

## 4. Hensyn til vannressurs, folkehelse, smittevern, dyrehelse og miljø

---

# Punktutslippsundersøkelse

NS-EN ISO 16665:2014

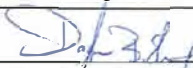
for

## Mork II

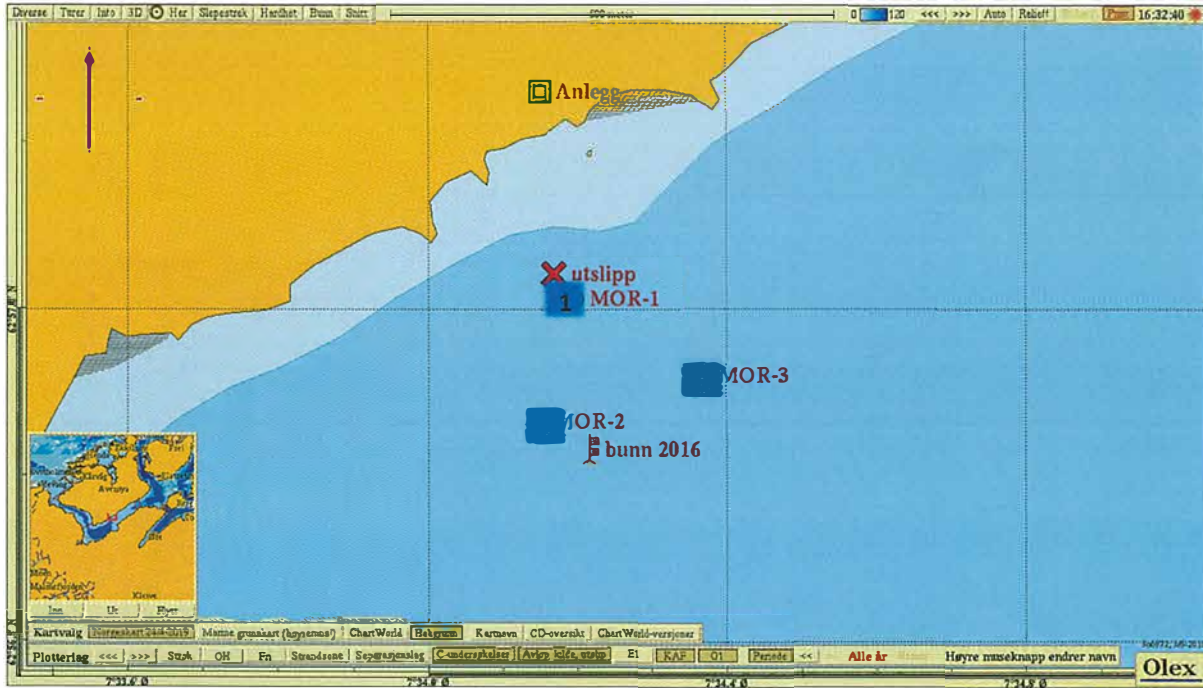


**Feltarbeid**  
**Oppdragsgiver**

**29.05.2019**  
**Skjerneset Fisk AS**

Punktutslippsundersøkelse for Mork II		
Rapportnummer / Rapportdato	MCR-M-19057-Mork II / 19.07.2019	
<i>Revisjonsnummer</i>	<i>Revisjonsbeskrivelse</i>	<i>Signatur</i>
-	-	-
<b>Lokalitet</b>		
Lokalitet	Mork II	
	NY	
	Averøy kommune, Møre og Romsdal	
	Økoregion Norskehavet sør og vanntype beskyttet kyst/fjord	
Lokalitetsnummer	36377	
<b>Oppdragsgiver</b>		
Selskap	Skjerneset Fisk AS	
Kontaktperson	Tor Gunnar Otterlei	
<b>Oppdragsansvarlig</b>		
Selskap	Åkerblå AS, Nordfrøyveien 413, 7260 Sistranda, Org.nr.: 916 763 816	
Prosjektansvarlig	Odd Helge Tunheim	
Forfattere	Martin Mejdell Hektoen, Odd Helge Tunheim	
Godkjent av	Dagfinn Breivik Skomsø 	
Akkreditering	Feltarbeid, fauna og faglige fortolkninger: Ja, Åkerblå AS, Test 252 (NS-EN ISO/IEC 17025). Kjemi: Ja, Kystlab AS, TEST 070 (NS/EN ISO/IEC 17025)	
Vilkår og betingelser	<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. Resultatene i denne undersøkelsen gjelder kun for beskrevne prøvestasjoner som representerer et definert og begrenset område ved et spesifikt prøvetidspunkt.</i>	
<b>Sammendrag</b>		
<p>Denne rapporten omhandler en punktutslippsundersøkelse ved lokaliteten Mork II i Averøy kommune, Møre og Romsdal. Undersøkelsen utføres som et ledd i søknad om etablering av oppdrett av berggyllt. Det produseres i dag rognkjeks på lokaliteten. Undersøkelsen omfatter tre prøvestasjoner med fire grabbhugg analysert for fauna, og ett analysert for geokjemiske parametere.</p> <p>Undersøkelsen viser svært gode forhold i hele området, der alle stasjonene ble klassifisert til beste tilstand (svært god) for fauna. Alle tre stasjonene viste indeksverdier veldig nærme hverandre, men noe forskjellig faunasammensetning kunne spores mellom stasjonene. Faunasammensetningen indikerte ikke noe organisk påvirkning ved noen stasjoner, og de kjemiske støtteparameterne indikerte også svært gode forhold ved alle stasjoner.</p>		

Forsidefoto: Charlotte Hallerud



**Figur 1.** Plassering av utslippspunkt (rødt kryss), målepunkt for strømundersøkelse (flagg). Prøvestasjoner er presentert med faunatilstand: blå = Svært/meget god tilstand, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand, oransje = dårlig tilstand og rød = svært/meget dårlig tilstand. Tall representerer stasjonsnummer (1 = MOR-1 osv). Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

**Tabell 1.** Hovedresultater. Antallet arter og individer er oppgitt per prøvestasjon og Shannon-wiener indeks ( $H'$ ), Tilstandsverdi (økologisk kvalitetsratio: nEQR) og klassifisering av kobber (Cu) er etter vurdert etter Veileder M608 (2016) og Veileder 02:2018 (2018).

Stasjon/ Parameter	MOR-1	MOR-2	MOR-3
Antall arter	89	103	118
Antall individ	844	826	799
$H'$	Svært god	Svært god	Svært god
nEQR	Svært god	Svært god	Svært god
Cu	Bakgrunn	Bakgrunn	Bakgrunn

## Forord

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av punktutslipp ved Mork II. Det er ikke utarbeidet egen standard for undersøkelse av punktutslipp (settefiskanlegg, kloakk, slakteri osv). Derfor ble denne undersøkelsen utført etter NS ISO 16665 (2014). Vi bruker en del av metodikken fra C-undersøkelser (NS9410 2016) da det er en del fellesnevnerne med hensikten til denne undersøkelsen. Formålet var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser.

Åkerblå AS er akkreditert for vurdering og fortolkning av resultater etter TEST 252; SFT-Veileder 97:03 og Norsk Standard NS9410 (2016), samt NIVA- rapport 4548 (Berge 2002) og Veileder 02:2018 (2018). Åkerblå AS sitt laboratorium tilfredsstillter kravene i NS-EN ISO/IEC 17025.

## Innhold

<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>INNHold</b> .....	<b>4</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODE</b> .....	<b>7</b>
2.1 OMRÅDE OG PRØVESTASJONER.....	7
2.2 PRØVETAKING OG ANALYSER .....	10
2.3 PRODUKSJON .....	13
<b>3 RESULTATER</b> .....	<b>14</b>
3.1 BUNNDYRSANALYSER .....	14
3.1.1 MOR-1 .....	14
3.1.2 MOR-2 .....	16
3.1.3 MOR-3 .....	18
3.2 HYDROGRAFI.....	20
3.3 SEDIMENTANALYSER.....	21
3.3.1 Sensoriske vurderinger .....	21
3.3.2 Kornfordeling.....	21
3.3.3 Kjemiske parametere.....	21
<b>4 DISKUSJON</b> .....	<b>23</b>
<b>5 LITTERATURLISTE</b> .....	<b>24</b>
<b>6 VEDLEGG</b> .....	<b>26</b>
VEDLEGG 1 - FELTLOGG (B-PARAMETERE) .....	26
VEDLEGG 2 - ANALYSEBEVIS.....	27
VEDLEGG 3 - KLASSIFISERING AV FORURENSNINGSGRAD .....	30
VEDLEGG 4 - INDEKSBEKRIVELSER .....	32
VEDLEGG 5- REFERANSETILSTANDER.....	35
VEDLEGG 6 - ARTSLISTE .....	39
VEDLEGG 7 – CTD RÅDATA .....	45
VEDLEGG 8 – BILDER AV SEDIMENT .....	46
VEDLEGG 9 – BOMHUGG .....	49

## 1 Innledning

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 02:2018 2018). 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 02:2018 (2018)).

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 02:2018 (2018)). 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.

Når bløtbunnsfauna brukes i klassifisering, benyttes diversitets og sensitivitetsindeksene; Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), den sammensatte indeksen NQI1 (diversitet og sensitivitet), ES100 (diversitet), International sensitivity index (ISI) og Norwegian sensitivity indeks (NSI). Hver indeks er tildelt referanseverdier som deler funnene inn i ulike tilstandsklasser. Bunnfauna vurderes etter gjennomsnittsverdier av indeksene fra de to prøvene. 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. Veilederen

har delt norskekysten i seks økoregioner og definert åtte forskjellige vanntyper, hvorav fem av vanntypene er aktuelle for marine undersøkelser. En del kombinasjoner er slått sammen og det er definert totalt 11 sett med klassifiseringer. Hvert sett har egne grenseverdier for de ulike indeksene. Forskjellen på disse er stor fra Skagerak til Barentshavet, men gradvis varierer langs kysten ellers. Dette medfører at en gitt prøve for eksempel kan klassifiseres som god i Skagerak, men svært god etter indeksene definert for Barentshavet i nord. Grensene er dermed i større grad tilpasset naturlige variasjoner langs kysten (Veileder 02:2018).



## 2 Materiale og metode

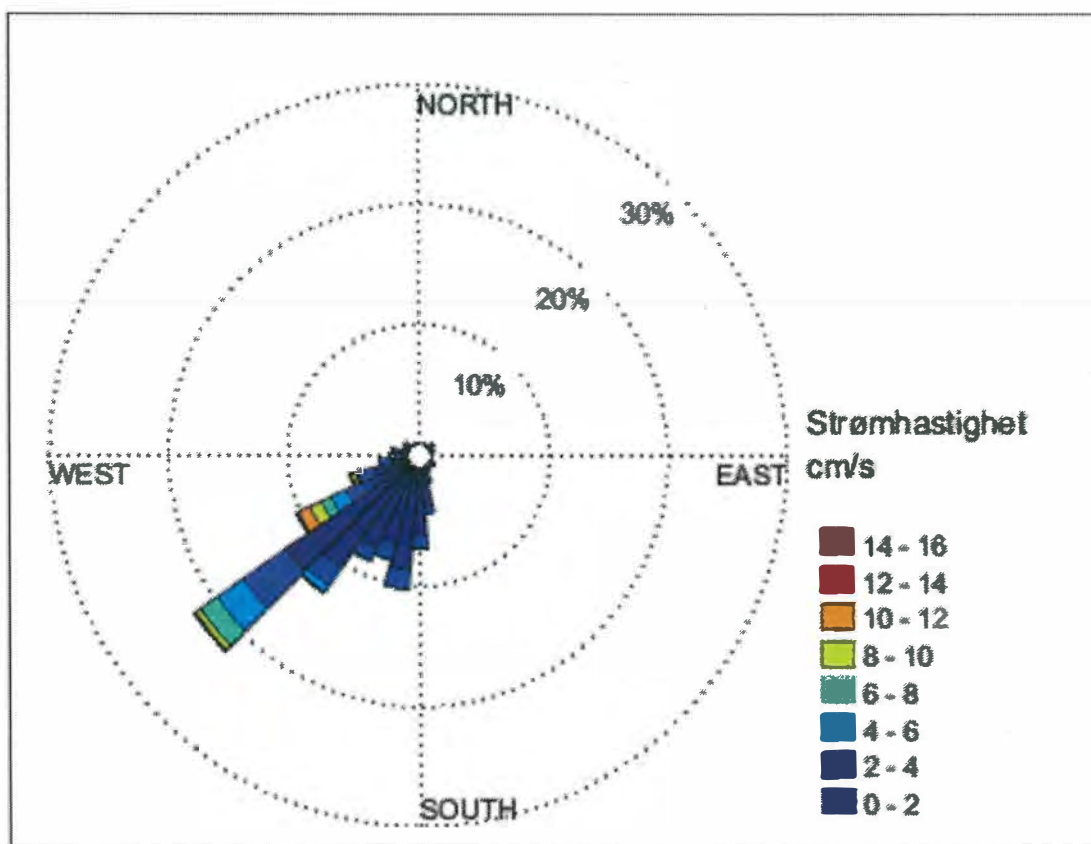
### 2.1 Område og prøvestasjoner

Lokaliteten Mork II ligger på sørsiden av Averøya i Averøy kommune, Møre og Romsdal. Utslippspunktet ligger i Kvernesfjorden i vannforekomsten Kjølffjorden som er karakterisert med vanntype beskyttet kyst/fjord og ligger innenfor økoregionen Norskehavet sør (figur 2.1.1). Fjorden avgrenser Averøya fra fastland i sør. Mot vest dreier Kvernesfjorden mot nord, hvor fjordnavnet er Kornstadfjorden. Vanninntaket (plassert hvor strømmåling ble utført; figur 2.1.3) og forventet utslippspunktet er plassert i en skråning sør for anlegget. Sjøbunnen sør for anlegget flater ut på 80 meter dyp, hvorpå dybdepunktet i fjorden ligger mot Eide i sørvest. Det er ikke terskler mellom utslippspunktet og dybdepunktet i Kvernesfjorden.

Det har blitt utført målinger av bunnstrøm fra vanninntakspunkt i Kvernesfjorden (Figur 2.1.2). Målingene viste en ensrettet strøm mot dypere vann i sørvest (Havbrukstjenesten, 2016). Utslippsvannet er saltholdig og det forventes derfor størst akkumulering i nærhet av utslippspunktet, hvorpå bunnstrømmen vil være viktig for spredning. I utgangspunktet ble det ønsket et stasjonsoppsett som gjorde rede for spredningen mot sørvest plassert i transekt innen 300 meter fra utslippspunktet. I felt ble det oppkjørt bunndata med hardhet som viste mye grovkornet til hard sjøbunn i skråningen og oppsettet ble endret i felt. Det ble brukt tid på å verifisere hardhet på sjøbunnen gjennom flere bomhugg (Vedlegg 9), og metoden var å finne bløtbunnsområder hvor også akkumuleringspotensialet forventes å være større. En stasjon ble plassert sørøst for utslippspunktet og en annen stasjon sørvest for utslippspunktet. Siden stasjonene er samlet før etablering av utslippet vil fremtidige resultater fra samme stasjoner gi informasjon om påvirkningen i influensområdet.

