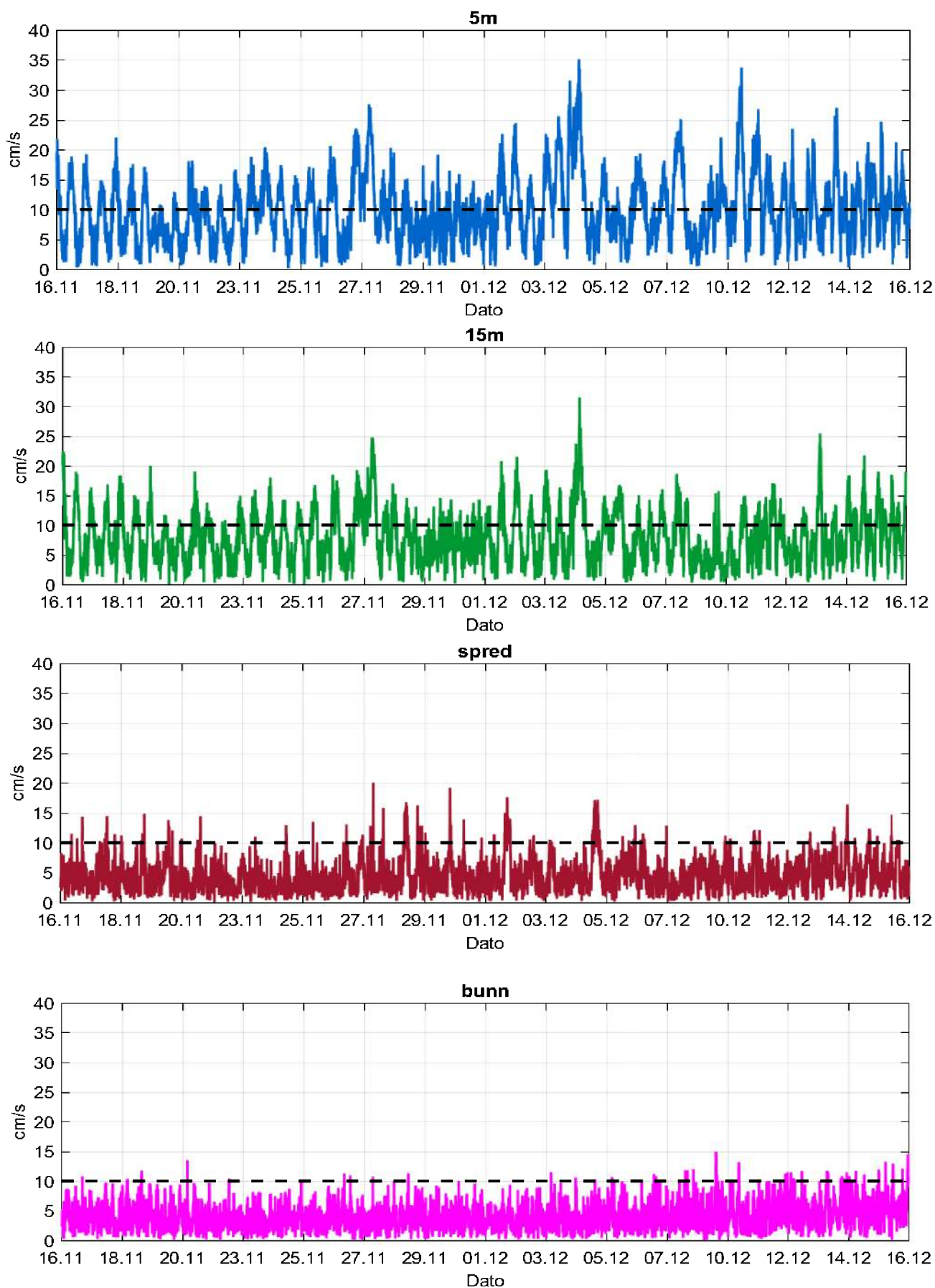
4.5 Strømmens retningsfordeling.

Strømmens retning fordelt over 15°-sektorer, med antall registreringer på stående akse og 15°-sektorer på liggende akse.



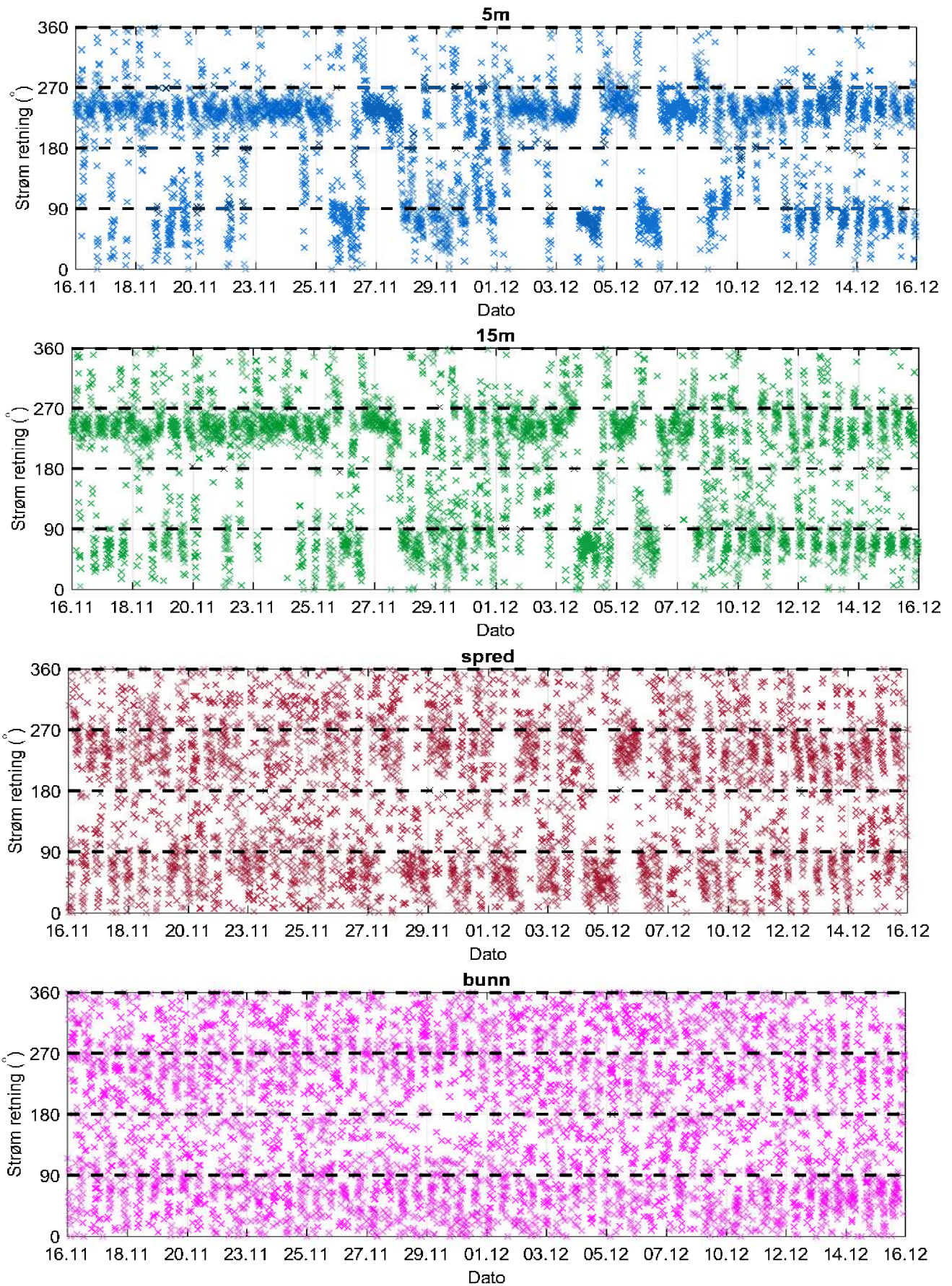
4.6 Tidsdiagram - strømshastighet.

Strømshastighet på stående akse og tid på liggende akse.



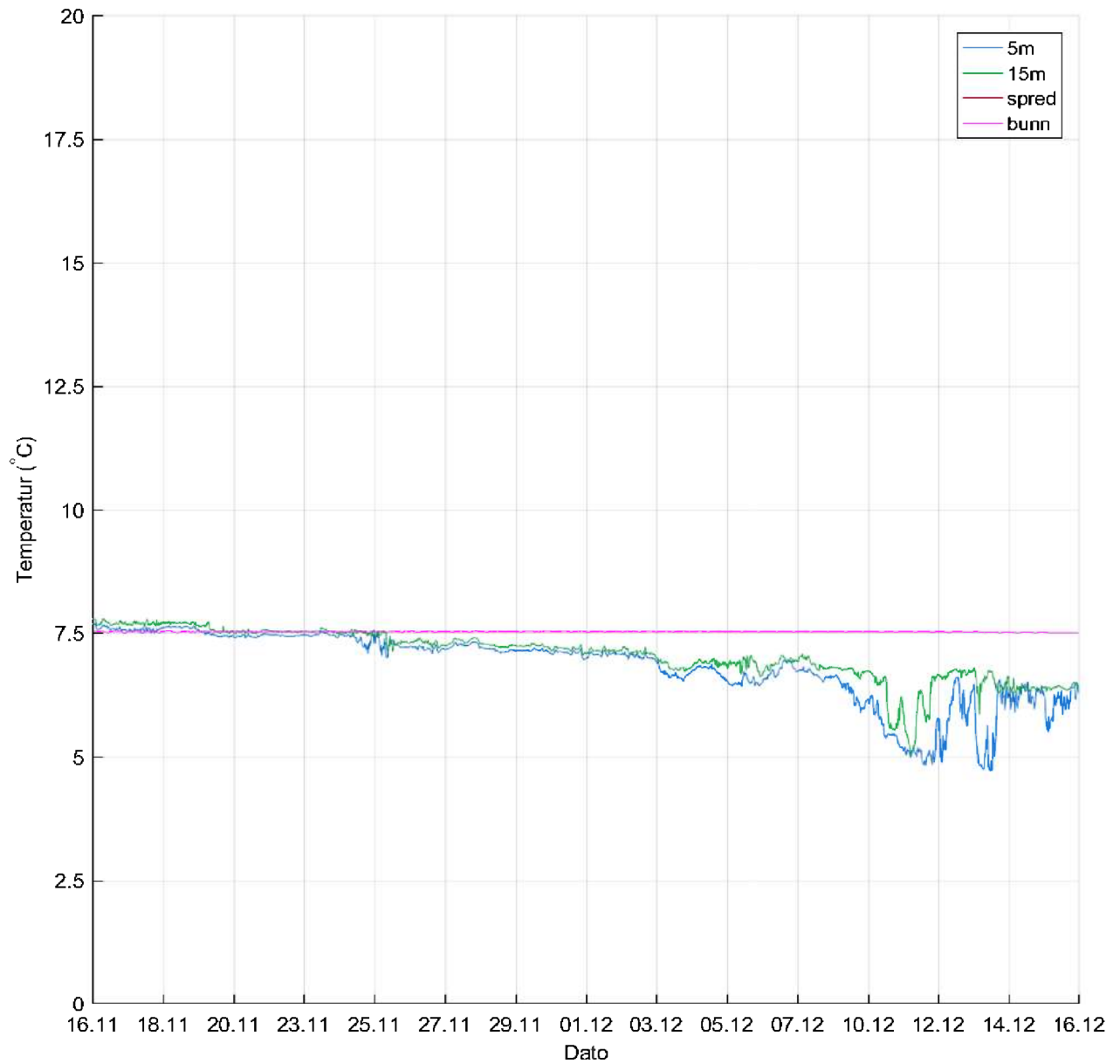
4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



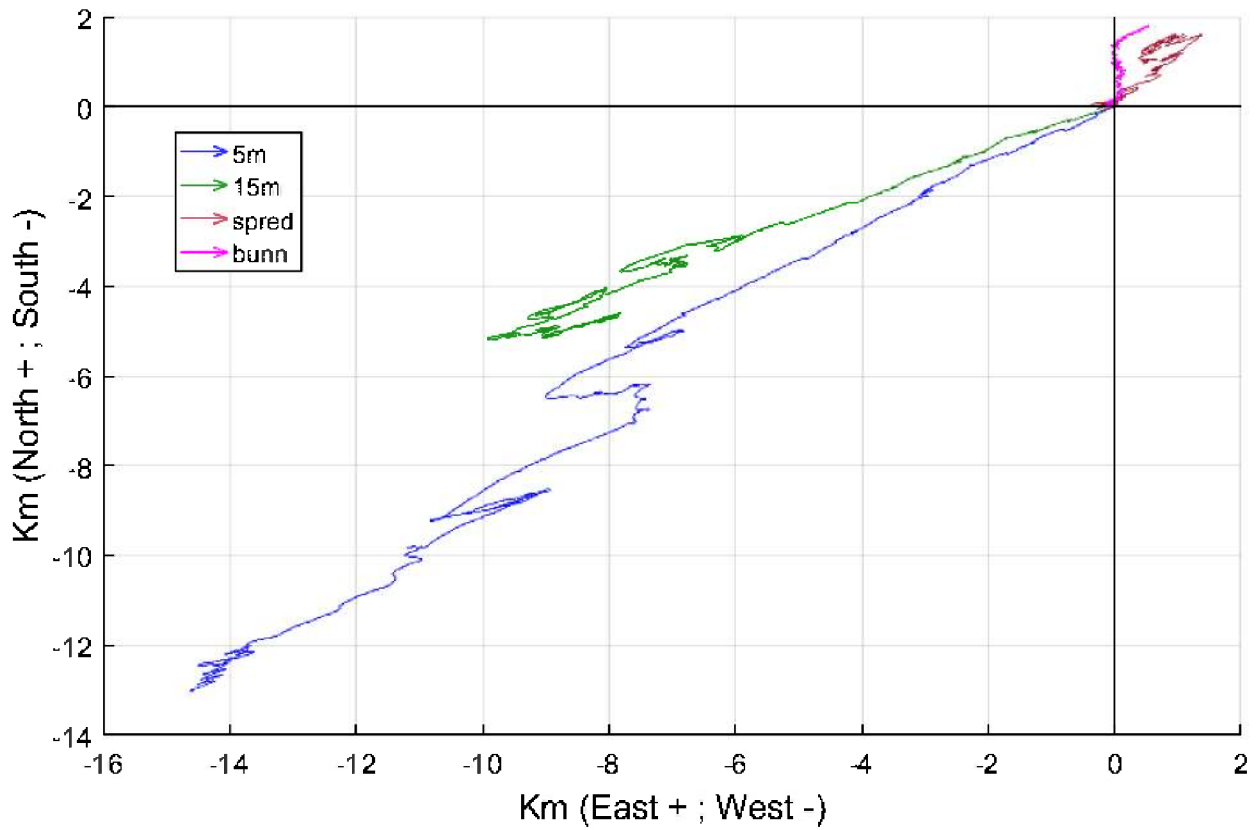
4.8 Tidsdiagram - temperatur.

Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.



4.9 Progressivt vektordiagram.

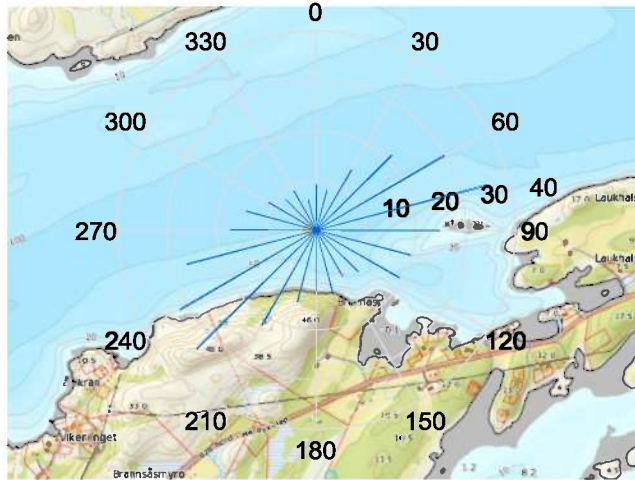
Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmålerens posisjon ved målestart, vil drive av sted i løpet av måleperioden. Dette gir en indikasjon på vannskiftning i måleperioden.



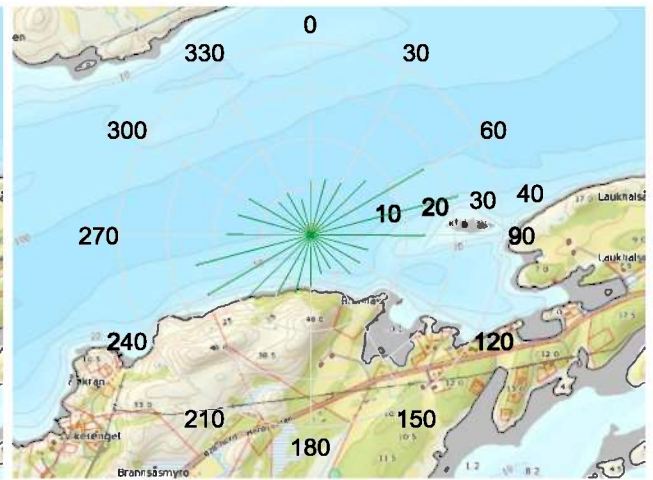
4.10 Fordelingsdiagram – maksimal strømshastighet.

Kurvene viser maksimal strømshastighet for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

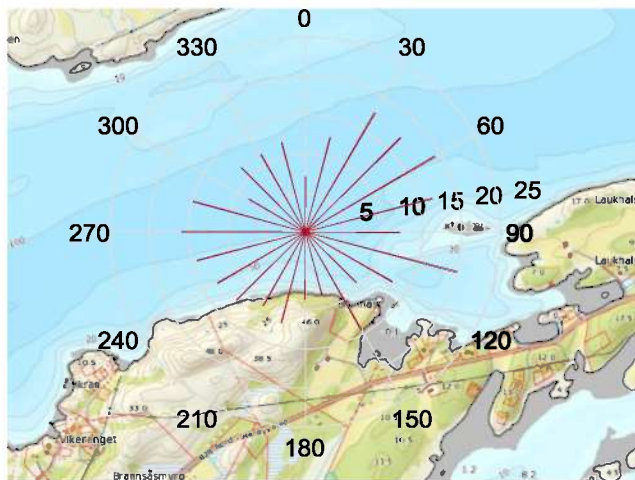
Maksimal strømshastighet (5m dyp).



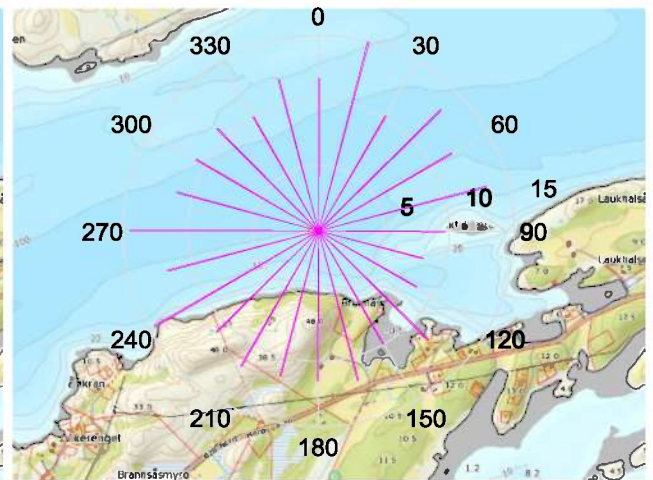
Maksimal strømshastighet (15m dyp).



Maksimal strømshastighet (spredningsdyp).



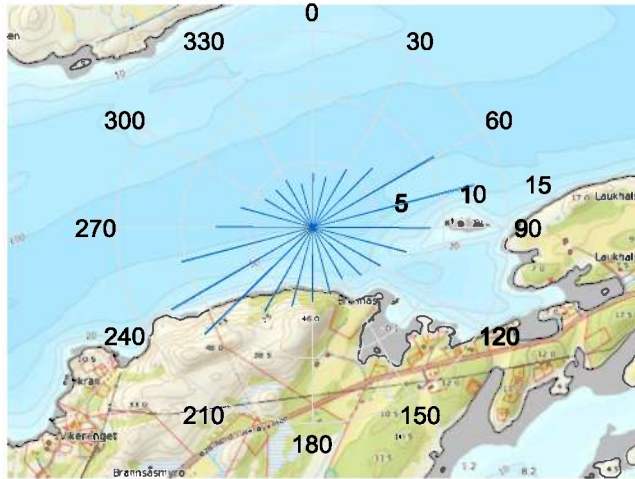
Maksimal strømshastighet (bunn dyp).



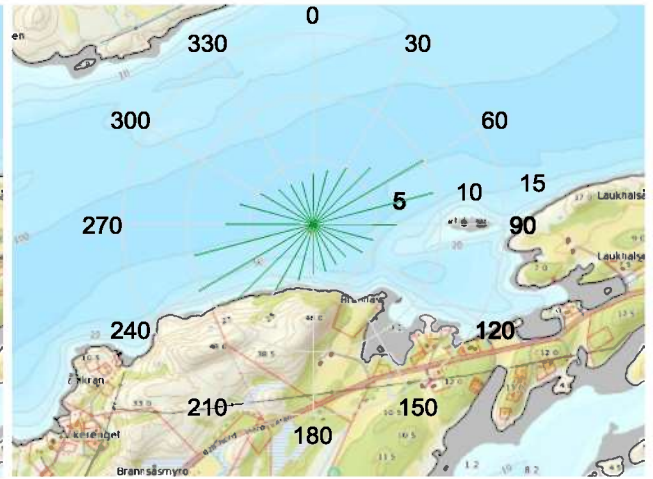
4.11 Fordelingsdiagram – middelhastighet.

Kurvene viser middelhastigheter for hver 15°-sektor i løpet av måleperioden.

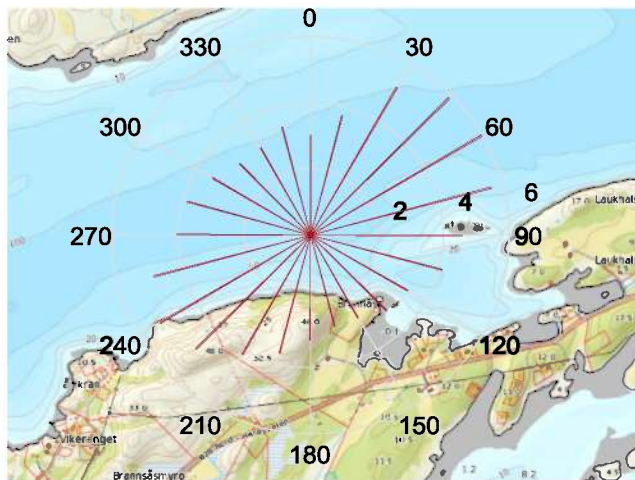
Middelhastighet (5m dyp).



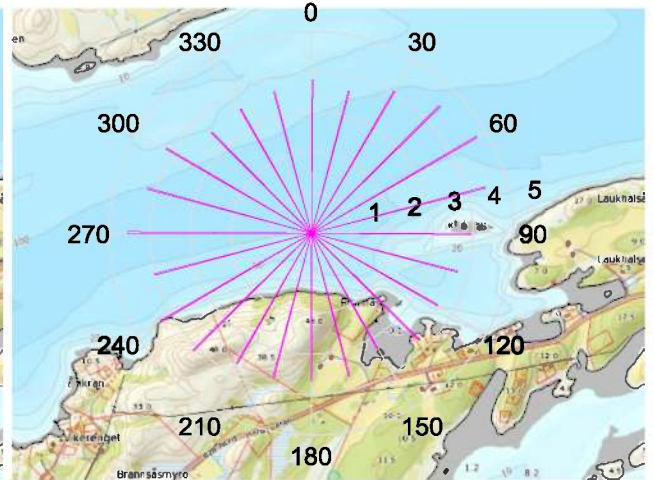
Middelhastighet (15m dyp).



Middelhastighet (spredningsdyp).



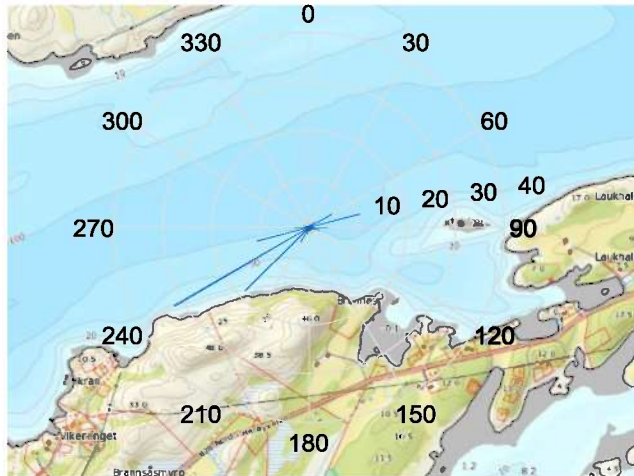
Middelhastighet (bunndyp).



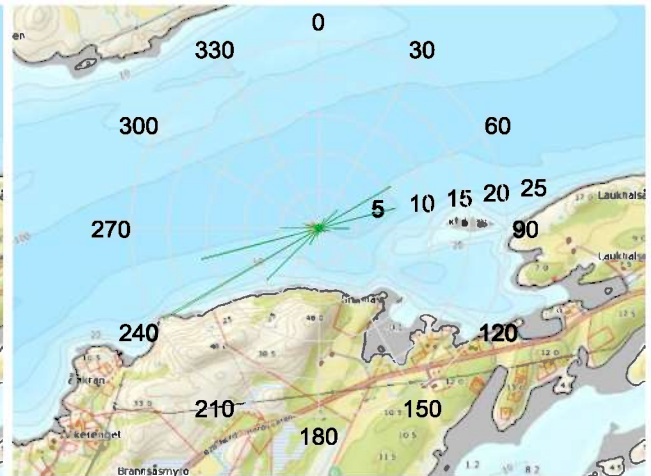
4.12 Fordelingsdiagram – relativ vannfluks.

Kurvene viser relativ strømshastighet/vannfluks i hver sektor. Relativ vannfluks angir mengden vann som strømmer gjennom en sektor delt på totalt volum. Total vannforflytning er totalt volum vann i alle sektorer.

