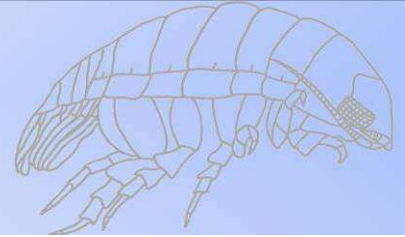


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





SAM e-Rapport nr. 15-2012

MOM C-undersøkelse ved Bremnessvaet og Brettingen i 2011

Fredrik R Staven
Anders W Olsen
Vidar Strøm
Kristin Hatlen
Per Johannessen
Per-Otto Johansen



| | | |
|---|------------------|---|
|  | SAM-Marin |  Test 157 |
| SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25 | | Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA |

| | |
|---|--|
| Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse ved Bremnessvaet og Brettingen i 2011. | Dato: : Felt: 11.05.11 Rapport: 07. mars, 2012 |
| | Antall sider og bilag: 40 |
| Forfatter(e): Fredrik R Staven, Anders W Olsen, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, Per Johannessen og Per-Otto Johansen | Prosjektleder: Fredrik R Staven Prosjektnummer: : 45-5-11C & 46-11C |

| | |
|--|-----------------------|
| Oppdragsgiver: Marine Harvest, region midt | Tilgjengelighet: Åpen |
|--|-----------------------|

Abstract: On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the area by two marine fish farms, Brettingen and Bremnessvaet. The fish farms are located in Trondheimsleia, east of the island Smøla, Møre og Romsdal. 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, five different stations were chosen for sampling. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the levels of phosphorus , zinc, and cobber was low (class I). The organic content (TOC) shows low concentrations at Brem1, Brem2, Brem3 (class I, very good), and Brett 1 (class II, good), while TOC at Brett 2 show a higher concentration (class III, moderate). The organic content expressed as % volatile total solids indicates a low organic content at every station, except for Brem 3, where the content is moderate. This is most likely due to a higher degree of fine fractions in the sediment at Brem 3, compared to the other stations. The soft bottom macrofauna investigations showed good conditions with good species diversity and a big amount of fauna on every station. In total the results give a picture of a marine area in good condition. The influence from the marine fish farms is minimal.

| | | |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| Keywords: Fish farm | Emneord: Fiskeoppdrett | ISSN NR.: 1890-5153 |
| Recipient | Resipient | SAM e-Rapport nr. 15-2012 |
| Benthos | Bunndyr | |
| Sediment | Sediment | |

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|------------|--|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 12.4.2012 |  |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 11.05.2011 |  |

SAM-Marin er en del av 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:

Prøvetaking til - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Per Johannessen og Tom alvestad

Rapportering utført av: SAM-marin/Aqua Komp.

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: båten til Surnadal Sjøservice AS


Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse as akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Tørrstoff, sink, kobber og fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

| Informasjon oppdragsgiver : | | | |
|-----------------------------|--|-----------------------|-----------------------|
| Rapport tittel: | MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokalitetene Brettingen og Bremnessvaet i Trondheimsleia, Smøla kommune | | |
| Rapport-nummer: | 46-5-11C | Lokalitetens navn: | Brettingen |
| Lokalitetsnummer: | 12 466 | GPS, senter i anlegg: | N63°21.492/Ø08°14.236 |
| Fylke: | Møre og Romsdal | Kommune: | Smøla |
| MTB-tillatelse: | 5460 tonn | Driftsleder: | Odd Gunnar Sørøy |
| Dato undersøkelse: | 11.05.2011 | Dato rapport: | 7. mars, 2012 |
| Oppdragsgiver: | Marine Harvest Norway AS, Knut Staven | | |

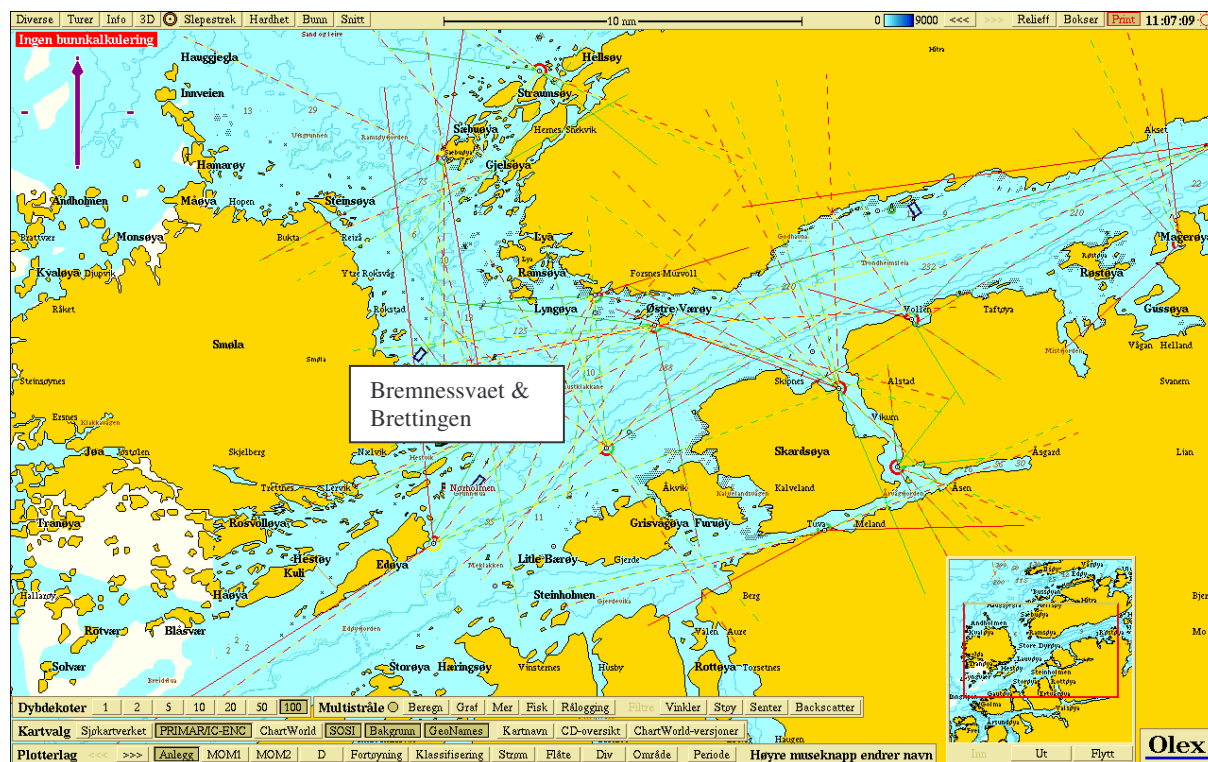
| Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) : | | | | | |
|--|--|---|----------------------------------|---|---------------------------------|
| | | Stasjoner | Stasjon 1 (nærsonen) | Stasjon 2 (overgangssone) | Stasjon 3 (felles fjernsone) |
| Parametre | | | | | |
| GPS (prøvestasjoner): | | | N 63° 21.566 Ø 08° 14.402 | N 63° 21.994 Ø 08° 15.325 | N 63° 23.151 Ø 08° 16.359 |
| Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse) | Antall arter: | | 85 | 103 | 71 |
| | Antall individer: | | 805 | 1321 | 820 |
| | Jevnhet (0-1): | | 0,75 | 0,76 | 0,73 |
| | Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse: | | | 5,11 | 4,48 |
| | Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse: | | | | |
| | Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand: | | I (meget god) Miljøtilstand 1 | I (meget god) Miljøtilstand I | |
| Normal. TOC | TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse: | | 22,2 II (god) | 29,5 III (moderat) | 10,5 I (meget god) |
| Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse) | Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse: | | 37,0 I (meget god) | 31,0 I (meget god) | 44,0 I (meget god) |
| | P (mg/kg): P, kommentar: | | 820 | 630 | 650 |
| | Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse: | | 12,0 I (meget god) | 10,0 I (meget god) | 14,0 I (meget god) |
| | Oksygen | Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse: | | Ikke målt | Ikke målt |
| Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter): | | | Silt, lys grå farge | Silt og litt skjellsand, lys grå farge | Silt, lys grå farge |
| Ansvarlig feltarbeid / Signatur: | |  | | | |