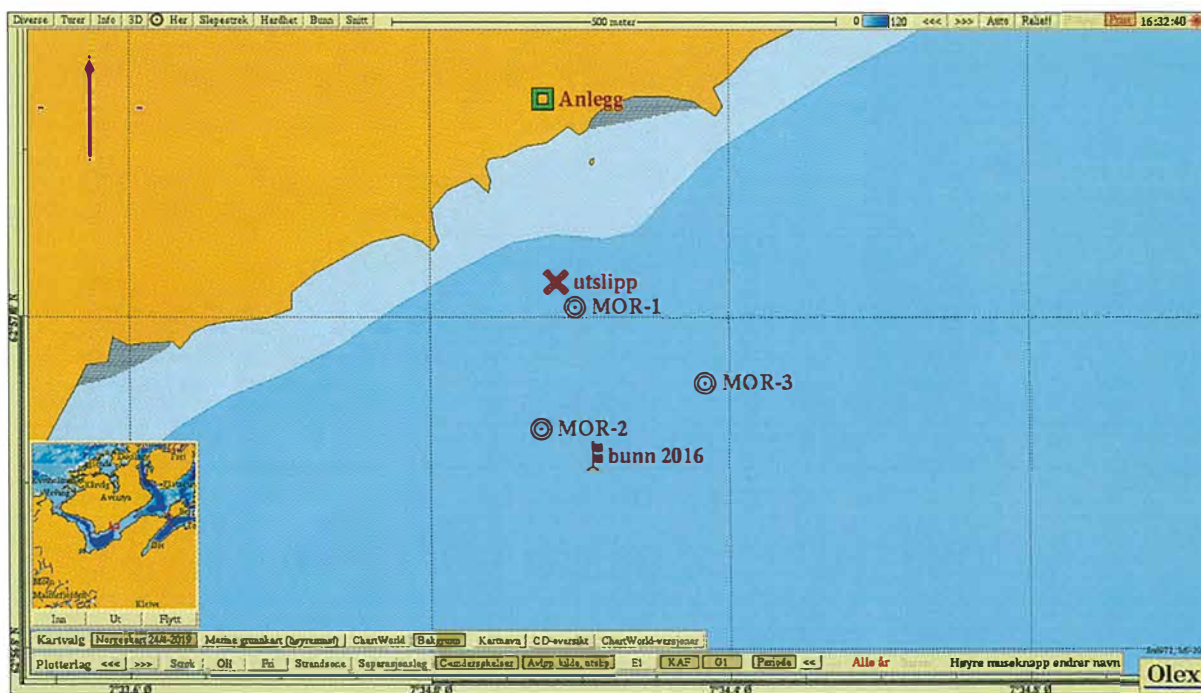


Figur 2.1.1 Geografisk plassering av lokaliteten (blå sirkel). Nærliggende anlegg er markert med røde og oransje sirkler. Kartet har nordlig orientering. Kartdatum WGS84.



Figur 2.1.2 Strømførhold. Strømrosen viser prosentvis mengdefordeling av vannet over ulike sektorer gjennom måleperioden. Strømhastighet er også vist med farger i diagrammet. Målingene er utført på 46 meters dyp. Kartdatum WGS84 (Havbruksjtenesten, 2016).

Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av ISO 16665 (2014) og spredning fra planlagt utslippspunkt. En stasjon, MOR-1, ble opprettet 40 meter sør for utslippspunktet, og vil være den viktigste stasjonen for deteksjon av belastning etter etablering av utslippspunktet. MOR-2 ble plassert i hovedstrømretningen for bunnstrømmen i et bløtbunnsområde 170 meter sørvest fra utslippspunktet. Den siste stasjonen, MOR-3, ble plassert 210 meter mot sørøst over bløtbunn (figur 2.1.2). Etter flere grabbhugg ble det vurdert at fyllingsgraden ikke ville bli godkjent i området, og prøvene ble beholdt dersom de var godkjente på ubrutt sedimentoverflate (figur 2.1.3; tabell 2.1.1). Vedlegg 9 viser kart med bunnhardhet og bomhugg i resipienten.



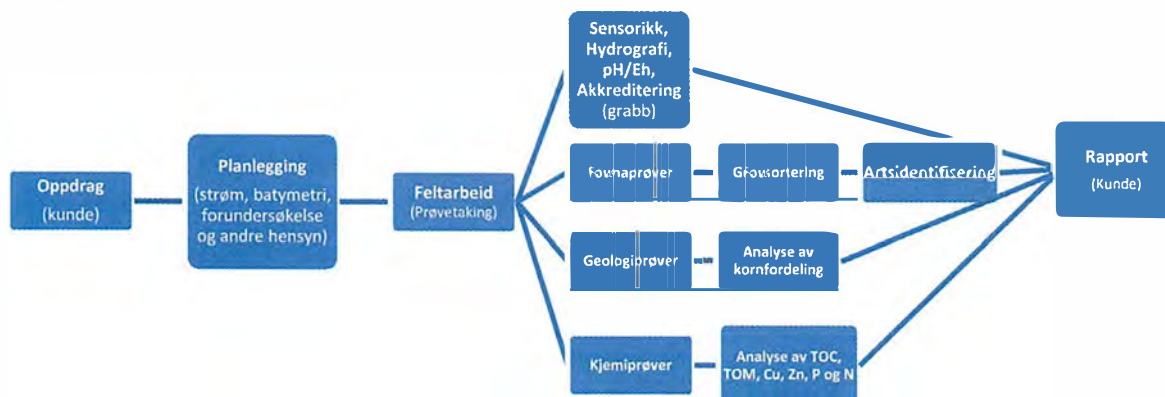
**Figur 2.1.3** Plassering av utslippspunkt (rødt kryss), prøvestasjoner (brune sirkler) og målepunkt for strømmundersøkelse (flagg). Strømmåleren var plassert ved vanninntaket til anlegget. Kartet har nordlig orientering og mørkere blå farge representerer dypere områder. Kartdatum WGS84.

**Tabell 2.1.1** Stasjonsbeskrivelser. Undersøkelsen omfatter kvalitative faunaprøver (FAU), pH- og Eh målinger (PE), kjemiske parametere (KJE), geologiske parametere (GEO) og hydrografiske målinger (CTD). Koordinater er oppgitt med datum WGS84 og avstand fra utslippspunkt og dyp (meter) på prøvestasjonen er oppgitt.

Stasjon	Koordinater	Avstand	Dyp	Parametere
MOR-1	62°57.006'N / 07°34.194'Ø	40	25	FAU, KJE, GEO, PE
MOR-2	62°56.932'N / 07°34.148'Ø	170	42	FAU, KJE, GEO, PE, CTD
MOR-3	62°56.960'N / 07°34.368'Ø	210	48	FAU, KJE, GEO, PE
Forventet Utslippspunkt	62°57.020'N / 07°34.167'Ø	-	20	FAU, KJE, GEO, PE

## 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 hvor 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 hugget som det ble tatt ut prøve for kornfordeling (tabell 2.2.2; vedlegg 2) som alle ble analysert av underleverandøren (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 <sup>2</sup>
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 Kartverket, Datum 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 (ÅB AS) og underleverandører (LEV) som er benyttet. AK = Akkreditering, K-AS = Kystlab AS, Cu = kobber, Zn = sink og P = fosfor.

	LEV	Personell	AK	Standard
Feltarbeid	ÅB AS	Odd Helge Tunheim	TEST 252	NS-EN ISO 16665:2014
Grovsortering	ÅB AS	Jolanta Ziliukiene	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Artsidentifisering	ÅB AS	Martin Mejdell Hektoen, Martin Skarsvåg	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Statistiske utregninger	ÅB AS	Martin Mejdell Hektoen	TEST 252: P21	NS-EN ISO 16665:2014
Vurdering og tolkning av bunnfauna	ÅB AS	Martin Mejdell Hektoen	TEST 252: P32	V02:2013 (2015), SFT 97:03, NS 9410:2016
Cu, Zn og P	K-AS	K-AS	TEST 070	NS-EN ISO 17294-2
Total organisk karbon (TOC)*	K-AS	K-AS*	-	ISO 10694 mod./EN13137A
Kornfordeling	K-AS	K-AS	-	DIN 18123
Nitrogen	K-AS	K-AS	TEST 070	Intern metode

\* Utført av underleverandør til Kystlab AS

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 (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 02:2018 (2018). ISI- og NSI-indeksene ble beregnet i henhold til Rygg & Norling (2013). AMBI-indeks og NQI1-indeks ble beregnet etter Veileder 02:2018 (Anon 2013). Vurderinger og fortolkninger ble foretatt ut fra Veileder 02:2018 (2018; 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. Alle stasjoner bedømmes på bakgrunn av gjennomsnittlig nEQR-verdi 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' <sub>max</sub>	Maksimal diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter (= $\log_2 S$ )
ES <sub>100</sub>	Hurlberts diversitetsindeks (Kun oppgitt dersom $N \geq 100$ )
J	Jevnhetsindeks
ISI	Sensitivitetsindeks (Indicator Species Index)
NSI	Norsk sensitivitetsindeks som angir artenes forurensningsgrad
$\bar{G}$	Grabbverdi: Gjennomsnitt for grabb 1 og 2
$\bar{S}$	Stasjonsverdi: kombinert verdi for grabb 1 og 2
nEQR	Normalisert ratio ("Normalised Ecological Quality Ratio")
Tilstand	Generalisert uttrykk som omfatter tilstandsklasse og miljøtilstand
Tilstandsverdi	Verdigrunnlaget for tilstandsvurdering

### 2.3 Produksjon

Mork II har utslippstillatelse på 15 000 stk rognkjeks og 5 000 liter rogn årlig. Nåværende produksjon har ikke et utslippspunkt.

### 3 Resultater

#### 3.1 Bunndyrsanalyser

Bunndyrsdata er klassifisert etter økoregion Norskehavet sør (H) og vanntype beknyttet kyst/fjord (3).

##### 3.1.1 MOR-1

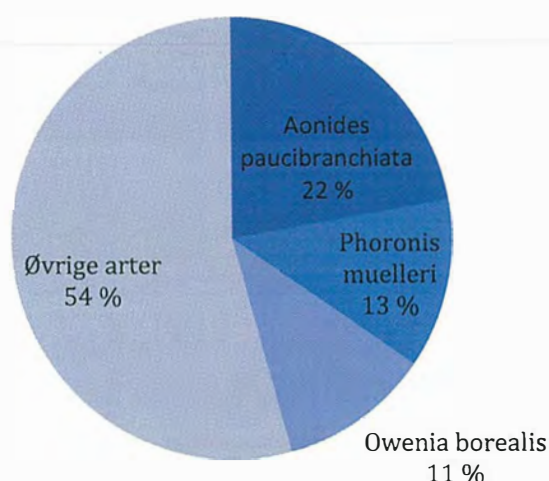
Ved MOR-1 ble det registrert 844 individer fordelt på 89 arter (tabell 3.1.1.1, tabell 3.1.1.2 og figur 3.1.1.1). Den forurensingssensitive arten *Aonides paucibranchiata* var vanligst ved stasjonen, og den ble klassifisert til **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.1.1** De ti hyppigst forekommende artene ved MOR-1 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	187	22,2
<i>Phoronis muelleri</i>	2	105	12,4
<i>Owenia borealis</i>	2	94	11,1
<i>Cochlodesma praetenuae</i>		38	4,5
<i>Leptochiton asellus</i>	1	32	3,8
<i>Glycera lapidum</i> kompleks	1	31	3,7
<i>Aricidea wassi</i>		30	3,6
Edwardsiidae	2	21	2,5
<i>Galathowenia oculata</i>	3	20	2,4
<i>Exogone naidina</i>	1	19	2,3
Øvrige arter	-	267	31,6

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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



**Tabell 3.1.1.2** Faunaresultater fra grabb 1, 2,3 og 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de fire grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	MOR-1-1	MOR-1-2	MOR-1-3	MOR-1-4	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	34	51	47	45	44	
N	159	237	244	204	211	
NQI1	0,747	0,780	0,771	0,784	0,771	0,856
H'	4,125	4,405	4,421	4,287	4,309	0,868
J	0,811	0,776	0,796	0,781	0,791	
H'max	5,087	5,672	5,555	5,492	5,452	
ES100	28,200	32,480	31,730	31,080	30,873	0,868
ISI	9,562	10,182	9,832	9,685	9,815	0,847
NSI	28,051	27,636	27,879	27,542	27,777	0,911
Grabbverdi						0,870

### 3.1.2 MOR-2

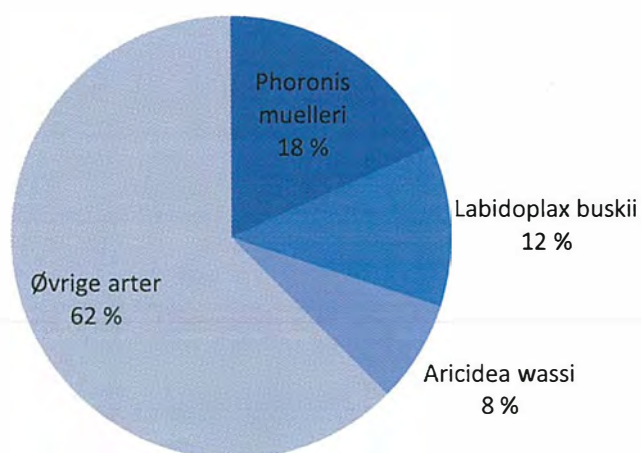
Ved MOR-2 ble det registrert 826 individer fordelt på 103 arter (tabell 3.1.2.1, tabell 3.1.2.2 og figur 3.1.2.1). Forurensingsnøytrale arter var vanligst ved stasjonen, og den ble klassifisert til **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.2.1** De ti hyppigst forekommende artene ved MOR-2 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Phoronis muelleri</i>	2	151	18,3
<i>Labidoplax buskii</i>	2	97	11,7
<i>Aricidea wassi</i>		62	7,5
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	59	7,1
Edwardsiidae	2	38	4,6
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	28	3,4
Siboglinidae	1	23	2,8
<i>Harpinia sp.</i>	3	19	2,3
<i>Amphiura filiformis</i>	3	16	1,9
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	16	1,9
Øvrige arter	-	317	38,4

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



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

**Tabell 3.1.2.2** Faunaresultater fra grabb 1, 2, 3 og 4 grabbene med arts- og individtall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de fire grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	MOR-2-1	MOR-2-2	MOR-2-3	MOR-2-4	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	55	56	49	49	52	
N	194	211	230	191	207	
NQI1	0,821	0,842	0,822	0,797	0,820	0,912
H'	4,923	4,786	4,333	4,525	4,642	0,905
J	0,851	0,824	0,772	0,806	0,813	
H'max	5,781	5,807	5,615	5,615	5,705	
ES100	39,010	37,570	32,340	35,180	36,025	0,913
ISI	9,001	9,383	8,646	9,287	9,080	0,816
NSI	25,191	25,557	25,171	24,901	25,205	0,808
Grabbverdi						0,871

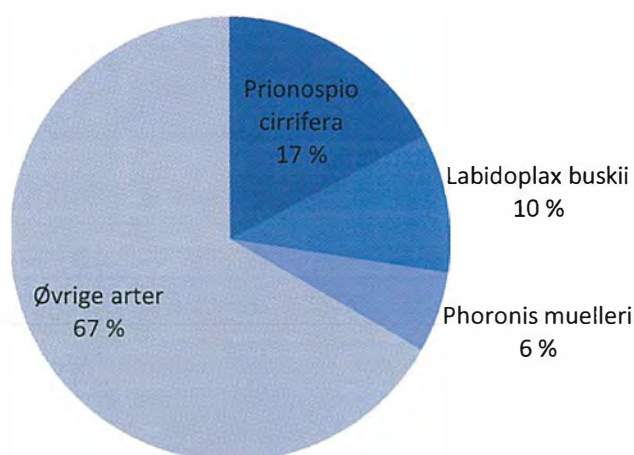
### 3.1.3 MOR-3

Ved MOR-3 ble det registrert 799 individer fordelt på 118 arter (tabell 3.1.3.1, tabell 3.1.3.2 og figur 3.1.3.1). Forurensningstolerante og nøytrale arter var vanligst ved stasjonen, og den ble klassifisert til **svært god tilstand** ut fra veileder 02:2018.