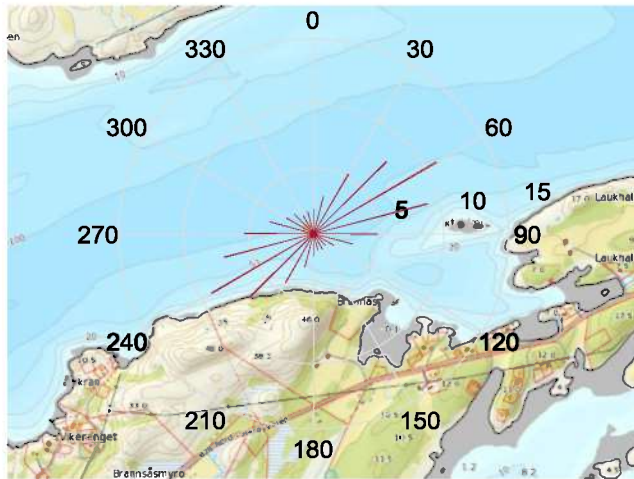
Relativ vannfluks (5m dyp).



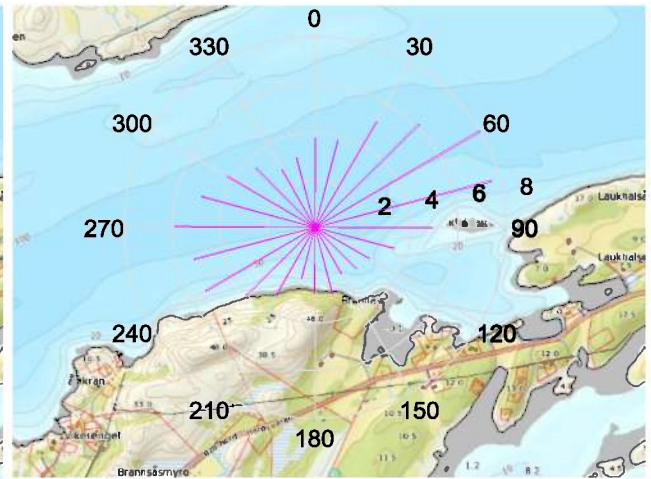
Relativ vannfluks (15m dyp).



Relativ vannfluks (spredningsdyp).

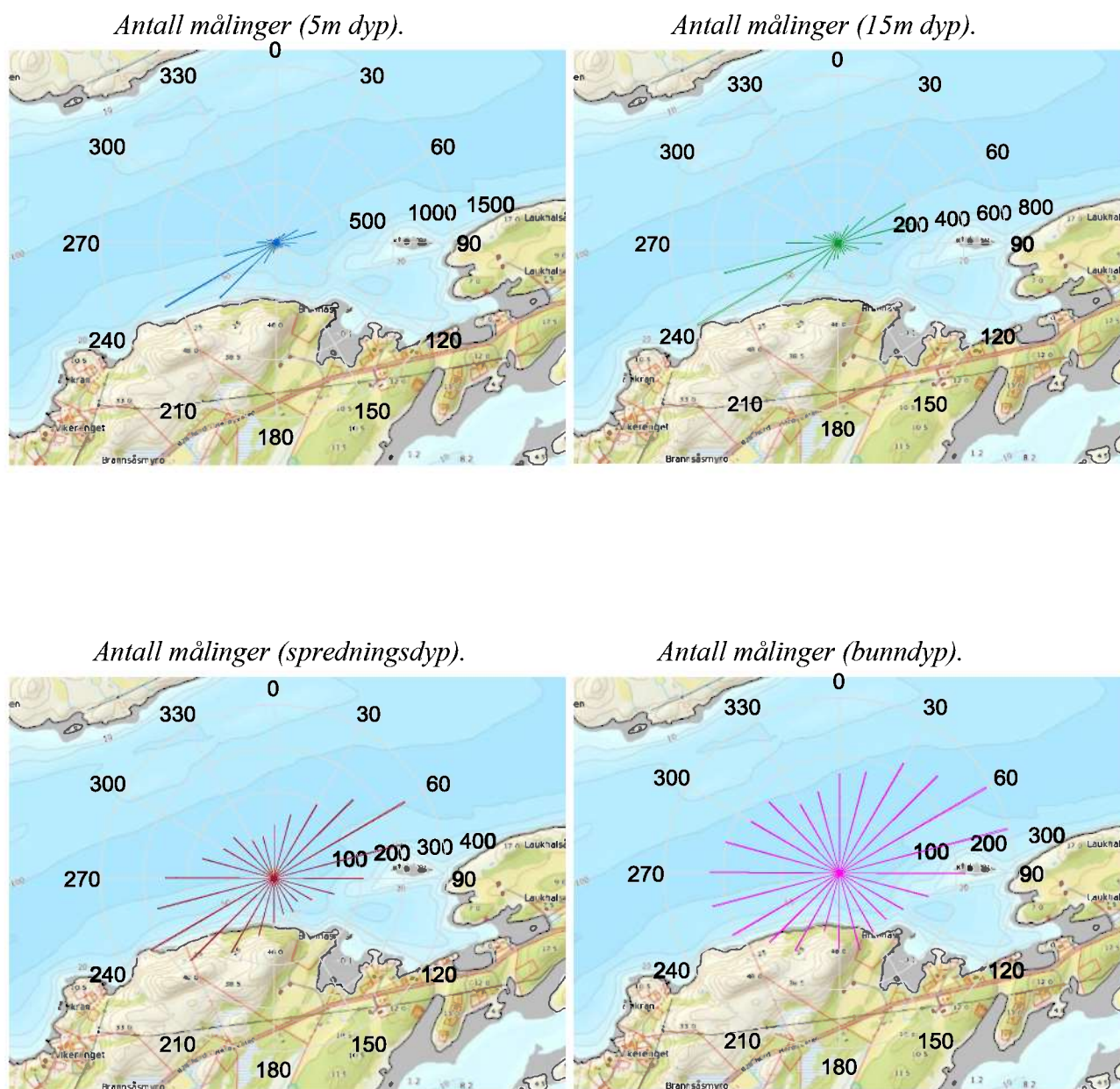


Relativ vannfluks (bunndyp).



4.13 Fordelingsdiagram – antall observasjoner.

Kurvene viser hvor mange ganger strømmåleren har pekt på hver enkelt sektor i løpet av måleperioden.



4.14 Maksimal strømshastighet for 8 retningssektorer.

Tabell 4.14.1. Maksimal strømshastighet (cm/s) for retningssektorene.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5°– 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	9.1	29.7	35.1	19.2	14.8	33.8	26.8	11.1
15m	11.9	27.1	31.5	11.7	12.5	24.8	24.8	14.8
spred	12.5	19.2	20.0	14.4	12.1	13.0	15.8	11.6
bunn	14.9	13.2	13.2	11.8	11.8	14.5	14.4	11.0

4.15 Gjennomsnittlig strømshastighet for 8 retningssektorer.

Tabell 4.15.1. Gjennomsnittlig strømshastighet (cm/s) for retningssektorene.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5°– 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	3.9	8.6	10.7	5.3	5.8	11.6	9.1	4.2
15m	3.8	8.2	8.0	3.9	4.1	9.2	8.4	4.1
spred	3.4	5.7	5.0	3.2	3.3	4.9	4.3	3.2
bunn	3.7	4.5	4.1	3.6	3.7	4.1	4.3	3.8

4.16 Antall målinger i 8 retningssektorer.

Tabell 4.16.1. Antall målinger per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5°– 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	102	381	654	178	198	1965	704	108
15m	159	648	669	189	201	1306	928	189
spred	374	801	655	266	327	797	699	366
bunn	493	743	668	353	369	532	646	481

4.17 Relativ vannutskifting for 8 retningssektorer.

Tabell 4.17.1. Relativ vannutskifting (%) per retningssektor.

Dybde	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
	337.5°– 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
5m	0.9	7.7	16.5	2.2	2.7	53.8	15.1	1.1
15m	1.8	15.9	15.9	2.2	2.5	36.1	23.3	2.3
spred	6.6	24.1	17.0	4.4	5.7	20.3	15.9	6.1
bunn	10.6	19.2	16.0	7.3	7.8	12.6	16.0	10.5

4.18 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 5m

Verdier for returperiode på 10 år (x1.65) og for returperiode på 50 år (x1.85).

Tabell 4.18.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 5m

	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøm	337.5°– 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	9.1	29.7	35.1	19.2	14.8	33.8	26.8	11.1
10-år (cm/s)	15.1	49.0	58.0	31.7	24.5	55.7	44.2	18.3
50-år (cm/s)	16.9	54.9	65.0	35.5	27.4	62.5	49.6	20.5

4.19 10-års og 50-års strømhastighet per 8 retningssektorer på 15m

Tabell 4.19.1. 10-års og 50-års strømhastighet (cm/s) per retningssektor på 15m

	Retning							
	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Strøm	337.5°– 22.5°	22.5° – 67.5°	67.5° – 112.5°	112.5° – 157.5°	157.5° – 202.5°	202.5° – 247.5°	247.5° - 292.5°	292.5° – 337.5°
Maks (cm/s)	11.9	27.1	31.5	11.7	12.5	24.8	24.8	14.8
10-år (cm/s)	19.6	44.7	52.0	19.3	20.6	40.9	40.8	24.4
50-år (cm/s)	22.0	50.2	58.3	21.7	23.1	45.8	45.8	27.4

4.20 Tidevannsanalyse

Målt strøm er splittet i øst-vest (U_{EW}) og nord-sør (V_{NS}) komponenter for å vurdere spredning av strømdata på de forskjellige dypene og for å finne hovedaksen for strøm ellipsen (Figur 4.20.1).

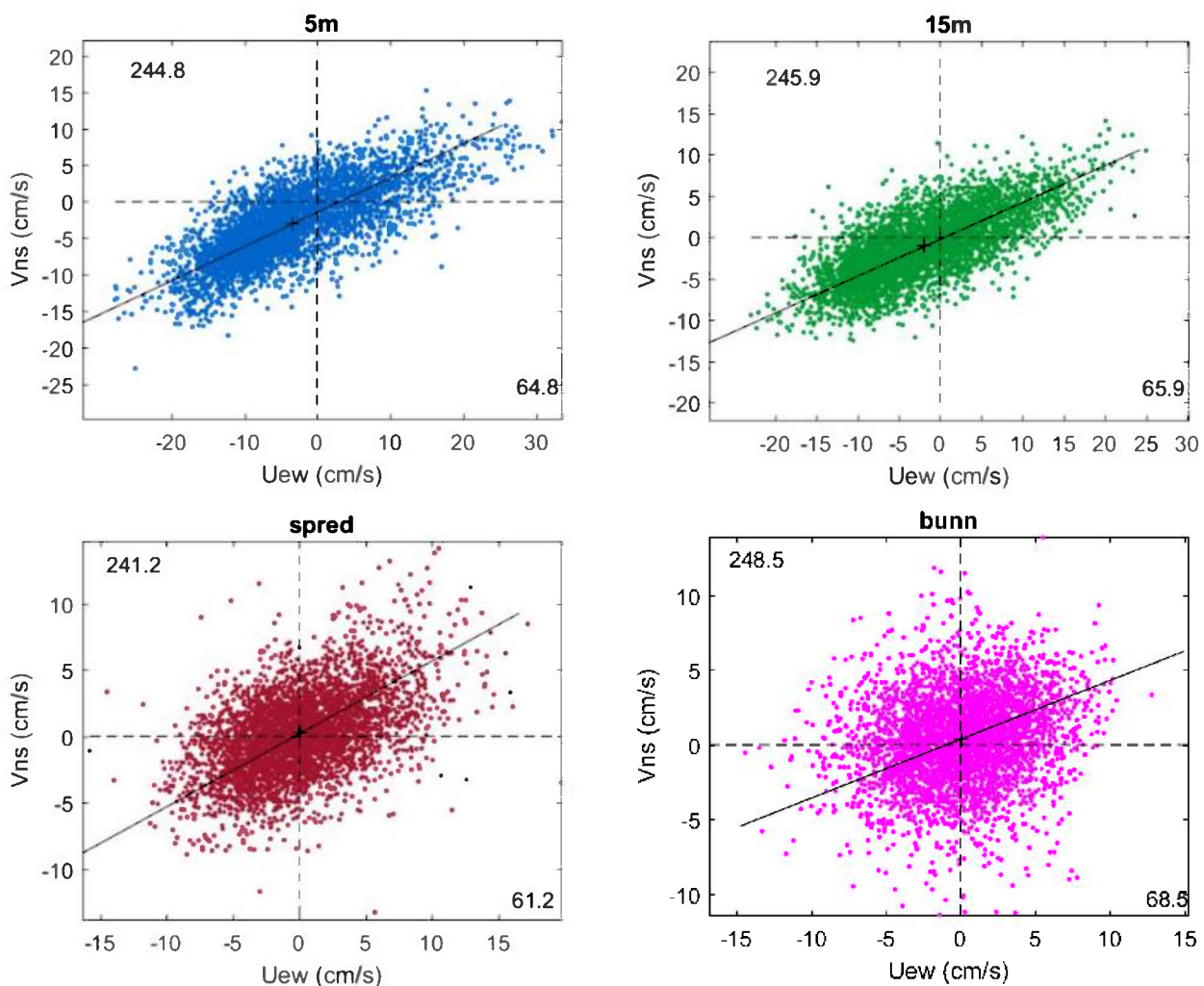
Tidevannsellipsen er rettlinjjet og orientert ØNØ – VSV. Høyeste strømhastighet, som er mot Ø for 5m, 15m og spredningsdyp, er også orientert langs denne aksen.

