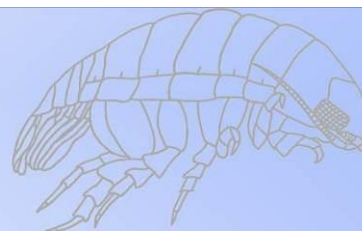


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



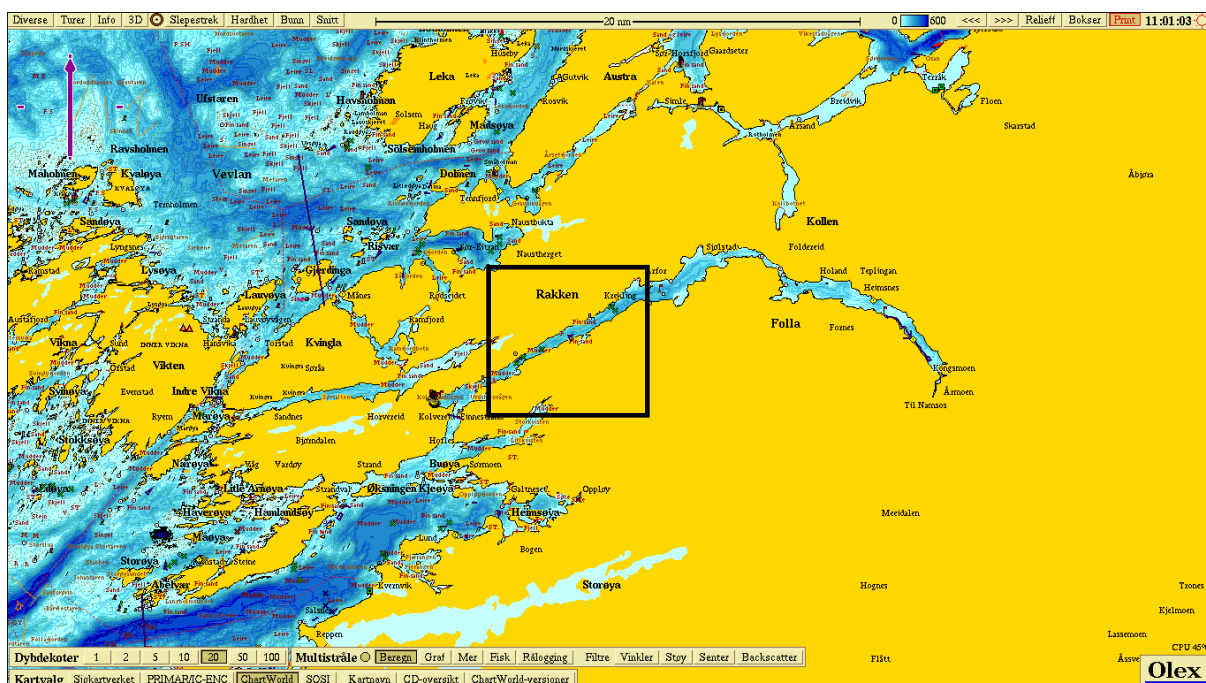
e-rapport nr: 2-2015

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Storvikbukta i Follafjorden, Nærøy kommune, mai 2014

Vidar Strøm

Øydis Alme

Per-Otto Johansen





ID: 10723 Versjonsnr: 006

Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av sammendrag SAM e-rapport

Uni Research Miljø : Sammarin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

| | | |
|---|-------------------------|--|
|  | <p>SAM-Marin</p> |  |
| Uni Research Miljø SAM-Marin Thormøhlensgt. 55 5008 Bergen, Norway | | Tlf: 55 58 44 05 E-post: Sam-marin@uni.no Internet: www.uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA |

| | |
|--|---------------------------|
| Rapportens tittel: MOM C undersøkelse fra lokalitet Storvikbukta i Follafjorden, Nærøy kommune, mai 2014 | Dato: 4.2.2015 |
| Forfatter(e): Vidar Strøm, Øydis Alme, Per-Otto Johansen | Antall sider og bilag: 48 |
| Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS, Region Nord | Prosjektleder: Øydis Alme |
| | Prosjektnummer: 808321 |
| | Tilgjengelighet: Åpen |

Abstract: On assignment from Marine Harvest Norway AS, SAM-Marin in cooperation with Aqua Kompetanse AS, was hired to investigate the marine area by the fish farm Storvikbukta, located in Follafjorden, Nærøy, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Stor 1, located in the near zone, Stor 2, in the transition zone 320 m south of the fish farm, and Stor 3, which lies 6 km south-west of the fish farm, in the remote zone. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was mostly low, but elevated at Stor 1. The total organic carbon (TOC) showed low levels (classification II - Good) at all three stations. The organic content expressed as % volatile total solids also indicated a low organic content at all stations. The sediment at Stor 1 consisted of 60 % sand and 40 % silt and clay. At Stor 2 and 3 the sediment was more fine grained, with around 80 % silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water at Stor 3 had a high oxygen concentration, which gave the classification II - Good. The soft bottom macro fauna investigation showed good conditions at all three stations. Stor 2 and 3 were also investigated in a survey in 2013. Both show the same classification as before, but at Stor 3 all indexes have decreased and the average has gone down from 0,72 to 0,60 and is now bordering on classification III - Moderate.

| | | |
|--|---|--------------------------|
| Keywords: Fish farm, recipient, MOM C, benthos, sediment | Emneord: Fiskeoppdrett, resipient, MOM C, bunndyr, sediment | ISSN NR.: 1890-5153 |
| | | SAM e-Rapport nr. 2-2015 |

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|----------|----------------------------|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 4.2.2015 | <i>Per - Otto Johansen</i> |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 4.2.2015 | <i>Øydis Alme</i> |

ID: 10723 Versjonsnr: 006

Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av sammendrag SAM e-rapport

Uni Research Miljø : Sam- marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 17.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

SAM-marin er en del av Uni Research Miljø (Uni Research AS), og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert ved SAM-marin:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Linda Hagen, Nasir Elshaik

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Linda B. Pedersen, Ingrida Petrauskaite, Maria Knoph, Linda Jensen

Identifikasjon av marin fauna utført av: Per Johannessen, Lenka Nealova

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Polarcirkelbåten, Aqua Kompetanse AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment Testing Norway AS/Eurofins Umwelt Ost GmbH
akkrediteringsnummer Test 003/D-PL-14081-01-00

Akkreditert: P, Cu, Zn, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: MoLab AS **akkrediteringsnummer** Test 032

Akkreditert: Kornfordeling, glødetap (TOM)

Ikke akkreditert: -

Andre: -

MOM C-undersøkelse ved lokalitet Storvikbukta i Follafjorden, mai 2014

| Informasjon oppdragsgiver : | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| Rapport tittel: | MOM-C undersøkelse ved lokaliteten Storvikbukta i Follafjorden, Nærøy kommune, mai 2014 | | |
| Rapport-nummer: | SAM e-rapport nr. 2-2015 | Lokalitetens navn: | Storvikbukta |
| Lokalitetsnummer: | 10421 | GPS, senter i anlegg: | 64°55.736N 11°54.755Ø |
| Fylke: | Nord-Trøndelag | Kommune: | Nærøy |
| MTB-tillatelse: | 3120 tonn | Driftsleder: | Svein Oluf Øren |
| Dato undersøkelse: | 13. mai 2014 | Dato rapport: | 4.2.2015 |
| Oppdragsgiver: | Marine Harvest region nord v/ Frank Øren | | |

| Hovedresultater fra MOM C-undersøkelse (NS 9410:2007) : | | | | | |
|--|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|
| Stasjoner | | Stor 1 (nærsonne) | Stor 2 (overgangssone) | Stor 3 (fjernsonne) | Parametre |
| GPS (prøvestasjoner): | | 64°55.723N 11°54.591Ø | 65°55.584N 11°55.034Ø | 64°53.990N 11°47.916Ø | |
| Kjemi: pH/Eh/ | | 8,0 / - 271 | 7,9 / 270 | 7,8 / 252 | |
| Fauna Fauna tilstandsklasse (Veileder: 02:2013) | Antall arter (S) | 40 | 71 | 76 | |
| | Antall ind. (N) | 4050 | 687 | 1498 | |
| | Ant. taxa (ASC) | 40 | | | |
| | NQII | | 0,78 - II (God) | 0,73 - II (God) | |
| | Shann. Wien. (H) | | 3,86 - II (God) | 3,85 - II (God) | |
| | Hurl.ind.(ES _{n=100}) | | 26,4 - II (God) | 24,4 - II (God) | |
| | J, Jevnhet (0-1): | | 0,68 | 0,66 | |
| | ISI | | 10,1 - I (Svært god) | 8,9 - II (God) | |
| | NSI | | 22,3 - II (God) | 19,7 - III (Moderat) | |
| | DI | | 0,49 - III (Moderat) | 0,82 - IV (Dårlig) | |
| | AMBI | | 1,69 | 2,34 | |
| | nEQR | | 0,71 - II (God) | 0,60 - II (God) | |
| | MOM-tilstand: | | Miljøtilstand 2 | | |
| Normal. TOC | TOC (mg/g): | 24,9 | 25,0 | 27,7 | |
| | TOC, tilst.klasse: | II (God) | II (God) | III (Moderat) | |
| Elementer Resultater + tilstandsklasse | Cu (mg/kg) | 19 | 24 | 21 | |
| | Cu, tilst.klasse: | I (Svært god) | I (Svært god) | I (Svært god) | |
| | P (g/kg): | 3700 | 950 | 930 | |
| | P, kommentar: | Svakt forhøyet | Lavt | Lavt | |
| | Zn, (mg/kg): | 120 | 110 | 91 | |
| Zn, tilst.klasse: | I (Svært god) | I (Svært god) | I (Svært god) | | |
| Oksygen | Målt verdi (%): | | | 65 | |
| | O ₂ , tilst.klasse: | | | II (God) | |
| Ansvarlig feltarbeid / Signatur: | | <i>Viktor Storm</i> | | | |

INNHOLD

| | |
|--|-----------|
| 1 INNLEDNING | 6 |
| 2 MATERIALE OG METODER | 7 |
| 2.1 Undersøkelsesområdet | 7 |
| 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder | 7 |
| 2.3 Produksjonsdata fra anlegget..... | 15 |
| 3 RESULTATER OG DISKUSJON..... | 16 |
| 3.1 Hydrografi | 16 |
| 3.2 Sediment..... | 17 |
| 3.3 Kjemi..... | 19 |
| 3.4 Bunndyr | 20 |
| 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON | 26 |
| 5 TAKK..... | 27 |
| 6 LITTERATUR | 28 |
| 7 VEDLEGG | 29 |
| Generell vedleggsdel | 29 |
| Vedleggstabell 1. Artsliste | 39 |
| Vedleggstabell 2. Geometriske klasser | 43 |
| Vedleggstabell 3. AMBI ømfintlighetsklasser..... | 43 |
| Vedleggstabell 4. Analysebevis Kjemi..... | 44 |
| Vedleggstabell 5. Analysebevis Geologi..... | 45 |
| Vedleggstabell 6. MOM B, B1 og B2 skjema..... | 47 |

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettsanlegget Storvikbukta i Follafjorden, Nærøy kommune i Nord-Trøndelag. Lokaliteten eies av Marine Harvest Norway AS. Prøvene ble tatt for SAM-Marin av Aqua Kompetanse AS den 13. mai 2014. Det ble også foretatt en undersøkelse etter MOM C-metodikken ved denne lokaliteten i februar 2013 (Strøm et al., 2013), og resultatene fra de to undersøkelsene vil sammenlignes.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra matfiskanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Veileder 02:2013, Molvær *et al.*, 1997 og Bakke *et al.*, 2007) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) i samarbeid med Aqua Kompetanse AS på oppdrag fra Marine Harvest region Nord AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