**Tabell 3.1.3.1** De ti hyppigst forekommende artene ved MOR-3 oppgitt i antall og prosent, samt fargekoding for NSI-gruppe for de respektive artene. Celler uten bakgrunnsfarge betyr at arten ikke er tildelt NSI-gruppe.

Art	NSI-gruppe	Antall individer	Prosent (%)
<i>Prionospio cirrifera</i>	3	138	17,3
<i>Labidoplax buskii</i>	2	81	10,1
<i>Phoronis muelleri</i>	2	47	5,9
<i>Pseudothyone raphanus</i>		27	3,4
<i>Thyasira flexuosa</i>	3	24	3,0
<i>Thyasira sp.</i>	3	21	2,6
<i>Euclymeninae</i>	1	21	2,6
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	19	2,4
<i>Edwardsiidae</i>	2	18	2,3
<i>Amphictene auricoma</i>	2	17	2,1
Øvrige arter	-	386	48,3

Forurensningssensitiv (NSI-1)	Forurensningsnøytral (NSI-2)	Forurensningstolerant (NSI-3)	Forurensningstolerant og opportunistisk (NSI-4)	Forurensningsindikerende (NSI-5)
-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------



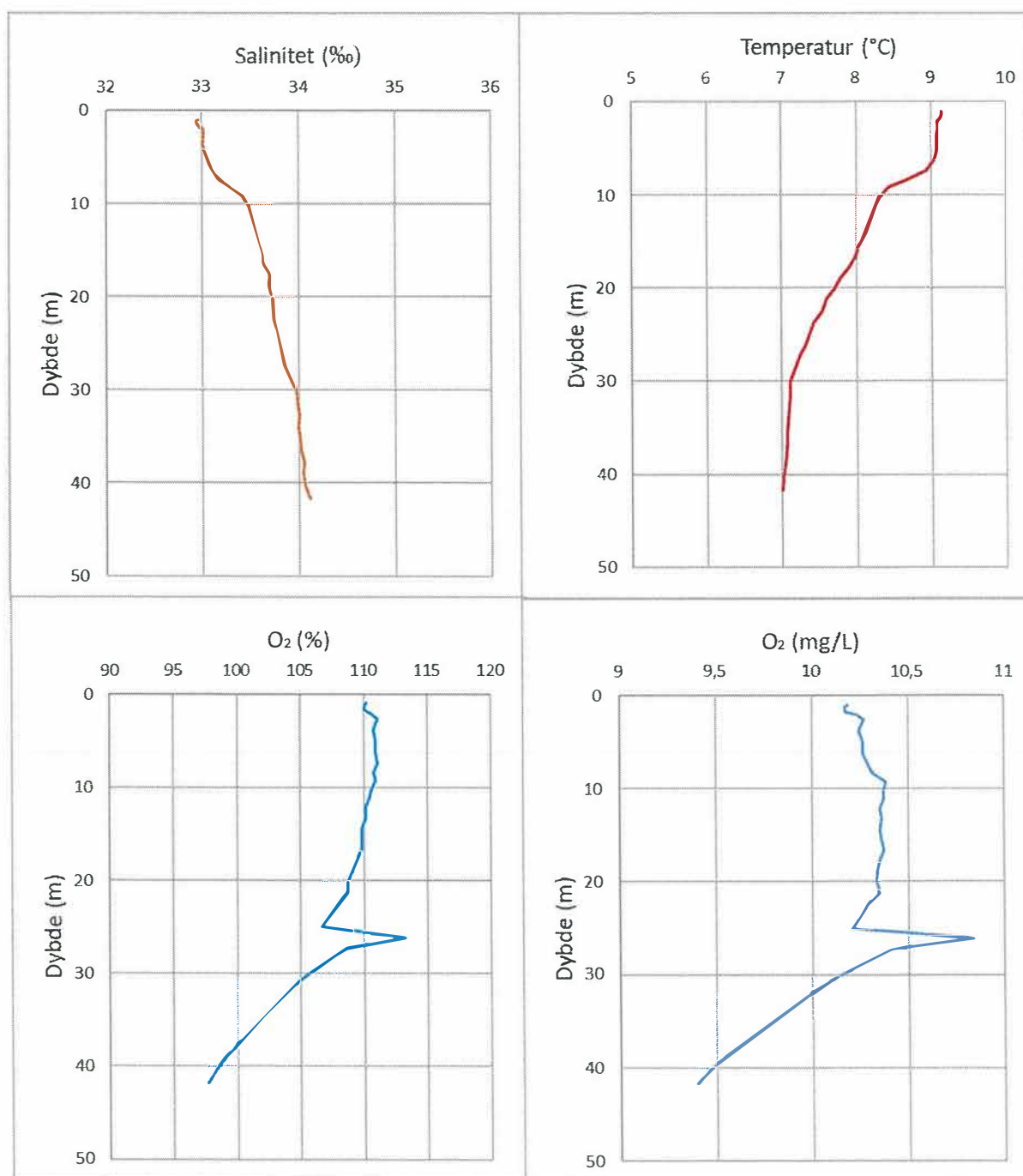
**Figur 3.1.3.1** Fordeling av antall individer for de tre hyppigste artene ved MOR-3.

**Tabell 3.1.3.2** Faunaresultater fra grabb 1, 2, 3 og 4 med arts- og individantall i tillegg til indekser for hver grabb. Det er regnet ut verdier for gjennomsnitt av de fire grabbene ( $\bar{G}$ ), og bestemmende indekser (NQI1, H', ES100, ISI og NSI) er normalisert til en økologisk verdi (nEQR  $\bar{G}$ ). Gjennomsnittet av nEQR  $\bar{G}$ -verdiene er grabbverdien for stasjonen. Fargene viser hvilken tilstand de ulike indeksverdiene hører til (ihht tabell V5.2).

Indeks	MOR-3-1	MOR-3-2	MOR-3-3	MOR-3-4	$\bar{G}$	nEQR $\bar{G}$
S	62	56	59	60	59	
N	200	187	197	215	200	
NQI1	0,801	0,814	0,812	0,809	0,809	0,899
H'	4,981	5,014	5,162	4,945	5,026	0,947
J	0,837	0,863	0,878	0,837	0,854	
H'max	5,954	5,807	5,883	5,907	5,888	
ES100	41,840	42,340	42,540	40,450	41,793	0,963
ISI	9,161	9,473	10,029	9,324	9,497	0,834
NSI	24,278	24,958	24,769	24,499	24,626	0,785
Grabbverdi						0,886

### 3.2 Hydrografi

Salinitet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen ved MOR-2 grunnet hovedretningen på bunnstrømmen (figur 3.2.1). Saliniteten var stigende gjennom vannsøylen, mens temperaturen var synkende. Oksygenmålingene var ganske stabile ned til omtrent 25 meters dyp, der de økte plutselig før de sank mot bunnen. Både metning og mengde oksygen var innenfor beste tilstand (I Svært god) ved bunnen.



Figur 3.2.1 Temperatur (°C), salinitet (‰), oksygeninnhold (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til bunnen for prøvepunktet. Oksygenmålingene er korrigert med en faktor på 0,9048

### 3.3 Sedimentanalyser

#### 3.3.1 Sensoriske vurderinger

Hovedbestanddelen i alle prøver var sand. Prøvene fra MOR-2 var mest finkornet og inneholdt et innslag av silt. Silt ble i tillegg til grus funnet i prøvene fra MOR-3. Prøvene fra MOR-1 var grovest og inneholdt grovere innslag av grus. Sjøbunnen i resipienten var karakterisert med grovere sediment; steinbunn og også fjellbunn var utbredt. Det ble ikke registrert sensoriske tegn på organisk påvirkning i prøvene. Etter mange grabbhugg ble det etablert forståelse av at fyllingsgraden (sedimentvolum i grabben) ikke ville bli godkjent etter gjeldende standard. Derfor ble samtlige prøver som var godkjente på ubrutt overflate, og hadde en fyllingsgrad som ikke tilsa utlekking, beholdt (Vedlegg 1).

#### 3.3.2 Kornfordeling

Kornfordelingen viser at prøvene i hovedsak bestod av sand, med noe finstoff ved MOR-2 og MOR-3 (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 (%)
MOR-1	1,8	97	1,9
MOR-2	13	87	<1
MOR-3	13	83	1,3

#### 3.3.3 Kjemiske parametere

Samtlige målinger indikerte sedimentprøver upåvirket av organisk opphopning og ble gitt tilstand 1, meget god (Tabell 3.3.3.1).

**Tabell 3.3.3.1** pH- og E<sub>h</sub>-verdier fra sedimentoverflaten. 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 (NS 9410 2016). Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	pH	E <sub>h</sub>	pH/E <sub>h</sub> poeng	Tilstand
MOR-1	7,96	296	0	1
MOR-2	7,58	283	0	1
MOR-3	7,59	406	0	1

Nivået av organisk karbon, sink og kobber vare lave ved alle stasjonene. For både fosfor og nitrogen viste MOR-1 i de laveste verdiene (tabell 3.3.3.2).

**Tabell 3.3.3.2** Innhold av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og etter innholdet av tørrstoff (TS). Tilstand (TS) 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 tildelt tilstand og karbon-nitrogenforholdet (C:N) er oppgitt som ratio mellom de to enhetene. Måleusikkerhet er oppgitt for kobber, sink, fosfor og nitrogen. Manglende data er merket med i.a.

Stasjon	TOM	nTOC	TS	N	±	C:N	P	±	Zn	±	TS	Cu	±	TS
MOR-1	0,73	19,5		200	29	9,00	430	110	13	2,6		2,8	0,83	
MOR-2	1,1	18,6		290	43	10,0	720	180	13	2,6		3,1	0,94	
MOR-3	1,5	20,0		570	86	7,72	700	170	17	3,4		8,4	2,5	



## 4 Diskusjon

Undersøkelsen viser svært gode forhold i hele området, der alle stasjonene var meget artsrike og ble klassifisert til beste tilstand (svært god) for fauna. Alle stasjonene viste økologiske indeksverdier nærme hverandre, men noe forskjellig faunasammensetning kunne spores mellom prøvepunktene. Forurensingssensitive arter var vanligst ved MOR-1, nøytrale arter var vanligst ved MOR-2 og tolerante arter vanligst ved MOR-3, men ingen av punktene virket å være under noen form for organisk påvirkning. Kun to hugg i undersøkelsen var godkjente på volum, men den lave fyllingsgraden ser ikke ut til å ha påvirket resultatet i stor grad, da både arts- og individantallet var forholdsvis høyt. De kjemiske støtteparameterne indikerte også svært gode forhold ved alle stasjoner. Influensområdet til utslippet vil bli vurdert ved senere undersøkelser.

## 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*.
- 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*.
- Havbrukstjenesten (2016), Strømrapport Måling av bunnstrøm ved Mork I 2016, Reed, J-L., Havbrukstjenesten.
- Horton et al. (2016) World Register of Marine Species. Available from [http: World Register of Marine Species](http://www.marinespecies.org). 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. Norges standardiseringsforbund.
- 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 (ISO 16665:2014). 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.
- Shannon CE, Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- 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 02:2018 (2018) Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet/Miljøstandardprosjekt.
- Veileder M-608 (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet.

## 6 Vedlegg

## Vedlegg 1 - Feltlogg (B-parametere)

ÅKERBLÅ		Dokid: B.5.5.6											
Feltskjema / feltlogg C-undersøkelser					Skjema								
Utført av:	Godkjent av:	Versjon:	Gjelder fra:	Sider:									
AK / ANH	Aneite Narmo Hammervold	10.00	14.12.2017	1 av 2									
Kunde	Skjoneset Fiske AS		Lokalitet/P.nr	MORK II/									
Dato	29.05.19		Toktleder	OH TONHEIM									
Prøvetaking	START: 11:00 SLUTT: 17:15		Alt Personell	E NORDHAMMER									
Vær	Vekselvær, Rn/S,		Sjøtemperatur	9,1°C									
Utsyr ID / Kallibrering	Grab; Sil; Eh; 29 pH; 29 pH- kalibrering: Ja Sjø; Eh: 132 pH: 8,17												
Stasjon nr/navn	1 MOK-1		2 MOK-2		3 MOK-3								
Posisjon N / Ø	62°57.006 107°34.144		62°56.932 107°34.147		62°56.920 107°34.368								
Dybde (meter)	75		42		48								
Hugg nr	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Antall forsøk	4	1	4	0	2	1	1	3	2	2	1	2	
Akkreditert hugg overflate (ja/nei)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	
Akkreditert hugg volum (ja/nei)	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	Ja	nei	nei	Ja	
Volum (cm)	13,5	12	13	13,5	11	12	11,5	12	10,5	12,5	11,5	10,5	
Antall flasker	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
pH	7,96				7,58				7,59				
Eh (mV)	46				83				206				
Sediment	Skjellsand	2	2	2									
	Sand	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Grus	3	3	3					2	2	2	2	
	Mudder												
	Silt					2	2	2	2	3	3	3	3
	Leire												
Farge	Lys/Grå (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Brun/Sort (2)												
Lukt	Ingen (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Noe (2)												
	Sterk (4)												
Kons	Fast (0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Myk (2)												
	Løs (4)												
Merknader / awik:	Flytt 4 garbo				CTD								

## Vedlegg 2 - Analysebevis



## Prøvingsrapport



Åkerblå AS  
Nordfryseveien 413  
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-10  
Prøve nr P1903116  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019-06-05 - 2019-07-10

## P1903116-01

Prøvetaking	Analyse start	Analyse slutt	Prøvetaker	Objekt
2019-05-29	2019-06-05	2019-07-10	Kunde	Sediment
Prøvested, navn	Prøvetype	Merkning		
Møkk	Sedimenter fra saltvann	MOR 1 19057		

Parameter	Metode	P1903116-01	Enhet	Målemåte/feil	Grenseverdi
Fosfor	Metode basert på NS-EN ISO 17294-2	498	mg/kg TS	±110	
Kobber	Metode basert på NS-EN ISO 17294-2	2.8	mg/kg TS	±0.63	
Sink	Metode basert på NS-EN ISO 17294-2	13	mg/kg TS	±2.6	
Totalnitrogen (Kjeldahl)	Metode /Kjeldahl-N	280	mg N/kg TS	±29	
Tørrestoff	NS 4764	78	g/100 g	±5.5	
Cloddegrad	NS 4764	0.73	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	L8*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	97*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	L9*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	19.5*			
Totalt organisk karbon, TOC, <sup>1)</sup>	ISO 10694, mod./EN13137A	1880*	mg/kg TS	±720	

<sup>1)</sup> Utført av Fjellab, TEST Øst

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn  
\* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.  
Målemåte/feil finnes ved henvendelse til laboratoriet.  
Resultatet gjelder kun motratt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:  
Axel Sellrags veg 3 post@kystlab.no tel: +47 74 21 24 40  
NO-7805 Namsos www.kystlab.no NO 986 208 933 MVA

Side 1 av 3

Åkerblå AS  
Nordfrynveien 413  
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-10  
Prøve nr P1903116  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019-06-05 - 2019-07-10

## P1903116-02

Prøvetaking 2019-05-29  
Analyse start 2019-06-05  
Analyse slutt 2019-07-10  
Prøvetaker Kunde  
Objekt Sediment

Prøvested, navn Mork  
Prøvetype Sedimenter fra saltvann  
Merkning MDR 3 19057

Parameter	Metode	P1903116-02	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	720	µg/lg TS	±180	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	3.1	µg/lg TS	±0.94	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	13	µg/lg TS	±2.6	
Totalnitrogen (Fjellab)	Intern /Kjeldahl-N	290	µg N/lg TS	±43	
Taerstoff	NS 4764	77	g/100 g	±5.4	
Glødestap	NS 4764	1.1	% av TS	±0.02	
Kornstørrelse <63 µm	DIN 18123	13*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	87*	%		
Kornstørrelse >2000 µm	DIN 18123	<1.0*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	18.6*			
Totalt organisk karbon, TOC, <sup>a</sup>	ISO 10694, mod./EN13137A	2900*	mg/lg TS	±1200	

<sup>a</sup> Utført av Fjellab, TEST 081

## P1903116-03

Prøvetaking 2019-05-29  
Analyse start 2019-06-05  
Analyse slutt 2019-07-10  
Prøvetaker Kunde  
Objekt Sediment

Prøvested, navn Mork  
Prøvetype Sedimenter fra saltvann  
Merkning MDR 3 19057

Parameter	Metode	P1903116-03	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Fosfor	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	700	µg/lg TS	±170	
Kobber	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	8.4	µg/lg TS	±2.5	
Sink	Intern basert på NS-EN ISO 17294-2	17	µg/lg TS	±3.4	

Tabellen fortsetter på neste side...