Måleperioden inkluderte 2 springflo («storsjøan») – nippflo («småsjøan») tidevannssykluser. Storsjøan var på 14. desember og 29. november 2016.

Tidevannsanalyse av strømdata og prosent av målte signal som tidevannet forårsaket er oppgitt i Tabell 4.20.1. Tidevannsanalyse er utført ved bruk av T_Tide (Pawlowic, et al., 2002).

Tabell 4.20.1. Tidevannsanalyse av målte data.

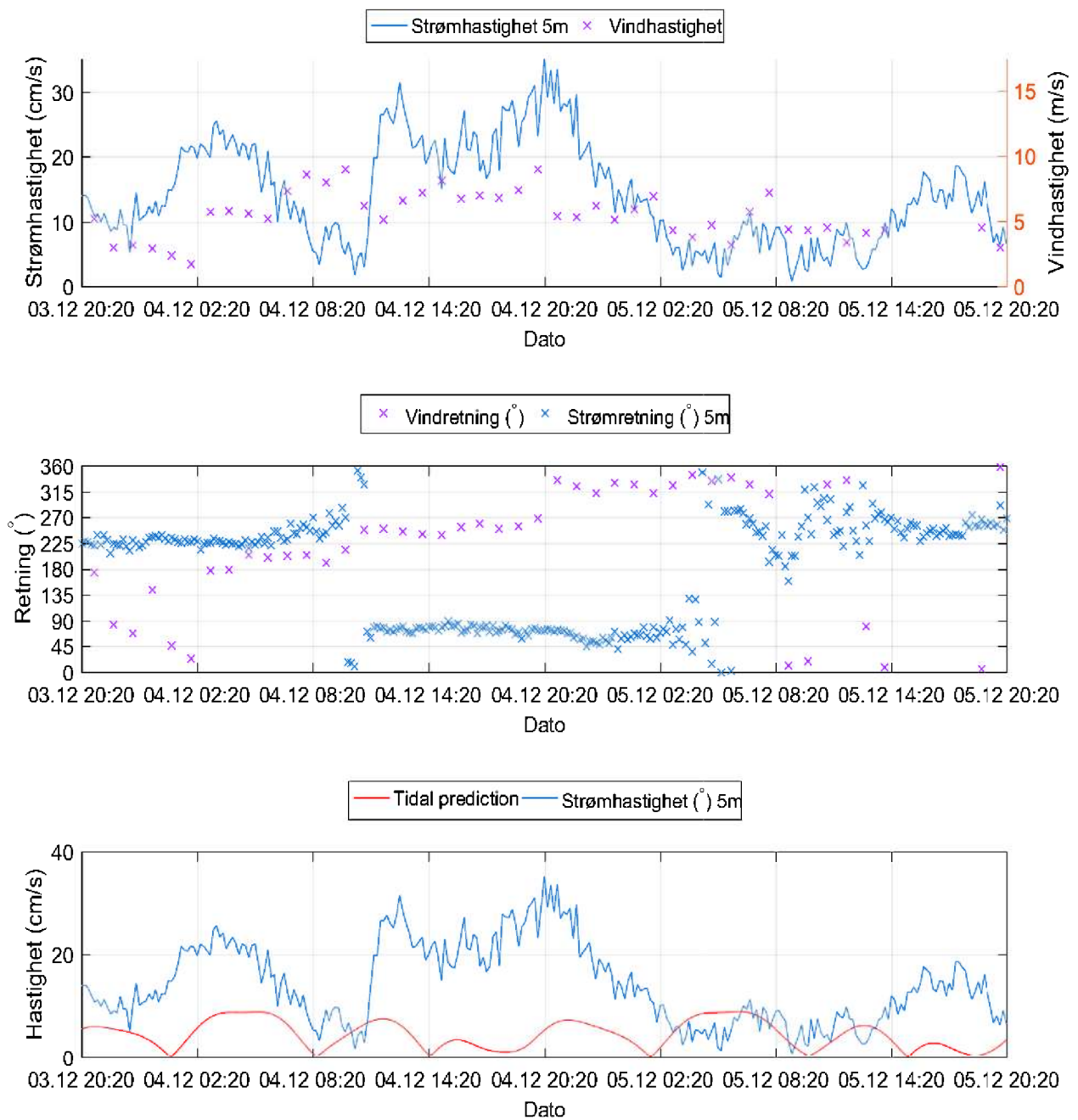
Strømhastighet forårsaket av tidevann	5m	15m	spred	bunn
Prosent (%)	62.1	63.9	34.2	28.5



Figur 4.20.1. U_{EW} - V_{NS} punktdiagram.

4.21 Todagersperiode.

Strømhastighet, strømretning, tidevann og vind er oppgitt i figur under for en todagersperiode for maksimalstrømmen ved 5m dyp.



Figur 4.21.1. Strømhastighet, strømretning, tidevann og vind for maksimalstrømmen ved 5m dyp.

4.22 Vind under måleperioden

Ut fra omkringliggende topografi er det vurdert at vind fra NØ, SV, V og NV kan ha betydning for strømforholdene på lokaliteten.

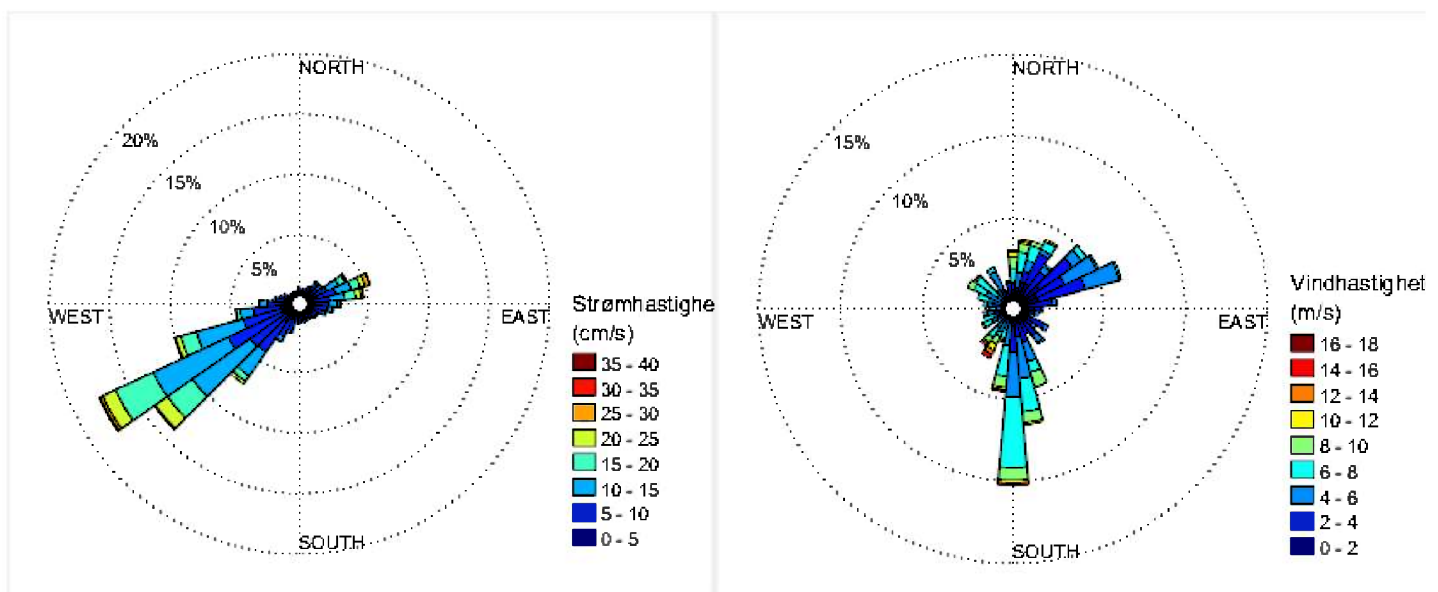
Vinddata er tatt fra værstasjon Sandnessjøen LH-Stokka.

Vind blåste mest fra S og sterkest fra S og SV under måleperioden (Tabell 4.22.1, Figur 4.22.1).

Hvis de lokale vindforholdene var like de på Sandnessjøen LH-Stokka under måleperioden, er det vurdert at vind fra NØ, VSV og V kan ha påvirket strøm mot SV, ØNØ og Ø.

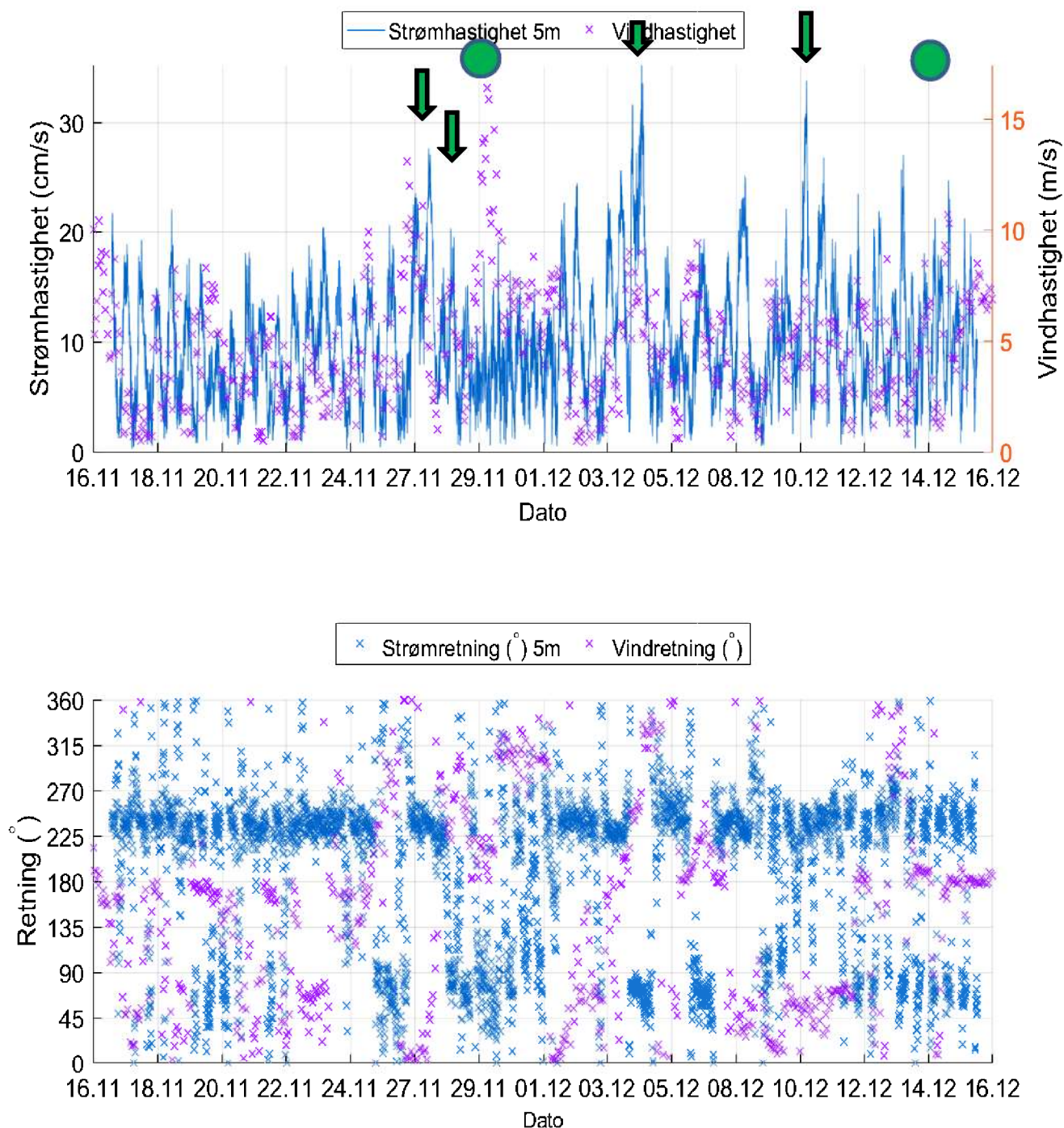
Tabell 4.22.1. Maksimal vindhastighet og % tid vinden blåste fra de ulike retningene under måleperioden.

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Maksimal vindhastighet (m/s)	13.1	11.1	6.0	8.9	16.4	14.5	9.0	12.5
% tid fra en bestemt retning	8.8	19.6	10.6	7.7	26.7	8.4	5.6	9.4



Figur 4.22.1. Rosediagram for strøm (mot retning) på (fra venster) 5m og vind (fra retning) på Sandnessjøen LH-Stokka (høyre) under måleperioden.

Strøm- og vindhastighet og retning er oppgitt i Figur 4.22.2 for å vurdere vindpåvirkning på strømmen, og for å vurdere om noen strømtopper skyldes vind.



Figur 4.22.2. Strømhastighet på 5m og vindhastighet samt strøm- og vindretning (Sandnessjøen LH-Stokka) under måleperioden.

Grønne piler indikerer hvor vind muligens har påvirket strømmen. Grønn sirkel indikerer tidspunkt for storsjøan.