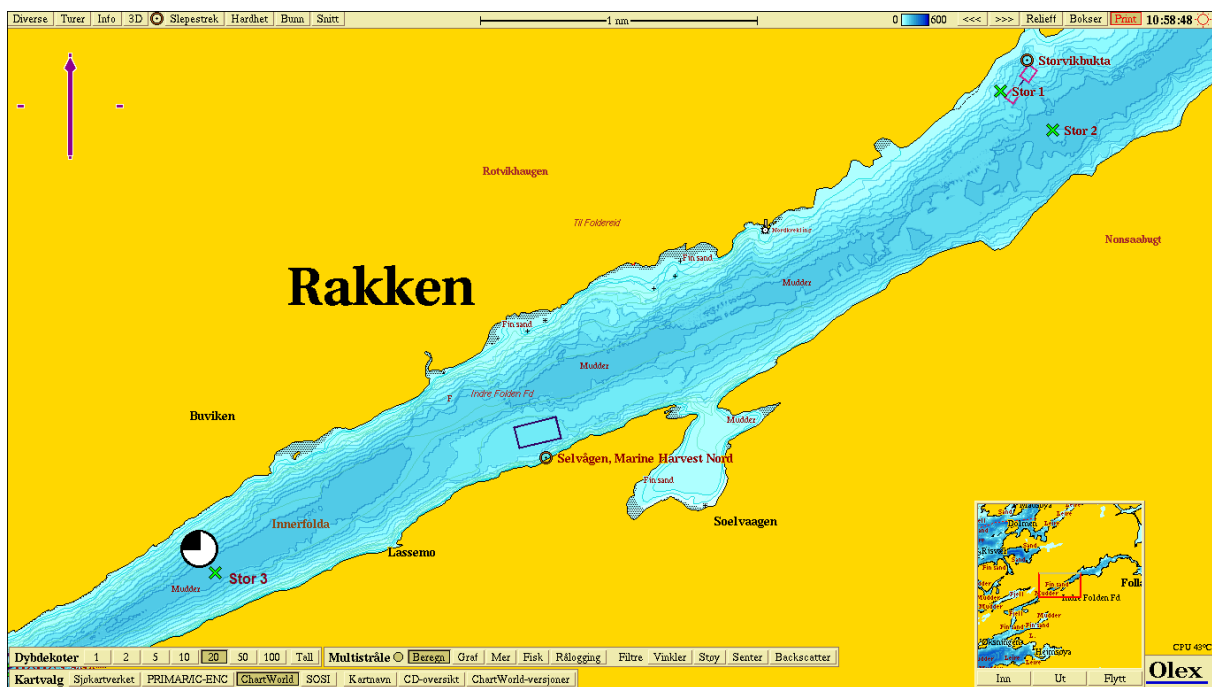
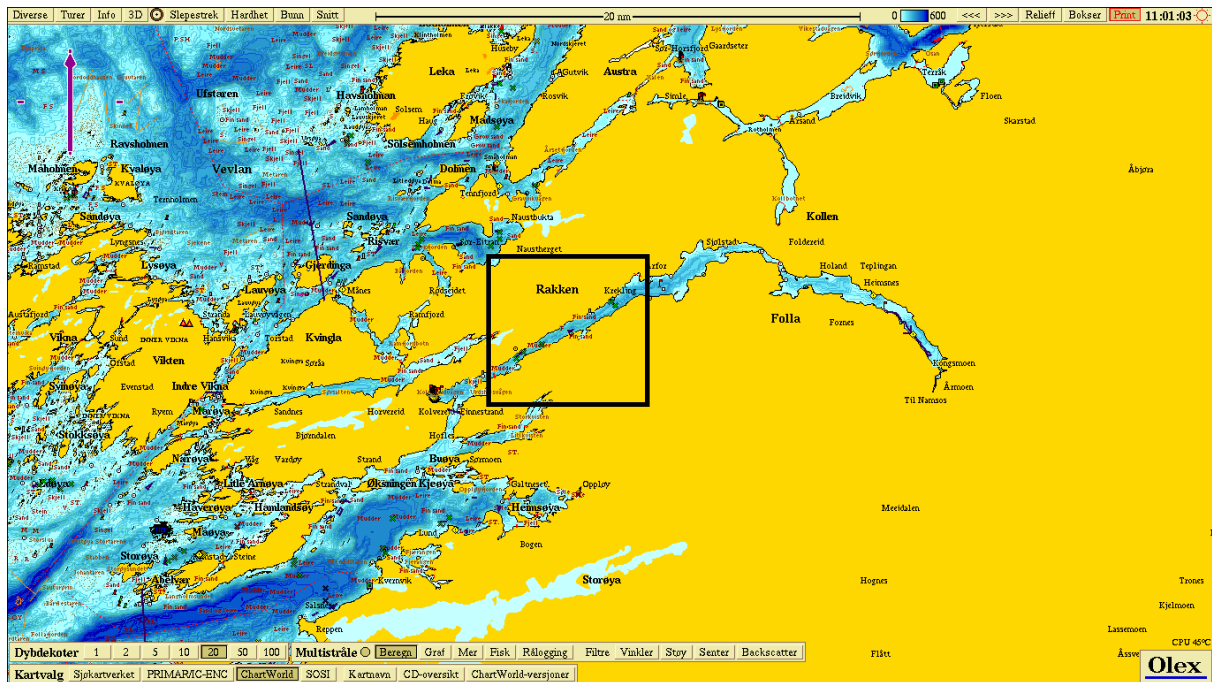
Undersøkelsesområdet ligger i indre Follafjord (figur 2.1 og 2.2) i Sørfold kommune, Nord-Trøndelag. Det største dypet i Follafjorden er ca. 180 m. Fjorden har en innløpsterskel på 12 meter, og fjorden strekker seg 42 kilometer innover fra innløpsterskelen til fjordbotnen. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon Stor 1 ligger i anleggets nærsone, Stor 2 i overgangssonen cirka 320 meter sør for anlegget, mens Stor 3 (kalt Sel 1 ved undersøkelsen i 2013) ligger i fjernsonen lenger utover i fjorden ca. 6 km sørvest for anlegget. Denne fjernsonestasjonen har fungert som en felles fjernsonestasjon med anlegget Selvågen, som ligger litt sør for Storvikbukta. Indre Follafjord har blitt overvåket over flere år, og det ble sist tatt prøver etter MOM C-metodikken i februar 2013, da ved stasjonene Stor 2 og Stor 3. Resultatene er derfor sammenlignet med denne undersøkelsen.

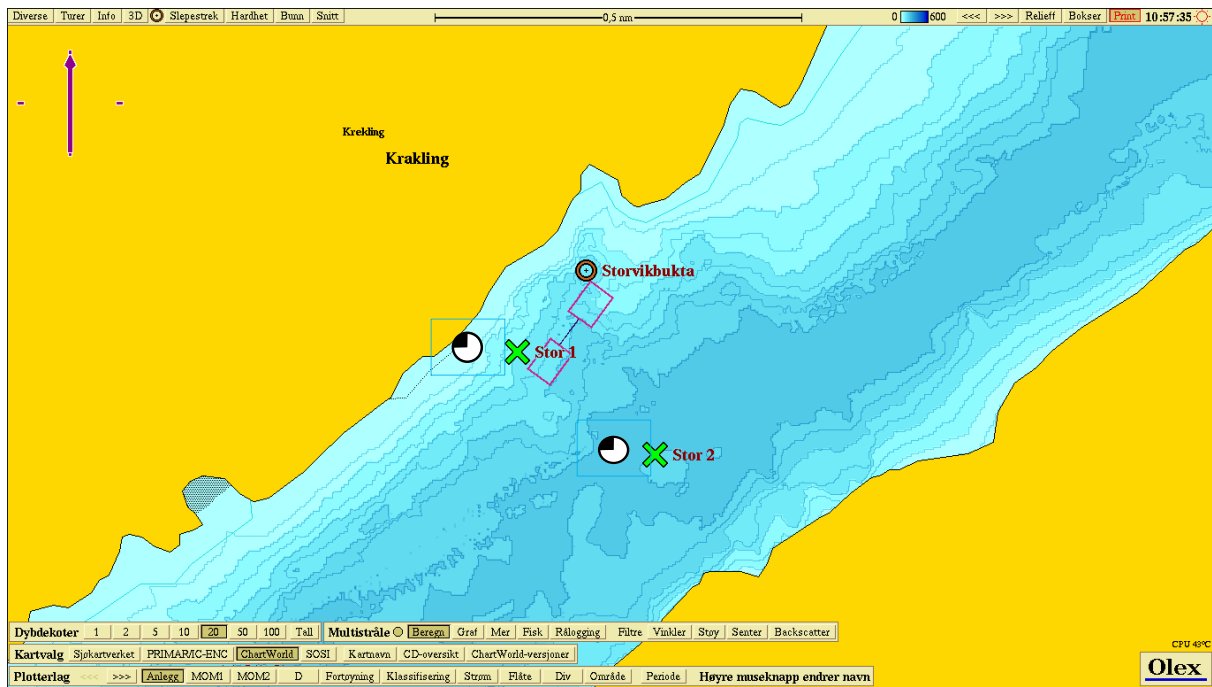
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra *Polarcirkelbåten* tilhørende Aqua Kompetanse AS den 13. mai 2014. Undersøkelsen ble gjennomført av Nasir Elshaikh og Linda Hagen fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved fjernstasjonen. Grunnet en feil med måleinstrumentet på feltdagen i mai, ble hydrografimålingene målt i etterkant, i november 2014. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. All data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.





Figur 2.3: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønt kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Rød firkant angir plasseringen av settefiskanlegget. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Follafjord, Nærøy kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, med et maksimalvolum på 16,3 liter.

| Stasjon Dato | Sted Posisjon (WGS-84) | Dyp (m) | Hugg nummer | Prøve volum (l) | Andre opplysninger |
|---|---|---------|-------------|-----------------|---|
| Nærsone Stor 1 13.05.2014 | Indre Follafjord 64° 55.723'N 11° 54.591'Ø | 90 | 1 | 4,5 | Sand og silt. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Uttak til kjemi og geologi. |
| | | | 2 | 5,4 | Sand og silt. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Eremittkreps registrert. Uttak til biologi. |
| | | | 3 | 5,8 | Sand og silt. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Pigghuder og slangestjerner registrert. Uttak til biologi. |
| Overgangs- sone Stor 2 13.05.2014 | Indre Follafjord 65° 55.584' N 11° 55.034'Ø | 162 | 1 | 16,3 | Silt og leire. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Uttak til faunaprøver. |
| | | | 2 | 16,3 | Silt og leire. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver. |
| | | | 3 | 16,3 | Silt og leire. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Børstemark registrert. Uttak til kjemi og geologi. |
| Fjernsone Stor 3 13.05.2014 | Indre Follafjord 64° 53.990'N 11° 47.916'Ø | 173 | 1 | 16,3 | Leire og silt. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver. |
| | | | 2 | 16,3 | Leire og silt. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver. |
| | | | 3 | 16,3 | Leire og silt. Lysegrå sedimentoverflate, frisk lukt. Børstemark registrert. Uttak til kjemi og geologi. |

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt, da oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og

dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut prøve til analyse av organisk innhold (% TOM) og analyse av kornfordeling, fra det samme hullet hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Analysene ble gjennomført av MoLab AS (akkrediteringsnummer Test 032).