INNHOOLD

| | |
|---|-----------|
| 1 INNLEDNING | 6 |
| 2 MATERIALE OG METODER | 6 |
| 2.1 Undersøkelsesområdet..... | 6 |
| 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder | 7 |
| 2.3 Produksjon ved oppdrettsanleggene | 14 |
| 3 RESULTATER OG DISKUSJON | 14 |
| 3.1 Hydrografi | 14 |
| 3.2 Sediment..... | 17 |
| 3.3 Kjemi..... | 18 |
| 3.4 Bunndyr | 18 |
| 4 SAMMENDRAG OG KOKLUSJON | 22 |
| 5 TAKK | 23 |
| 6 LITTERATUR | 23 |
| 7 VEDLEGG | 24 |
| GENERELL VEDLEGGSDDEL | 24 |
| Vedleggstabell 1. Artsliste | 32 |
| Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi..... | 38 |

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra fem stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS i Trondheimsleia, Smøla kommune i Møre og Romsdal 11. mai 2011. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997).



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Bremnessvaet avmerket. Kartkilde: Olex.

2 MATERIALE OG METODER

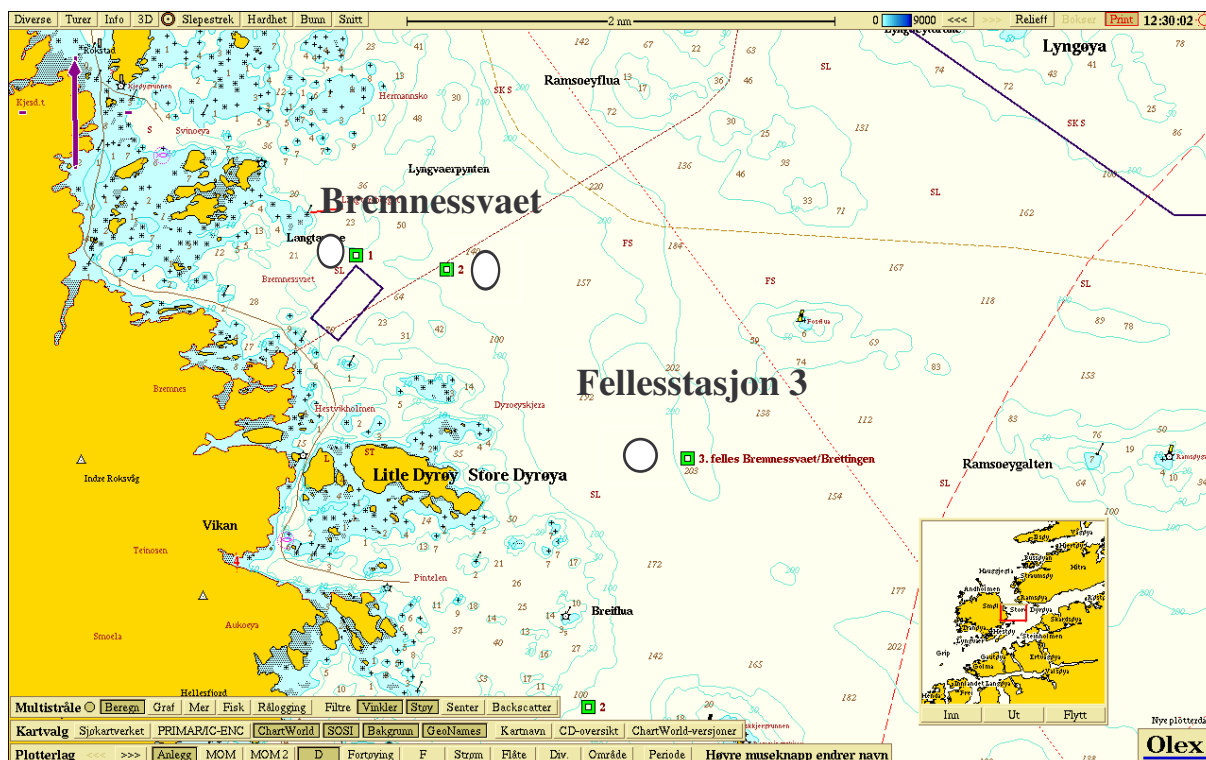
2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i Trondheimsleia, like øst for øya Smøla i Møre og Romsdal (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Det største dypet i fjorden er 250 m. Det ble tatt prøver fra i alt fem stasjoner i nærheten, overgangssonen, og fjernssonen til matfisklokalitetene Bremnessvaet og Brettingen, tilhørende Marine Harvest Norway AS. Bremnessvaet ligger lengst nord av lokalitetene. Én av stasjonene (Brem 3) fungerer som en felles fjernstasjon mellom de to

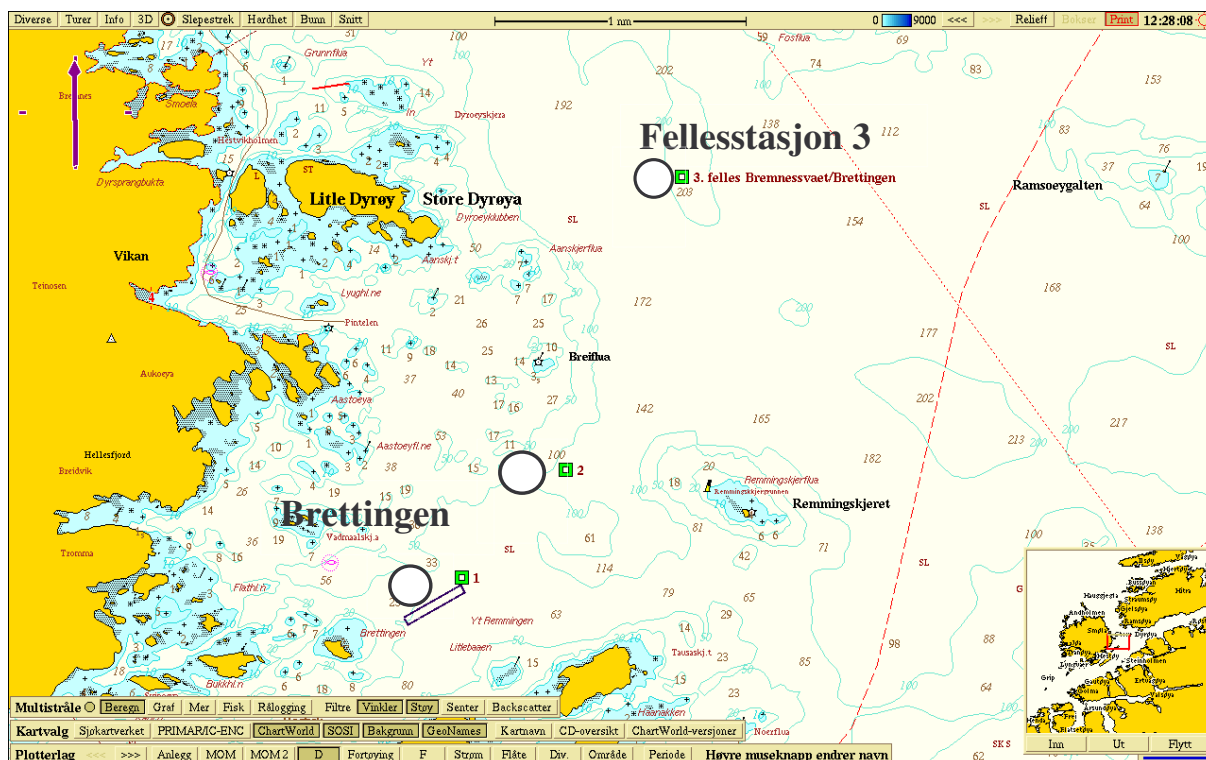
matfisklokalitetene. De fire andre stasjonene ligger i nærsonen og i overgangssonen til hver av lokalitetene.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten til Surnadal Sjøservice AS den 11. mai 2011. Det ble tatt prøver av bunnsedimentet og utført CTD-måling fra fem stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.2. Detaljskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3. Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

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 fordi 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 (H_2S), 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 %.