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn

\* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og fortolkning av prøveresultater.

Måleusikkerhet fåes ved henvendelse laboratoriet.

Resultatet gjelder kun mottatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:  
Axel Selløgs veg 3 post@kystlab.no tel: +47 74 21 24 40  
NO-7805 Namsos www.kystlab.no NO 986 208 933 MVA

Side 2 av 3



Avdeling Namdal

Prøvingsrapport



Åkerblå AS  
Nordfryvesien 413  
7260 SISTRANDA

Dato 2019-07-10  
Prøve nr P1903116  
Versjon 1  
Analyseperiode 2019-06-05 - 2019-07-10

Fortsettelse fra forrige side

Parameter	Metode	P1903116-03	Enhet	Måleusikkerhet	Grenseverdi
Totalt faststoff (TS)	Intens / Kjeldahl-N	570	mg %/kg TS	± 86	
Tørrestoff	NS 4764	76	g/100 g	± 5.3	
Glufestap	NS 4764	1.5	% av TS	± 0.02	
Kornstørrelse < 63 µm	DIN 18123	13*	%		
Kornstørrelse 63-2000 µm	DIN 18123	86*	%		
Kornstørrelse > 2000 µm	DIN 18123	1.3*	%		
Normalisert TOC	TOC 63	20.0*			
Totalt organisk karbon, TOC, <sup>a</sup>	ISO 10694, mod./EN13137A	4400*	mg/kg TS	± 1800	

<sup>a</sup> Utført av Fjellab, TEST 061

Informasjon vedrørende prøvetaking og prøvetilberedning

Prøven tørkes ved 105°C før prøven siktes for bestemmelse av tørkegradening.

Før elementanalyser og TOC tas det ut prøver fra skaljenes mass er mindre enn 2000µ.

Elementer bestemmes i et saltperoxyrennings (Jest opp i sterk salperoxyve og hydrogensusmid under trykk).

Kjeldahl-N bestemmes i prøven for tørking for ikke å miste flyktige nitrogenforbindelser. Resultatet korrigeres for tørkestoffinnhold ved rapportering.

Normalisert TOC ble beregnet etter  $[(TOC/Ag)] * (18 - (1 - ((FNSSTOFF)/100)))$

Med vennlig hilsen

Siri Wefring

Laboratory Engineer  
namdal@kystlab.no  
Tlf: 74212440

Kopi til

odd.helge@akerbla.no

CFU = Koloni dannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn  
\* = Ikke akkreditert resultat

Laboratoriet er ikke akkreditert for prøvetaking eller vurdering og tolkning av prøveresultater.

Måleusikkerhet finnes ved henvendelse laboratoriet.

Resultatet gjelder kun motatt prøve. Rapporten skal ikke gjengis i utdrag uten vår skriftlige godkjenning.

Hovedkontor:  
Axel Selvags veg 3 post@kystlab.no tel: +47 74 21 24 40  
NO-7805 Namans www.kystlab.no 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 istedet for AMBI-verdi for å angi forurensningsgrad (forurensingssensitiv, -tolerant osv). Ettersom Rygg & Norling 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. Utgangstilstanden er beskrevet som ikke tilført organisk materiale (lett ubalanse er noe organisk tilførsel osv):

**Gruppe 1** – 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 (Benevnelse - forurensingssensitive).

**Gruppe 2** – 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 (Benevnelse - forurensingsnøytrale).

**Gruppe 3** – 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 (Benevnelse - forurensingstolerante).

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

**Gruppe 5** – Første orden opportunister (markert ubalanserte situasjoner) (Benevnelse - Forurensingsindikerende art).

#### 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. Nedenfor har vi satt opp en oversiktstabell fra tidligere benevnelse til den nye benevnelsen:



**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

### V3.3 Endringer i NSI-grupper

Etter som ny informasjon blir tilgjengelig og arter splittes og bytter slekter har vi i noen tilfeller ansett det som nødvendig å endre arters tilhørende NSI-gruppe (tabell V3.2)

**Tabell V3.2** Oversikt over endringer i NSI- og ISI-verdier gjort, hvor verdiene er hentet fra og kilder som viser til informasjonen avgjørelsen er basert på.

Art	Ny NSI/ISI hentet fra	Kilde
<i>Tubificoides benedii</i>	Oligochaeta (NSI 5)	Giere et. al. 1988; Giere et. al. 1999
<i>Pista mediterranea</i>	<i>Pista cristata</i> (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
<i>Pista cristata</i>	<i>Pista lornensis</i> (NSI 2)	Jirkov & Leontovich 2017; Hutchings pers. med.
<i>Owenia borealis</i>	<i>Oweina fusiformis</i>	Koh et.al 2003
<i>Terebellides</i> sp.	<i>Terebellides stroemii</i>	Nygren et.al. 2018
<i>Hermania</i> sp.	<i>Philine scabra</i> (NSI 2)	Chaban et. al. 2015
Philinidae	<i>Philine</i> sp. (NSI 2)	Chaban & Lubin 2015

Chaban EM, Nekhaev IO, Lubin PA. (2015). *Hermania indistincta* comb. nov. (Gastropoda: Opisthobranchia: Cephalaspidae) from the Barents Sea – new species and genus for the fauna of the Russian Seas. *Zoosystematica Rossica* 24(2): 148-154.

Giere O, Rhode B, Dubilier N. (1987). Structural peculiarities of the body wall of *Tubificoides benedii* (Oligochaeta) and possible relations to its life in sulphidic sediments. *Zoomorphology* 108:29-39.

Giere O, Preusse J-H, Dubilier N. (1999). *Tubificoides benedii* (Tubificidae, Oligochaeta) – a pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways. *Hydrobiologia* 406: 235-241.

Jirkov IA, Leontovich MK. (2017). Review of genera within the *Axionice/Pista* complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97(5): 911-934

Koh BS, Bhaud MR, Jirkov IA. (2003). Two new species of *Owenia* (Annelida: Polychaeta) in the northern part of the North Atlantic Ocean and remarks on previously erected species from the same area. *Sarsia* 88:175-188.

Nygren A, Parapar J, Pons J, Meißner K, Bakken T, et al. (2018). A mega-cryptic species complex hidden among one of the most common annelids in the North East Atlantic. *PLOS ONE* 13(6): e0198356.

## 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 sensitivitetsverdier. Hver art er tilordnet en sensitivitetsverdi (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 sensitivitetsverdi (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 sensitivitetsverdier.

Sensitivitetsindeksen AMBI tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-1: sensitive arter, EG-2: indifferente arter, EG-3: tolerante, EG-4: opportunistiske, EG-5: 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 1- 5, respektivt) og  $N_{AMBI}$  er antall arter tilordnet en AMBI-verdi.

AMBI 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

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

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

#### V4.4 Normalisering

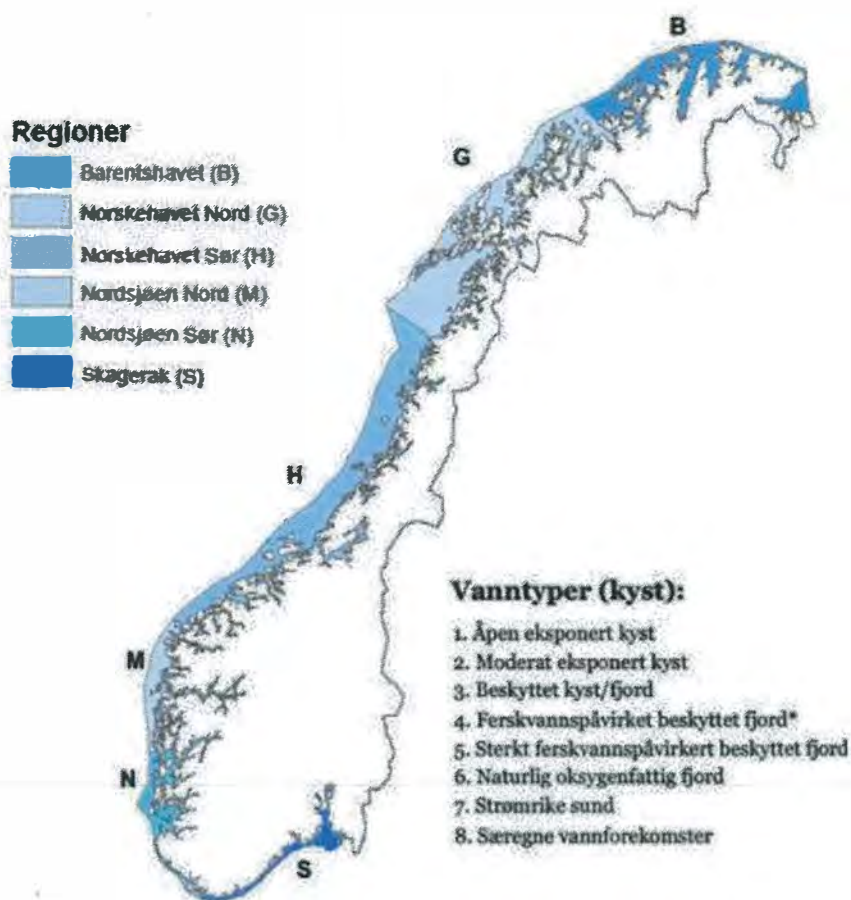
Ved å regne om alle indekser til nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) får man normaliserte verdier som gjør det lettere å sammenligne dem. nEQR gir en tallverdi på en skala mellom 0 og 1, og hver tilstandsklasse spenner over nøyaktig 0,2 (tilstandsklasse «svært dårlig» tilsvarer verdier mellom 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.2).

Alle indeksverdier omregnes til nEQR etter følgende formel

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

## Vedlegg 5- Referansetilstander

De forskjellige økoregionene er illustrert i Figur V6.1 og det er også gitt en forklaring på de forskjellige vanntypene i figuren. Fargene som er brukt i tabellene nedenfor (V5.1-V5.3) angir hvilken tilstand de ulike parameterne tilhører; blå tilsvare tilstand «svært god», grønn → «god», gul → «moderat», oransje → «dårlig» og rød → «svært dårlig». Bunnfauna klassifiseres ut ifra NS 9410 (2016; tabell V5.4) ved stasjoner i anleggssonen, og i henhold til Veileder 02:2018 (2018) ved stasjoner utenfor anleggssonen.



Figur V5.1 Inndeling av økoregioner og forskjellige kystvanntyper langs norskekysten.

Tabell V5.1 Oversikt over klassegrenser og tilstand for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2018 (2018).

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Skagerak 1-3 (S1-3)	NQI	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Skagerak 5 (S5)	NQI	0.86 - 0.69	0.69 - 0.6	0.6 - 0.47	0.47 - 0.3	0.3 - 0
	H	6 - 4	4 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	56 - 28	28 - 19	19 - 11	11 - 6	6 - 0
	ISI2012	11.8 - 7.6	7.6 - 6.8	6.8 - 5.6	5.6 - 4.1	4.1 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S 1-2 (N1-2)	NQI	0.94 - 0.75	0.75 - 0.66	0.66 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen S 3-5 (N3-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Nordsjøen N 1-2 (M1-2)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	6.3 - 4.2	4.2 - 3.3	3.3 - 2.1	2.1 - 1	1 - 0
	ES100	58 - 29	29 - 20	20 - 12	12 - 6	6 - 0
	ISI2012	13.2 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.6	4.6 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Nordsjøen N 3-5 (M3-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.51	0.51 - 0.32	0.32 - 0
	H	5.9 - 3.9	3.9 - 3.1	3.1 - 2	2 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.1 - 8.5	8.5 - 7.6	7.6 - 6.3	6.3 - 4.5	4.5 - 0
	NSI	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
Norskehavet S 1-3 (H1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
Norskehavet S 4-5 (H4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0

Økoregion og vanntype	Indeks	Tilstand					
		Svært god		Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Norskehavet N 1-3 (G1-3)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0	
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0	
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0	
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0	
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0	
Norskehavet N 4-5 (G4-5)	NQI	0.91 - 0.73	0.73 - 0.64	0.64 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0	
	H	5.5 - 3.7	3.7 - 2.9	2.9 - 1.8	1.8 - 0.9	0.9 - 0	
	ES100	46 - 23	23 - 16	16 - 9	9 - 5	5 - 0	
	ISI2012	13.4 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.4	6.4 - 4.7	4.7 - 0	
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0	
Barentshavet 1-5 (B1-5)	NQI	0.9 - 0.72	0.72 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0	
	H	4.8 - 3.2	3.2 - 2.5	2.5 - 1.6	1.6 - 0.8	0.8 - 0	
	ES100	39 - 19	19 - 13	13 - 8	8 - 4	4 - 0	
	ISI2012	13.5 - 8.7	8.7 - 7.8	7.8 - 6.5	6.5 - 4.7	4.7 - 0	
	NSI	30 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0	

Tabell V5.2 nEQR-basisverdi for hver tilstand\*.

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

\*Tilstandsklasse

Tabell V5.3 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær et. al, 1997, Bakke et. al, 2007, Veileder 02:2018 (2018) og veileder M-608 (2016). Organisk karbon er total organisk karbon (TOC) korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstand*					
		I	II	III	IV	V	
		Svært god/ Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	O <sub>2</sub> innhold**	mg O <sub>2</sub> /l	>6,39	6,39- 4,97	4,97-3,55	3,55-2,13	<2,13
	O <sub>2</sub> 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		84-147	>147
	Sink	mg Zn/ kg	0-90	91-139	140-750	751-6690	>6690

\* Tilstandsklasse

\*\* Regnet fra ml O<sub>2</sub>/L til mg O<sub>2</sub>/L hvor omregningsfaktoren til mg O<sub>2</sub>/L er 1,42

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

**Tabell V5.4** Vurdering av faunaprøver for prøvestasjon C1 (NS 9410:2016).

Tilstand*	Krav
1 - Meget god	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . 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 <sup>2</sup> .
4 - Meget dårlig	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

*\*Miljøtilstand*



## Vedlegg 6 - Artsliste

Artsliste med NSI-verdier, sortert alfabetisk innen hovedgrupper, for all fauna funnet ved Mork II (Tabell V6.1).