Analysene av kornfordelingen i sedimentet ble utført etter intern metode. Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap (totalt organisk innhold, TOM), og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med NS 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det tredje hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange gjennom firmaet Prosess-Styring AS.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 16,3 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet,

det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt med hull diameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet blir oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen, i 3 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder i Veileder 02:2013 – «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets veiledere 01:2009 og 97:03 (TA 1467/1997). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts

diversitetsindeks (ES_{100}), NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI og AMBI, samt indeks for individtetthet DI. Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er til stede i prøvene. For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Klassifisering er i denne rapporten gitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013. Indeksverdiene normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) for enklere sammenlikning, og tilstandsklassen bestemmes av gjennomsnittet av de normaliserte indeksverdiene. For en grundigere gjennomgang av indeksene og beregning av tilstandsklasse, se Generell vedleggsdel. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2014). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

| Parameter | Veileder | Måleenhet | Tilstandsklasser | | | | | |
|-----------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|----------------------------------|--------------|----------------------|-----------|
| | | | I Bakgrunn/ Svært god | II God | III Moderat/ Mindre god | IV Dårlig | V Svært dårlig | |
| Dypvann | Oksygen* | 97:03 | ml O2/l | >4,5 | 4,5-3,5 | 3,5-2,5 | 2,5-1,5 | <1,5 |
| | Oksygen metn.** | 97:03 | % | >65 | 65-50 | 50-35 | 35-20 | <20 |
| Sediment | Shannon-Wiener indeks. (H') | 02:2013 | | 5,7-4,8 | 3,0-4,8 | 1,9-3,0 | 0,9-1,9 | <0,9 |
| | NQI1 | 02:2013 | | 0,9-0,82 | 0,63-0,82 | 0,49-0,63 | 0,31-0,49 | <0,31 |
| | ES_{100} | 02:2013 | | 50-34 | 17-34 | 10-17 | 5-10 | <5 |
| | NSI | 02:2013 | | 31-25 | 25-20 | 20-15 | 15-10 | 10-0 |
| | ISI_{2012} | 02:2013 | | 13-9,6 | 9,6-7,5 | 7,5-6,2 | 6,2-4,5 | 4,5-0 |
| | DI | 02:2013 | | 0-0,30 | 0,30-0,44 | 0,44-0,60 | 0,60-0,85 | 0,85-2,05 |
| | Organisk karbon | 97:03 | mg TOC/g | <20 | 20-27 | 27-34 | 34-41 | >41 |
| | Kobber | TA 2229/2007 | mg Cu/kg | <35 | 35-51 | 51-55 | 55-220 | >220 |
| Sink | TA 2229/2007 | mg Zn/ kg | <150 | 150-360 | 360-590 | 590-4500 | >4500 | |

*Omregningsfaktoren til mgO2 /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

Tabell 2.3: Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

| Miljøtilstand | Kriterier |
|-----------------------------------|---|
| Miljøtilstand 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. |
| Miljøtilstand 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. |
| Miljøtilstand 3 (dårlig) | 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² |
| Miljøtilstand 4 (meget dårlig) | Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . |

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Produksjonen på lokalitet Storvikbukta startet i 1988, men anlegget ble flyttet til ny posisjon i 2012. Anlegget er et matfiskanlegg med en maksimalt tillatt biomasse på 3120 tonn. Det var produksjon ved anlegget ved undersøkelsestidspunktet, fisken ble satt ut høst 2013.

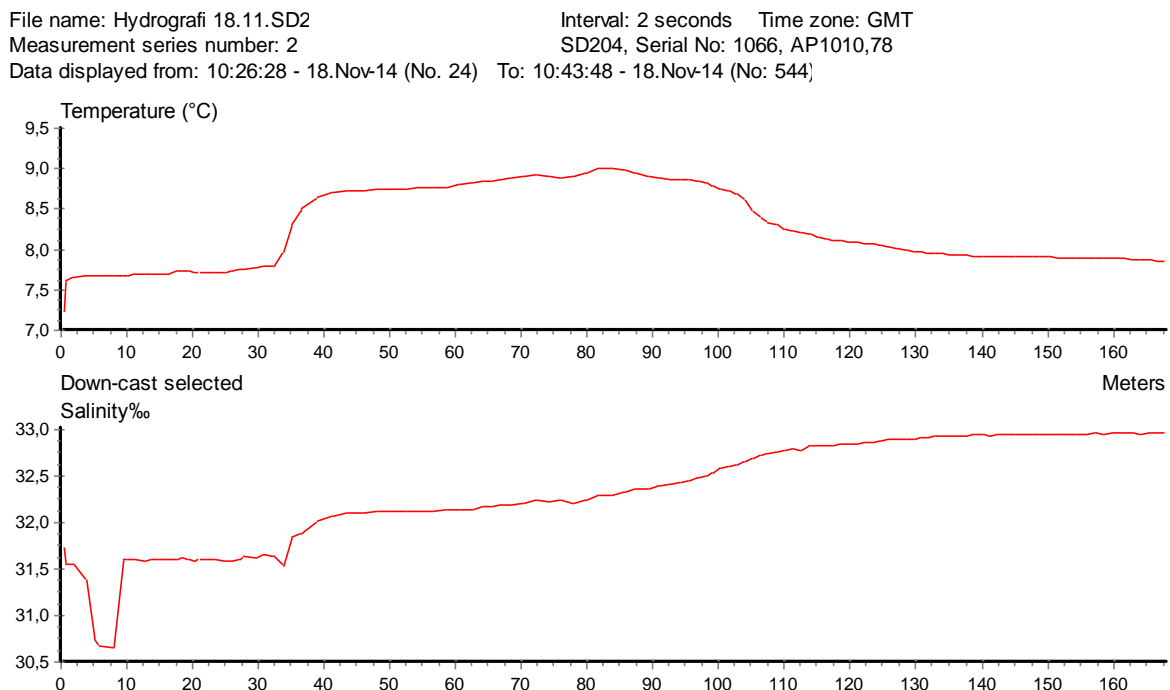
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon ved matfiskanlegget til Marine Harvest Norway AS de siste 2 år:

| | Utfôret mengde | Produsert mengde |
|-----------|----------------|------------------|
| 2014 | 1068 tonn | 1038 tonn |
| 2012-2014 | 3382 tonn | 3295 tonn |

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved fjernstasjonen Stor 3 den 18. november 2014. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1 – 3.2.



Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 170 meters dyp ved fjernstasjonen Stor 3 den 18. nov, 2014.

Sjøtemperaturen i overflatevannet var 7,6 °C, mens saltholdigheten var rundt 31,0 ‰. Nedover mot 40 meters dyp stiger temperaturen gradvis, men saltholdigheten også stiger noe. Videre nedover mot bunnen øker saltholdigheten sakte opp mot 33,0 ‰, mens temperaturen er høyest ved rundt 100 meters dybde, hvor den har steget til 8,7 °C. Den avtar så noe videre nedover mot bunnen, og bunnvannet holder 7,8 °C.

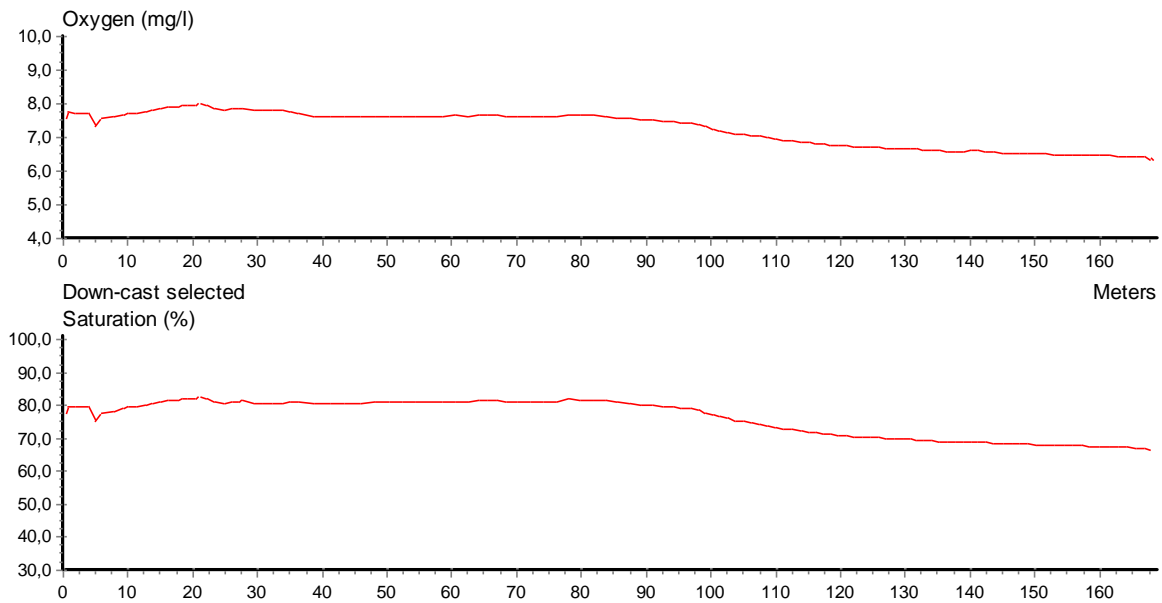
File name: Hydrografi 18.11.SD2

Interval: 2 seconds Time zone: GMT

Measurement series number: 2

SD204, Serial No: 1066, AP1010,78

Data displayed from: 10:26:28 - 18.Nov-14 (No. 24) To: 10:43:48 - 18.Nov-14 (No. 544)

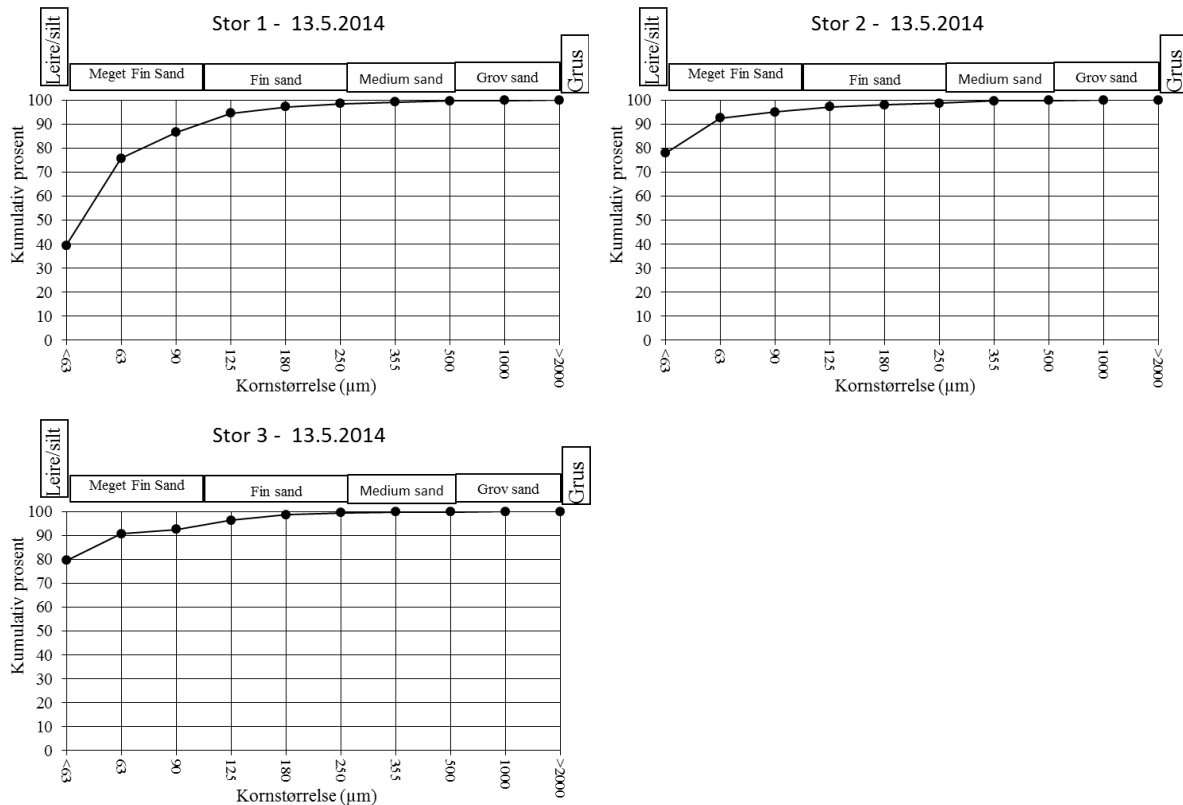


Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 170 meters dyp ved fjernstasjon Stor 3 den 18. nov, 2014.

Overflatevannet har en konsentrasjon på cirka 7,5 mg O₂/liter sjøvann, mens metningen ligger like i underkant av 80 %. Oksygenivået holdes relativt stabilt nedover i dypet. I bunnvannet er konsentrasjonen 6,3 mg O₂/liter, mens metningen er 65 %. Denne konsentrasjonen tilsvarer 4,4 ml/liter (omregningsfaktor = 1.42), og gir tilstandsklasse II (God) etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Tabell 2.2.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved oppdrettsanlegget i Storvikbukta er presentert i Figur 3.3 og Tabell 3.1.