Det ble utført målinger av saltholdighet og temperatur på alle fem stasjoner (figur 3.1 til 3.5). Oksygenmålinger foreligger ikke i denne rapporten, på grunn av defekt oksygensonde da prøvene ble tatt. Da farvannet er åpent og det ikke er terskler som begrenser vannutskiftningen, ble det besluttet å rapportere uten oksygenmålinger. Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble

overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 11. mai 2011.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet den 11. mai 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

| Stasjon | Sted | Dyp | Hugg | Prøve | Andre opplysninger |
|-------------|----------------------------|-----|--------|-----------|---|
| Dato | Posisjon (WGS-84) | (m) | nummer | volum (l) | |
| St. Brem 1 | Trondheimsleia | 75 | 1 | 0,5 | Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt. |
| 11.05.11 | 63°24.106 N 08°12.918 Ø | | | | Ikke observert hovedtyper av større dyr i prøven. Faunaprøve. |
| | | | 2 | 0,7 | Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Faunaprøve. |
| | | | 3 | | Skjellsand og silt, lys farge. Ingen lukt. Ikke observert hovedtyper av dyr. Kjemi/geologi prøve. |
| St. Brem 2 | Trondheimsleia | 125 | 1 | 9,5 | Silt og organisk materiale, lys farge. Ingen lukt. Børstemark og slangestjerner i prøven. Faunaprøve. |
| 11.05.11 | 63°24.040 N 08°13.864 Ø | | | | |
| | | | 2 | 9,5 | Silt og organisk materiale, lys farge. Ingen lukt. Børstemark og slangestjerner i prøven. Faunaprøve. |
| | | | 3 | | Silt, lys farge. Ingen lukt. Slangestjerner og børstemark i prøven. Kjemi/geologi prøve. |
| St. Brem 3 | Trondheimsleia | 197 | 1 | 12,9 | Silt, lys grå farge. Ingen lukt. |
| 11.05.11 | 63°23.151 N 08°16.359 Ø | | | | Børstemark og slangestjerner i prøven. Faunaprøve. |
| | | | 2 | 12,9 | Silt, lys farge. Ingen lukt. Børstemark og slangestjerner i prøven. Faunaprøve. |
| | | | 3 | 17,0 | Silt, lys farge. Ingen lukt. Kjemi/geologi prøve. |
| St. Brett 1 | Trondheimsleia | 82 | 1 | 9,5 | Silt, lys grå farge. Ingen lukt. |
| 11.05.11 | 63°21.566 N 08°14.402 Ø | | | | Børstemark og slangestjerner i prøven. Faunaprøve. |

Tabell 2.1 fortsetter.

| Stasjon | Sted | Dyp | Hugg | Prøve | Andre opplysninger |
|------------|----------------------------|-----|--------|-----------|---|
| Dato | Posisjon (WGS-84) | (m) | nummer | volum (l) | |
| | | | 2 | 7,4 | Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Sjøstjerner i prøven. Faunaprøve. |
| | | | 3 | 17,0 | Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Kjemi/geologi prøve. |
| St Brett 2 | Trondheimsleia | 111 | 1 | 9,5 | Silt og skjellsand, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Faunaprøve. |
| 11.05.11 | 63°21.994 N 08°15.325 Ø | | 2 | 9,5 | Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark og sjøstjerne i prøven. Faunaprøve. |
| | | | 3 | 17,0 | Silt, lys grå farge. Ingen lukt. Kjemi/geologi prøve. |

2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra fem stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). 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 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

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.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 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 strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885m. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

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 bløtbunnsartene 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 det finnes få eller ingen levende arter 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 $0,1 \text{ m}^2$. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet 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 van Veen grabb har et volum på 17 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 to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. 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 gjennomføringen av vanndirektivet og KLIF (Klima og Forurensingsdirektoratet) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997, Veileder nr 1:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversitetene beregnes for prøvene brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra Svært god (I) til Meget dårlig (V). I tillegg

brukes indeksene NQI1 og NQI2, som også tar hensyn til artenes sårbarhet (beregnet vha AMBI). Dette er en internasjonal standard som er implementert etter det nye vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 1:2009). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Klassifisering av miljøtilstand (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanndirektivet 1:2009). Normalisert TOC er korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

| Parameter | Måleenhet | Tilstandsklasse | | | | | |
|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------|-------------------------------|--------------|------------------------------|-------|
| | | I Meget/ svært god | II God | III Moderat/ mindre god | IV Dårlig | V Meget / svært dårlig | |
| Dypvann | Oksygen | ml O ₂ /l | >4,5 | 4,5-3,5 | 3,5-2,5 | 2,5-1,5 | <1,5 |
| Sediment | Shannon-Wiener (H) | | >3,8 | 3,0-3,8 | 1,9-3,0 | 0,9-1,9 | <0,9 |
| | NQI1 | | >0,72 | 0,63-0,72 | 0,49-0,63 | 0,31-0,49 | <0,31 |
| | NQI2 | | >0,65 | 0,54-0,65 | 0,38-0,54 | 0,20-0,38 | <0,20 |
| | Normalisert TOC | mg/g | <20 | 20-27 | 27-34 | 34-41 | >41 |
| | Sink | mg Zn/kg | <150 | 150-360 | 360-590 | 590-4500 | >4500 |
| | Kobber | mg Cu/kg | <35 | 35-51 | 51-55 | 55-220 | >220 |

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

| Miljøtilstand | Kriterier |
|-----------------------------------|--|
| Miljøtilstand 1 | <ul style="list-style-type: none"> - Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet. |
| Miljøtilstand 2 | <ul style="list-style-type: none"> - 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet. |
| Miljøtilstand 3 | <ul style="list-style-type: none"> - 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m² |
| Miljøtilstand 4 (uakseptabelt) | <ul style="list-style-type: none"> - Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². |