**Tabell V6.1** 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	N SI (E G)	MOR -1-1	MOR -1-2	MOR -1-3	MOR -1-4	MOR -2-1	MOR -2-2	MOR -2-3	MOR -2-4	MOR -3-1	MOR -3-2	MOR -3-3	MOR -3-4
Aglaophamus agilis				1									
Ampharete lindstroemi kompleks							1			1			
Ampharete octocirrata	1					6	4	2	4	4	6	4	5
Ampharete sp.	1										2		1
Ampharetidae	1			5	1	2				1	1	1	
Amphicteis gunneri	3						1						1
Amphictene auricoma	2					1	3	3		3	4	4	6
Amphitrite cirrata	3		4	1									
Amythasides macroglossus	1									2	4	3	2
Anobothrus gracilis	2												1
Aonides paucibranchiata	1	39	56	54	38	2	5	1	3	1	2	4	2
Aphelochaeta sp.	2		1					1		2	1		2
Apistobranchus tullbergi	2				1								
Aricidea catherinae	1			3	2								
Aricidea cerrutii		3		5	2								
Aricidea wassi		5	6	15	4	7	24	29	2	5	3	1	5
Aricidea sp.	1				2				2	1		1	3
Aurospio banyulensis	1		2										
Branchiomma sp.		1											
Chaetoparia nilssoni	2												1
Chaetopterus variopedatus	1				1								
Chaetozone setosa kompleks	4					1		2	6	4	2	2	4
Chaetozone zetlandica			2										
Chaetozone sp.	3	3	1	7	3	3	1	1					
Cirratulidae	4												1
Cirratulus cirratus	4	1		1									
Cirratulus sp.	1								3				
Diplocirrus glaucus	2	2				2	2		1		3		2

Dipolydora socialis	3								1				
Dipolydora sp.		1	1										
Ditrupa arietina													1
Eclysippe cf. eliasoni	1							1					
Eteone flava/longa				1	1								
Euchone rubrocincta								1					
Euchone sp.	2										1		
Euclymeninae	1				1	3	7	3		5	8	6	2
Eupolymnia nebulosa	2			1									
Eupolymnia sp.									1				
Exogone naidina	1	7	4	3	5	1	1	3					
Exogoninae (Exogone/Parexogone)	2										1		
Galathowenia oculata	3	2	11	1	6	4	7		2	3	2	3	6
Glycera alba	2				1								
Glycera lapidum kompleks	1	6	7	11	7					1			
Goniada maculata	2	3	3	3	2	3	1	3		3	2	1	2
Hyalinoecia tubicola		2		2	1				3	1	2	1	1
Hydroides norvegica	1	1		3	1		1						
Jasmineira candela						2							
Jasmineira caudata	2									1			
Jasmineira sp.	2				2	1	2			1			
Laonice bahusiensis	1										1		
Lumbrineridae	2			1			1				2		
Lysippe fragilis											1		
Macrochaeta clavicornis	1			1					1				
Maldanidae	2									1			
Malmgrenia mcintoshi				1									
Mediomastus fragilis	4	2	1	4	1								
Myriochele danielsseni						5	2			8			
Nephtys hombergii	2		1			2	1						
Nephtys sp.	2										1		1
Nereididae		3		1								1	
Nereimyra punctata	4		2			1		1					
Notomastus latericeus	1									1	2	1	
Ophelina sp.	3						1	1	2	2			
Orbinia sertulata	2											1	1
Owenia borealis	2	20	19	21	34	1	1	2		1			2
Paradoneis lyra	2		1	2	3								
Paramphinome jeffreysii	3					2		3	1	3	3	4	4
Parexogone hebes	1		1	2	1								
Petaloproctus borealis								1					
Pholoe baltica	3				1		1	2	2		1	5	1

Phyllodoce groenlandica	3						1						
Phyllococidae	2										1		
Pista cristata	2	1	1										
Polycirrus norvegicus	4	1	1			1	1						
Polycirrus plumosus	2					1		1		1			
Polycirrus sp.	1										1		
Polynoidae	2		2	1		1			1	1			
Praxillella affinis	1		1			2	1				1		
Praxillella praetermissa	2								1		2		
Prionospio cirrifera	3	6	5	6		15	11	18	15	39	33	29	37
Prionospio fallax	2					2	2	1	4	1		2	1
Psamathe fusca	2	1	2	1									
Pseudopolydora aff. paucibranchiata	4								1	1	2	2	1
Rhodine gracilior	1					2	1	2		1	1	1	
Sabella pavonina		1											
Sabellidae	2								1	1	3	2	3
Samytha sexcirrata	1									1			
Scolelepis sp.	1		1							1			
Scoloplos armiger kompleks	3		1	6	1	1			1				
Siboglinidae	1					11	9	2	1	1	3	2	2
Sosane sulcata	1	4	1	3	8								
Sosane wahrbergi	2									1			1
Sosane wireni	1											1	
Sphaerodoridium fauchaldi						1							1
Sphaerosyllis hystrix	1	3	4	6	1								
Spio filicornis	3			1									
Spiophanes bombyx	2					2							
Spiophanes kroyeri	3					1	1	1		1	2		1
Spirobranchus triqueter			1										
Sthenelais limicola	1		1		1								1
Terebellides shetlandica			1										
Terebellides sp.	2			1									
Terebellomorpha													1
Thelepus cincinnatus	1									1			
Abra nitida	3									1			
Arctica islandica	3											1	
Astarte sulcata	1							1					
Astarte sp.												1	
Axinulus croulinensis	1								1	5	1	5	6
Cardiomya costellata	1											1	
Cochlodesma praetenue		8	14	9	7								
Corbula gibba	4					1	1		2				
Cuspidaria sp.												1	
Dosinia lupinus	3				1		1						
Ennucula tenuis	2						1	1		3	2	3	3

Gari fervensis			1									
Hiatella arctica	1			1		1						
Kurtiella bidentata	4				1	1			2			
Lucinoma borealis	1	1	2		1		2					
Lyonsia sp.												1
Mendicula ferruginosa	1					1		1	2			7
Mya sp.	3							1				
Palliolum striatum			1									
Palliolum tigerinum								1				
Parvicardium minimum	1				1	2	3	1			4	
Pectinidae					1	1						1
Tellimya sp.											6	
Thracia sp.	2	1	1		1	3	1	1				1
Thyasira biplicata											1	
Thyasira flexuosa	3		3		10	2	9	7	6	4	7	7
Thyasira obsoleta	1					3			1	4		
Thyasira sp.	3								6	5	5	5
Acteon tornatilis	1					1						
Curtitoma trevelliana							1					
Cylichna cylindracea	2				1	4	4	2	1	2		1
Euspira montagui	2		1									
Hermania sp.	2								1			
Odostomia sp.											2	
Philinidae	2								2			
Retusa umbilicata	4									2		
Rissoidae					2							
Scaphander sp.										1		
Volvulella acuminata									1			
Leptochiton asellus	1	7	10	8	7							
Antalis entalis	1				3		3	7		3		1
Pulsellum lofotense										1		
Caudofoveata	2						1	2	1	1	3	4
<b>Crustacea</b>												<b>1</b>
Amphipoda	2								1			
Acidostoma obesum	1									1		
Ampelisca sp.	1				1							
Cheirocratus sp.	1		3	1								
Harpinia antennaria	1							4	6	5	1	1
Harpinia sp.	3		1		3	7	4	5			3	1
Hippomedon denticulatus	1										1	
Monoculodes carinatus			1									
Nototropis nordlandicus					1							
Photis sp.							2					
Tryphosites longipes	1					1						
Westwoodilla caecula	1				3					2		
Cumacea	1											1

Diastylis cornuta	1									1				
Diastylis sp.	1					1								
Eudorella truncatula	2						1				1			
<b>Decapoda (larver)</b>				1	1						1			
Paguridae	1			1								1		
Tanaidacea	1											1		
Pycnogonida	1												1	
<b>Calanoida</b>					1				1		1	2	x	
Ophiuroidea	2								1		1			
Amphiura chiajei	2									1		1	1	
Amphiura filiformis	3					1	10	3	2	6	2	3	5	
Amphiura sp.	3								2			9	3	
Ophiocten affinis	3	2	1											
Ophiura sp.	2					1								
Brissopsis lyrifera	2											1		
Echinocardium cordatum	2					1		2						
Echinocardium flavescens	1								1					
Strongylocentrotus pallidus						4								
Labidoplax buskii	2	1	6	2	1	21	18	34	24	21	21	12	27	
Leptosynapta decaria										2		4	2	
Leptosynapta sp.	2			3	2	1	2	2						
Pseudothyone raphanus						4	2	3	2	6	5	9	7	
Thyone fusus												1		
<b>Bryozoa</b>		1												
Ascidacea	1	1	2	2		1	3	2						
Molgulidae										2	8	1	6	2
Actiniaria	1									1			1	
Cerianthus lloydii	3		5	3	5		2	1					1	
Edwardsiidae	2	4	6	4	7	10	4	13	11	6	5	3	4	
Paraedwardsia arenaria	3						1	1			2	2	2	
<b>Hydrozoa</b>			1	x										
Corymorpha nutans						9	4	3						
<b>Nematoda</b>														5
Nemertea	3								1	1				1
Nemertea 2	3	1	1	1	1					1				
Phoronis muelleri	2	15	31	31	28	26	37	46	42	9	9	14	15	
Phascolion strombus strombus	2					1								
<b>Egg/eggmasse</b>													1	
<b>Foraminifera</b>														5
Antalis sp.										1				
Westwoodilla sp.										1	1	1		1
Pseudomystides sp.						1	1					1		1
Thracioidea												1		
Leiochone sp.			2											
Tubificoides sp.					1	3								
Abra sp.		1												

Tectura virginea			1								
Thyasiridae				1							
Aphelochaeta sp 2.	2							1			
Euclymeninae sp 2.	1							1			

### Vedlegg 7 – CTD rådata

Rådata fra CTD-undersøkelsen ved er presentert fra overflaten til like over bunnen (Tabell V7.1).

Tabell V7.1 CTD data fra Mork II

Salinitet (ppt)	Temperatur (°C)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Dybde (m)	Tid
33,0	9,1	110,2	10,19	1,0	12:12:09
32,9	9,1	110,1	10,17	1,2	12:12:11
33,0	9,1	110,0	10,17	1,7	12:12:13
33,0	9,1	110,6	10,23	2,1	12:12:15
33,0	9,1	111,1	10,27	2,6	12:12:17
33,0	9,1	110,8	10,24	3,8	12:12:19
33,1	9,1	110,9	10,26	5,0	12:12:21
33,1	9,0	110,9	10,26	6,3	12:12:23
33,2	8,9	111,0	10,29	7,4	12:12:25
33,3	8,7	110,7	10,31	8,3	12:12:27
33,4	8,4	110,9	10,38	9,2	12:12:29
33,5	8,3	110,6	10,37	10,2	12:12:31
33,5	8,3	110,5	10,37	11,1	12:12:33
33,5	8,2	110,1	10,35	12,1	12:12:35
33,6	8,2	110,1	10,36	13,2	12:12:37
33,6	8,1	109,9	10,35	14,5	12:12:39
33,6	8,0	109,8	10,36	15,6	12:12:41
33,6	8,0	109,8	10,37	16,6	12:12:43
33,7	7,9	109,5	10,35	17,7	12:12:45
33,7	7,8	109,1	10,34	18,9	12:12:47
33,7	7,7	108,8	10,33	20,1	12:12:49
33,7	7,6	108,7	10,35	21,2	12:12:51
33,7	7,5	108,0	10,29	22,5	12:12:53
33,8	7,4	107,3	10,25	23,7	12:12:55
33,8	7,4	106,7	10,21	25,0	12:12:57
33,8	7,3	113,2	10,84	26,1	12:12:59
33,9	7,2	108,6	10,41	27,3	12:13:01
33,9	7,2	107,1	10,28	28,6	12:13:03
34,0	7,1	105,6	10,15	30,0	12:13:05
34,0	7,1	104,6	10,05	31,3	12:13:07
34,0	7,1	103,5	9,95	32,7	12:13:09
34,0	7,1	102,4	9,84	34,1	12:13:11
34,0	7,1	101,7	9,78	35,3	12:13:13
34,0	7,1	100,8	9,69	36,6	12:13:15
34,1	7,1	100,0	9,61	37,8	12:13:17
34,1	7,0	99,2	9,54	39,0	12:13:19
34,1	7,0	98,4	9,46	40,3	12:13:21
34,1	7,0	97,7	9,40	41,7	12:13:23

**Vedlegg 8 – 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 V8.1 – V8.3).



**Figur V8.1** Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



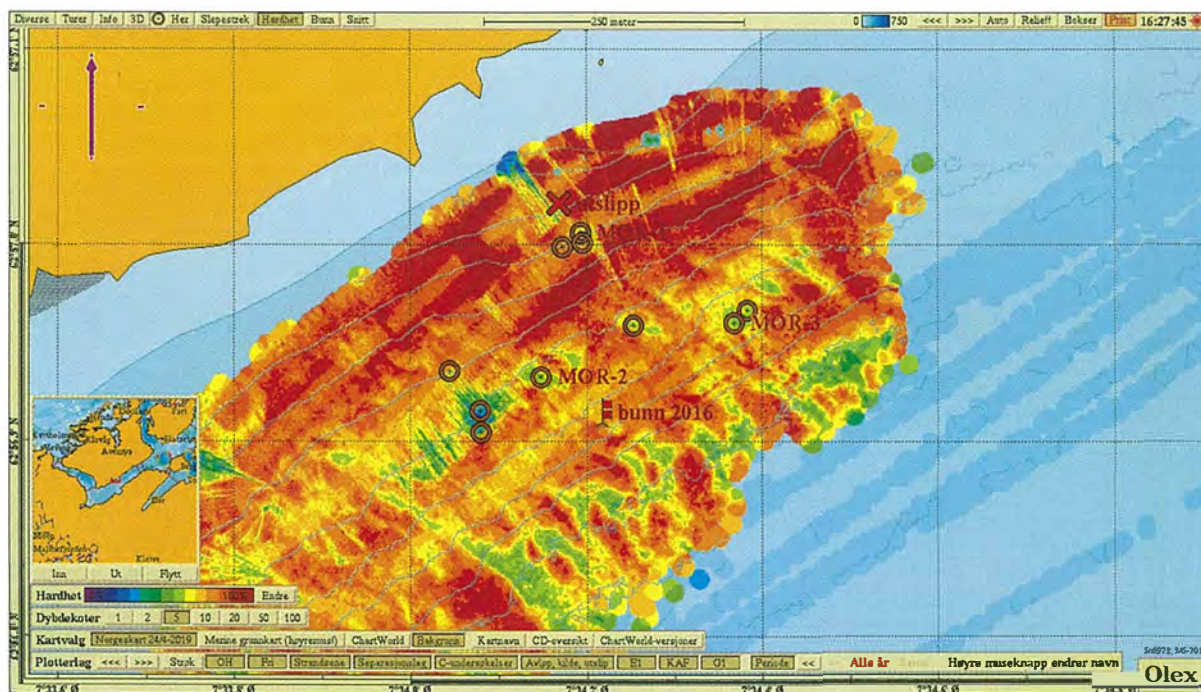


Figur V8.2 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.



Figur V8.3 Sediment før vask. Lapp indikerer stasjonsnummer.

## Vedlegg 9 – Bomhugg



Figur V.9.1. Oversikt over grabbforsøk og hardhetskartlegging i området. Stasjoner med navn er endelig stasjonsplassering.

# Strømrapport

Måling av  
bunnstrøm ved

Mork i

mars 2016



**Dokument kontroll****Rapport**

Rapport beskrivelse og navn	Vurdering av strøm på grunnlag av 1 strømmåling. SR-M-01216-Mork0416-ver01.pdf	
Rapport versjon	Dato	Beskrivelse
01	20.04.16	Første utgivelse
Rapport distribusjon	Denne rapporten kan kun gjengis i sin helhet. Gjengivelse av deler av rapporten kan kun skje etter skriftlig tillatelse fra Havbrukstjenesten AS. I slike tilfeller skal kilde oppgis.	