Strømtopper over 20 cm/s på 5m ble sammenlignet med vind fra Sandnessjøen LH-Stokka værstasjon, og dersom vind ved lokaliteten tilsvarte vinden på værstasjonen, er det sannsynlig at vind fra NØ, VSV og V kan ha påvirket strøm mot SV, ØNØ og Ø på tidspunktene som er markert med grønne piler over.

5. Diskusjon strøm

Alle omsøkte akvakulturlokaliteter skal kunne ivareta artens krav til et godt levested (Mattilsynet, 2014). Det må være tilstrekkelig tilførsel av vann av egnet kvalitet. Oksygen er helt avgjørende for god fiskevelferd. Tilførsel av oksygen til fisken er vurdert etter strømforhold, vannutskifting og temperatur.

5.1 Temperatur

Lokaliteter med hyppige og store temperaturvariasjoner kan være uheldig ut fra et velferds- og helseperspektiv, men denne ulempen kan reduseres ved at fisken blir gitt rom for å oppholde seg i det mest gunstige miljøet.

Temperatur under måleperioden på 5m var 4.7 – 7.7°C og på 15m var temperaturen 5.1 – 7.8°C. Temperaturen på bunnen var 7.5 – 7.6. Temperaturmålingene viser at vannsøylen var relativt blandet fram til omtrent 9. desember. Fra omtrent 10. desember forekommer det en avkjøling av vannet på 5m og 15m, sannsynligvis som følge av avkjøling av overflatevannet, og muligens i kombinasjon med en innstrømming av kaldere vann inn i Dønnessundet fra Hæstadsundet eller Alstenfjorden.

5.2 Strømhastighet

5.2.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s)

Høye strømhastigheter (varighet og hyppighet) kan stresse fisken, hvor fiskens svømmekapasitet vil variere med art, størrelse, temperatur og lysforhold (Mattilsynet, 2014). Fisken er nød til å bruke mer energi på å holde seg i posisjon ved økt strøm (Nygaard og Golmen, 1997). Økt strøm fører til økt oksygenforbruk, men gjennomstrømning av vann mer enn kompenserer for økt energiforbruk (Nygaard og Golmen, 1997).

Vannstrøm reduseres i hastighet når den treffer en merd. Forventet reduksjon av vannstrøm på grunn av not er mer enn 20% (Mattilsynet, 2014). Groe på merdene og anleggsorientering vil også påvirke strømhastighet i en merd.

Maksimal strømhastighet var 35.1 cm/s mot Ø på 5m dyp og 31.5 cm/s mot Ø på 15m dyp. Maksimal strømhastighet var 20.0 cm/s mot Ø på spredningsdyp dyp og 14.9 cm/s mot N på bunnen. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og sterk på 15m. Maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på spredningsdyp og svak på bunnen.

Signifikant maksimal strømhastighet var 16.2 cm/s på 5m dyp og 13.0 cm/s på 15m dyp. Signifikant maksimal strømhastighet er vurdert som middels sterk på 5m og 15m.

Det var tilfeller der strøm var >30cm/s på både 5m og 15m.

5.2.2 Enkeltstående strømtopper

To datapunkter på sprednings- og bunndyp ble vurdert som feilverdier. Disse er derfor tatt bort.

5.2.3 Gjennomsnittlig strømhastighet

Fisketetthet og merdens lengde er avgjørende for hvor stor gjennomsnittsstrømmen bør være (Mattilsynet, 2014, Nygaard og Golmen, 1997). Det er dessuten avhengig av total fiskebiomasse, fiskens størrelse og kondisjon, årstid, anleggsorientering, fôringsintensitet, sjøtemperatur, sjøens oksygeninnhold, algekonsentrasjon og dyp på lokaliteten (Nygaard og Golmen, 1997).

Aure (1983) beregnet at et anlegg, med fiskekonsentrasjon på $8-10\text{kg/m}^3$, trenger en gjennomsnittsstrøm på minst 2 cm/s for å opprettholde tilfredsstillende oksygenforhold.

For å holde oksygenkonsentrasjon inne i merden over 7 mg/l , og for å kompensere for oksygenforbruket, trengs en gjennomsnittstrøm på 2.9 cm/s (Nygaard og Golmen, 1997).

Sætre (1975) skrev at groe på merdene kan redusere strømmen inne i en merd med 70% , og for å kompensere for dette bør gjennomsnittsstrømmen være ca. 10 cm/s .

Aarnes et al. (1990) fant at dersom merdene var mye begrodd kan strømmen i merd nummer to nedstrøms bli redusert til $<40\%$ av strømmen utenfor og i merd nummer seks var det praktisk talt ingen strøm.

Siden vann vil strømme rundt i tillegg til gjennom eller under anlegget er anleggsorientering viktig. Et anlegg orientert slik at det ligger med langside mot den dominerende strømretning vil ha bedre vannutskiftning i merdene enn en orientering hvor mange merder ligger etter hverandre langs hovedstrømmen.

Gjennomsnittlig strømhastighet er vurdert som sterk på 5m og 15m . Gjennomsnittlig strømhastighet var $\geq 2\text{ cm/s}$ på alle dyp.

5.2.4 Nullmålinger ($< 1\text{cm/s}$) og varighet

Nullmålinger vil gi lave oksygenverdier dersom fisketetthet er høy og merdlengde er lang (Mattilsynet, 2014). Andel nullmålinger bør være lav ($<10\%$) og varighet må ikke være lang ($12 - 24$ timer) (Mattilsynet, 2014).

Prosent nullmålinger ($<1\text{cm/s}$) er under 10% alle dyp. Lengst varighet for strøm $< 1\text{cm/s}$ er 20 min på 5m , 30 min på 15m , 50 min på spredningsdyp og 20 min på bunnen.

5.2.5 *Vannutskiftning og Neumann parameter*

Vannutskiftningsstrømmen er spesielt viktig for fiskens levemiljø (Mattilsynet, 2014). Det er viktig med god vannutskiftning i merden, slik at det til enhver tid er nok oksygen til fisken (Mattilsynet, 2014). Ved en ensrettet strøm vil lokaliteten hele tiden få friskt vann. Det kan også være sesongsvariasjoner i vannutskiftning (Mattilsynet, 2014).

Strømretninger og vannutskiftning stemmer med områdets bunntopografi. Vannutskiftningen er vurdert som god, fordi vann beveger seg bort fra start punkt og ikke bare flytter seg fram og tilbake til startpunktet. Neumann parameteren er vurdert som stabil på 5m, middels stabil på 15m, og lite stabil for sprednings- og bunnstrøm.

5.2.6 *Sprednings- og bunnstrøm*

Sprednings- og bunnstrøm er viktig for lokalitetens totale bæreevne. Opphopning av sediment under anlegget kan i noen tilfelle påvirke vannkvaliteten i merden og dermed fiskens levevilkår (Mattilsynet, 2014). På lokaliteter med kort avstand mellom havbunn og notbunn er det viktig at både sprednings- og bunnstrøm viser god vannutskiftning slik at sedimenter ikke hopper seg opp og påvirker vannkvaliteten i merden negativt (Mattilsynet, 2014). Mattilsynet (2014) anbefaler en minsteavstand mellom notbunn og sjøbunn på 20 m. Mattilsynet (2014) presiserer at dette er en anbefaling og skal ikke benyttes som en absolutt regel. Grunne lokaliteter med konstant vannstrøm kan egne seg til akvakultur.

Bunntopografi og strømningsforhold har betydning for utskifting og nedbryting av bunnsedimenter fra anlegget (Mattilsynet, 2014). En ujevn bunn eller en flat bunn med groper gir større risiko for sedimentoppbygging enn en jevnt skrånende bunn.

Dyp ved målepunktet er ca. 107m. Da er det ca. 82 – 77m mellom notbunn og havbunn. Labukta V ligger over en skrånende bunn.

Det var flere perioder der strømhastigheten var høyere enn 10 cm/s på 5m, 15m og spredningsdyp, men få tilfeller på bunndyp. Dette er gunstig med tanke på spredning av organisk materiale fra anlegget.

6. Vedlegg – opplysning strømmåling

Opplysninger om strøminstrumentene er oppgitt i Tabell 6.1.

Målingene er tatt for å måle strøm:

- hvor notposer befinner seg (5m og 15m) og
- på spredningsdyp og bunn som er viktig for spredning av partikler fra anlegget.

Målerne registrerer strømhastighet, strømretning og temperatur.

Målingene på 5 og 15 m ble gjort i samsvar med NS 9415:2009, der kravet er at målingene skal gjennomføres sammenhengende i minst en måned.

Metode for målinger på sprednings- og bunndyp er gjort iht. NS 9415:2009.

Riggoppsett og -beskrivelse er oppgitt i vedlegg 7.

Ut fra topografi og bunntopografi er plasseringen vurdert god for å dokumentere strømforholdene i anlegget. Målerne er plassert i posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokalitet.

Instrumentene som skulle måle strøm på 5m og 15m sto på henholdsvis 6.5m og 13m. Ettersom vannsøylen stort sett var blandet mellom 6.5m og 13m antas det at forskjellen mellom 5m og 6.5m og mellom 13m og 15m er tilstrekkelig liten til at målingene er representative for 5m og 15m, og har i denne rapporten blitt omtalt som 5 – og 15-meters målinger.

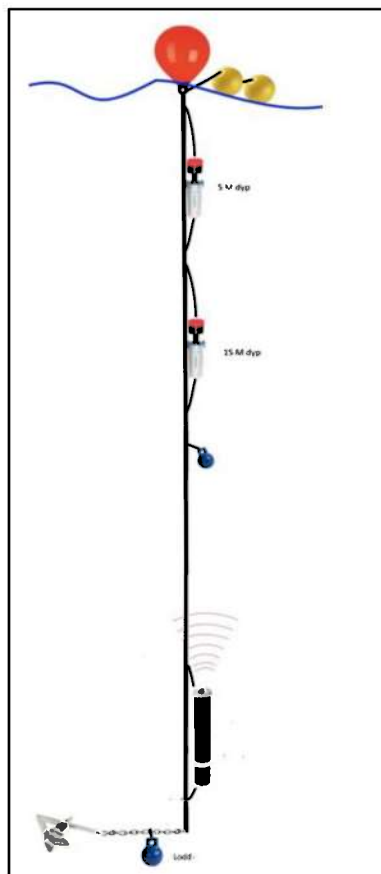
Tabell 6.1. Opplysninger per instrument.

Måledyp	5m	15m	spredning	bunn
Leverandør	Nortek AS	Nortek AS	Nortek AS	Nortek AS
Instrumenttype, modell	Aquadopp punktmåler	Aquadopp punktmåler	Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)	Aquadopp Current Profiler (AquaPro) (400kHz)
Måler ID-nr	Serial No: 6463	Serial No: 6599	Serial No: 7481	Serial No: 7481
Kalibrering	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.	Utført hos Nortek AS ved levering av instrumentet.
Strømhastighet nøyaktighet	±0.5 cm/sek	±0.5 cm/sek	±0.5 cm/sek	±0.5 cm/sek
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)	0 til ±10 m/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	± 2 ° for tilt < 20 °	± 2 ° for tilt < 20 °	± 2 ° for tilt < 20 °	± 2 ° for tilt < 20 °
Kompass justert for misvisning av Åkerblå AS	Nei	Nei	Nei	Nei
Temperatur nøyaktighet og rekkevidde	0.1 °C -4 °C til 30 °C	0.1 °C -4 °C til 30 °C	0.1 °C -4 °C til 30 °C	0.1 °C -4 °C til 30 °C

7. Vedlegg - rigg oppsett, måleprinsipp og valg av målersted

7.1 Riggoppsett

Riggoppsett for målt strøm er skissert i Figur 7.1.1. Riggene ble forankret i bunn med 100kg lodd. Trålkuler ble brukt for oppdrift og lodd for vekte ned under punktmålerne.



Figur 7.1.1. Skisse av riggoppsett. Nortek punktmålere og profiler.

7.2 Måleprinsipp

Nortek AquaPro Profiler og punktmåler

Instrumentet bruker doppler effekten for å måle strøm. Instrumentet sender ut en kort lydimpuls (akustisk puls) av en konstant, bestemt frekvens og måler forandring i både styrke og frekvens av innkommende refleksjoner. Forskjell mellom pulsen som er sendt ut og innkommende refleksjon er proporsjonal med strømhastighet. Refleksjoner er forårsaket av små partikler i vannet (vannligvis zooplankton eller sediment) og bobler. Det er antatt at disse partiklene flyter i vannet og derfor beveger seg med samme hastighet som vannet.

Tabell 7.2.1. Måleprinsipp for Nortek AquaPro doppler profiler.

Tid (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Punktmåler																					

Gul og grønn markering indikerer hvordan måleren pulserer i 1 min, etterfulgt av 9 minutters hvile i løpet av en 10-minuttersperiode. Den registrerte målingen hvert 10. min er gjennomsnittet fra den første minuttperioden.

Valg av målested

Plassering av riggen for strømmålinger er avgjørende for måling av strøm. Et av kravene i NS9415 er at målerne skal plasseres i den posisjonen som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet på lokaliteten. Plassering av riggen i forhold til det dypet strømmen skal måles på har også stor betydning for målingene.