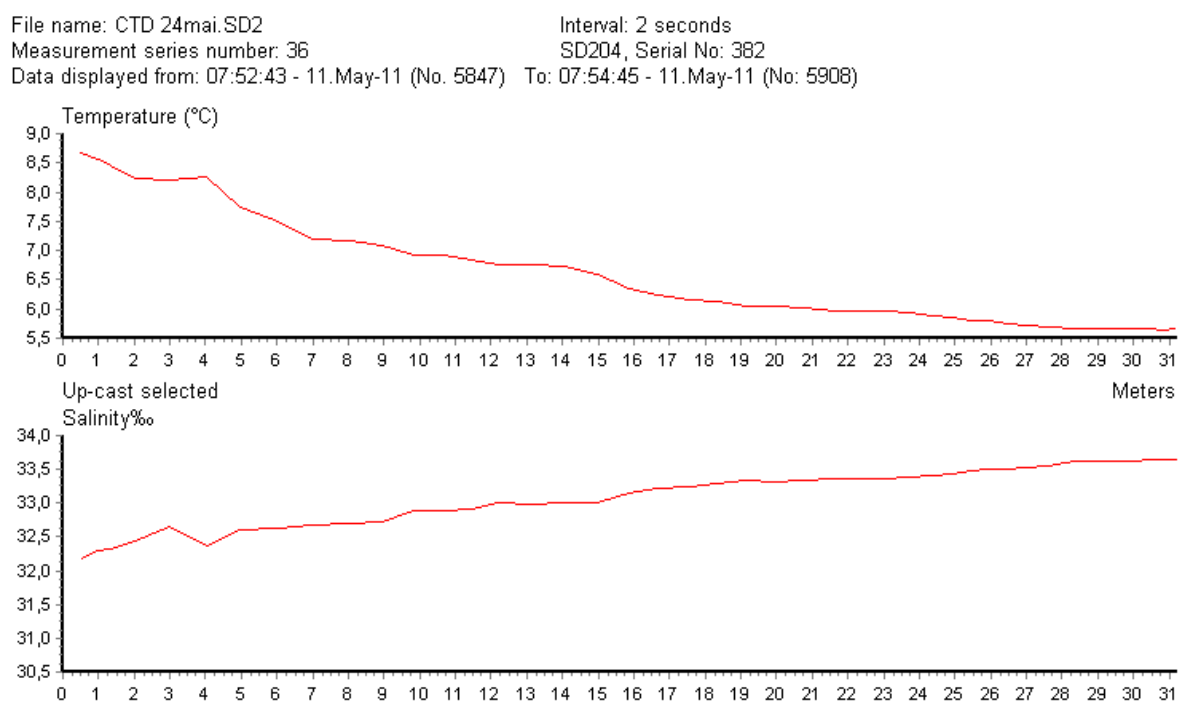
2.3 Produksjon ved oppdrettsanleggene

Ved Bremnessvaet ble det utført 4000 tonn siste generasjon. Lokalitet Brettingen hadde stått brakk i tiden før undersøkelsesdato.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

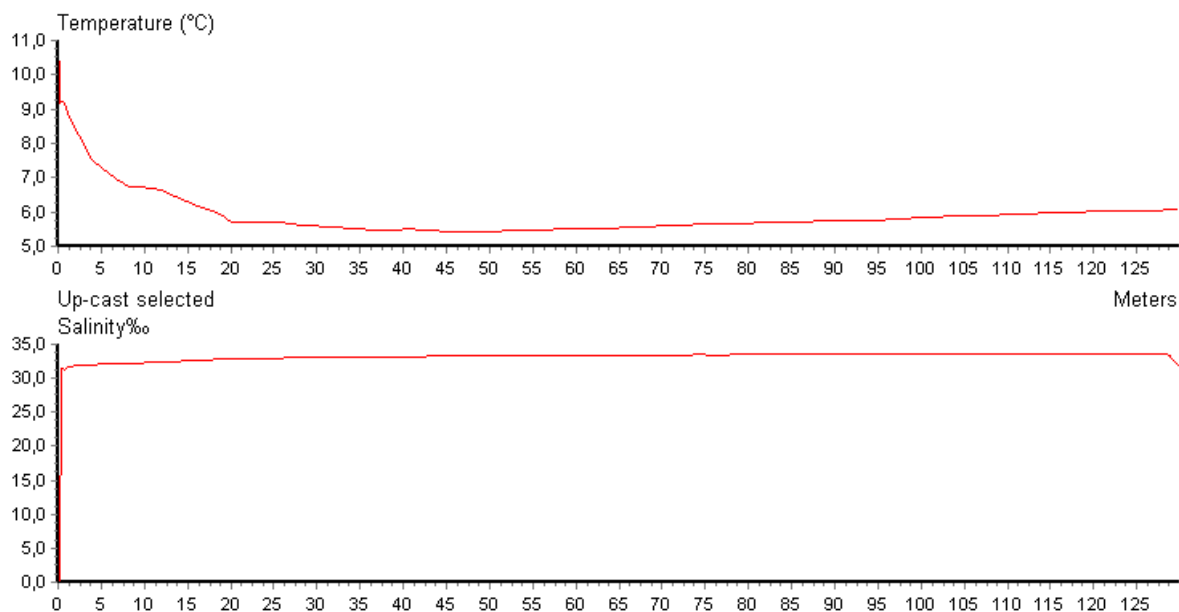
3.1 Hydrografi

På alle fem stasjoner ble det stort sett registret det samme mønster når det gjelder hydrografi (figur 3.1 til 3.5). Saliniteten lå på mellom 32 og 33 ‰ nedover i vannsøylen. Temperaturen sank gradvis fra rundt 10 °C ved overflaten til rundt 5,5 °C ved bunnen.



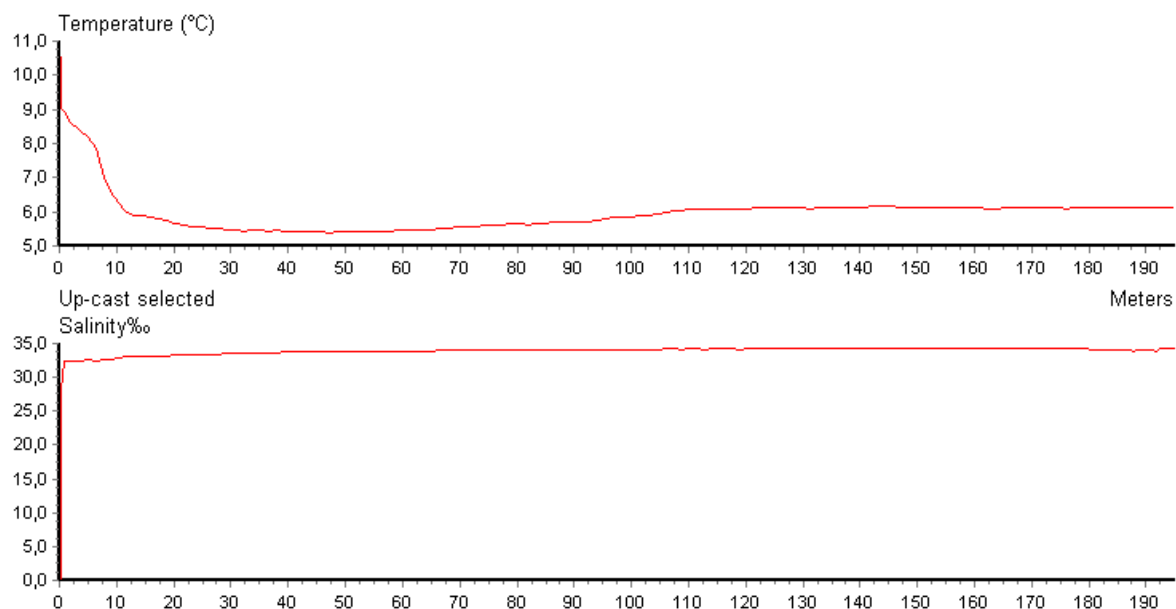
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 31 meters dyp på stasjon Brem 1 den 11. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 38 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 08:50:31 - 11.May-11 (No. 6004) To: 08:57:25 - 11.May-11 (No: 6211)