**Lokalitet**

Lokalitetsnavn	Mork	Lokalitetsnummer	-
Kommune	Averøy	Fylke	Møre og Romsdal
GPS-koordinater	62°56.907' N 07°34.218' Ø	Måleperiode	05.03.16 – 28.03.16
Instrumenttype	SD6000	Dyp målested	ca. 48 meter
Måleintervall	10 minutter		

**Resultat nøkkeltall**

Dyp	Bunn
Maksimal strøm (cm/s)	14.4 (VSV)
Gjennomsnitt strøm (cm/s)	2.1
Strømstyrke ≤ 1 cm/s (%)	54.4
Strømstyrke ≤ 3 cm/s (%)	82.6
Strømstyrke > 30 cm/s (%)	0
Neumann parameter	0.87

**Oppdragsgiver**

Selskap	Skjerneset Fisk AS; Ekkilsøyveien 291, 6530 Averøy		
Kontakt person	Tor Gunnar Otterlei	tgotterlei@hotmail.com	950 89 318

**Oppdragsansvarlig**

Selskap	Havbrukstjenesten AS; Siholmenveien 34; 7260 SISTRANDA Organisasjon nr. 963 554 052		
Feltarbeid ansvarlig	Dag Slettbo	dag@havbrukstjenesten.no	47 92 72 22
Rapport ansvarlig	Jenny-Lisa Reed <i>JL Reed</i>	jenny.lisa@havbrukstjenesten.no	90 88 34 23
Kontrollert av	Arild Kjerstad	arild@havbrukstjenesten.no	90 94 20 55

**Innholdsfortegnelse**

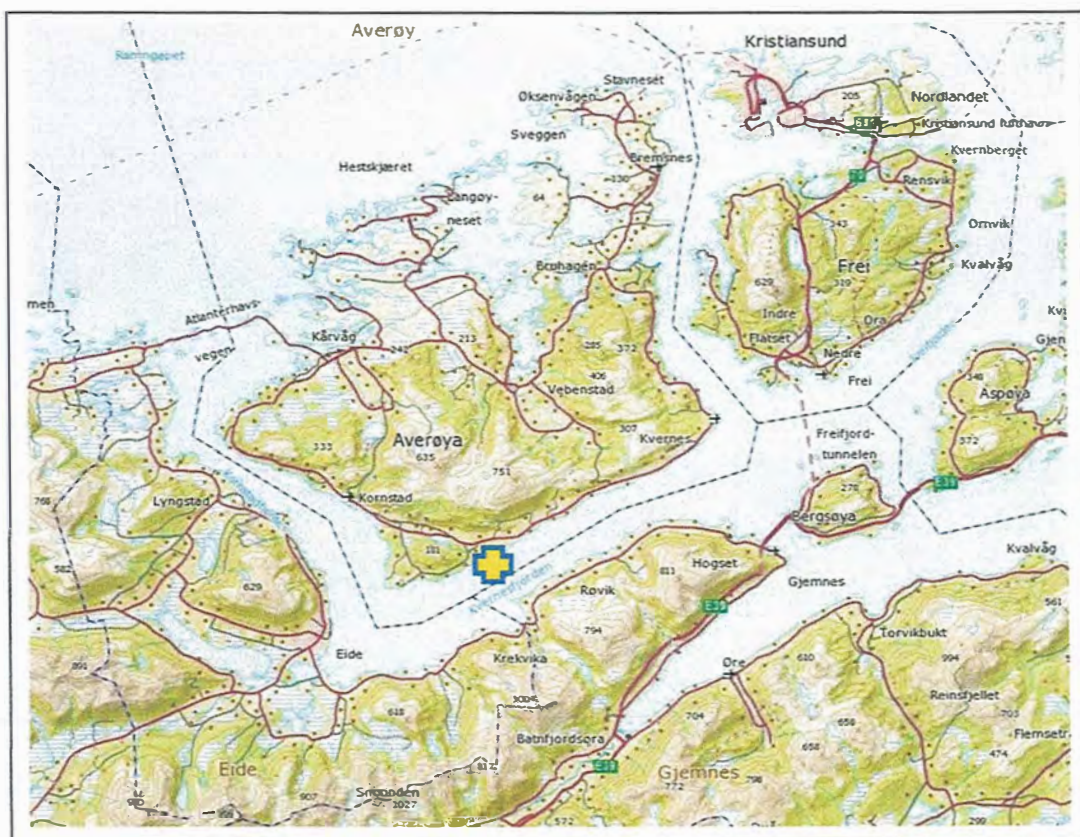
<b>1. Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Områdebeskrivelse</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Metodikk</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Resultater</b> .....	<b>6</b>
4.1 Strømdata sammendrag .....	6
4.2 Strømroser .....	7
4.3 Strømhastighet mot strøm retning matrise.....	8
4.4 Strømmens hastighetsfordeling. ....	9
4.5 Strømmens retningsfordeling. ....	9
4.6 Tidsdiagram - strømhastighet. ....	10
4.7 Tidsdiagram - strømretning. ....	10
4.8 Tidsdiagram - temperatur. ....	11
4.9 Progressiv vektor diagram.....	11
4.10 Fordelingsdiagrammer. ....	12
4.11 Strømdata per 8 retningssektorer. ....	13
<b>5. Diskusjon strøm</b> .....	<b>14</b>
5.1 Strømhastighet.....	14
5.1.1 Maksimal, signifikant maksimal og høye strømmålinger (> 30 cm/s).....	14
5.1.2 Gjennomsnitt strømhastighet.....	14
5.1.3 Null målinger (< 1cm/s) og varighet .....	14
5.2 Vannutsiftning .....	14
5.2.1 Vannutsiftning og Neumann parameter .....	14
<b>6. Vedlegg - kvalitetssikring av data</b> .....	<b>16</b>
6.1 Databearbeiding.....	16
6.2 Data kvalitetssikring .....	17
6.3 Fjernet data .....	17
<b>7. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjon under måleperioden</b> .....	<b>18</b>
<b>8. Vedlegg - Parameter og Beskrivelse</b> .....	<b>19</b>
<b>9. Vedlegg - Referanser</b> .....	<b>20</b>

## 1. Forord

Havbrukstjenesten AS har på oppdrag fra Skjerneset Fisk utført strømmålinger ved Mork som er vurdert etter beliggenhet, strømforhold, temperatur og vannutskifting.

## 2. Områdebeskrivelse

Ønsket lokalitet Mork ligger i Kvernesfjorden i Averøy kommune, Møre og Romsdal. Mork ligger på sørsiden av Averøy. Kvernesfjorden er orientert NØ – SV.




Figur 2.1. Oversiktskart over området. Strømmålingene er anvist med 

Kart er hentet fra Fiskeridirektoratets kartverktøy.

### 3. Metodikk

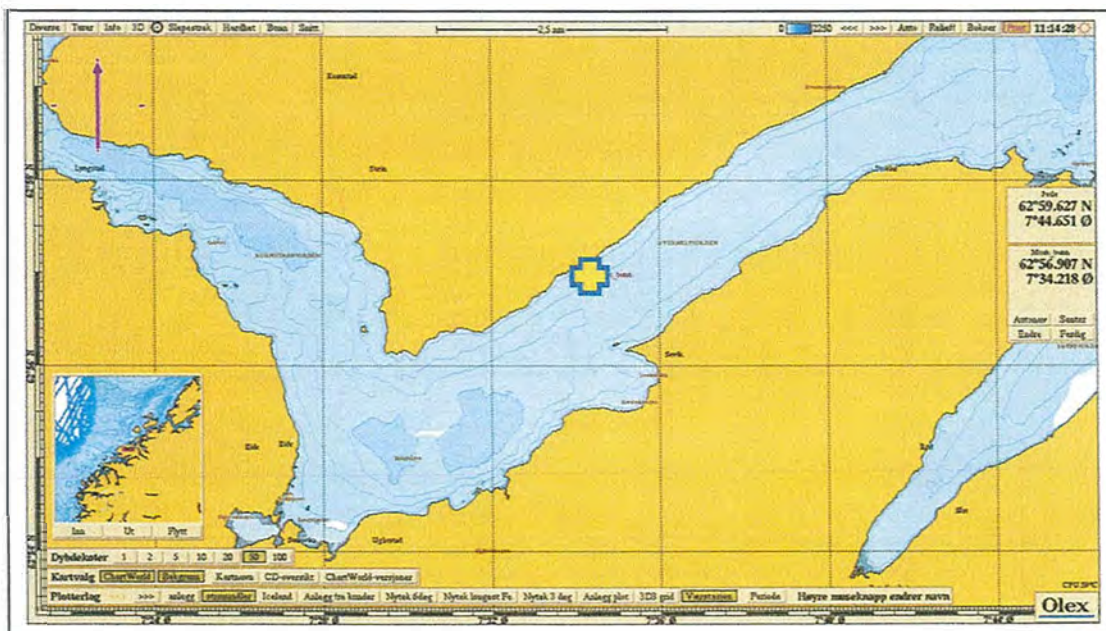
Strøm var målt av Havbrukstjenesten AS og informasjon om måleperiode og instrumenter brukt er oppgitt i tabellene under.

Tabell 3.1. Instrument rigg posisjon.

Merke	Dyp	Posisjon
	Rigg på 5m og 15m	62°56.907' N; 07°34.218' Ø

Tabell 3.2. Måle dybde, instrumenttype, måleperiode, antall døgn, måleintervall og antall målinger.

Måle dybde (m)	Instrument type	Måleperiode	Antall døgn	Intervall	Antall målinger
Bunn (46m)	SD6000	05.03.16 – 28.03.16	22.7	10 min	3265



Figur 3.1. Plassering av strømmålere i området.

Kart er hentet fra Olex.



## 4. Resultater

### 4.1 Strømdata sammendrag

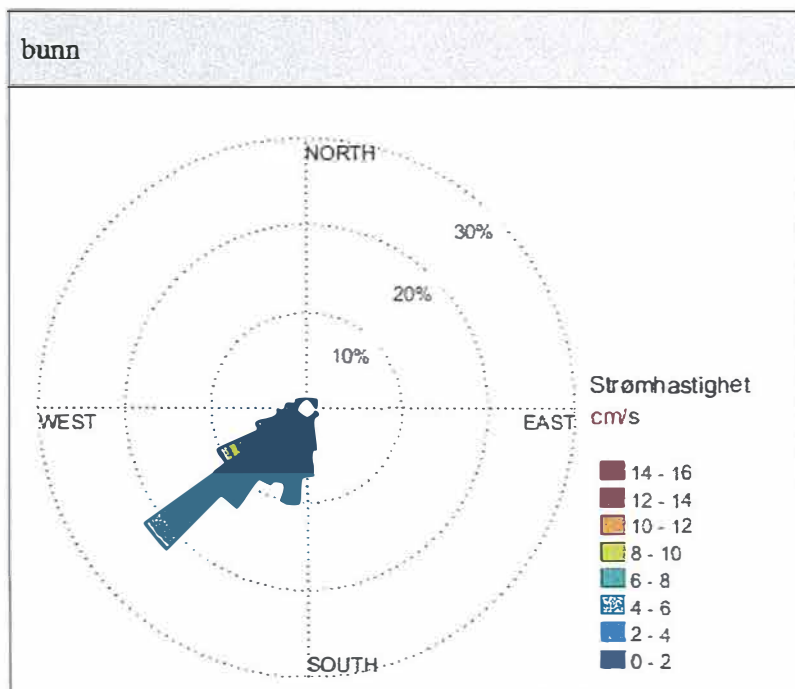
Resultater per måledyp over hele måleperioden er sammenfattet i Tabell 4.1.1.

Tabell 4.1.1. Strømdata sammendrag på bunn.

<b>bunn</b>	
Sjøtemperatur (°C)	6.7 - 8
<b>Strømhastighet</b>	
Maksimum (cm/s)	14.4
Gjennomsnitt (cm/s)	2.1
Minimum (cm/s)	0.6
Signifikant maks (cm/s)	4.1
Signifikant min (cm/s)	1
Varsians (cm/s) <sup>2</sup>	4.2
Standard avvik (cm/s)	2
% ≤ 1cm/s	54.4
Lengst periode ≤ 1cm/s (min)	1390
% ≤ 3cm/s (dvs. 0 - ≤3cm/s)	82.6
Lengst periode ≤ 3cm/s (min)	3870
% > 30cm/s	0
Lengst periode > 30cm/s (min)	0
<b>Effektiv transport</b>	
Hastighet (cm/s)	1.8
Retning grader (deg)	225
Neuman-parameter	0.87
Gjennomsnitt vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	1809

## 4.2 Strømroser

Strømroser viser strømhastighet og retning under hele måleperioden. Strømroser gir en indikasjon av hovedstrømretning og om tidevanns ellipse er rettlinjet eller sirkulær.



### 4.3 Strømhastighet mot strøm retning matrise.

Strømrørninger er fordelt på 15° sektorer (sektorene er vist i venstre kolonne).

Den nederste linjen vises den prosentvise fordelingen av de registrerte strømhastigheten.

Kolonnen til høyre vises den prosentvise fordeling av de ulike 15° sektorer og utregning av antall kubikkmeter vann som i måleperioden vil passere et tenkt vindu på 1x1 meter i den aktuelle strømrørning.

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

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

Merk at fordi det er flere målinger = 1cm/s, er  $\% \leq 1\text{cm/s} = 54.4\%$  mens i tabellen under er det oppgitt  $< 1\text{cm/s} = 0.1\%$ .

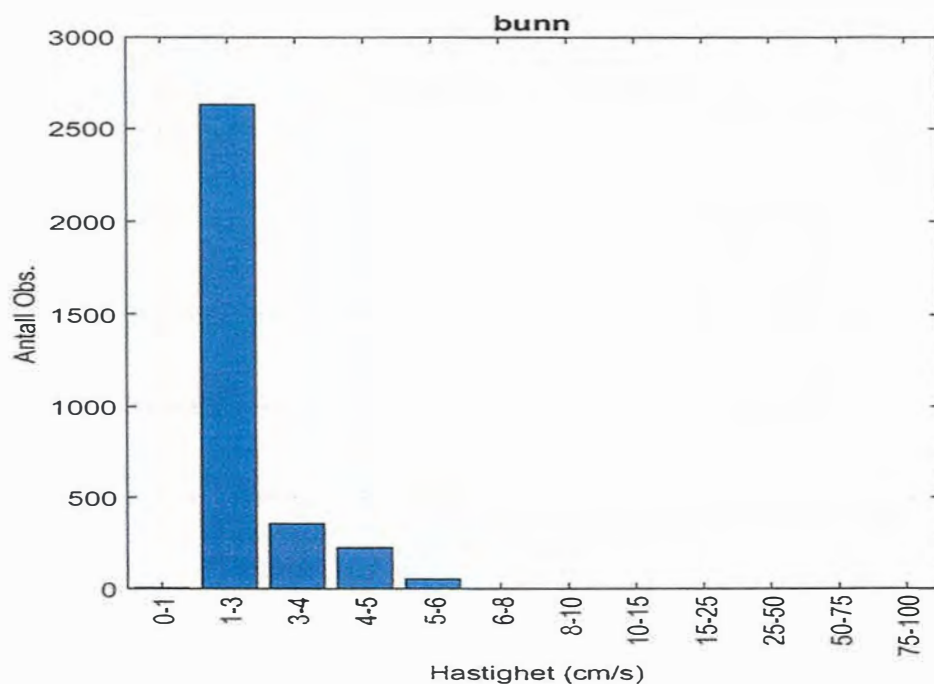
Det er også flere målingene = 3cm/s og derfor er  $\% \leq 3\text{cm/s} = 82.6\%$  mens i tabellen under er det oppgitt  $\geq 1\text{cm/s} - < 3\text{cm/s} = 80.6\%$ .