Figur 3.3: Kornfordeling (μm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Storvikbukta, mai 2014.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Storvikbukta i 2014 og tidligere undersøkelser. Tidligere stasjonsnavn i kursiv.

| Stasjon | År | Dyp (m) | TOM (%) | Kornstørrelsesfordeling (%) | | |
|----------------|------|---------|---------|-----------------------------|------|------|
| | | | | Silt og leire | Sand | Grus |
| Stor 1 | 2014 | 90 | 3,8 | 39,6 | 60,3 | 0,2 |
| Stor 2 | 2014 | 162 | 6,2 | 77,8 | 22,2 | 0,0 |
| | 2013 | 162 | 6,3* | 95,2 | 4,8 | 0,0 |
| Stor 3 | 2014 | 173 | 6,2 | 79,6 | 20,4 | 0,0 |
| <i>(Sel 3)</i> | 2013 | 175 | 6,7* | 85,6 | 14,4 | 0,0 |

*Det var knyttet avvik til analysemetoden på analysetidspunktet og resultatet ble ikke rapportert akkreditert.

På nærsone-stasjonen Stor 1 besto det meste av sedimentet av sand, som utgjorde 60,3 %. Fraksjonen silt og leire utgjorde 39,6 % av sedimentet, mens grus utgjorde 0,2 %. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap var 3,8 % og er å betrakte som et lavt nivå.

Ved overgangssonestasjonen Stor 2 besto 77,8 % av sedimentet av silt og leire, mens 22,2 % besto av sand. I prøven fra 2013 var fraksjonen leire og silt høyere, og var 95,2 %. Det organiske innholdet var lavt, og lå på 6,2 %. Dette er omtrent samme nivå som det lå på i 2013.

Fjernsonestasjonen Stor 3 hadde et finkornet sediment med 79,6 % innen fraksjonen silt og leire. De resterende 20,4 % besto av sand. Sammenlignet med prøven fra 2013 (da stasjonen ble kalt Sel 3) var andelen finkornede partikler høyere den gangen, med 85,6 %. Det organiske innholdet ble målt til 6,2 %, og er å betrakte som et lavt nivå. Nivået var svært likt i 2013 med 6,7 %.

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

De målte verdiene av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure *et al.*, 1993).

Parameteren TOC viste lave nivå ved samtlige stasjoner, med verdier innen tilstandsklasse II (God). Analysen av sink og kobberinnhold viste lave verdier ved alle tre stasjoner, tilsvarende tilstandsklasse I. Fosfornivået var svakt forhøyet ved nærsone stasjonen Stor 1 (3,7 g/kg), mens det var under 1 g/kg ved de andre stasjonene, og dette er å betrakte som et lavt nivå. Mengden fosfor ved overgang- og fjernsonestasjonen var også lavt i 2013.

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC. Tidligere stasjonsnavn i kursiv.

| Stasjon | År | Dyp (m) | Totalt org. karbon (TOC) | Normalisert TOC | TK | Kobber (Cu) | Sink (Zn) | | Fosfor (P) | | Tørrstoff TS (%) |
|----------------|------|---------|--------------------------|-----------------|-----|-------------|-----------|----------|------------|----------|------------------|
| | | | mg/g TS | mg/g TS | | mg/kg TS | TK | mg/kg TS | TK | mg/kg TS | |
| Stor 1 | 2014 | 90 | 14 | 24,9 | II | 19 | I | 120 | I | 3700 | 66 |
| Stor 2 | 2014 | 162 | 21 | 25,0 | II | 24 | I | 110 | I | 950 | 48,7 |
| | 2013 | 162 | 22 | 22,9 | II | 24 | I | 130 | I | 900 | 45,7 |
| Stor 3 | 2014 | 173 | 24 | 27,7 | III | 21 | I | 91 | I | 930 | 51,5 |
| <i>(Sel 3)</i> | 2013 | 175 | 24 | 26,6 | II | 21 | I | 110 | I | 840 | 46,3 |

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 5.

Målingen av pH og E_h på nær-, overgangs- og fjernstasjonen viste normal pH, positivt redokspotensiale og plasserer dermed alle tre stasjonene i tilstand 1.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

| Stasjon | pH | E_h | pH/ E_h poeng | Tilstand |
|------------------------|------|-------|-----------------|----------|
| Nærsone (Stor 1) | 8,01 | 271 | 0 | 1 |
| Overgangssone (Stor 2) | 7,89 | 270 | 0 | 1 |
| Fjernsone (Stor 3) | 7,79 | 252 | 0 | 1 |

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 – 3.5, Figur 3.4 – 3.6, og i Vedleggstabellene 1 - 2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mai 2014. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Stasjon Stor 1 ligger i nærsonen til anlegget på 90 m dyp. Her ble det funnet totalt 40 arter med til sammen 4050 individer. Flertallet av de biologiske indeksene havner i tilstandsklasse IV (Dårlig) og V (Svært dårlig). Resultatene viser at det er en redusert artsdiversitet på stasjonen, med en skjev fordeling av arter og høy forekomst av forurensningstolerante og opportunistiske arter. I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indeksler lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 2 (god). Faunaen på stasjonen var sterkt dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som med hele 3327 individer utgjorde 82 % av det totale individantallet i prøvene. Dette er en forurensningsindikator som trives på lokaliteter med mye tilført organisk materiale. Fordelingen på geometriske klasser, med en flat kurve, indikerer også miljøpåvirkning på stasjonen (Figur 3.4).

Overgangsstasjonen Stor 2 ligger på 162 m dyp, cirka 320 meter sør for anlegget. Her ble det registrert totalt 687 individer fordelt på 71 arter. Flertallet av de biologiske indeksene havner i tilstandsklasse II (God), noe som tyder på en artsrik fauna med jevn fordeling av arter og lav forekomst av opportunistiske arter. I henhold til NS 9410 gjelder imidlertid MOM-

klassifisering også for overgangssonen og etter dette systemet får stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike dyregruppen på stasjonen var pølseormer (rekke Sipuncula) med 216 individer (31 %) etterfulgt av børstemarken *Heteromastus filiformis* med 107 individer (16 %). Sammenlignet med forrige undersøkelse har forholdene holdt seg stabile, med lite endringer i indekser og artsdominans, og tilstandsklassen er uendret.

Fjernstasjonen Stor 3 ligger på 173 m dyp ca. 6 km utover i fjorden i sørvestlig retning. Her ble det funnet 1498 individer fordelt på 76 arter. Diversiteten (H') ble på huggnivå (snitt) beregnet til 3,85 som gir tilstandsklasse II (God). Ømfintlighetsindeksen NSI og den sammensatte indeksen NQI1 havner også i tilstandsklasse II. Disse resultatene viser at det er en relativt jevn fordeling av arter på stasjonen, med få forurensningstolerante og opportunistiske arter. Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, havner i tilstandsklasse IV (Dårlig). Det tyder på at individtettheten på stasjonen er noe forhøyet, som kan være en indikasjon på at stasjonen mottar en del organisk materiale. Samlet sett havner Stor 3 i tilstandsklasse II, men ligger rett over grensen til tilstandsklasse III (Moderat), da DI trekker snittet ned. De to mest tallrike dyregruppene på stasjonen var børstemark i slekten *Polydora* (414 individer, 28 %) og arten *Proclea graffii* (183 individer, 12 %). Sammenlignet med undersøkelsen i 2013 har samtlige indekser gått noe ned og totalt antall individer har økt betraktelig, men tilstandsklassen forblir den samme. Mange av de samme artene går igjen siden forrige undersøkelse selv om det har vært noen endringer i dominans.

De multivariate analysene viser en relativt høy likhet mellom huggene på hver enkelt stasjon (ca. 55 – 70 %) og at nærstasjonen skiller seg tydelig fra de øvrige stasjonene (Fig. 3.5 og 3.6). Stor 2 og 3 er svært like, noe som er forventet da de ligger på samme dyp med samme type sediment. Man ser også at faunaen på Stor 3 har blitt mer lik Stor 2 siden forrige undersøkelse.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), ømfintlighet (AMBI, NSI, ISI_{2012}), den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) og tetthetsindeksen DI for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM miljøtilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) etter NS 9410:2007. Tilstandsklasse baseres på snitt av normaliserte indeksverdier (nEQR). Grabbverdien av nEQR er basert på grabbgjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Hvert grabbhugg representerer et prøveareal på 0,1 m². Tidligere stasjonsnavn i kursiv. Overikt over fordeling på AMBI-klasser finnes i Vedleggstabell 3.

| | År | Hugg | Antall | | Diversitet | | | | | MOM | | |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|----------|
| | | | arter | individer | (H') | ES_{100} | NQI1 | NSI | ISI_{2012} | DI | AMBI | TK |
| Stor 1 | 2014 | 2 | 15 | 1092 | 0,83 | 6,6 | 0,35 | 7,9 | 5,56 | 0,99 | 5,68 | |
| | | 3 | 36 | 2958 | 1,34 | 8,1 | 0,44 | 8,1 | 8,63 | 1,42 | 5,26 | |
| | | Sum | 40 | 4050 | 1,25 | 8,3 | 0,44 | 8,0 | 8,14 | 1,26 | 5,37 | 2 |
| | | Snitt | 25,5 | 2025 | 1,08 | 7,3 | 0,40 | 8,0 | 7,09 | 1,26 | 5,47 | |
| | | Stasjon _{nEQR} | | | 0,27 | 0,33 | 0,34 | 0,16 | 0,66 | 0,13 | | |
| | | Grabb _{nEQR} | | | 0,24 | 0,29 | 0,30 | 0,16 | 0,54 | 0,13 | | |
| Stor 2 | 2014 | 1 | 49 | 389 | 3,54 | 23,4 | 0,78 | 21,8 | 10,45 | 0,54 | 1,61 | |
| | | 2 | 51 | 298 | 4,19 | 29,5 | 0,78 | 22,8 | 9,75 | 0,42 | 1,78 | |
| | | Sum | 71 | 687 | 4,01 | 26,9 | 0,80 | 22,3 | 10,50 | 0,49 | 1,68 | 1 |
| | | Snitt | 50 | 343,5 | 3,86 | 26,4 | 0,78 | 22,3 | 10,10 | 0,49 | 1,69 | |
| | | Stasjon _{nEQR} | | | 0,71 | 0,72 | 0,78 | 0,69 | 0,85 | 0,54 | | |
| | | Grabb _{nEQR} | | | 0,70 | 0,71 | 0,76 | 0,69 | 0,83 | 0,54 | 0,71 | |
| | 2013 | 1 | 40 | 303 | 3,92 | 25,0 | 0,79 | 22,9 | 9,78 | 0,43 | 1,38 | |
| | | 2 | 34 | 161 | 4,32 | 27,8 | 0,77 | 22,9 | 9,41 | 0,16 | 1,72 | |
| | | Sum | 50 | 464 | 4,24 | 26,7 | 0,79 | 22,9 | 9,35 | 0,32 | 1,49 | 1 |
| | | Snitt | 37 | 232 | 4,12 | 26,4 | 0,78 | 22,9 | 9,59 | 0,32 | 1,55 | |
| | Stasjon _{nEQR} | | | 0,74 | 0,71 | 0,77 | 0,72 | 0,78 | 0,78 | | | |
| | Grabb _{nEQR} | | | 0,72 | 0,71 | 0,75 | 0,72 | 0,80 | 0,78 | 0,75 | | |
| Stor 3 | 2014 | 1 | 58 | 719 | 4,24 | 25,6 | 0,75 | 20,4 | 9,23 | 0,81 | 2,04 | |
| | | 2 | 59 | 779 | 3,46 | 23,3 | 0,71 | 19,0 | 8,48 | 0,84 | 2,65 | |
| | | Sum | 76 | 1498 | 4,08 | 24,9 | 0,73 | 19,6 | 8,93 | 0,82 | 2,36 | |
| | | Snitt | 58,5 | 749 | 3,85 | 24,4 | 0,73 | 19,7 | 8,85 | 0,82 | 2,34 | |
| | | Stasjon _{nEQR} | | | 0,72 | 0,69 | 0,71 | 0,59 | 0,74 | 0,22 | | |
| | | Grabb _{nEQR} | | | 0,69 | 0,69 | 0,70 | 0,59 | 0,73 | 0,22 | 0,60 | |
| <i>(Sel 3)</i> | 2013 | 1 | 60 | 356 | 4,57 | 32,4 | 0,80 | 23,5 | 10,13 | 0,50 | 1,73 | |
| | | 2 | 41 | 242 | 3,91 | 26,4 | 0,71 | 21,4 | 9,20 | 0,33 | 2,63 | |
| | | Sum | 69 | 598 | 4,48 | 30,9 | 0,77 | 22,7 | 10,02 | 0,43 | 2,09 | |
| | | Snitt | 50,5 | 299 | 4,24 | 29,4 | 0,75 | 22,5 | 9,67 | 0,43 | 2,18 | |
| | | Stasjon _{nEQR} | | | 0,76 | 0,76 | 0,75 | 0,71 | 0,82 | 0,62 | | |
| | Grabb _{nEQR} | | | 0,74 | 0,75 | 0,73 | 0,70 | 0,80 | 0,62 | 0,72 | | |