- Anleggets geografiske plassering og topografiske utforming av nærområdet må vurderes. Strømmen påvirkes av bukter, vikar og elveløp, møtepunkter for fjordsystemer, osv. Dette kan føre til at strømmen skifter retning e.l.
- Anlegget bør plasseres der vannet får kortest mulig oppholdstid i anlegget før nytt vann kommer inn, og slik at vanntransporten på tvers av anlegget maksimeres. Dette er spesielt viktig i den varme årstiden med høy temperatur i vannet, mye fisk og intensiv fôring og drift av anlegget.
- Bunntopografien under anlegget og i området bør også vurderes, da ujevnheter kan påvirke strømmens styrke og dreining.
- Anleggets driftstatus må også vurderes der selve anlegget kan forstyrre målinger på overflatestrømmen. Utestående nøter og fiskebiomasse kan frembringe en skyggeeffekt og muligens redusere strømmen i noen retninger på målinger på både 5m og 15m.

For strømmåling på 5m og 15m er plasseringen på lokaliteten som sannsynligvis oppgir høyeste strømhastighet, oftest rett utenfor anlegget og på enden lengst unna land. Målinger som foretas her gir grunnlag for å estimere den sterkeste strømmen anlegget kan bli utsatt for med tanke på dimensjonering, og for å vurdere om det er tilstrekkelig oksygentilførsel til fisk i anlegget under drift.

For å måle strøm på sprednings- og bunndyp er foretrukket plassering i anleggets senter, fordi her kan en måle den mest representative strømstyrken i anlegget i forhold til spredning av organisk materiale.

Valg av måledyp

Overflatestrømmen måles på 5m. Det tas ikke på 1m på grunn av støy fra bølger på 1m.

Vannutskiftningsstrøm måles på 15m.

Sprednings- og bunnstrøm

- Spredningsstrøm måles midt mellom merdbunn og sjøbunn, men ikke dypere enn 50m fra merdbunn.
- Bunnstrøm måles ca. 2 meter over bunn, men ikke dypere enn 100 meter fra merdbunn.

Valg av måleperiode

Siden tidevannskomponentene M2 og S2 «pulserer» sammen hver 14.77d, som er tidevannssyklus for spring / nipp, er anbefalt minimum for måleperioden 30 dager.

8. Vedlegg – Databearbeiding og kvalitetssikring

Prosedyrer for bruk av instrumenter er gjort etter bruksanvisning fra leverandører.

Før utsett ble fysisk status kontrollert. Kontrollsjekk inkluderer: batteristatus, instrumentinstilling, minnestatus og anoder.

Åkerblå benytter et skjema som følger hver måler for teknisk dokumentasjon.

Ved utsett av instrumenter benyttes eget riggskjema som inkluderer (etter NS 9425:1999): lokalitetsnavn, riggoppsett, posisjon, måledyp, kontakt-person og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

Ved opptak blir måleinstrumentene undersøkt for begroing, annet som kan ha påvirket målingene, og fysisk skade. Det kommenteres på riggskjema og i rapporten, og mulig påvirkning for resultatet blir vurdert. Verdier som er benyttet i rapporten er troverdige og uten behov for støyfiltrering eller annen korreksjon.

Rådata er kvalitetssikret gjennom egne prosedyrer og instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Enkeltstående datapunkter blir også vurdert og data fjernes om nødvendig.

Rådata ligger på Åkerblås server. Hvis justering, endring eller fjerning av data er nødvendig er rådata da lagret som kvalitetskontrollerte data på server hos Åkerblå.

8.1 Databearbeiding

Riggtilstand etter måling

Det var ingen begroing på instrumenter, og ingen data ble vurdert som feil eller usikre på grunn av dette.

Tabell 8.1. Opplysninger om strømmålinger og databearbeiding per instrument.

Måledyp	5m	15m	spred	bunn
Filnavn for rådata	Labukta 5m SS1116 NPM6463.aqd	Labukta 15m SS1116 NPM6599.aqd	Labukta bunn og spredning SS1116 NPR7481.prf	Labukta bunn og spredning SS1116 NPR7481.prf
Rådata vurdert i	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport	STORM - SeaReport
Filnavn for eksportert data	Labukta 5m SS1116 NPM6463_eks_IH.xls	Labukta 15m SS1116 NPM6599_eks_IH.xls	Labukta spred SS1116 NPR7481_eks_IH.xls	Labukta bunn SS1116 NPR7481_eks_IH.xls
Filnavn for kvalitetssikret data	Labukta 5m SS1116 NPM6463_eks_IH. xls	Labukta 15m SS1116 NPM6599_eks_IH. xls	Labukta spred SS1116 NPR7481_eks_IH _QC.xls.xlsx	Labukta bunn SS1116 NPR7481_eks_IH _QC.xls.xlsx
Data return (%)	100.00	100.00	99.95	99.95
Antall målinger	4290	4290	4285	4285
Antall fjernede målinger	0 (ser vedlegg 8.3)	0 (ser vedlegg 8.3)	2 (ser vedlegg 8.3)	2 (ser vedlegg 8.3)
Eksterne forhold som kan ha påvirket målingene	Ingen.	Ingen.	Ingen.	Ingen.

8.2 Kvalitetssikring av data

Data er kvalitetssikret etter bestemte kriterier (Tabell 8.2.1). Dersom disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Dette inkluderer vurdering av interne 'flags'. Uteliggere er også vurdert og data fjernet om nødvendig. Grenseverdier (thresholds) og rekkeviddene er oppgitt i tabellene under.

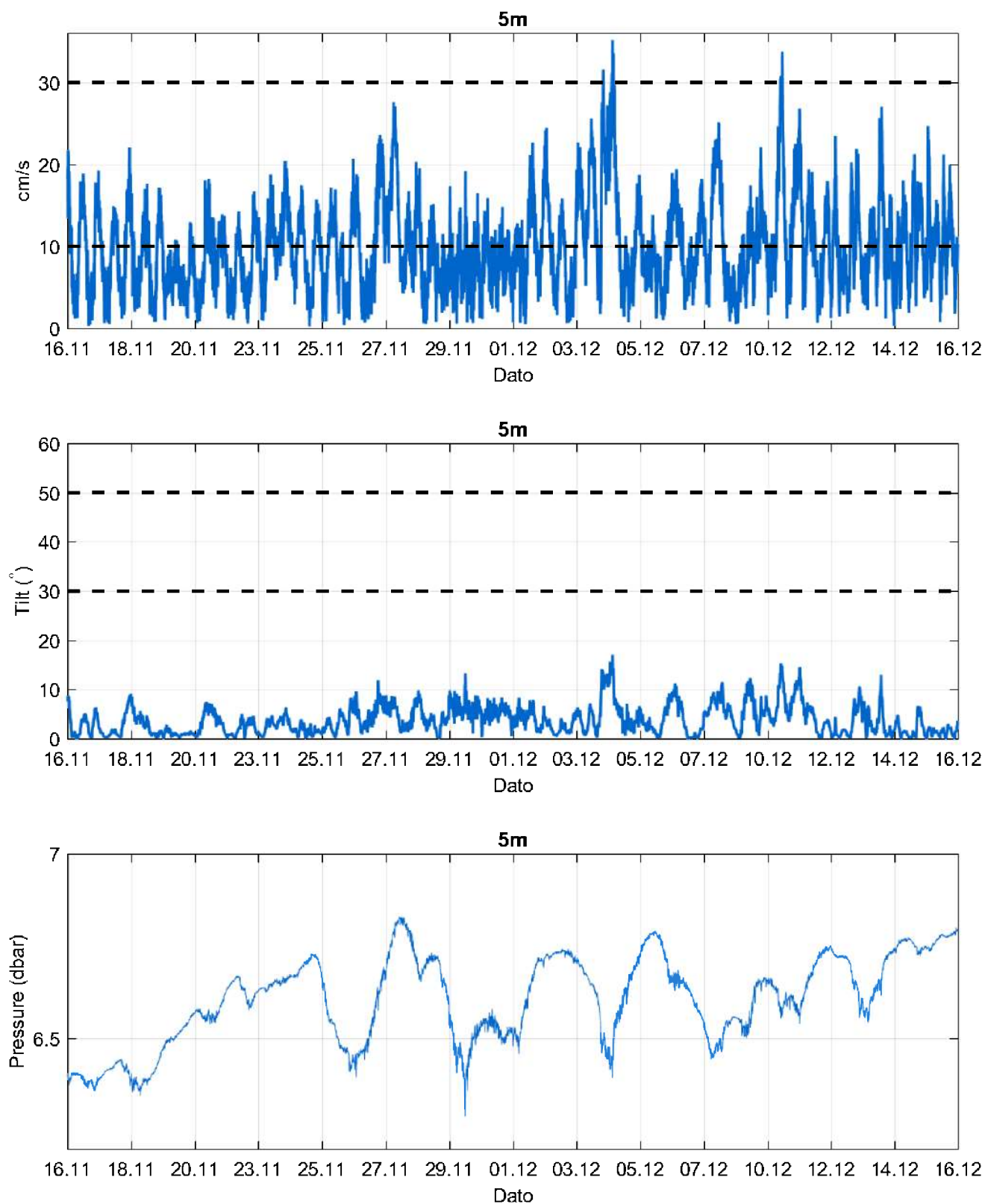
Tabell 8.2.1. Kriteriene som er brukt for å kvalitetssikre data.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ($\Delta < 1$ deg) (ser 4.8)
Tilt grense	$< 50^\circ$ (Figur 8.2.1) – Aanderaa punktmåler $< 20 - 30^\circ$ (Figur 8.2.1) – Nortek profiler & punktmåler og AWAC
Ping count	150 (Figur 8.2.1) – Aanderaa punktmåler
Trykk	Stabil (tidevanns mønster) (Figur 8.2.1) – Nortek profiler og AWAC
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 8.2.2). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger*.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes etter forskjellige 'kriterier' i forhold til endringer mellom målinger.

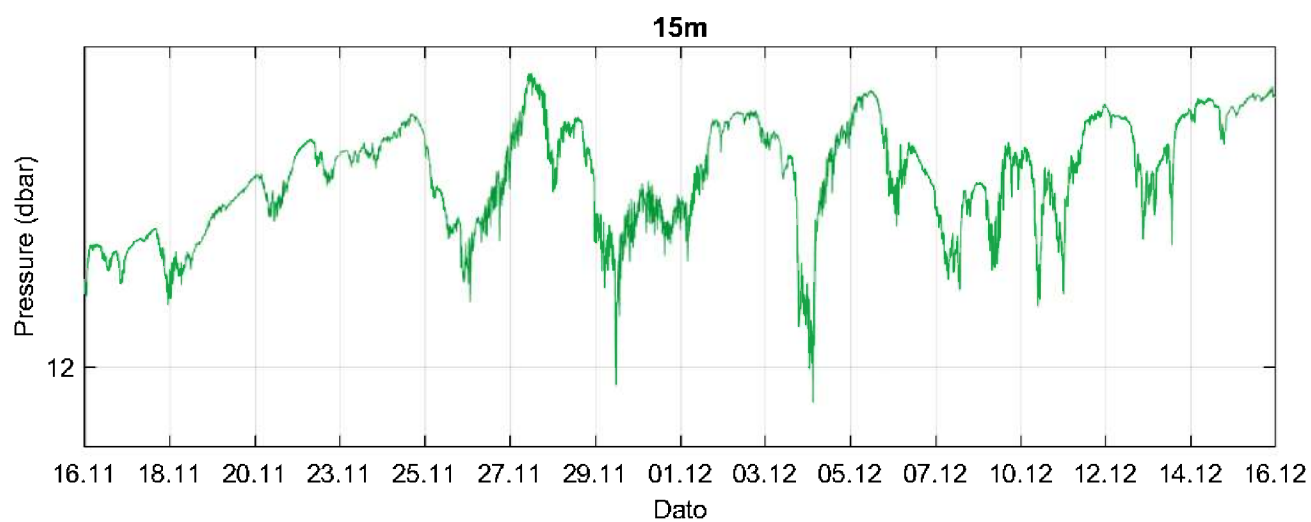
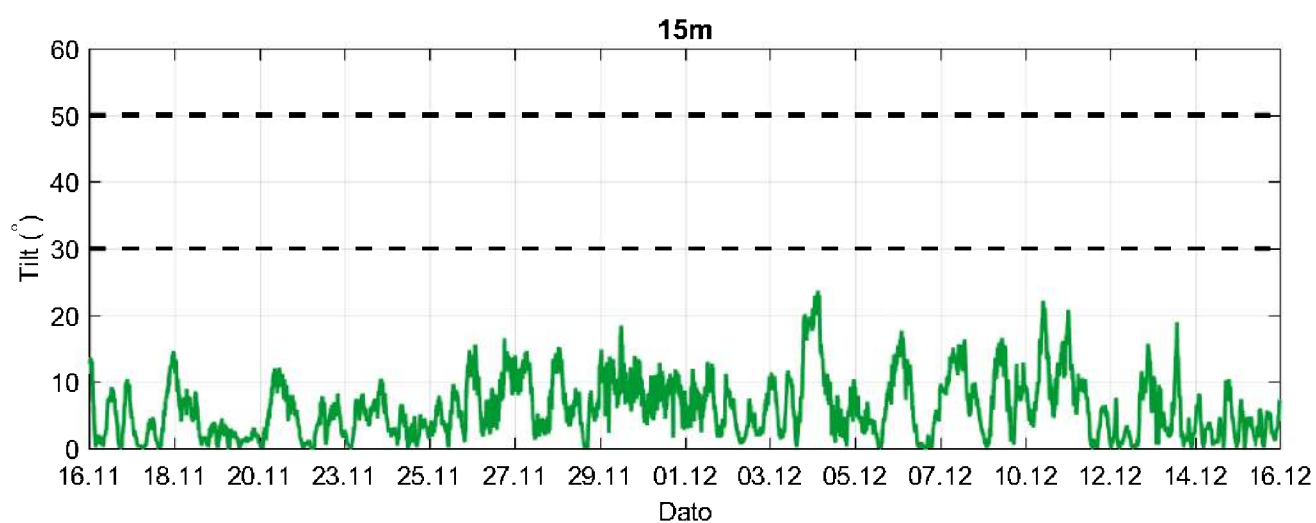
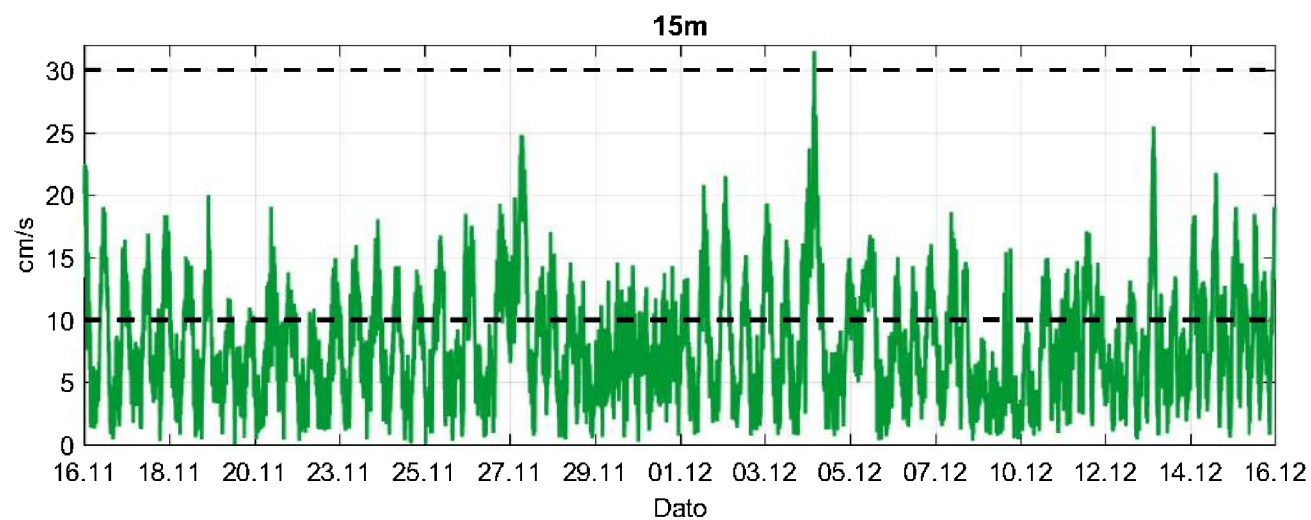
Tabell 8.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