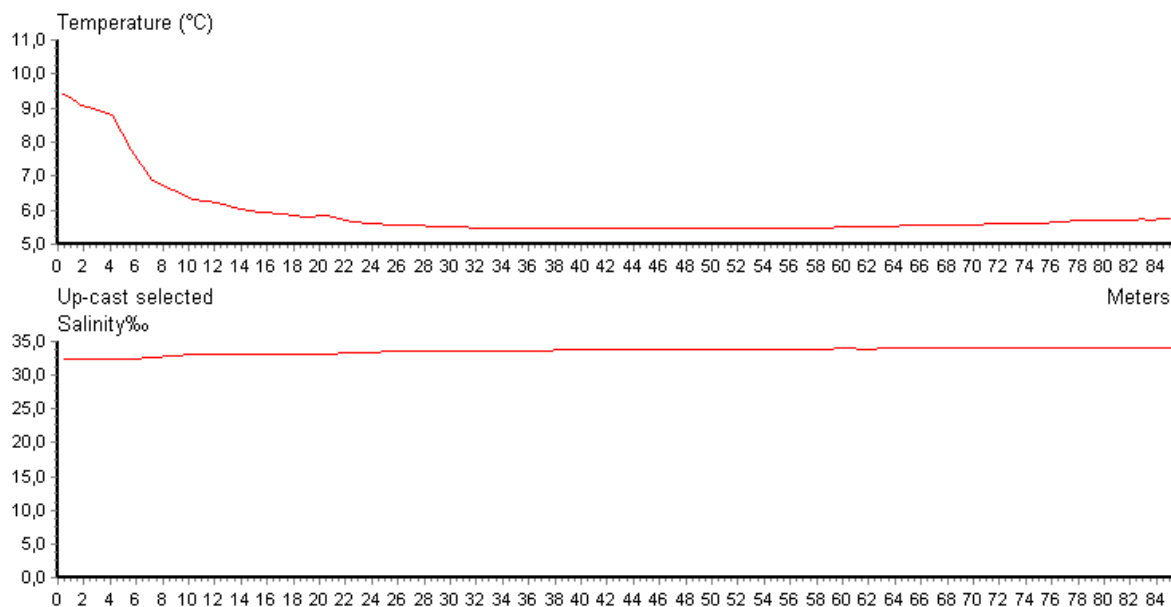
Figur 3.2. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 130 meters dyp på stasjon Brem 2 den 11. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 39 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:50:55 - 11.May-11 (No. 6251) To: 10:00:43 - 11.May-11 (No: 6545)



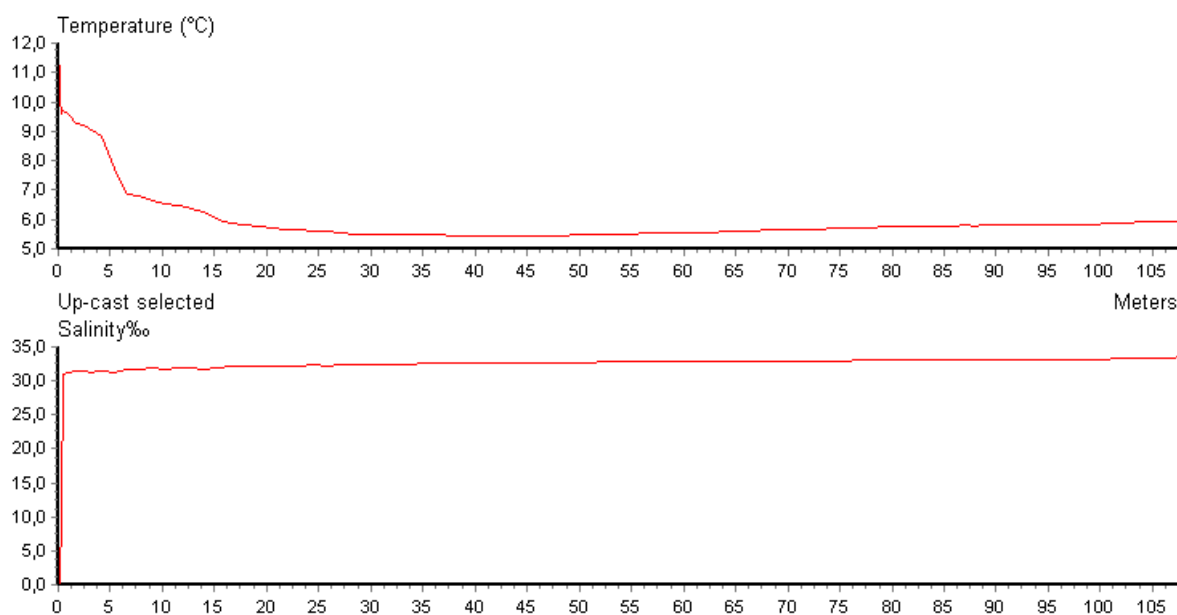
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 195 meters dyp på stasjon Brem 3 den 11. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 42 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:27:40 - 11.May-11 (No. 6650) To: 11:31:32 - 11.May-11 (No: 6766)



Figur 3.4. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 86 meters dyp på stasjon Brett 1 den 11. mai 2011.

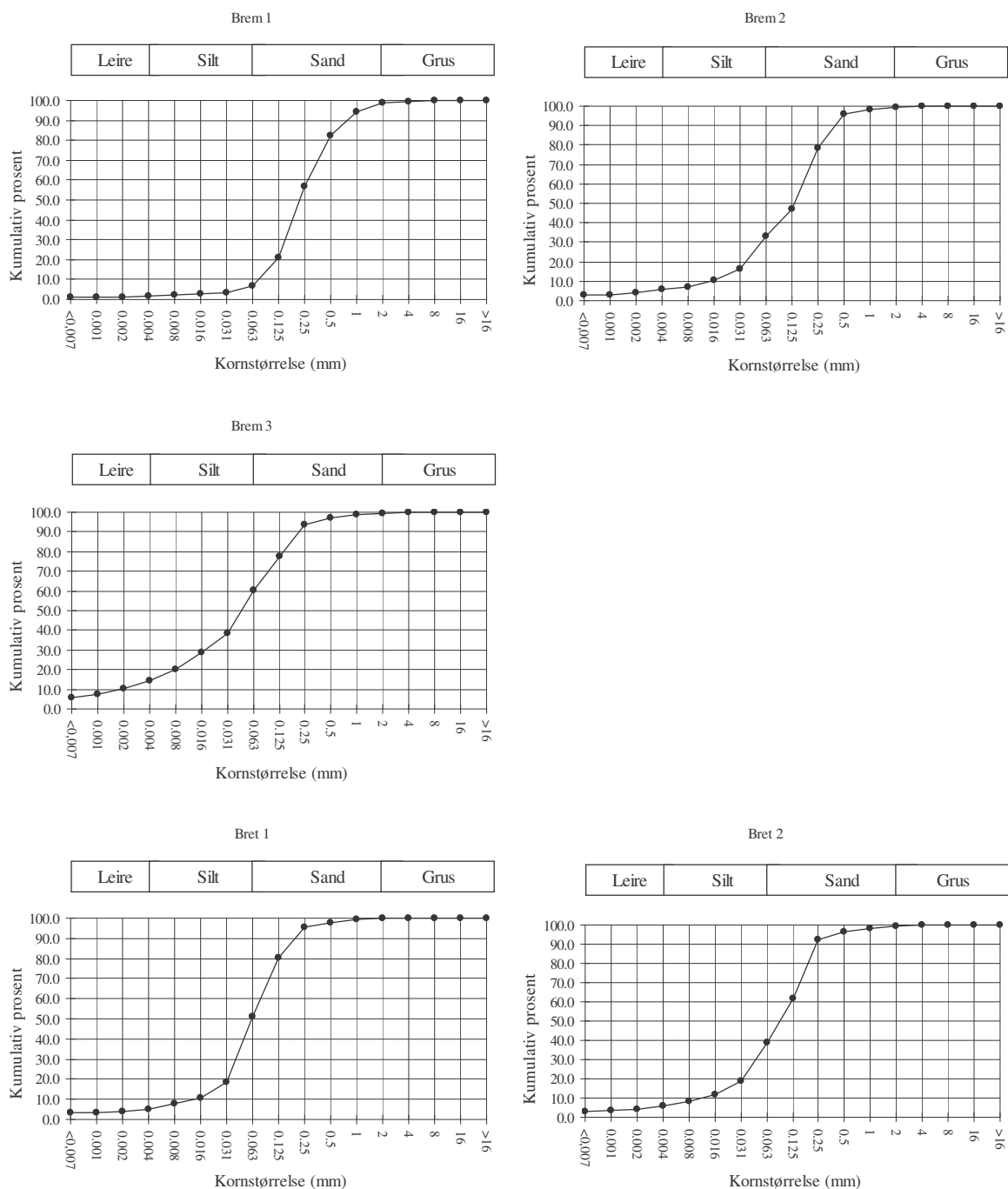
File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 43 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:15:01 - 11.May-11 (No. 6858) To: 12:21:19 - 11.May-11 (No: 7047)



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 106 meters dyp på stasjon Brett 2 den 11. mai 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i figur 3.6 og tabell 3.1. Sedimentet ved stasjon Brem 1 besto av mye grovkornede partikler i form av sand (92 %), med en mindre fraksjon av finkornede partikler (silt og leire 7 %). Stasjon Brem 2 besto av 66 % sand og 33 % silt og leire. Stasjon Brem 3 besto av 39 % sand og 60 % silt og leire. Stasjon Brett 1 besto av 48 % sand og 51 % leire og silt, og stasjon Brett 2 besto av 61 % sand og 39 % leire og silt.