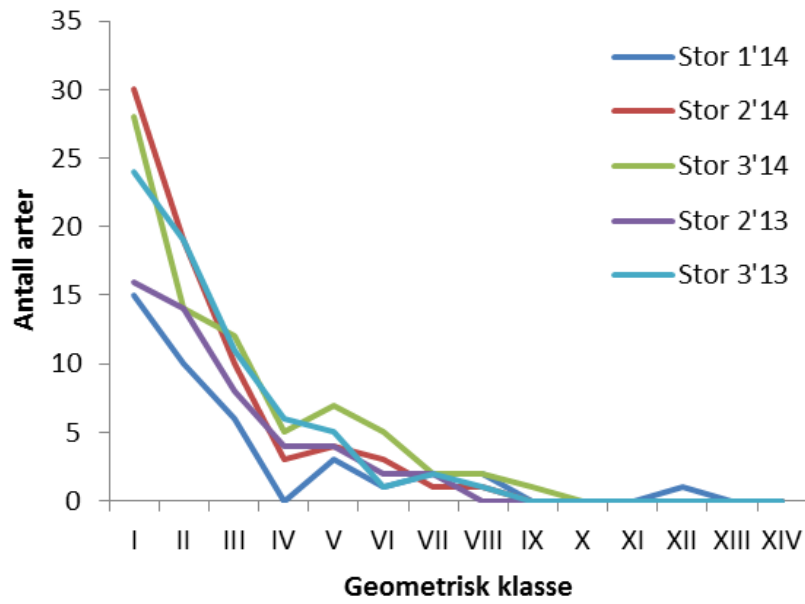
I – Svært god

II – God

III – Moderat

IV – Dårlig

V – Svært dårlig



Figur 3.4: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Storvikbukta i 2014.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene/gruppene fra Storvikbukta i 2014 og 2013. Prøveareal er lik 0,2 m².

| Stor 1 - 2014 | Antall | | Kum. |
|-------------------------------|-----------|------|------|
| | individer | % | % |
| <i>Capitella capitata</i> | 3327 | 82,1 | 82,1 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 177 | 4,4 | 86,5 |
| <i>Naineris quadricuspida</i> | 164 | 4,0 | 90,6 |
| <i>Polydora</i> sp. | 120 | 3,0 | 93,5 |
| <i>Buccinum undatum</i> | 79 | 2,0 | 95,5 |
| <i>Chaetozone</i> sp. | 54 | 1,3 | 96,8 |
| <i>Cirratulus cirratus</i> | 29 | 0,7 | 97,5 |
| <i>Pholoe baltica</i> | 18 | 0,4 | 98,0 |
| <i>Scoloplos armiger</i> | 17 | 0,4 | 98,4 |
| Syllidae | 6 | 0,1 | 98,5 |

| Stor 2 - 2014 | Antall | | Kum. |
|--------------------------------|-----------|------|------|
| | individer | % | % |
| Sipuncula | 216 | 31,4 | 31,4 |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 107 | 15,6 | 47,0 |
| <i>Polydora</i> sp. | 49 | 7,1 | 54,1 |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 44 | 6,4 | 60,6 |
| <i>Proclea graffii</i> | 39 | 5,7 | 66,2 |
| <i>Thyasira equalis</i> | 22 | 3,2 | 69,4 |
| <i>Labidoplax buskii</i> | 22 | 3,2 | 72,6 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 18 | 2,6 | 75,3 |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 16 | 2,3 | 77,6 |
| Caudofoveata | 11 | 1,6 | 79,2 |

| Stor 2 - 2013 | Antall | | Kum. |
|--------------------------------|-----------|------|------|
| | individer | % | % |
| Sipuncula | 78 | 16,8 | 16,8 |
| <i>Proclea graffii</i> | 77 | 16,6 | 33,4 |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 46 | 9,9 | 43,3 |
| <i>Thyasira equalis</i> | 45 | 9,7 | 53,0 |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 27 | 5,8 | 58,8 |
| Synaptidae | 25 | 5,4 | 64,2 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 21 | 4,5 | 68,8 |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 16 | 3,4 | 72,2 |
| <i>Streblosoma bairdi</i> | 13 | 2,8 | 75,0 |
| <i>Phylo norvegicus</i> | 9 | 1,9 | 76,9 |
| Maldanidae | 9 | 1,9 | 78,9 |

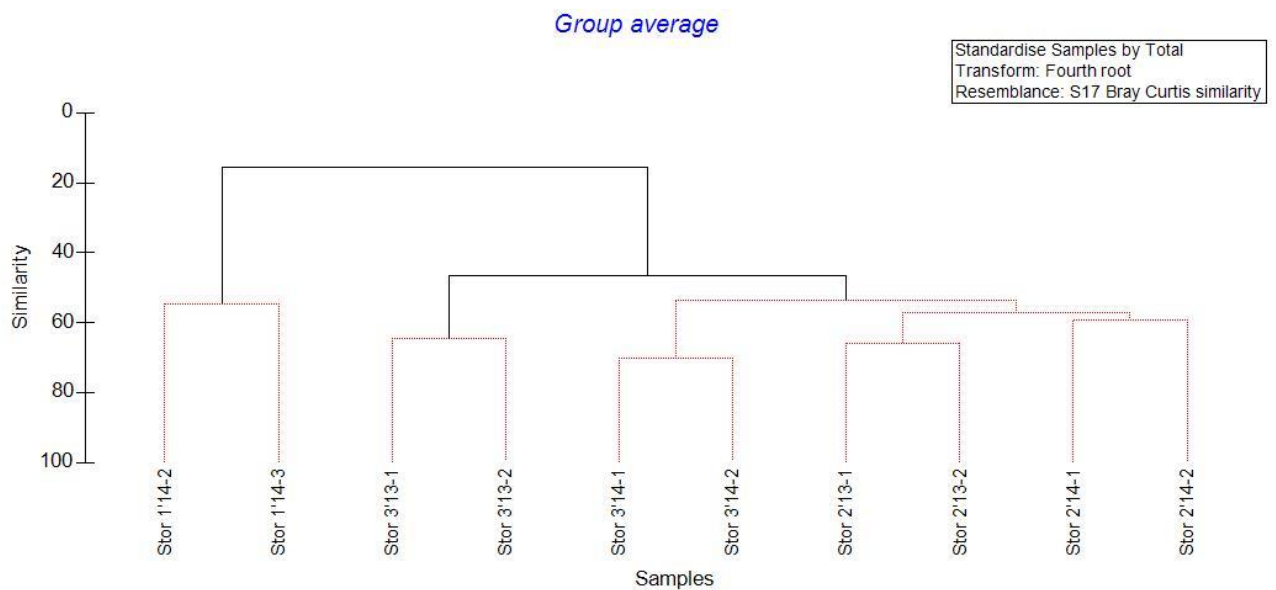
| Stor 3 - 2014 | Antall | | Kum. |
|--------------------------------|-----------|------|------|
| | individer | % | % |
| <i>Polydora</i> sp. | 414 | 27,6 | 27,6 |
| <i>Proclea graffii</i> | 183 | 12,2 | 39,9 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 151 | 10,1 | 49,9 |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 101 | 6,7 | 56,7 |
| <i>Chaetozone</i> sp. | 89 | 5,9 | 62,6 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | 63 | 4,2 | 66,8 |
| Sipuncula | 57 | 3,8 | 70,6 |
| Sabellidae | 50 | 3,3 | 74,0 |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 46 | 3,1 | 77,0 |
| <i>Labidoplax buskii</i> | 38 | 2,5 | 79,6 |

| Stor 3 (Sel3) - 2013 | Antall | | Kum. |
|--------------------------------|-----------|------|------|
| | individer | % | % |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 131 | 21,9 | 21,9 |
| <i>Yoldiella lucida</i> | 74 | 12,4 | 34,3 |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 69 | 11,5 | 45,8 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 37 | 6,2 | 52,0 |
| <i>Pholoe baltica</i> | 30 | 5,0 | 57,0 |
| Sipuncula | 19 | 3,2 | 60,2 |
| Caudofoveata | 18 | 3,0 | 63,2 |
| <i>Polydora</i> sp. | 17 | 2,8 | 66,1 |
| <i>Drilonereis filum</i> | 16 | 2,7 | 68,7 |
| <i>Aphelochaeta</i> sp. | 13 | 2,2 | 70,9 |
| <i>Yoldiella nana</i> | 13 | 2,2 | 73,1 |
| <i>Pholoe pallida</i> | 13 | 2,2 | 75,3 |

| | | | | |
|---------------------|----------|---------------|-----------|-------|
| Annelida/Polychaeta | Mollusca | Echinodermata | Crustacea | Andre |
|---------------------|----------|---------------|-----------|-------|



Figur 3.5: MDS-plot på huggnivå fra Storvikbukta. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.6: Cluster-plot på huggnivå fra Storvikbukta. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av de marine miljøforholdene ved matfiskanlegget Storvikbukta, Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. Bunnundersøkelsen ble utført 13. mai 2014. Det ble samlet bunnprøver ved tre stasjoner, nærsone, overgangssone, og fjernsonen lengre ut fjorden. Ved sistnevnte ble det også utført en hydrografisk måling, men dette ble gjort i etterkant av bunndyrsundersøkelsen grunnet instrumentfeil.

Den hydrografiske undersøkelsen viste at man i november 2014 hadde homogene vannmasser ved fjernsonestasjonen. Ingen tydelige sprangsjikt ble observert i vannsøylen. Vannets saltholdighet var litt lavere i forhold til oseanisk vann, som er vanlig i fjordområder med ferskvannsavrenning. Saltholdigheten økte noe nedover mot bunnen, Oksygeninnholdet var jevnt og høyt i hele vannsøylen, og bunnvannets oksygeninnhold gav tilstandsklasse «God» etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2.

Kornfordelingsanalysen viste et grovkornet sediment ved nærsonestasjonen, mens sedimentet ved overgang- og fjernsone var mer finkornet. Sammenlignet med prøvene fra 2013 for de to sistnevnte, har andelen finfordelte partikler sunket litt, mens andelen grus har økt. Det organiske innholdet i sedimentet målt som prosent glødetap var å betegne som lavt ved alle stasjonene og nivået lå på det samme som det gjorde under målingen fra 2013.

Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivå av sink og kobber (tilstandsklasse I - Svært god). Fosfornivået var svakt forhøyet ved nærsonestasjonen, mens det var å betegne som lavt ved overgang- og fjernsone. Sammenlignet med prøvene fra 2013, viste de også lave fosfornivå. Parameteren totalt organisk karbon (TOC) viste et lavt nivå ved alle 3 stasjoner (tilstandsklasse II - God). Måling av pH og Eh gav de tre stasjonene tilstand 1 etter MOM B-metodikk.

Bunndyrsanalysen viste tegn til påvirkning i nærsonen til anlegget. Dette særlig gjennom artsdominans av børstemarken *Capitella capitata*, og de biologiske indeksene indikerte

dårlige forhold ved denne stasjonen. Etter MOM-klassifiseringssystemet, som er tilpasset oppdrettsanlegg og tar høyde for en viss påvirkning, får imidlertid stasjonen tilstand 2 (god). Ved overgangssonestasjonen fant man gode forhold, der flertallet av de biologiske indeksene havner i tilstandsklasse II (God). Forholdene har ikke endret seg særlig siden februar 2013, og tilstandsklassen er uendret. Ved fjernsonestasjonen fant man denne gangen et høyere individantall enn i 2013, noe som tyder på at dette området mottar en del organisk materiale. Den helhetlige tilstandsklassen er imidlertid fortsatt II (God), men ligger helt på grensen til tilstandsklasse III (Moderat).