Δt (min)	Teoretisk	Faktor	Godkjent
	$u_1 - u_2$ (m/s)		$u_1 - u_2$ (m/s)
5	0.0422 u	2.0	0.08
10	0.0843 u	1.8	0.15
15	0.1264 u	1.6	0.20
20	0.1685 u	1.5	0.25
30	0.2523 u	1.4	0.35
60	0.5001 u	1.2	0.60

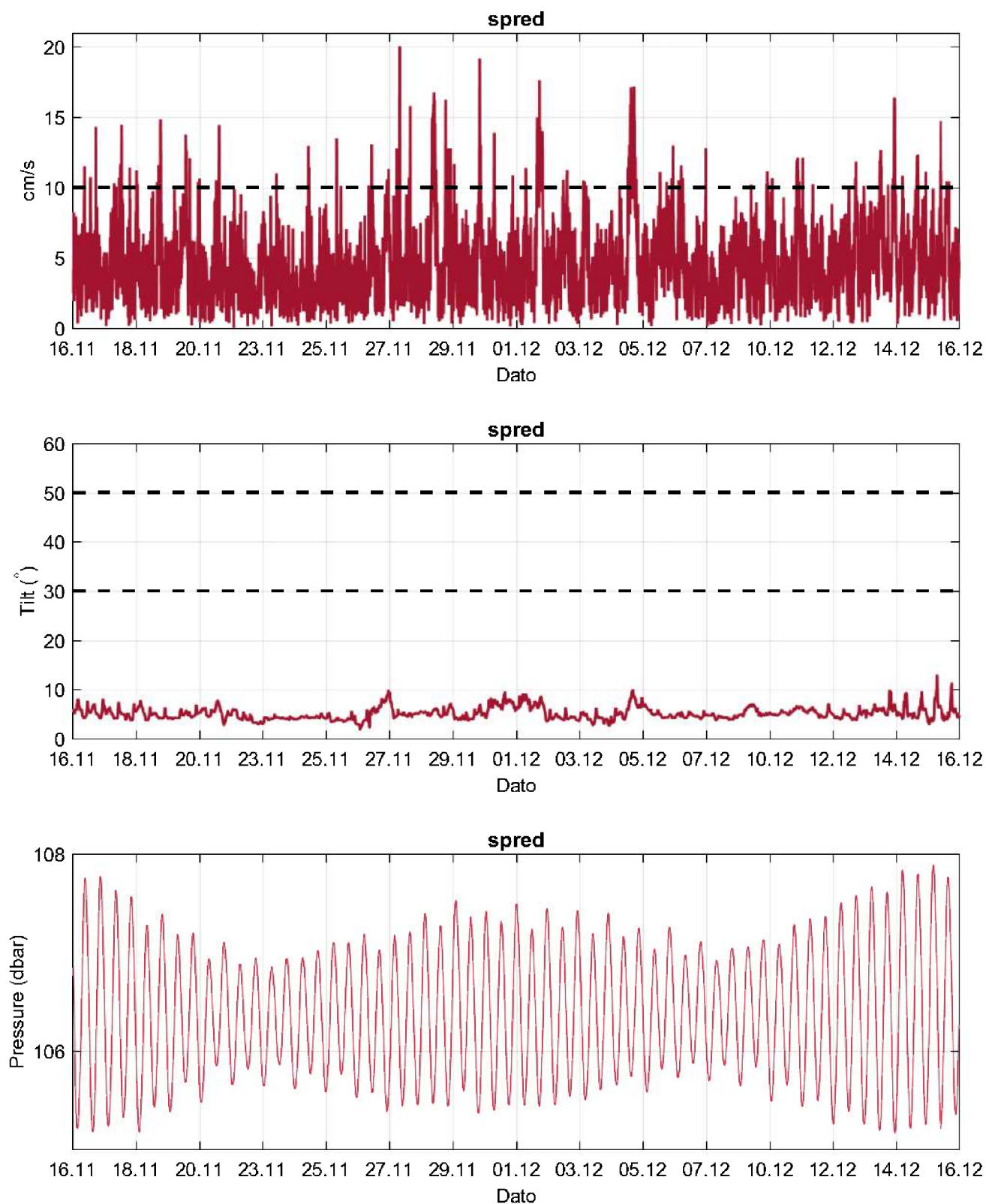
For å tillate noe naturlig variabilitet i strømhastighet og -retning (inkludert usymmetriske hastighetskurver for tidevannsstrøm) har disse forskjellene blitt hevet med de oppgitte faktorene, mens u er satt til 1 m/s, ettersom variabilitet øker med avtagende strøm (u).



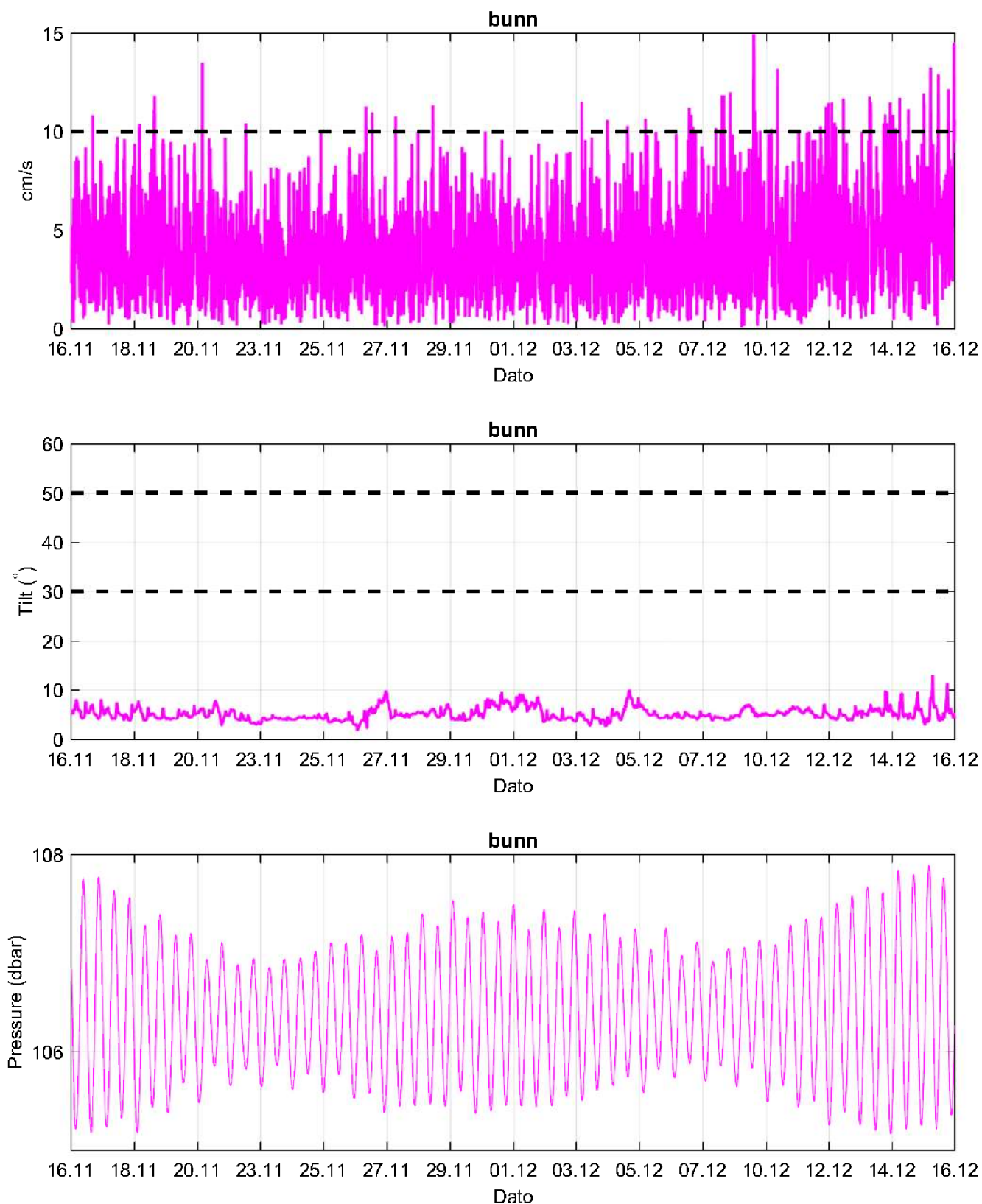
Figur 8.2.1. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 5m



Figur 8.2.1.cont. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, 15m



Figur 8.2.1.cont. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, spredningsdyp.



Figur 8.2.1.cont. Tidsdiagram – kriteriene brukt for å kvalitetssikre data, bunndyp.

8.3 Fjernede dataverdier

8.3.1 Måleperiode

Data er fjernet utenfor måleperioden for å bruke overlappende periode mellom de forskjellige dyp.

8.3.2 Enkelte datapunkter

To datapunkter på sprednings- og bunndyp ble fjernet manuelt grunnet stort sprang i strømhastighet og -retning mellom to påfølgende måleverdier.

9. Vedlegg - Strømmens tilstandsklasser

Tilstandsklasser for strømparametere er oppgitt i Tabell 9.1. Verdier er tatt fra Åkerblås innsamlede data ved bruk av Aanderaa punktmålere (Reed, 2015).