Figur 3.6. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Bremnessvaet og Brettingen i 2011.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Bremnessvaet og Brettingen i 2011.

| Stasjon | Dyp (m) | Organisk innhold (% glødetap) | Leire (%) | Silt (%) | Leire+Silt (%) | Sand (%) | Grus (%) |
|----------------|------------|----------------------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| Brem 1 | 75 | 4,15 | 2 | 5 | 7 | 92 | 1 |
| Brem 2 | 125 | 6,70 | 6 | 28 | 33 | 66 | 1 |
| Brem 3 | 197 | 10,22 | 14 | 46 | 60 | 39 | 0 |
| Brett 1 | 82 | 5,61 | 5 | 46 | 51 | 48 | 0 |
| Brett 2 | 111 | 5,98 | 6 | 33 | 39 | 61 | 1 |

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Bremnessvaet og Brettingen er vist i Tabell 3.2 og Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. 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).

Glødetapet er lavt ved alle stasjoner bortsett fra Brem 3 hvor det var moderat. Dette har trolig en sammenheng med en høyere andel finfraksjon i sedimentet, sammenlignet med de andre stasjonene. TOC-verdiene indikerer lave nivåer av organisk materiale ved Bremnessvaet (Tilstand I, Meget god) og Brett 1 (tilstand II, God) og noe høyere verdier ved Brett 2 (tilstand III, Moderat). Ellers er konsentrasjonene av sink og kobber i sedimentet lave ved samtlige stasjoner (tilstand I, Meget god).

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Bremnessvaet og Brettingen i 2011. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

| Stasjon | Totalt Organisk Carbon g/kg | Normalisert TOC mg/g | TK | Fosfor | Sink | Kobber | | Tørrstoff (TS) % | |
|---------|--------------------------------|-------------------------|-----|-------------|-------------|--------|----------|---------------------|------|
| | | | | mg/kg TS | mg/kg TS | TK | mg/kg TS | | |
| Brem 1 | <5 | 19,3 | I | 380,0 | 14,0 | I | 6,6 | I | 62,0 |
| Brem 2 | 6,8 | 19,5 | I | 560,0 | 62,0 | I | 19,0 | I | 53,0 |
| Brem 3 | <5 | 10,5 | I | 650,0 | 44,0 | I | 14,0 | I | 46,0 |
| Bret 1 | 12,0 | 22,2 | II | 820,0 | 37,0 | I | 12,0 | I | 60,0 |
| Bret 2 | 16,0 | 29,5 | III | 630,0 | 31,0 | I | 10,0 | I | 59,0 |

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figuren 3.7 og Vedleggstabell 1. Brett 1 ligger på 82 m dyp i nærheten til lokaliteten Brettingen. Her ble det funnet 805 individer fordelt på 85 arter. Dette er et relativt høyt antall arter og fører til en

diversitet på 4,80. Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver artsmangfoldet som ”Svært godt”. Den mest individrike arten på denne stasjonen var børstemarken *Paramphinome jeffreysii* med 24 % av samtlige individer på stasjonen. Blant de ni andre mest individrike artene, fantes det tre mollusker og en slangestjerne. Stasjonen får MOM-tilstanden 1 (Meget god) og grafen med arter fordelt på geometriske klasser indikerer svært gode forhold. Denne stasjonen har, tross at den ligger nært et anlegg, svært gode bunnforhold.

Brett 2 ligger i overgangssonen til lokaliteten Brettingen, på 111 m dyp. Her ble det funnet 1321 individer og 103 arter. Diversitet ble da 5,11 og stasjonen får dermed KLIFs tilstand ”Svært godt”. Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver også artsmangfoldet som ”Svært godt”. Blant de elleve mest individrike artene fantes det 10 børstemark og en mollusk. Den mest individrike var også her børstemarken *Paramphinome jeffreysii* med 23 % av alle individer. Stasjonen får MOM-tilstanden 1 (Meget god) og grafen med arter fordelt på geometriske klasser indikerer gode forhold.

Ved lokaliteten Bremnessvaet ligger nærstasjonen Brem 1 på 75 m dyp. Prøvevolumet til faunaanalyse var lite, men dette ser ikke ut til å ha påvirket resultatet. Det ble funnet 224 individer og 61 arter på denne stasjonen. Dette gir den gode diversiteten 5,24 og Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver artsmangfoldet som ”Svært godt”. Den mest individrike arten var børstemarken *Chaetozone sp.* som hadde 14 % av totalt antall individer. De ti andre mest individrike artene bestod av en molluskart, en anemoneart og åtte børstemarkarter. Stasjonen får MOM-tilstanden 1 (Meget god), mens grafen med arter fordelt på geometriske klasser indikerer moderate til gode forhold.

I Bremnessvaets overgangssone ligger stasjonen Brem 2 på 125 m dyp. På denne stasjonen ble det funnet 1503 individer fordelt på 92 arter. Dette gir diversiteten 4,94 og dermed KLIFs tilstand ”Svært godt”. Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver også artsmangfoldet som ”Svært godt”. Den mest individrike arten på denne stasjonen var børstemarken *Paramamphinome jeffreysii*, med 22 % av totalt antall individer. Blant de ti andre mest individrike artene fantes åtte børstemarkarter, en molluskart og en slangestjerneart. Basert på antall og fordeling av arter, får stasjonen MOM-tilstand 1 (Meget god) og grafen med arter fordelt på geometriske klasser indikerer gode forhold på denne stasjonen.

Brem 3 er en felles fjernstasjon på 197 m dyp for de to anleggene Bremnessvaet og Brettingen. I prøvene fra denne stasjonen ble det funnet 820 individer og 71 arter. Dette tilsvarer en diversitet på 4,48 og dermed KLIFs tilstand "Svært god". Vanndirektivets indekser (NQI1 og NQI2) indikerer også et godt artsmangfold. Børstemarken *Paramphinome jeffreysii* var også her mest individrik, med 26 % av totalt antall individer. Ellers fantes det fem andre børstemarkarter og fire molluskarer blant de ti mest individrike artene. Grafen med arter fordelt på geometriske klasser illustrerer gode forhold.