Oppsummert viser denne undersøkelsen gode forhold i ulike påvirkningssoner til anlegget ved Storvikbukta. En del påvirkning er synlig på bunnfaunaen i nærsone, men dette er ikke uvanlig ved slike produksjonsanlegg. Belastningen på fjernsonestasjonen ser ut til å ha økt noe siden februar 2013, men forholdene betegnes fortsatt som gode. De hydrografiske dataene tyder på at det har vært en utskiftning av bunnvannet i fjorden i løpet av vinteren 13/14, eller senhøsten 14, da disse ble målt i november 2014.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og et hyggelig tokt. På toktet deltok Nasir El Shaikh og Linda Hagen fra Aqua Kompetanse AS. Bunnprøvene ble sortert av Linda B. Pedersen, Ingrida Petrauskaite, Maria Knoph og Linda Jensen. Bunndyrene ble identifisert av Lenka Nealova og Per Johannessen, SAM-Marin.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Strøm, V., Sandnes, O.K., Hadler-Jacobsen, S., Johansen, P.O., Dahlgren, T. 2013. MOM-C undersøkelse fra lokalitet Storvikbukta i Kreklingbassenget, Indre Follafjorden Nærøy kommune, februar 2013. SAM e-rapport nr. 31 – 2013. 46 s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårige og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

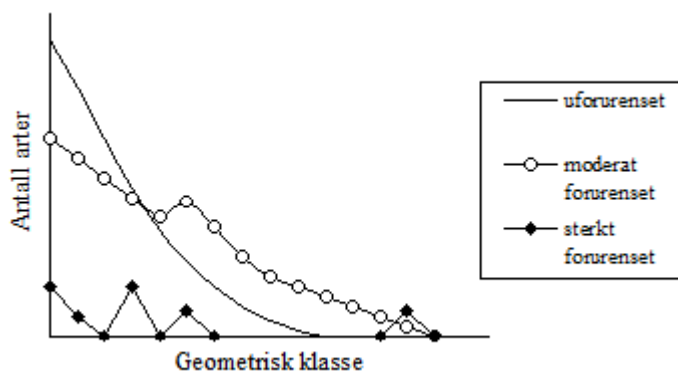
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1)

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på de beregnede indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2014, Tabell v2 og v3).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

| Geometrisk klasse | Antall ind./art | Antall arter |
|-------------------|-----------------|--------------|
| I | 1 | 23 |
| II | 2 - 3 | 16 |
| III | 4 - 7 | 13 |
| IV | 8 - 15 | 9 |
| V | 16 - 31 | 5 |
| VI | 32 - 63 | 5 |
| VII | 64 - 127 | 3 |
| VIII | 128 - 255 | 0 |
| IX | 256 - 511 | 2 |

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Diversitet

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

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

der: $p_i = n_i/N$, 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 uforurensete 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:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966}),$$

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! 100!)] / [N! / ((N - 100)! 100!)]$$

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.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI_{2012} (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI er beskrevet med utføres med følgende formel:

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

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivitetverdier

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaeksperter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivitetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

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

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivitetsverdier

Sammensatte indekser

Den sammensatte indeksen NQI1 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

NQI1-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5*(1-AMBI/7) + 0.5*(SN/2.7)*(N/(N+5))]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser og N er antall individer i prøven.

Individtetthet

DI (Density Index) er beskrevet som:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

Hvor *abs* står for absolutt tallverdi (negative verdier gjøres positive), og $N_{0,1m^2}$ er antall individer per $0,1 \text{ m}^2$.

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

*Tabell v2: Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 02:2013**

| Indeks | Type | Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks | | | | |
|---------------------|----------------|---|-----------|-----------|-----------|--------------|
| | | Svært God | God | Moderat | Dårlig | Svært Dårlig |
| NQI1 | Sammensatt | 0,9-0,82 | 0,82-0,63 | 0,63-0,49 | 0,49-0,31 | 0,31-0 |
| H' | Artsmangfold | 5,7-4,8 | 4,8-3 | 3-1,9 | 1,9-0,9 | 0,9-0 |
| ES ₁₀₀ | Artsmangfold | 50-34 | 34-17 | 17-10 | 10-5 | 5-0 |
| ISI ₂₀₁₂ | Ømfintlighet | 13-9,6 | 9,6-7,5 | 7,5-6,2 | 6,1-4,5 | 4,5-0 |
| NSI | Ømfintlighet | 31-25 | 25-20 | 20-15 | 15-10 | 10-0 |
| DI | Individtetthet | 0-0,30 | 0,30-0,44 | 0,44-0,60 | 0,60-0,85 | 0,85-2,05 |

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Tabell v3: Klassifisering av tilstand for bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

| Parametre | | Tilstandsklasser | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|
| | | I Meget god | II God | III Mindre god | IV Dårlig | V Svært dårlig |
| Artsmangfold bløtbunnsfauna | Hulberts indeks | >26 | 26-18 | 18-11 | 11-6 | <6 |
| | Shannon-Wiener indeks | >4 | 4-3 | 3-2 | 2-1 | <1 |

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| Basisverdi klasse I | = | 0,8 |
| Basisverdi klasse II | = | 0,6 |
| Basisverdi klasse III | = | 0,4 |
| Basisverdi klasse IV | = | 0,2 |
| Basisverdi klasse V | = | 0,0 |

nEQR gir et tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right]$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et

dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: \hat{d}_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

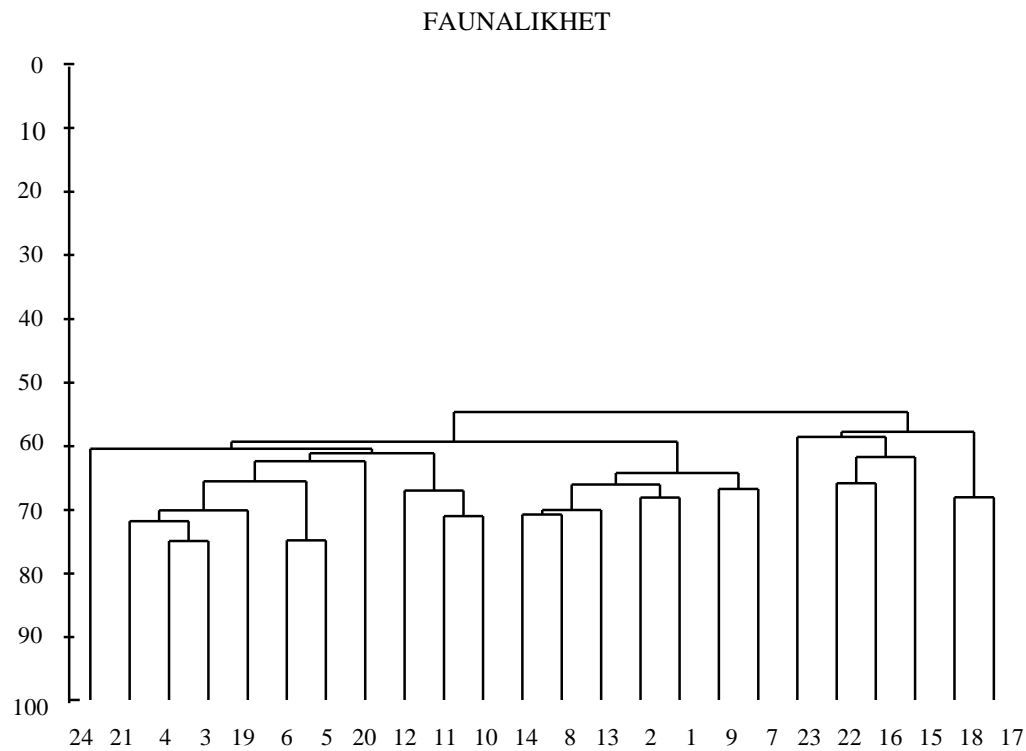
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

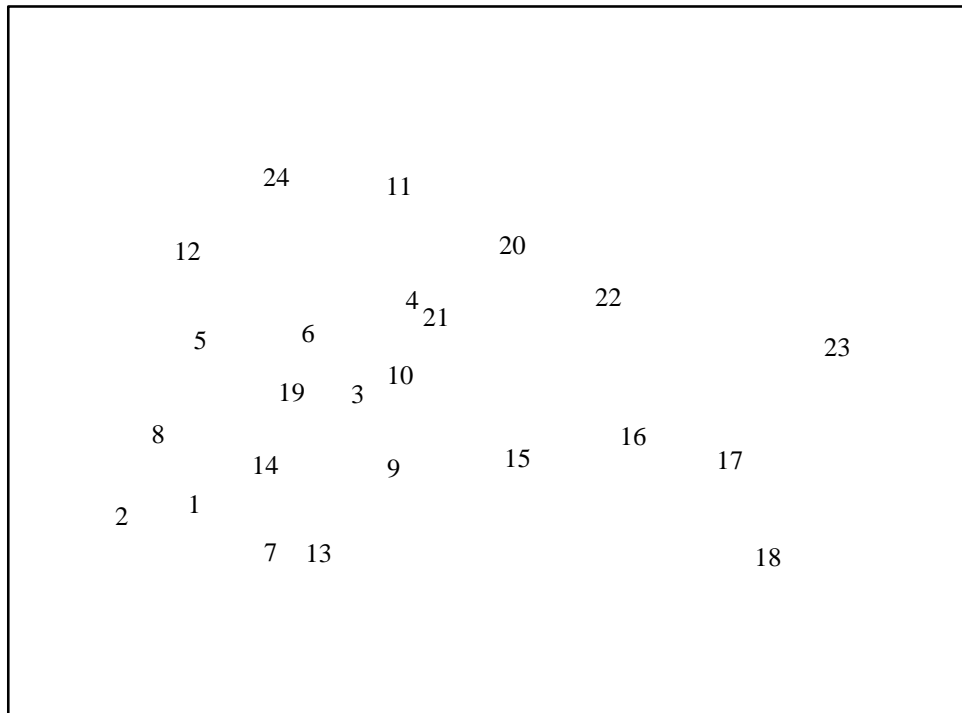
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

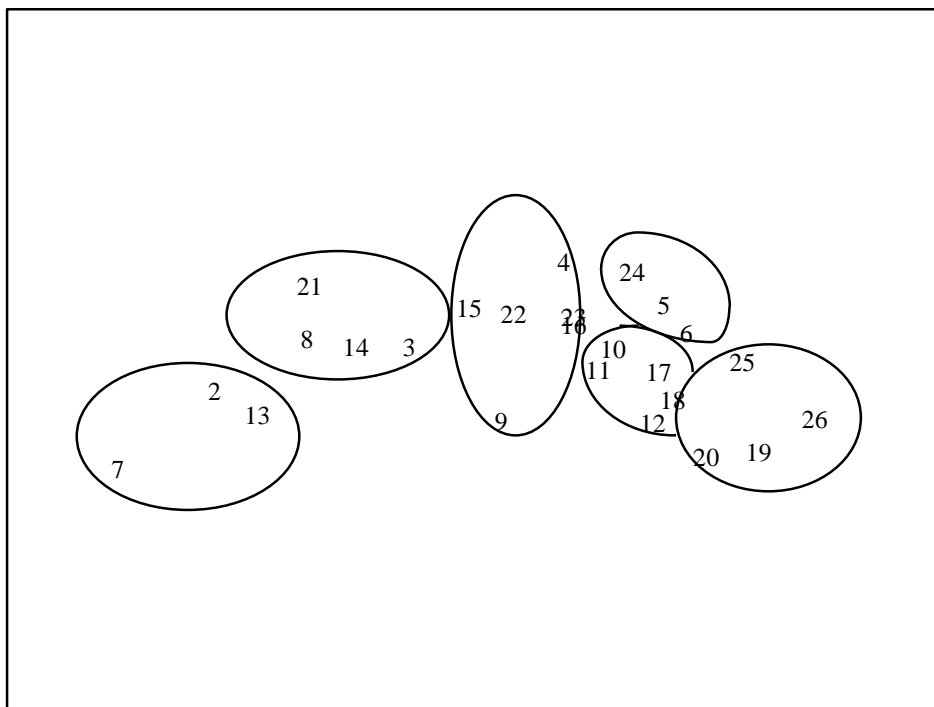


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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*.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- 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*.
- 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.
- 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, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp*.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548 – 2002*. 32 s.
- Rygg B., Norling K., 2013. Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). *NIVA-rapport 6475-2013*. 46 s
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 009