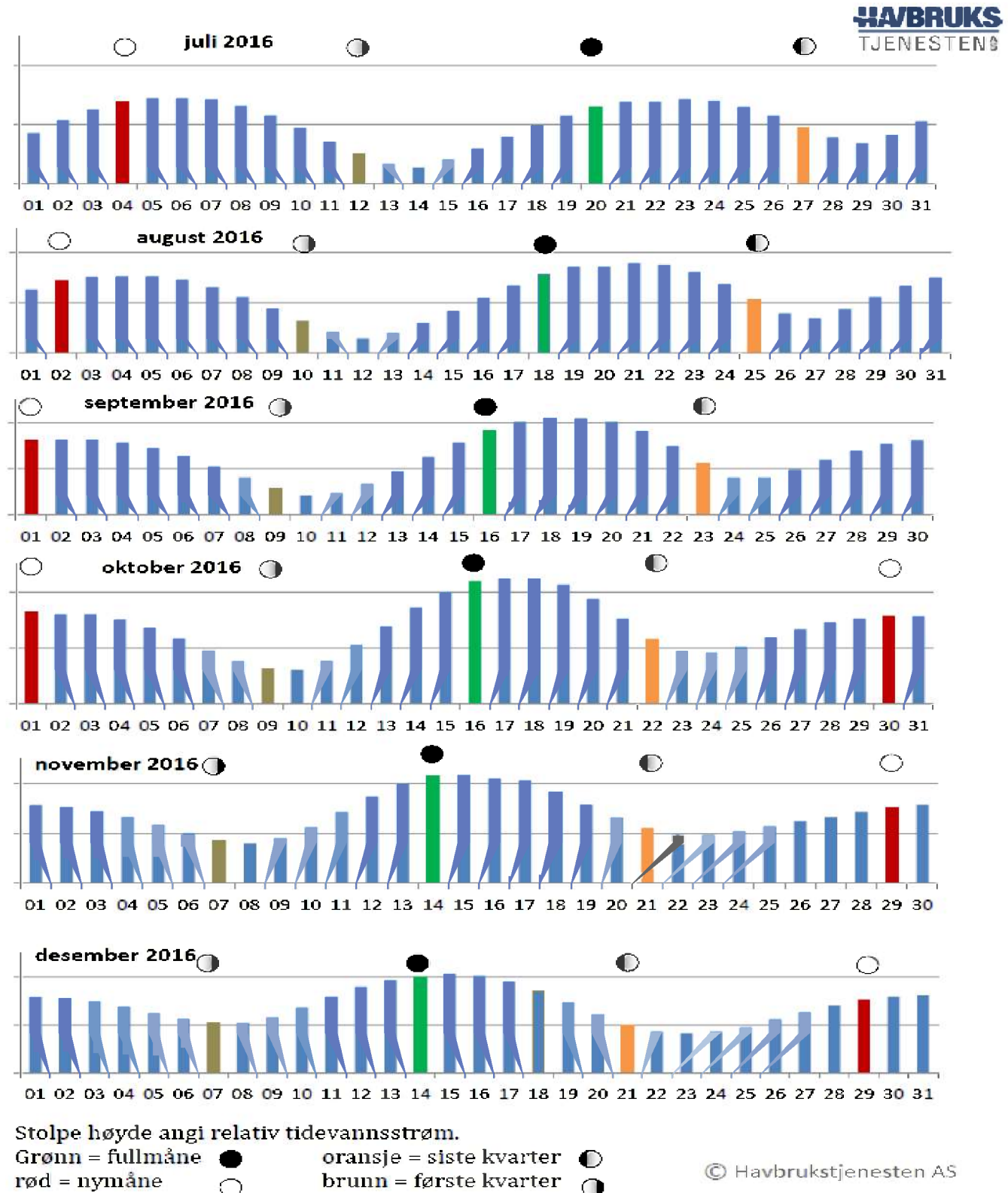
Tabell 9.1. Tilstandsklasser for vurdering av strømdata.

Tilstandsklasse	Dybde (m)	1	2	3	4	5
Maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	≥ 55	≥ 40 - < 55	≥ 26 - < 40	≥ 15 - < 26	< 15
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 45	≥ 30 - < 45	≥ 20 - < 30	≥ 10 - < 20	< 10
Spredningsstrøm		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Bunnstrøm		≥ 35	≥ 25 - < 35	≥ 15 - < 25	≥ 10 - < 15	< 10
Gjennomsnitt strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	≥ 10	≥ 7 - < 10	≥ 6 - < 7	≥ 3 - < 6	< 3
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 9.0	≥ 6 - < 9	≥ 5 - < 6	≥ 2 - < 5	< 2
Spredningsstrøm		≥ 8.5	≥ 5 - < 8.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Bunnstrøm		≥ 7.5	≥ 5 - < 7.5	≥ 4 - < 5	≥ 2 - < 4	< 2
Signifikant maksimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	≥ 25	≥ 17 - 25	≥ 11 - < 17	≥ 5 - < 11	< 5
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 23	≥ 15 - 23	≥ 8 - < 15	≥ 4 - < 8	< 4
Spredningsstrøm		≥ 20	≥ 14 - 20	≥ 7 - < 14	≥ 4 - < 7	< 4
Bunnstrøm		≥ 16	≥ 11 - 16	≥ 6.5 - < 11	≥ 3 - < 6.5	< 3
Signifikant minimal strømhastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	≥ 6	≥ 4 - < 6	≥ 2.5 - < 4	≥ 1.5 - < 2.5	< 1.5
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 5	≥ 3.5 - < 5	≥ 2.3 - < 3.5	≥ 1.5 - < 2.3	< 1.5
Spredningsstrøm		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Bunnstrøm		≥ 4	≥ 3 - < 4	≥ 2 - < 3	≥ 1 - < 2	< 1
Andel strømstille (%) < 1cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 1	< 3 - ≥ 1	< 5 - ≥ 3	< 7 - ≥ 5	≥ 7
Vannutskiftingsstrøm	15	< 1	< 5 - ≥ 1	< 7 - ≥ 5	< 10 - ≥ 7	≥ 10
Spredningsstrøm		< 3	< 8.5 - ≥ 3	< 15 - ≥ 8.5	< 20 - ≥ 15	≥ 20
Bunnstrøm		< 3	< 10 - ≥ 3	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Andel strømstille (%) < 3cm/s						
		svært lite	lite	middels	høy	svært høy
Overflatestrøm	5	< 5	< 10 - ≥ 5	< 20 - ≥ 10	< 30 - ≥ 20	≥ 30
Vannutskiftingsstrøm	15	< 5	< 15 - ≥ 5	< 25 - ≥ 15	< 40 - ≥ 25	≥ 40
Spredningsstrøm		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 50 - ≥ 35	≥ 50
Bunnstrøm		< 10	< 20 - ≥ 10	< 35 - ≥ 20	< 60 - ≥ 35	≥ 60
Effektiv transport hastighet (cm/s)						
		svært sterk	sterk	middels sterk	svak	svært svak
Overflatestrøm	5	≥ 5.0	≥ 2.5 - < 5.0	≥ 1.5 - < 2.5	≥ 0.3 - < 1.5	< 0.3
Vannutskiftingsstrøm	15	≥ 3.5	≥ 2.0 - < 3.5	≥ 1.0 - < 2.0	≥ 0.2 - < 1.0	< 0.2
Spredningsstrøm		≥ 3.0	≥ 1.8 - < 3.0	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Bunnstrøm		≥ 3.0	≥ 1.8 - < 3.0	≥ 0.6 - < 1.8	≥ 0.1 - < 0.6	< 0.1
Neumann parameter						
		svært stabil	stabil	middels stabil	Lite stabil	svært lite stabil
Alle dyp (m)		≥ 0.6	≥ 0.4 - < 0.6	≥ 0.2 - < 0.4	≥ 0.1 - < 0.2	< 0.1

10. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjoner under måleperioden

Strømmålinger er påvirket av blant annet tidevannsstrøm og kan bli påvirket av vind og vær. Månedlige tidevannsvariasjoner er vist i figur under.

Månedlige tidevannsvariasjoner:



Figur 10.1. Månedlige tidevannsvariasjoner. (Oransje – siste kvarter; rød – nymåne; brun – første kvarter; grønn - fullmåne).

11. Vedlegg - Måleenheter og forkortelser

Alle måleenheter brukt i rapporten er beskrevet i tabellen under.

Tabell 11.1. Måleenheter og forkortelser brukt i rapporten.

Symbol	Beskrivelse	Måleenhet
-	Dag og Tid	dd.mm.yy hh:mm (RTC*) dd.mm (RTC*) dd.mm.yyyy hh (RTC*)
-	Høyde / Dybde	Meter (m)
-	Avstand	Kilometer (km) Meter (m)
-	Posisjon / Koordinater	GGG.GGG (°) Kompass retning GGG (°) MM.MM (') Kompass retning
-	Strømretning (mot)	Grader (°)
-	Strømhastighet	Centimeter per sekund (cm/s)
-	Vindhastighet	Meter per sekund (m/s)
-	Vindretning (fra)	Grader (°)
-	Tidevannsnivå	Centimeter (cm)
-	Temperatur	Grader celsius (°C)
-	Tilt / Helling	Grader (°)
-	Ping Count	tall

*RTC = UTC 0 = GMT.

Lokal tid er derimot: RTC + 2 timer – sommer

RTC + 1 timer – vinter

12. Vedlegg - Parametere og Beskrivelse

Tabell 12.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse av disse.

Parameter	Beskrivelse
Sjøtemperatur (°C)	Temperatur i vannet målt ved måledyp
Strømhastighet	
Maksimum (cm/s)	Maksimal verdi av alle data
Gjennomsnitt (cm/s)	Matematisk gjennomsnittlig verdi av alle data
Minimum (cm/s)	Laveste verdi av alle data
Signifikant maks (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av høyeste 1/3 av data
Signifikant min (cm/s)	Matematisk gjennomsnitt av laveste 1/3 av data
Varians (cm/s) ²	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi. Dvs. om strøm varierte mye mellom suksessivt høye og lave verdier. En høy varians indikerer at datapunkter er meget spredt ut rundt gjennomsnittsverdi, mens en lav varians indikerer at datapunkter er veldig nær gjennomsnittsverdi og derfor hverandre. Varians = Gjennomsnittet av de kvadrerte forskjeller fra middelverdien.
Standard avvik (cm/s)	Verdi som indikerer spredning av data rundt gjennomsnittsverdi. Et høyt standard avvik indikerer stor spredning av data. Standard avvik = kvadratrot (varians)
% < x cm/s	Matematisk beregning av hvor ofte strømhastighet var < x cm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet lengste periode med strømhastighet < x cm/s
Effektiv transport	
Hastighet (cm/s)	Hvordan en partikkel i vannet, som er i strømmålerens posisjon ved målestart, driver med strømmen gjennom måleperioden. Bevegelse er en funksjon av strømhastighet og retning. Effektiv hastighet er beregnet som rettlinjert avstand fra start til slutt punkt delt med total tid for måleperioden.
Retning grader (deg)	Når måleperioden er slutt, er vinkelen til vektoren ut fra origo, som er strømmålerens posisjon, resultatretning eller effektiv transport retning.
Neumann parameter	Sier noe om stabiliteten til strømmen i vektorretningen. Stabil strøm (høy Neumannparameter) betyr at vannet strømmer i 'en' retning og beveger seg bort fra startpunktet hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumannparameter) betyr at vannet strømmer i mange retninger og er ikke stabil i en retning og kanskje bare flytter seg fram og tilbake til startpunktet. For eksempel en Neumannparameter på 0.7 sier at strømmen i løpet av måleperioden strømmer med 70% stabilitet i vektorretning. Det er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m ³ /m ² /d)	Hvor mye vann som strømmer gjennom ei rute på 1 m ² i løpet av et døgn. Gjennomsnittlig total vannutskifting per døgn – alle retninger.

13. Vedlegg - Referanser

1. Aarsnes, J.V.G, Løland og H. Rudi (1990). Forces on cage net deflection. Manuscript, International Conference for Engineering and Offshore Fish Farming, Glasgow, UK, 17-18 Oct. 1990.
2. Aure, J. (1983). Akvakultur i Troms, kartlegging av høvelige lokaliteter for Fiskeoppdrett. Fisken og Havet 1983, nr. 1, 92s.
3. Brukerveiledning. Nortek Doppler Profiler. Nortek punktmåler
4. Fiskeridirektoratet (2012). Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg.
Available:
<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Registre-og-skjema/Skjema-akvakultur/Akvakultursoeknad>
5. Havforskningsinstituttet (2008). AkvaVis – dynamisk GIS-verktøy for lokalisering av oppdrettsanlegg for nye oppdrettsarter. Miljøkrav for nye oppdrettsarter og laks. Fisken og havet nr. 10/2008.
Available:
http://www.imr.no/filarkiv/2009/06/FH_2008_10_web.pdf/nb-no
6. IOC (1993). Manual of Quality Control Procedures for validation of Oceanographic Data.
Available:
http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1
7. Mattilsynet (2014). Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler. Etableringsøknader – saksbehandling i tilsynet. Retningslinje til behandling av søknader etter forskrift 17. juni 2008 nr. 823 om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m. 36s.
8. Norwegian Meteorological Institute. www.eklima.no
9. NS 9415:2009. Flytende oppdrettsanlegg. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift. Norsk Standard 2009: 101s.
10. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
11. Nygaard og Golmen (1997). Strømforhold på oppdrettslokaliteter i relasjon til topografi og miljø. Rapport LNR 3709-97. NIVA-prosjekt E-94409 og O-95250. 58s.
12. Pawlowicz, R., Beardsley, B. Og S. Lentz (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE. Computers & Geosciences, 28, 929-937.

13. Sætre, R. (1975). Lokalisering og miljø ved noen oppdrettsanlegg for laksefisk i Vest-Norge. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Serie B 1975 Nr. 4.
14. Reed, J-L. (2015). Strømklassifisering. Åkerblå AS-rappport: Strøm- Klassifisering- AanderaaPunktMåler-Okt2015, 2 sider.
15. TimeZero. MaxSea International.
16. Wilson, D og E. Siegel (2008). Evaluation of Current and Wave Measurements from a Coastal Buoy. DOI: 10.1109/OCEANS.2008.5152108 Conference: OCEANS 2008 Source: IEEE Xplore.