*Strømhastighet og retning.*

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	Antall obs	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	%	cm/s
N	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.1	38	0.1	2.4
N	15	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.1	64	0.2	3.2
NØ	30	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.1	31	0.1	2.2
NØ	45	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.1	20	0.0	1.2
NØ	60	0	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0.8	316	0.8	4.6
Ø	75	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0.4	204	0.5	3.6
Ø	90	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0	5	0.0	0.8
Ø	105	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.2	70	0.2	2.6
SØ	120	0	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0.7	241	0.6	3.0
SØ	135	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.2	78	0.2	3.4
SØ	150	0	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0.8	250	0.6	3.6
S	165	0	95	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	3.2	851	2.1	4.2
S	180	2	335	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	362	11.1	2840	6.9	4.6
S	195	0	417	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445	13.6	3587	8.7	4.6
SV	210	0	412	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	439	13.4	3551	8.7	5.2
SV	225	0	712	112	63	0	0	0	0	0	0	0	0	887	27.2	10458	25.5	8.4
SV	240	0	285	87	151	51	0	0	0	0	0	0	0	574	17.6	14398	35.1	14.4
V	255	0	156	28	8	1	0	0	0	0	0	0	0	193	5.9	2454	6.0	10.0
V	270	0	44	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	1.6	571	1.4	3.6
V	285	0	49	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	1.6	450	1.1	4.0
NV	300	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.2	104	0.3	3.4
NV	315	0	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0.7	254	0.6	3.2
NV	330	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.1	65	0.2	4.0
N	345	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.3	116	0.3	3.2
Antall obs		4	2631	355	223	52	0	0	0	0	0	0	0	3265	100	0	0	0
%		0.1	80.6	10.9	6.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	0	0	0	0

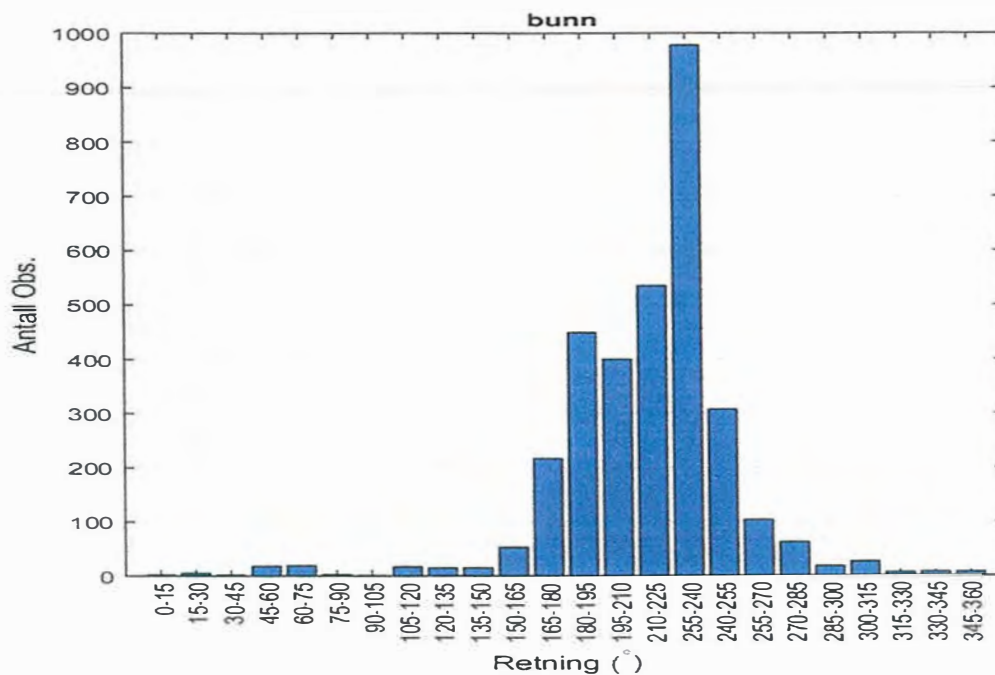
#### 4.4 Strømmens hastighetsfordeling.

Strømmens hastighetsfordeling uten hensyn til retning. Antall registreringer på stående akse og hastighetsgruppe på liggende akse.



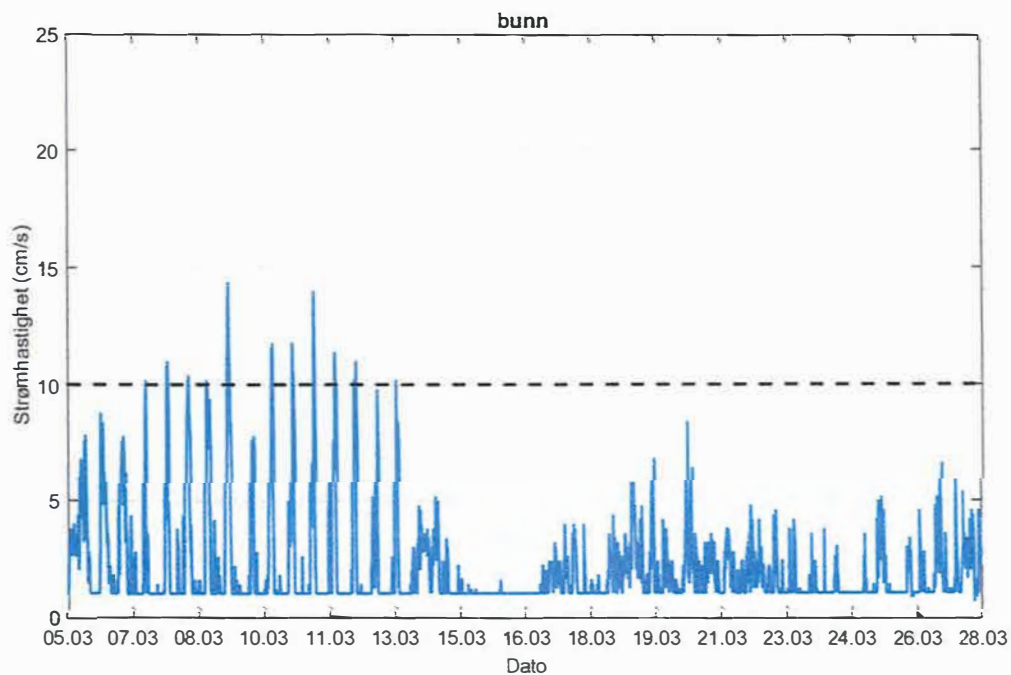
#### 4.5 Strømmens retningsfordeling.

Strømmens retning fordelt på 15° sektorer. Antall registreringer på stående akse og 15° sektorer på liggende akse.



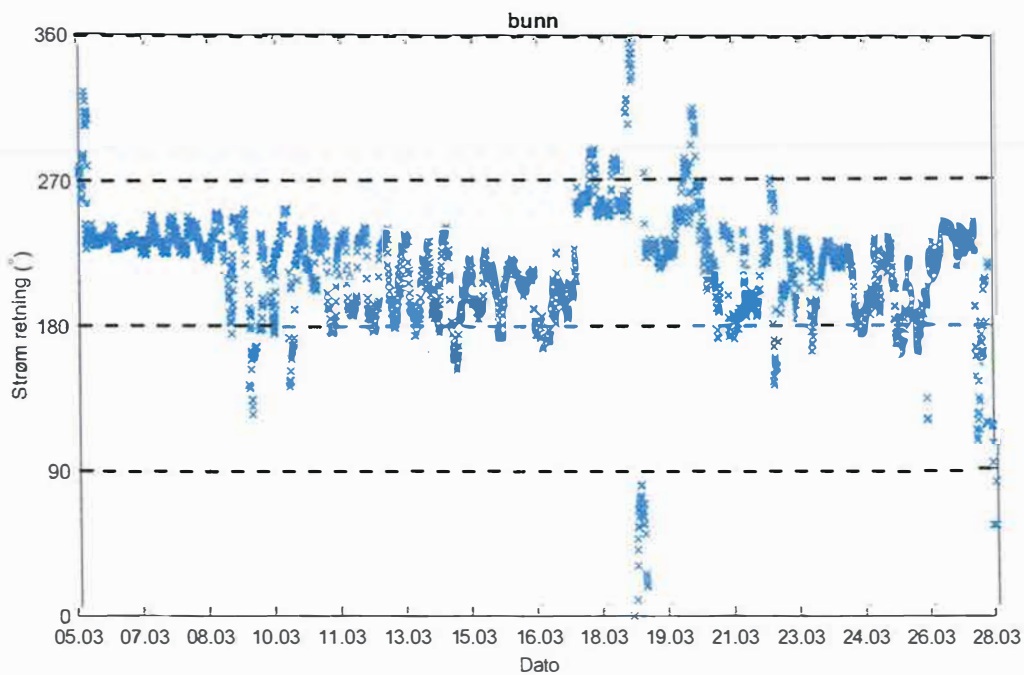
#### 4.6 Tidsdiagram - strømhastighet.

Strømhastighet på stående akse og tid på liggende akse.



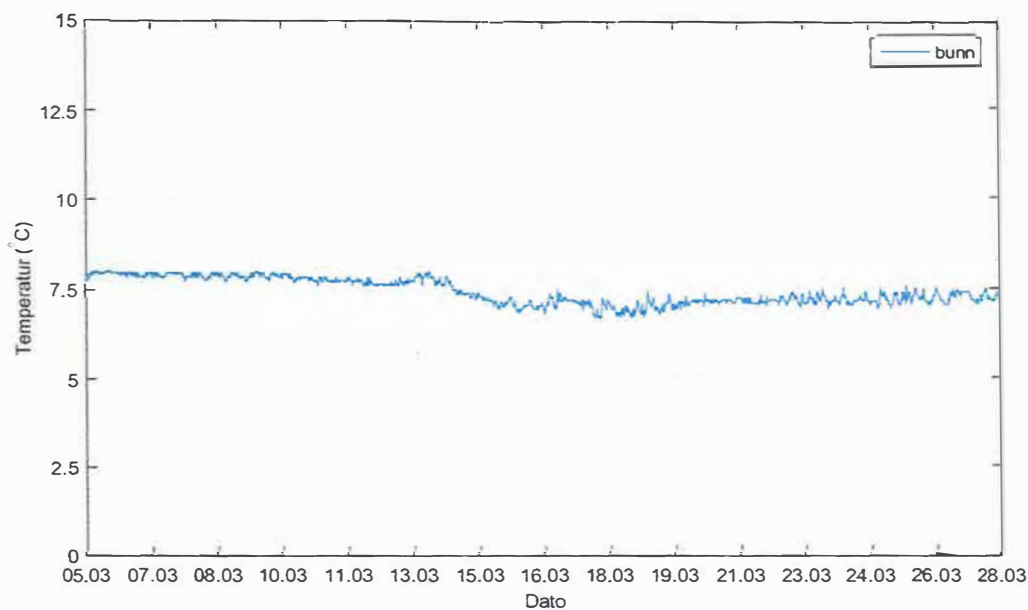
#### 4.7 Tidsdiagram - strømretning.

Strømretning på stående akse og tid på liggende akse.



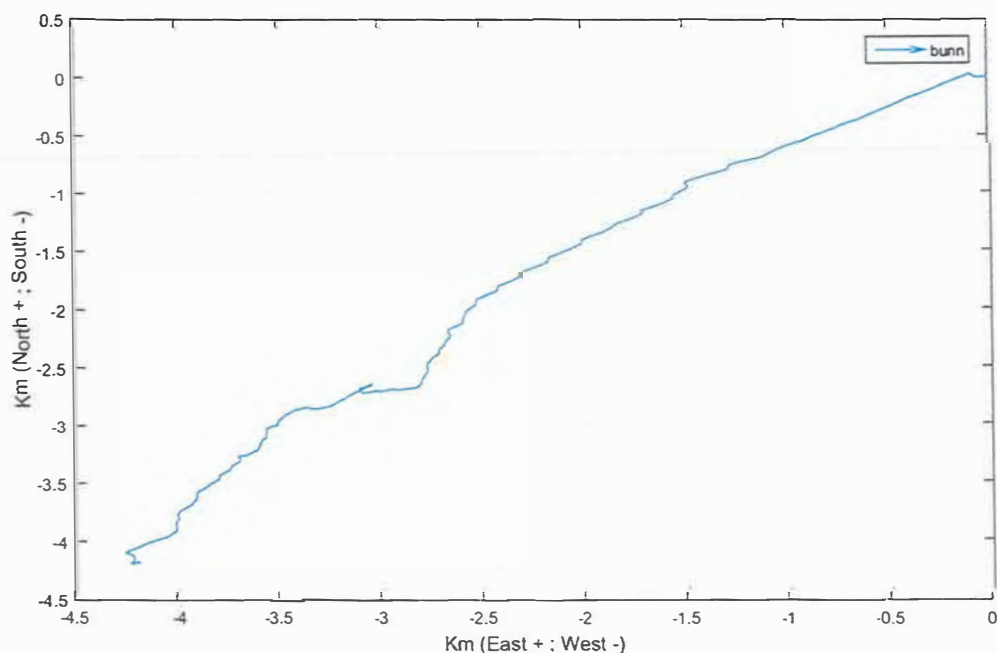
#### 4.8 Tidsdiagram - temperatur.

Temperatur på stående akse og tid på liggende akse.



#### 4.9 Progressiv vektor diagram.

Diagrammet viser hvor langt og hvordan en tenkt merket vannpartikkel som befinner seg i strømmåleren sin posisjon ved målestart, vil drive av sted fra måling til måling. Det gir en indikasjon av vannutskifting i måleperioden.

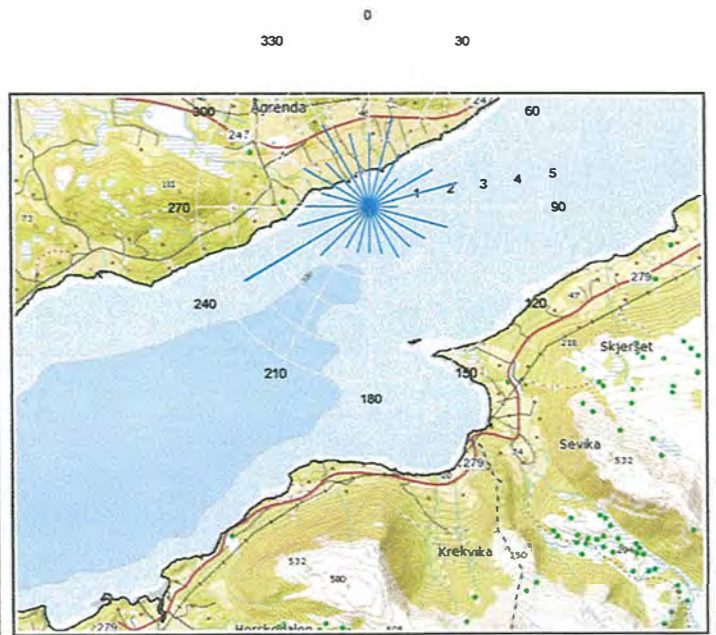
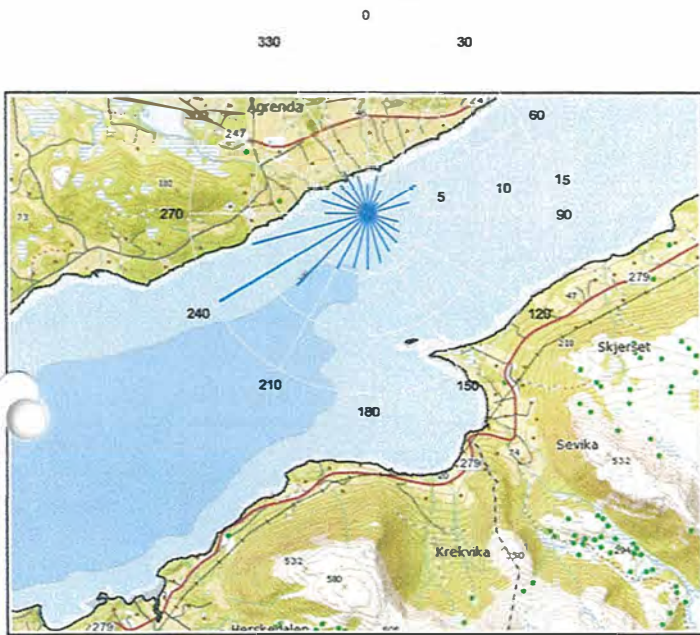


### 4.10 Fordelingsdiagrammer.

Kurver viser den maksimale strømshastighet som er målt i hver 15° sektor i løpet av måleperioden.