**Vedlegg SF-SAM-505 Benthos
Artsliste****Uni Research Miljø : Sam-
marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 10.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 10.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)

**SAM-Marin**

(Seksjon for anvendt miljøforskning,
marin del.)
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 44 05
Mail: sam-marin@uni.no



Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS, Region Nord. Sentrum
Næringshage, Fjord Brygge, 8805 Sandnessjøen

Prosjekt nr.: 808321

Prøvetakingssted (område): Follafjorden, Nærøy kommune, Nord-Trøndelag

Dato for prøvetaking: 13.5.2014

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Lenka Nealova, Per Johannessen

| | Akkreditert | I henhold til standard | Evt. akkrediteringsnummer | Ikke akkreditert |
|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Prøvetaking | <input checked="" type="checkbox"/> | ISO-16665 | Test 157 | <input type="checkbox"/> |
| Sortering | <input checked="" type="checkbox"/> | ISO-16665 | Test 157 | <input type="checkbox"/> |
| Identifisering | <input checked="" type="checkbox"/> | ISO-16665 | Test 157 | <input type="checkbox"/> |

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur: *Lenka Nealova*
Godkjent taksonom

| s. 1/3 | Stasjon Dato Dyp Hugg | Stor1 | Stor1 | Stor2 | Stor2 | Stor3 | Stor3 |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | 13.05.2014 90 m 2 | 13.05.2014 90 m 3 | 13.05.2014 162 m 1 | 13.05.2014 162 m 2 | 13.05.2014 173 m 1 | 13.05.2014 173 m 2 |
| Arter | | | | | | | |
| * PORIFERA | | + | | | | | + |
| * HYDROZOA | | | | | | | + |
| ANTHOZOA | | | | | | | |
| <i>Edwardsia</i> sp. | | | | | | 1 | |
| * NEMERTEA | | | 2 | 8 | 4 | 22 | 15 |
| * NEMATODA | | 56 | 182 | | 1 | 3 | 2 |
| POLYCHAETA | | | | | | | |
| <i>Amaeana trilobata</i> | | | | | 3/1 | | |
| <i>Ampharete</i> sp. | | | 0/1 | | | 0/1 | |
| <i>Amythasides macroglossus</i> | | | | | | 1 | |
| <i>Apelochaeta</i> sp. | | | | 7 | 9 | 3 | 3 |
| <i>Arenicola marina</i> | | | 1 | | | | |
| <i>Capitella capitata</i> | | 969 | 2358 | | | | |
| <i>Cautleriella killariensis</i> | | | 1 | | | 8 | |
| <i>Cautleriella serrata</i> | | | | | | 1 | |
| <i>Ceratocephale loveni</i> | | | | 1 | | 0/1 | |
| <i>Chaetozone</i> sp. | | 44 | 10 | | | 77 | 12 |
| <i>Cirratulus cirratus</i> | | 6/3 | 4/16 | | | | |
| <i>Clymenura borealis</i> | | | | | 1 | | |
| <i>Cossura longocirrata</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | | | | 9 | 7/2 | 20/20 | 19/92 |
| <i>Drilonereis filum</i> | | | | 2 | 2 | 22 | 9 |
| <i>Eteone</i> sp. | | | | | 2 | | 1 |
| <i>Euchone</i> sp. | | | | | | 1 | |
| <i>Exogone</i> sp. | | | | 4 | | 3 | 1 |
| <i>Glycera lapidum</i> | | | 0/1 | | | | 0/1 |
| <i>Glyphanostomum pallescens</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Goniada maculata</i> | | | 2 | | | 0/1 | 2 |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | | | | 55 | 52 | 64 | 37 |
| <i>Lagis koreni</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Levinsenia gracilis</i> | | | | 2 | 3 | 1 | 1 |
| Lumbrineridae | | | 2 | 1 | | | |
| <i>Malacoceros fuliginosus</i> | | 1 | | | | | |
| <i>Maldane sarsi</i> | | | | | 2 | | 1 |
| Maldanidae | | | 1 | 0/3 | 0/4 | | 0/1 |
| <i>Mediomastus fragilis</i> | | | 177 | | | 46 | 17 |
| <i>Melinna albicincta</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Naineris quadricuspida</i> | | 20 | 144 | | | | |
| <i>Nephtys longosetosa</i> | | | | | | | 1/1 |
| <i>Nephtys</i> sp. | | | | 1/1 | 1 | 1 | |
| <i>Nereis pelagica</i> | | 2 | | | | | |
| <i>Nothria conchylega</i> | | | 3 | | | | |
| <i>Notomastus latericeus</i> | | | 5 | | 3 | 1 | 3 |
| <i>Ophelina acuminata</i> | | 1 | 3 | | | | |
| <i>Ophryotrocha lobifera</i> | | 1 | | | | | |
| <i>Paradiopatra fiordica</i> | | | | | 0/1 | | |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | | | 1 | 11 | 33 | 33 | 13 |
| <i>Paramphitrite birulai</i> | | | | | 1 | 1 | |

| s. 2/3 | Stasjon | Stor1 | | Stor2 | | Stor3 | |
|---------------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Dato | Stor1 | Dato | Stor2 | Dato | Stor3 |
| Arter | Dyp | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 |
| | Hugg | 90 m | 90 m | 162 m | 162 m | 173 m | 173 m |
| | | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Paraprionospio alata</i> | | | 1 | | | | |
| <i>Pectinaria auricoma</i> | | | | | | 1 | |
| <i>Pholoe baltica</i> | | 8 | 10 | 1 | | 11 | 6 |
| <i>Pholoe pallida</i> | | | 1 | | | 2 | 4 |
| <i>Phylo norvegicus</i> | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Polycirrus</i> sp. | | | | | 1 | | |
| <i>Polydora</i> sp. | | 17 | 103 | 44 | 5 | 72 | 342 |
| <i>Prionospio cirrifera</i> | | | | 1 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Prionospio dubia</i> | | | | 1 | | 4 | 1 |
| <i>Proclea graffii</i> | | | | 25 | 14 | 5/149 | 1/28 |
| <i>Protomystides exigua</i> | | | | 2 | 1 | | |
| Sabellidae | | | | 2 | 5 | 24 | 26 |
| <i>Sabellides octocirrata</i> | | | | | 1 | 1 | |
| <i>Samytha sexcirrata</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Scalibregma inflatum</i> | | 1 | 1 | | 1 | | |
| <i>Scoloplos armiger</i> | | | 14/3 | | | 9 | 1 |
| <i>Sige fusigera</i> | | | | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Sosanopsis wireni</i> | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Spio</i> sp. | | | 1 | | | | |
| <i>Spiophanes kroyeri</i> | | 0/1 | 3 | 7/1 | 1 | | 1/2 |
| <i>Streblosoma bairdi</i> | | | | 2 | 2 | 3 | 4/3 |
| <i>Streblosoma intestinale</i> | | | 3 | 1 | | | 3 |
| Syllidae | | 2 | 4 | | 4 | 3 | 2 |
| <i>Terebellides stroemii</i> | | | | | 1 | 3 | 2 |
| SIPUNCULA | | | | | | | |
| <i>Onchnesoma steenstrupii</i> | | | | | | 4 | 1 |
| <i>Phascolion strombus</i> | | | 2 | 1 | 1 | 1/2 | 2/1 |
| Sipuncula | | | | 147 | 69 | 25 | 32 |
| CRUSTACEA | | | | | | | |
| * Amphipoda | | | | 2 | 4 | 10 | 11 |
| * <i>Calanus finmarchicus</i> | | 9 | | | | | 1 |
| <i>Campylaspis rubicunda</i> | | | | | | | 1 |
| * <i>Corophium</i> sp. | | 1 | | | | | |
| <i>Diastylis lucifera</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Diastylodes serrata</i> | | | | 3 | 1 | 4 | 4 |
| <i>Eudorella emarginata</i> | | | | 1 | | 1 | 3 |
| <i>Eurycope</i> sp. | | | | | 1 | | |
| <i>Leucon</i> sp. | | | | | 1 | 12 | 6 |
| <i>Munna</i> sp. | | | | | | | 1 |
| * <i>Pagurus variabilis</i> | | 2 | | | | | |
| * Tanaidacea | | | | 15 | 10 | 10 | 7 |
| MOLLUSCA | | | | | | | |
| <i>Abra nitida</i> | | | | | | 0/7 | 0/9 |
| <i>Adontorhina similis</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Antalis</i> sp. | | | | | | 0/1 | |
| <i>Axinulus croulinensis</i> | | | | 0/1 | | | |
| <i>Bathyarca pectunculoides</i> | | | | | 1/2 | | |
| <i>Buccinum undatum</i> | | 2/9 | 52/16 | | | | |

| s. 3/3 | Stasjon | Stor1 | | Stor2 | | Stor3 | |
|----------------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Dato | Stor1 | Dato | Stor2 | Dato | Stor3 |
| Arter | Dyp | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 | 13.05.2014 |
| | Hugg | 90 m | 90 m | 162 m | 162 m | 173 m | 173 m |
| | | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Caudofoveata</i> | | | 2 | 3 | 8 | 12 | 7 |
| <i>Cuspidaria obesa</i> | | | | 2/2 | | 1 | |
| <i>Cylichna alba</i> | | | | 1 | 2 | 3 | 5 |
| <i>Cylichnina umbilicata</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Delectopecten vitreus</i> | | | | | | | 0/1 |
| <i>Diaphana minuta</i> | | | 0/1 | | | | |
| <i>Euspira montagui</i> | | | | | | 0/2 | 1 |
| <i>Haliella stenostoma</i> | | | | | 1 | 2 | |
| <i>Kelliella abyssicola</i> | | | | 1 | | 2/1 | |
| <i>Mendicula ferruginosa</i> | | | | 0/1 | | | |
| <i>Mya truncata</i> | | | 0/1 | | | | |
| <i>Nuculana minuta</i> | | | 2 | | | | |
| <i>Parvicardium minimum</i> | | | | 1 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Philine scabra</i> | | | 4 | | | 1 | |
| <i>Pseudamussium peslutrae</i> | | | | | 0/1 | | |
| <i>Pulsellum lofotense</i> | | | | | | | 1 |
| <i>Rissoa</i> sp. | | | | 1 | | | |
| <i>Scaphander punctostriatus</i> | | | | 0/1 | | | |
| <i>Solenogastres</i> | | | | 1 | | | |
| <i>Thyasira equalis</i> | | | | 6/3 | 10/3 | 2/6 | 5/5 |
| <i>Thyasira obsoleta</i> | | | | 0/1 | 1/1 | | |
| <i>Thyasira sarsii</i> | | 1/4 | | | | 0/1 | 0/1 |
| <i>Tropidomya abbreviata</i> | | | | | 2 | | |
| <i>Yoldiella lucida</i> | | | | 0/2 | 0/1 | 0/2 | 10/6 |
| <i>Yoldiella nana</i> | | | | | 0/8 | | |
| <i>Yoldiella philippiana</i> | | | | 0/2 | 0/1 | | |
| ECHINODERMATA | | | | | | | |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | | | | | 0/1 | | |
| <i>Amphiura chiajei</i> | | | 1 | | 1 | | 2 |
| <i>Amphiura filiformis</i> | | | 1 | | | | 1 |
| <i>Echinocardium cordatum</i> | | | 2 | | | | |
| <i>Labidoplax buskii</i> | | | | 13 | 9 | 20 | 18 |
| <i>Ophiopholis aculeata</i> | | | | 0/1 | | | |
| <i>Ophiothrix fragilis</i> | | | | | 1/1 | | |
| Synaptidae | | | | 3 | | 3 | 1 |
| <i>Thyone fusus</i> | | | | | | 1 | |
| ASCIDIACEA | | | | 1 | 2 | | 1 |
| * PISCES egg | | | | | 1 | | 3 |
| * VARIA | | | | | | + | + |

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

| Geometriske klasser | Stor 1 - 2014 | Stor 2 - 2014 | Stor 3 - 2014 | Stor 2 - 2013 | Stor 3 - 2013 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| I | 15 | 30 | 28 | 16 | 24 |
| II | 10 | 19 | 14 | 14 | 19 |
| III | 6 | 10 | 12 | 8 | 11 |
| IV | 0 | 3 | 5 | 4 | 6 |
| V | 3 | 4 | 7 | 4 | 5 |
| VI | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 |
| VII | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| VIII | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| IX | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XI | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XII | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XIII | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XIV | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Vedleggstabell 3. AMBI ømfintlighetsklasser