Samtlige stasjoner ved Bremnessvaet og Brettingen får gode karakterer basert på diversitet og mengde fauna i området.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Bremnessvaet og Brettingen i 2011. Klassifisering av miljøtilstanden (T.K.) er basert på flere diversitetsmål: Shannon-Wiener diversitet (H'), NQI1, NQI2 og AMBI som angitt i Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann (se generelt vedlegg for nærmere forklaringer), samt MOM tilstand fra NS 9410.

| Stasjon | Hugg | Individer | Arter | Diversitet (H') | KLIF | MOM | Jevnhet (J) | AMBI | NQI1 | NQI2 |
|----------------|------------|-------------|------------|-----------------|------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| | | | | | TK | TK | | | | |
| Brett 1 | 1 | 449 | 66 | 4.67 | | | 0.77 | | | |
| | 2 | 356 | 66 | 4.70 | | | 0.78 | | | |
| | sum | 805 | 85 | 4.80 | | 1 | 0.75 | 2.30 | 0.77 | 0.74 |
| TK | | | | | Svært god | Meget god | | | Svært god | Svært god |
| Brett 2 | 1 | 667 | 87 | 5.14 | | | 0.80 | | | |
| | 2 | 654 | 81 | 4.93 | | | 0.78 | | | |
| | sum | 1321 | 103 | 5.11 | | 1 | 0.76 | 2.42 | 0.76 | 0.75 |
| TK | | | | | Svært god | Meget god | | | Svært god | Svært god |
| Brem 1 | 1 | 92 | 41 | 4.85 | | | 0.90 | | | |
| | 3 | 132 | 42 | 4.86 | | | 0.90 | | | |
| | sum | 224 | 61 | 5.24 | | 1 | 0.88 | 2.61 | 0.75 | 0.75 |
| TK | | | | | Svært god | Meget god | | | Svært god | Svært god |
| Brem 2 | 1 | 689 | 73 | 4.84 | | | 0.78 | | | |
| | 2 | 814 | 75 | 4.96 | | | 0.80 | | | |
| | sum | 1503 | 92 | 4.94 | | 1 | 0.76 | 2.29 | 0.76 | 0.75 |
| TK | | | | | Svært god | Meget god | | | Svært god | Svært god |
| Brem 3 | 1 | 406 | 56 | 4.59 | | | 0.79 | | | |
| | 2 | 414 | 53 | 4.13 | | | 0.72 | | | |
| | sum | 820 | 71 | 4.48 | | | 0.73 | 2.48 | 0.74 | 0.70 |
| TK | | | | | Svært god | | | | Svært god | Svært god |

Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Bremnessvaet og Brettingen i 2011.

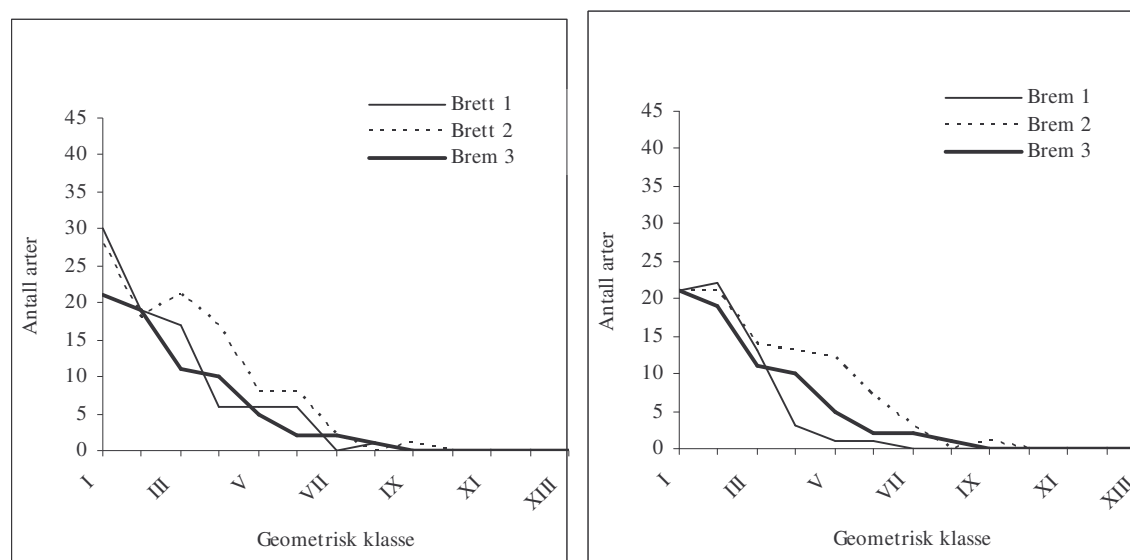
| Brett 1 | Ant. | Ind. | % | Kum % | Brett 2 | Ant. | Ind. | % | Kum % |
|--------------------------------|------|------|----|-------|---------------------------------|------|------|----|-------|
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 196 | 24 | 24 | | <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 302 | 23 | 23 | |
| <i>Pholoe baltica</i> | 60 | 7 | 32 | | <i>Chaetozone sp.</i> | 79 | 6 | 29 | |
| <i>Thyasira flexuosa</i> | 43 | 5 | 37 | | <i>Thyasira equalis</i> | 67 | 5 | 34 | |
| <i>Polydora sp.</i> | 38 | 5 | 42 | | <i>Aphelochaeta sp.</i> | 55 | 4 | 38 | |
| <i>Maldanidae indet.</i> | 38 | 5 | 47 | | <i>Notomastus latericeus</i> | 54 | 4 | 42 | |
| <i>Abra alba</i> | 34 | 4 | 51 | | <i>Maldanidae indet.</i> | 52 | 4 | 46 | |
| <i>Amphiura chiajei</i> | 34 | 4 | 55 | | <i>Amythasides macroglossus</i> | 49 | 4 | 50 | |
| <i>Galathowenia oculata</i> | 30 | 4 | 59 | | <i>Galathowenia oculata</i> | 36 | 3 | 53 | |
| <i>Chaetozone sp.</i> | 22 | 3 | 61 | | <i>Polydora sp.</i> | 35 | 3 | 55 | |
| <i>Thyasira sarsii</i> | 20 | 2 | 64 | | <i>Pholoe baltica</i> | 34 | 3 | 58 | |
| | | | | | <i>Lumbrineridae indet.</i> | 34 | 3 | 60 | |

| Brem 1 | Ant. | Ind. | % | Kum % | Brem 2 | Ant. | Ind. | % | Kum % |
|--------------------------------|------|------|----|-------|---------------------------------|------|------|----|-------|
| <i>Chaetozone sp.</i> | 32 | 14 | 14 | | <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 328 | 22 | 22 | |
| <i>Thyasira flexuosa</i> | 18 | 8 | 22 | | <i>Aphelochaeta sp.</i> | 119 | 8 | 30 | |
| <i>Spio sp.</i> | 12 | 5 | 28 | | <i>Amythasides macroglossus</i> | 94 | 6 | 36 | |
| <i>Edwardsia sp.</i> | 9 | 4 | 32 | | <i>Galathowenia oculata</i> | 80 | 5 | 41 | |
| <i>Polydora sp.</i> | 8 | 4 | 35 | | <i>Thyasira equalis</i> | 61 | 4 | 45 | |
| <i>Galathowenia oculata</i> | 7 | 3 | 38 | | <i>Notomastus latericeus</i> | 50 | 3 | 49 | |
| <i>Goniada maculata</i> | 7 | 3 | 42 | | <i>Maldanidae indet.</i> | 44 | 3 | 52 | |
| <i>Scoloplos armiger</i> | 7 | 3 | 45 | | <i>Pholoe baltica</i> | 43 | 3 | 54 | |
| <i>Hydroides norvegica</i> | 7 | 3 | 48 | | <i>Lumbrineridae indet.</i> | 40 | 3 | 57 | |
| <i>Syllidae indet.</i> | 6 | 3 | 50 | | <i>Chaetozone sp.</i> | 39 | 3 | 60 | |
| <i>Aonides paucibranchiata</i> | 6 | 3 | 53 | | <i>Amphiura chiajei</i> | 39 | 3 | 62 | |

| Brem 3 | Ant. | Ind. | % | Kum % |
|--------------------------------|------|------|----|-------|
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 213 | 26 | 26 | |
| <i>Aphelochaeta sp.</i> | 68 | 8 | 34 | |
| <i>Thyasira equalis</i> | 65 | 8 | 42 | |
| <i>Notomastus latericeus</i> | 54 | 7 | 49 | |
| <i>Kelliella abyssicola</i> | 52 | 6 | 55 | |
| <i>Caudofoveata indet.</i> | 31 | 4 | 59 | |
| <i>Polydora sp.</i> | 30 | 4 | 63 | |
| <i>Lumbrineridae indet.</i> | 27 | 3 | 66 | |
| <i>Thyasira sarsii</i> | 22 | 3 | 69 | |
| <i>Maldanidae indet.</i> | 20 | 2 | 71 | |