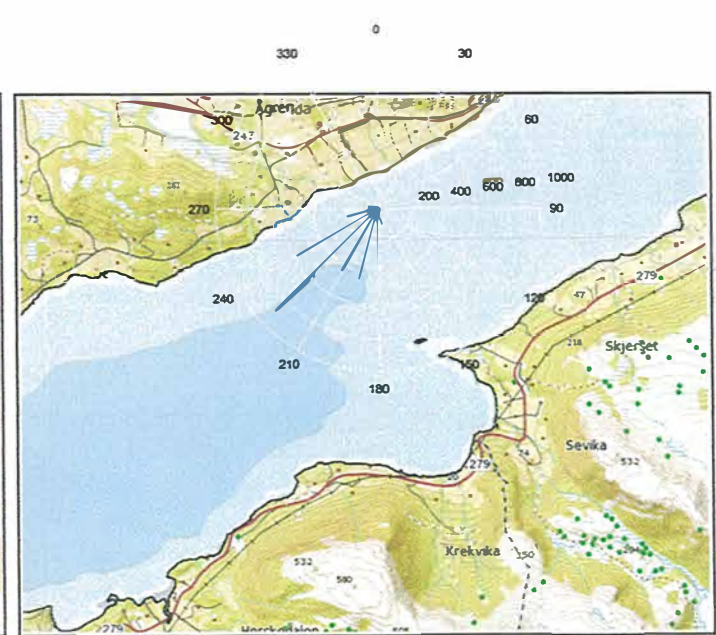
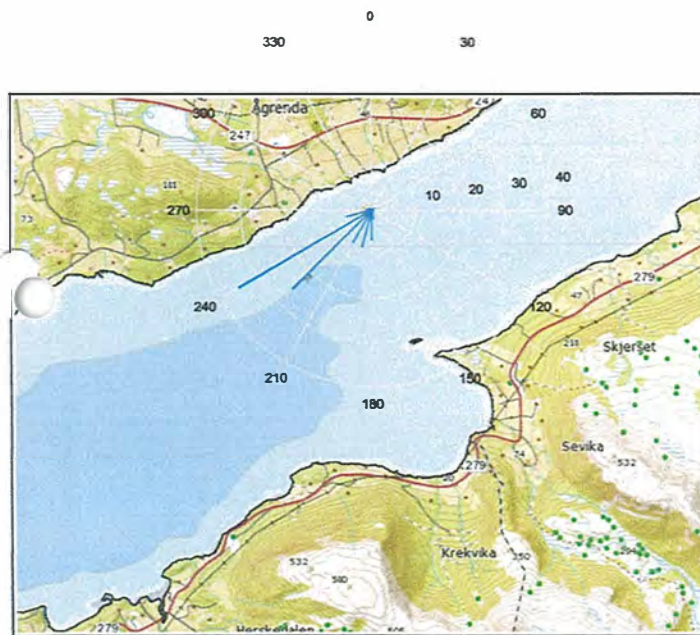
*Maksimal strømshastighet.*

*Middelshastighet.*



*Relativ vannfluks.*

*Antall målinger.*



#### 4.11 Strømdata per 8 retningssektorer.

Tabell 4.11.1. Maksimal strømhastighet, gjennomsnitt strømhastighet, relativ vannutskiftning og antall målinger per 8 retningssektorer.

	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°
<b>Maksimal</b>	3.2	4.6	3.6	3.6	4.6	14.4	10	4
<b>Gjennomsnitt</b>	2.3	2	2.4	1.7	1.3	2.5	1.9	2
<b>Relativ vannutskiftning</b>	16	31	19	55	910	1900	298	36
<b>Antall målinger</b>	0.5	0.9	0.7	1.4	17.7	69.2	8.5	1



## 5. Diskusjon strøm

### 5.1 Strømhastighet

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

Maksimal strømhastighet var 14.4 cm/s mot VSV.  
Det var ikke mange tilfelle av strøm > 10cm/s.

#### 5.1.2 Gjennomsnitt strømhastighet

Gjennomsnitt strømhastighet var 2.1 cm/s.

#### 5.1.3 Null målinger (< 1cm/s) og varighet

Prosent nullmålinger ( $\leq 1$  cm/s) er mindre enn 54.4%.  
Det betyr at mer enn halvparten av målingene var  $\leq 1$  cm/s.  
Lengst varighet for strøm < 1 cm/s er 22t 10 min.

### 5.2 Vannutskifting

#### 5.2.1 Vannutskifting og Neumann parameter

Vannutskifting er vurdert bra, fordi vann beveger seg bort fra start punkt og ikke bare flytter seg fram og tilbake til start punkt. Neumann parameter er vurdert som svært stabil.

Tabell 5.1. Strømmålinger opplysninger per instrument.

Dyp	bunn
<b>Strømmåling opplysninger</b>	
Strømmåling utført av	Havbrukstjenesten AS
Rigg koordinater	62°56.907' N 07°34.218' Ø0
Dyp ved målestед	48m
<b>Måleperioden</b>	
Måleperioden	05.03.16 – 28.03.16
Måleperioden varighet	22.7 døgn
<b>Databehandling</b>	
Filnavn rådata	Skjervika 1585 bunn.SD6
Data return	100 %
Antall målingene	3265
Antall manglende / fjernet målingene	0
<b>Instrument opplysninger</b>	
Måler ID nr	Serial No: 1585
Instrumenttype, modell	SD6000
Leverandør	Sensordata AS / Noomas AS
Kalibrering	Utført hos Sensordata AS / Havbrukstjenesten AS ifbm rutine/kontroll.
Strømhastighet nøyaktighet	±0.5cm/sek. Det oppgis ingen nøyaktighet
Strømhastighet rekkevidde / terskelverdi	terskelverdi 2 cm/s (vektor gjennomsnitt)
Strømretning nøyaktighet	±7°
Kompass justert for misvisning av Havbrukstjenesten AS	Nei
Temperatur nøyaktighet rekkevidde	0.05 °C. Ingen rekkevidde oppgitt

## 6. Vedlegg - kvalitetssikring av data

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

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

Havbruktstjenesten 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, målerdyp, kontakt person og oppdragsgiver, tidspunkt for utsett og opptak, og et kommentarfelt for eventuelle observasjoner ved utsett og opptak.

Ved opptak blir måleinstrument undersøkt for begroing, andre ting som kunne har påvirket målinger og fysisk skade. Det kommenteres på riggskjema og i rapporten og mulig påvirkning av resultater er vurdert. Verdier som er benyttet i rapporten er troverdige og uten behov for støyfiltrering eller annen korleksjon.

Rådata er kvalitetssikret gjennom egne prosedyrer og instrumentenes produsent etter bestemte kriterier. Hvor disse kriteriene ikke blir møtt er data kritisk vurdert. Uteliggere er også vurdert og data fjernet som nødvendig.

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

### 6.1 Databearbeiding

#### SD6000

Rådata er først vurdert ved bruk av SD6000W programvare. Data er deretter eksportert til en \*.txt fil for bearbeiding etter egne prosedyrer ved bruk av interne programmer.

#### *Måleperioden*

SD6000 stoppet opp etter 22.7 dager på grunn av lite batteri. Det var ingen begroing på instrumenter og ingen data var vurdert feil eller usikre på grunn av dette. Det er vurdert at strømmen på er vurdert bra nok for å representere en hel måleperioden selv om de er tatt over 22.7 dager og ikke 28 dager.

#### *Rigg tilstand etter måling*

Data er vurdert av god kvalitet men det var mange registrerte målinger på  $\leq 1$  cm/s. Det kan tyde på lengre perioder med strømhastighet som er lavere enn instrumentets startfriksjon på ca. 1.4 cm/s, eller at det var noe som hindret rotor fra å bevege seg under måleperioden. Det var imidlertid ingen tegn på at noe har hindret rotor da instrument var tatt opp. Det er sannsynlig at startfriksjon i stor grad har ført til lave målinger.

## 6.2 Data kvalitetssikring

### SD6000

Kriteriene som er brukt å kvalitetssikre data er oppgitt i Tabell 6.2.1.

Parameter	QC
Temperatur	Manuell sjekk av data for stabil temp ( $\Delta < 1^\circ$ ) (ser 4.8)
Strømhastighet	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling, Tabell 6.2.2). Lav og sterk strøm vurderes på forskjellige 'kriteria' i forhold til endringer mellom målinger*.
Retning	Stabil (ingen store endringer fra en måling til neste måling). Lav og sterk strøm vurderes på forskjellige 'kriteria' i forhold til endringer mellom målinger.

Tabell 6.2.2. IOC teoretiske forskjeller i strømhastighet fra en måling til det neste.

$\Delta t$ (min)	Teoretisk $u_1 - u_2$ (m/s)	Faktor	Godkjent $u_1 - u_2$ (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 tidevanns strømhastighetskurver) har disse forskjellene blitt økt med de oppgitte faktorer, mens u er satt til 1 m/s siden variabilitet øker med avtagende strøm (u).

\* Strømhastighet har en startfriksjon på ca. 1.4 cm/s. Hvis rotoren har ikke beveget seg i løpet av et registreringsintervall skal strømhastighet bli registrert som 0cm/s. Siden det godt kan være strømhastighet rundt ca. 1cm/s, og fordi den gjennomsnittlige strømhastighet som er tatt hvert 10. min er en vektor gjennomsnitt, er strømhastighet da registrert som 1 cm/s (og ikke 0 cm/s). Retning er målt.

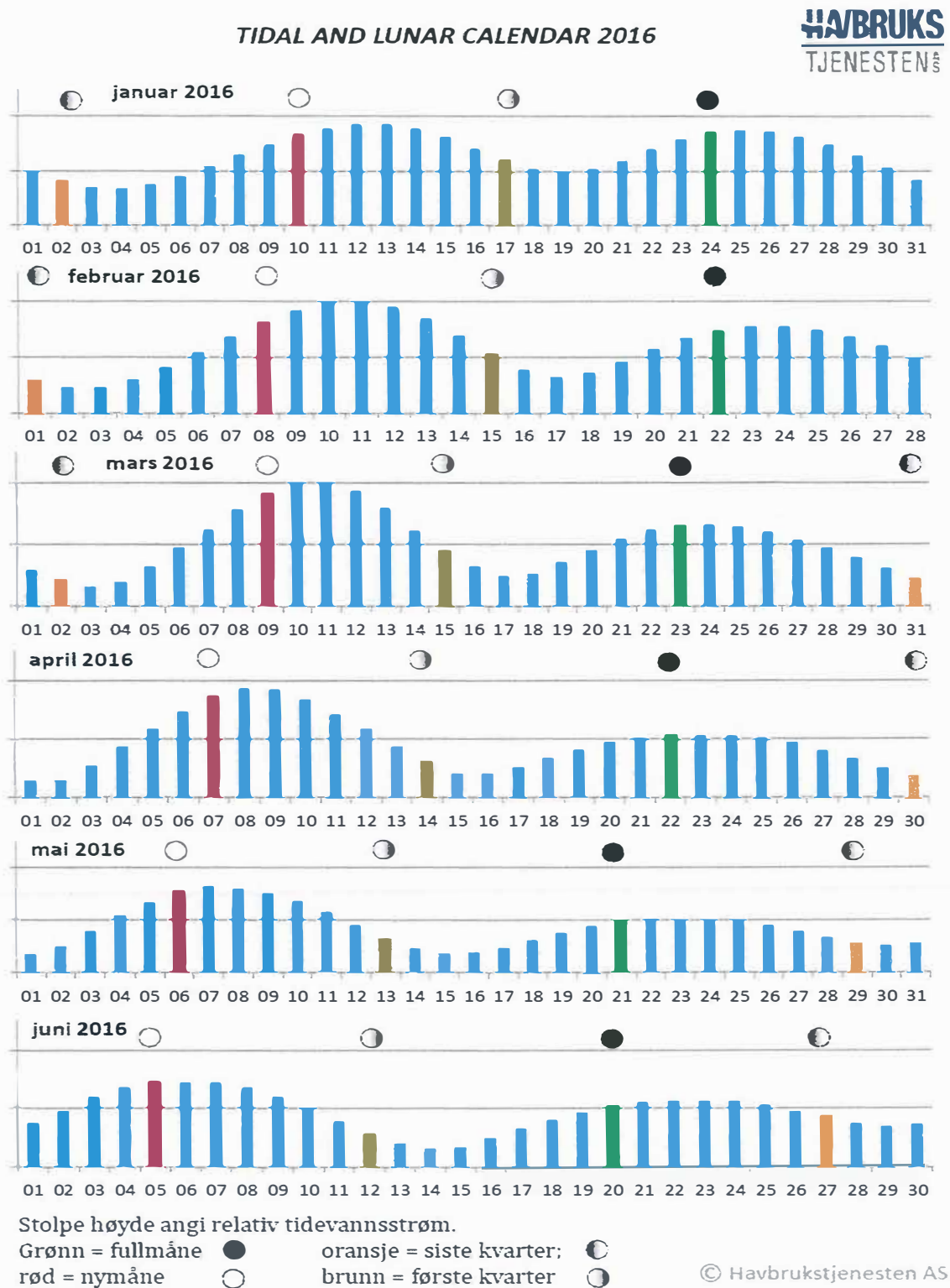
Hvis i løpet av 5 intervaller, de 5 registreringer = 1cm/s og retning ikke har endret seg, da er den registrerte strømhastighet 1 cm/s.

Hvis i løpet av 5 intervaller, de 5 registreringer = 1cm/s og retning har endret seg, da er den registrerte strømhastighet <1 cm/s.

## 6.3 Fjernet data

Ingen datapunkter er fjernet fra målingene.

7. Vedlegg – Månedlige tidevannsvariasjon under måleperioden



Figur 7.1. Månedlige tidevannsvariasjoner.

## 8. Vedlegg - Parameter og Beskrivelse

Tabell 8.1. Parametere brukt i rapporten og beskrivelse parametere.

Parameter	Beskrivelse
Sjøtemperatur (°C)	Temperatur i vannet målt ved måledyp
<b>Strømhastighet</b>	
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
Variance (cm/s) <sup>2</sup>	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 høy spredning av data. Standard avvik = kvadratrot (variens)
% < x cm/s	Matematisk beregning av hvor ofte strømhastighet var < xcm/s
Lengst periode < x cm/s	Varighet lengste periode med strømhastighet < xcm/s
<b>Effektiv transport</b>	
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	Viser noe om stabiliteten til strømmen i vektorretningen. Stabil strøm (høy Neumann parameter) betyr at strøm renner i 'en' retning og beveger seg bort fra start punkt hele tiden. Ustabil strøm (lav Neumann parameter) betyr at strøm renner i mange retninger og er ikke stabil i en retning og kanskje bare flytter seg fram og tilbake til start punkt. For eksempel en Neumann parameter på 0.7 sier at strømmen i løpet av måleperioden renner med 70% stabilitet i vektorretning. Det er klassifisert som svært stabil strøm.
Vannforflytning (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	Hvor mye vann som renner gjennom ei rute på 1 m <sup>2</sup> i løpet av et døgn. Gjennomsnittlig total vannutskifting per døgn – alle retninger.

## 9. Vedlegg - Referanser

1. Brukerveiledning. SD6000.
2. 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](http://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=20423&version=1st%20edition&lang=1&format=1)
3. NS 9425-1:1999. Oseanografi – Del 1: Strømmålinger i faste punkter. Norsk Standard 1999. 6s.
4. 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.