Tabellen viser fordeling av individer på økologiske klasser etter AMBI (Azti Marine Biotic Index). I = sensitive arter, II = indifferente arter, III = tolerante, IV = opportunistiske, V = forurensningsindikerende arter.

| Stasjon | Hugg | I(%) | II(%) | III(%) | IV(%) | V(%) |
|---------|------|------|-------|--------|-------|------|
| Stor 1 | 2 | 2,6 | 1,0 | 0,9 | 6,5 | 89,0 |
| | 3 | 5,6 | 2,8 | 7,1 | 4,5 | 80,0 |
| | sum | 4,8 | 2,3 | 5,4 | 5,1 | 82,4 |
| Stor 2 | 1 | 58,4 | 4,5 | 8,8 | 28,4 | 0 |
| | 2 | 50,7 | 3,9 | 21,3 | 24,1 | 0 |
| | sum | 55,1 | 4,2 | 14,1 | 26,6 | 0 |
| Stor 3 | 1 | 44,2 | 8,1 | 15,4 | 32,2 | 0 |
| | 2 | 35,1 | 4,8 | 8,2 | 51,8 | 0 |
| | sum | 39,5 | 6,4 | 11,7 | 42,5 | 0 |

Vedleggstabell 4. Analysebevis Kjemi



Uni Research AS
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-14-MX-002120-01



EUNOBE-00010941

Prøvemottak: 25.06.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 25.06.2014-10.07.2014
Referanse: 808321 / ref: 46/14

ANALYSERAPPORT

| Test | Parameter | Resultat: | MU | Resultat | MU | Resultat | MU | Metode | LOQ |
|------------------------|-------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|-----|
| Fosfor (P) | Totalt fosfor (P) | a) 3700 | mg/kg tv | a) 950 | mg/kg tv | a) 930 | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 10 |
| Kobber (Cu) | | a) 19 | mg/kg tv | a) 24 | mg/kg tv | a) 21 | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 1 |
| Sink (Zn) | | a) 120 | mg/kg tv | a) 110 | mg/kg tv | a) 91 | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 1 |
| Totalt organisk karbon | | a) 1.4 | % TS | a) 2.1 | % TS | a) 2.4 | % TS | EN 13137 | 0.1 |
| Total torrstoff | | a) 66 | % (w/w) | a) 48.7 | % (w/w) | a) 51.5 | % (w/w) | EN 14346 | 0.1 |

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 10.07.2014

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)



< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 1

Vedleggstabell 5. Analysebevis Geologi

| | | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|---|
|  | | Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA | |  |
| | | RAPPORT Sedimentanalyser | | |
| Kunde: Uni Research AS Att: Øydis Alme Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN | | Ordre nr.: 55135 | Antall sider + bilag: 2 | |
| | | Rapport referanse: KR-19223 | Dato: 19.08.2014 | |
| Rev. nr. 0 | Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101/808321/27/14 | Utført: Terje Kolberg | Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen | |

Prøver mottatt dato: 02.07.2014

RESULTATER

| Prøve merket: | | | Stor 1 | Stor 2 | Stor 3 | | |
|---------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------|--|--|
| Parameter | Enhet | Ana.dato | KA-090859 | KA-090860 | KA-090861 | | |
| TOM (550 °C) | % | 11.07.14 | 3,82 | 6,22 | 6,24 | | |

Kornfordeling

Analysedato: 09.07.2014

| Stor 1 | KA-090859 | | | | | | |
|--------------|-----------|----------|----------|--------------|------|---------------|------|
| Diameter(µm) | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | |
| 2000 | -1 | 0,02 | 0,2 | 0,2 | MdΦ | Silt og leire | 39,6 |
| 1000 | 0 | 0,02 | 0,2 | 0,3 | 3,86 | Sand | 60,3 |
| 500 | 1 | 0,07 | 0,5 | 0,8 | | Grus | 0,2 |
| 355 | 1,5 | 0,10 | 0,8 | 1,6 | SdΦ | | |
| 250 | 2 | 0,17 | 1,3 | 2,9 | 1,59 | | |
| 180 | 2,5 | 0,36 | 2,7 | 5,6 | | | |
| 125 | 3 | 1,04 | 7,9 | 13,4 | SkΦ | | |
| 90 | 3,5 | 1,43 | 10,8 | 24,3 | 0,49 | | |
| 63 | 4 | 4,79 | 36,2 | 60,4 | | | |
| <63 | 8 | 5,24 | 39,6 | 100,0 | KΦ | | |
| | | 13,24 | 100,0 | | 1,07 | | |

Proveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



Ordrenummer:55135

Side 2 av 2

| KA-090860 | | | | | | | | | |
|-----------|-----|----------|----------|--------------|------|---------------|--|--|------|
| Stor 2 | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | | | |
| 2000 | -1 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | MdΦ | Silt og leire | | | 77,8 |
| 1000 | 0 | 0,01 | 0,2 | 0,2 | 5,43 | Sand | | | 22,2 |
| 500 | 1 | 0,01 | 0,2 | 0,4 | | Grus | | | 0,0 |
| 355 | 1,5 | 0,05 | 1,0 | 1,4 | SdΦ | | | | |
| 250 | 2 | 0,03 | 0,6 | 2,0 | 1,57 | | | | |
| 180 | 2,5 | 0,04 | 0,8 | 2,8 | | | | | |
| 125 | 3 | 0,11 | 2,2 | 5,1 | SkΦ | | | | |
| 90 | 3,5 | 0,12 | 2,4 | 7,5 | 0,00 | | | | |
| 63 | 4 | 0,72 | 14,6 | 22,2 | | | | | |
| <63 | 8 | 3,83 | 77,8 | 100,0 | KΦ | | | | |
| | | 4,92 | 100,0 | | 0,76 | | | | |

| KA-090861 | | | | | | | | | |
|-----------|-----|----------|----------|--------------|-------|---------------|--|--|------|
| Stor 3 | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | | | |
| 2000 | -1 | 0,00 | 0,0 | 0,0 | MdΦ | Silt og leire | | | 79,6 |
| 1000 | 0 | 0,01 | 0,2 | 0,2 | 5,49 | Sand | | | 20,4 |
| 500 | 1 | 0,00 | 0,0 | 0,2 | | Grus | | | 0,0 |
| 355 | 1,5 | 0,02 | 0,4 | 0,5 | SdΦ | | | | |
| 250 | 2 | 0,04 | 0,7 | 1,3 | 1,62 | | | | |
| 180 | 2,5 | 0,13 | 2,4 | 3,6 | | | | | |
| 125 | 3 | 0,21 | 3,8 | 7,5 | SkΦ | | | | |
| 90 | 3,5 | 0,10 | 1,8 | 9,3 | -0,05 | | | | |
| 63 | 4 | 0,61 | 11,1 | 20,4 | | | | | |
| <63 | 8 | 4,36 | 79,6 | 100,0 | KΦ | | | | |
| | | 5,48 | 100,0 | | 0,83 | | | | |

ANALYSEINFORMASJON

| Parameter | Metode/Analyseteknikk | Akkrediterings-status | Relativ usikkerhet (%) | Deteksjons-grense | Enhet |
|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------|
| TOM (550 °C) | NS-4764 | A | 20 | 0,30 | % |
| Kornfordeling | Intern metode | A | 20 | - | % |

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Proveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 6. MOM B, B1 og B2 skjema

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Mann

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: *Marine Høygaard eksjon Nord*
 Lokalitet: *Storvikbukta*
 Lokalitetstype: *Marin*

Dato: *13.5.14*
 Lokalisetsnr: *10421*

| Gr. | Parameter | Poeng | Prøve nr | | | Indeks |
|---|---------------------|----------------|-----------------------------------|-------------|-------------|--------|
| | | | Stu3 | Stu2 | Stu1 | |
| I | Dyr | Ja = 0 Nei = 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | Tilstand (Gruppe I) | | | | | |
| II | pH | verdi | <i>7.77</i> | <i>7.87</i> | <i>8.01</i> | |
| | E _s (mv) | verdi | <i>32</i> | <i>50</i> | <i>51</i> | |
| | | + ref verdi | <i>152</i> | <i>270</i> | <i>271</i> | |
| | pH/E _s | fra figur | 0 | 0 | 0 | |
| Tilstand, prøve | | 1 | 1 | 1 | | |
| Tilstand, gruppe II | | | | | | |
| Buffer temp: <i>8°C</i> | | | | | | |
| pH sjø: <i>8.57</i> | | | | | | |
| Temp sjø: <i>17.7°C</i> | | | | | | |
| Temp sediment: <i>6.6°C</i> | | | | | | |
| Ref. elektrode: <i>720 mV</i> | | | | | | |
| Kalibrering pH elektrode (Dato og sign): | | | <i>dinda Høygaard, 13.05.2014</i> | | | |
| III | Gassbobler | Ja = 4 Nei = 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Farge | Lys/Grø = 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | Blå/Svart = 2 | | | | |
| | Lukt | ingen = 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | høst = 2 | | | | |
| | Konsistens | Slisk = 4 | | | | |
| | | Fest = 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Grebbe- volum | Myk = 2 | | | | |
| | | Loe = 4 | | | | |
| | | v < 1.4 = 0 | | | 0 | |
| Tykkelse på slamlag | 1.4 ≤ v < 3.4 = 1 | | | | | |
| | v ≥ 3.4 = 2 | 2 | 2 | | | |
| Tykkelse på slamlag | 0 - 2 cm = 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 2 - 8 cm = 1 | | | | | |
| | ≥ 8 cm = 2 | | | | | |
| SUM | | | | | | |
| Korrigert sum (*0,22) | | | | | | |
| Tilstand prøve | | | | | | |
| Tilstand gruppe III | | | | | | |
| Middelverdi gruppe II og III | | | | | | |
| Tilstand gruppe II og III | | | | | | |
| pH/E _s Korr. sum Indeks Middelverdi | Tilstand | | | | | |
| | < 1,1 | 1 | | | | |
| | 1,1 - < 2,1 | 2 | | | | |
| | 2,1 - < 3,1 | 3 | | | | |
| ≥ 3,1 | 4 | | | | | |
| Tilstand | | | | | | |
| Gruppe I | Gruppe II og III | | | | | |
| A | 1, 2, 3, 4 | | | | | |
| 4 | 1, 2, 3 | | | | | |
| 4 | 4 | | | | | |
| Lokalitetstilstand | | | | | | |
| Lokalitetstilstand | | | | | | |

Korrekturløst: *20.5.14* dato *V. Høygaard* Sign. *Sam-Mann* Sign.

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Hansen region Nord

Dato: 13.5.14

Lokalitet: Storvikbukta

Lokalitetnr: 104/27

Lokalitetstype: Mot GSK

| | | | | | | | | | |
|------------------------|------------|-------|-------|---|--|--|--|--|--|
| Prøvetakingssted (nr) | Stor3 | Stor2 | Stor1 | | | | | | |
| Dyp (m) | 173 | 162 | 90 | | | | | | |
| Antall forsøk | 1 | 1 | 1 | | | | | | |
| Bobling (i prøve) | | | | | | | | | |
| Primær-sediment | Grus | | | | | | | | |
| | Skjellsand | | | | | | | | |
| | Sand | | | 3 | | | | | |
| | Mudder | | | | | | | | |
| | Silt | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| | Leire | 3 | 3 | | | | | | |
| Fjellbunn | | | | | | | | | |
| Steinbunn | | | | | | | | | |
| Pigghuder, antall | | | 1 | | | | | | |
| Krepsdyr, antall | | | | | | | | | |
| Skjell, antall | | | | | | | | | |
| Berstemark, antall | Flekk | Flekk | | | | | | | |
| Andre dyr, antall | | | | | | | | | |
| Malacoceros fuliginosa | | | | | | | | | |
| Beggiatoa | | | | | | | | | |
| Fór | | | | | | | | | |
| Fekalier | | | | | | | | | |
| Kommentarer | | | | | | | | | |

Korrekturløst: 20.5.14
dataVidar Storm
Sign.Arne
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av