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Bremnessvaet og Brettingen i 2011.

| Geometriske klasser | Brett 1 | Brett 2 | Brem 1 | Brem 2 | Brem 3 |
|---------------------|---------|---------|--------|--------|--------|
| I | 30 | 28 | 21 | 21 | 21 |
| II | 19 | 18 | 22 | 21 | 19 |
| III | 17 | 21 | 13 | 14 | 11 |
| IV | 6 | 17 | 3 | 13 | 10 |
| V | 6 | 8 | 1 | 12 | 5 |
| VI | 6 | 8 | 1 | 7 | 2 |
| VII | 0 | 2 | 0 | 3 | 2 |
| VIII | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| IX | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| XI | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Figur 3.7. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Bremnessvaet og Brettingen i 2011.4

4 SAMMENDRAG OG KOKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved to matfisklokaliteter tilhørende Marine Harvest Norway AS. De er lokalisert i Trondheimsleia i Smøla kommune i Møre og Romsdal. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 11. mai 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på fem stasjoner.

De hydrografiske målingene viste normale verdier av salinitet ved alle fem stasjoner. Det ble utført kornfordelingsanalyser av sedimentet fra alle stasjonene. Sedimentet ved Brem 1 besto av mye grovkornede partikler (grus). De andre fire stasjonene besto av en blanding av grovpartikler og finpartikler. Det organiske innholdet (% glødetap) var moderat på den felles fjernstasjonen Brem 3 (10,22 %), sannsynligvis på grunn av en høyere andel finfraksjon i sedimentet. For de andre stasjonene var glødetapet lavt. TOC indikerer lave nivåer av organisk materiale ved stasjonene ved Bremnessvaet (tilstand I, meget god) og Brett 1 (tilstand II, God), og noe høyere verdier ved Brett 2 (tilstand III, moderat). Samtlige stasjoner ved Bremnessvaet og Brettingen får gode karakterer basert på diversitet og mengde fauna i området.

Oppsummert kan man si at det marine miljøet i nærsone, overgangssonene, og i fjernsonen til oppdrettsanleggene Bremnessvaet og Brettingen fremstår som tilnærmet upåvirket av produksjonen anleggene.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultatene.

| Stasjon | Dyp (m) | Fauna KLIF's T.kl. | Fauna MOM tilstand | T.kl. sink | T.kl. kobber | T.kl. TOC |
|----------------|---------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------|-----------|
| Brem 1 | 75 | I | I | I | I | I |
| Brem 2 | 125 | I | I | I | I | I |
| Brem 3 | 197 | I | - | I | I | I |
| Brett 1 | 82 | I | I | I | I | II |
| Brett 2 | 111 | I | I | I | I | III |

5 TAKK

Vi takker Surnadal Sjøservice AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Fredrik R Staven og Anders W Olsen frå Aqua Kompetanse AS.

Sedimentanalysene ble utført av Tommie Christensen. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad.

6 LITTERATUR

- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- 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.
- 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 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.

7 VEDLEGG

GENERELL VEDLEGGSEDEL

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig 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.

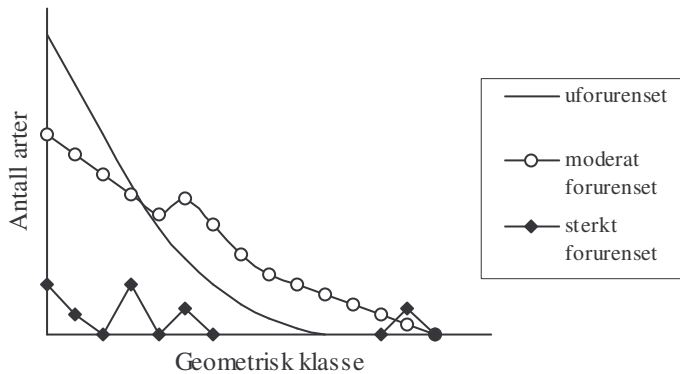
Geometriske klasser

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 et upåvirket område 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).

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.

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. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

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:

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

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. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner 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 faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

$$NQI2 \text{ (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5 \cdot (1 - AMBI/7) + 0.5 \cdot (H'/6)]$$

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

Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene*:

| Indikativ parameter | Referanse-verdi | Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008) | | | | |
|---------------------|-----------------|--|-----------|-----------|-----------|--------------|
| | | Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
| NQI1 | 0.78 | >0.72 | 0.63-0.72 | 0.49-0.63 | 0.31-0.49 | <0.31 |
| NQI2 | 0.73 | >0.65 | 0.54-0.65 | 0.38-0.54 | 0.20-0.38 | <0.20 |
| H' | 4.4 | >3.8 | 3.0-3.8 | 1.9-3.0 | 0.9-1.9 | <0.9 |
| ES_{100} | 32 | >25 | 17-25 | 10-17 | 5-10 | <5 |
| ISI | 9.0 | >8.4 | 7.5-8.4 | 6.1-7.5 | 4.2-6.1 | <4.2 |

* 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.

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:

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

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

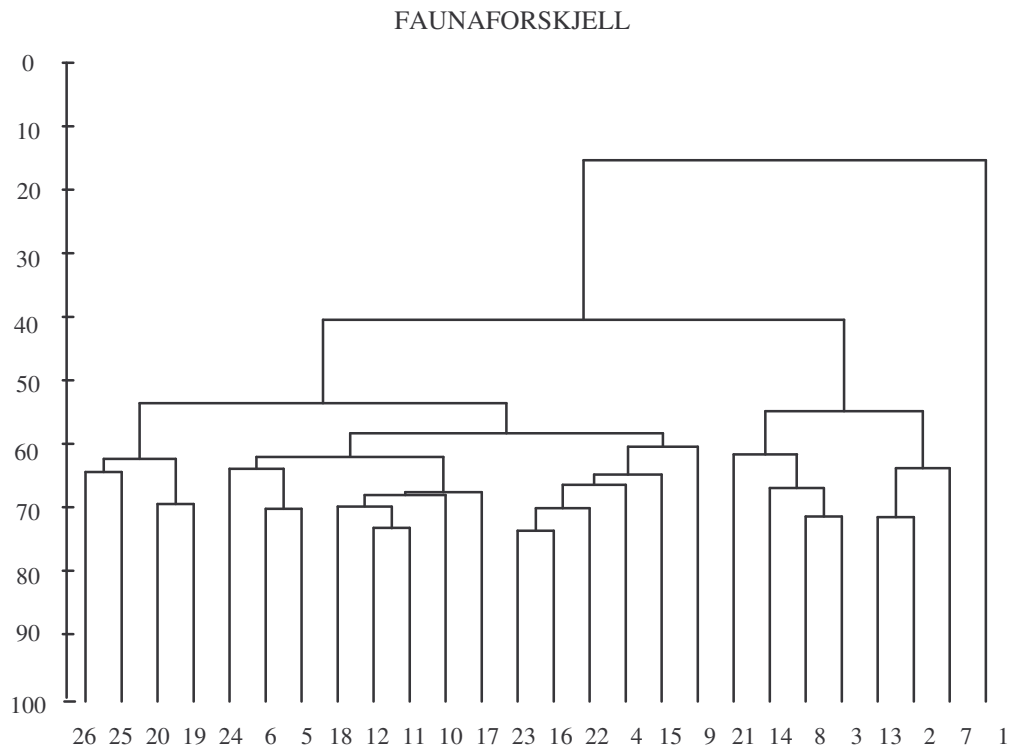
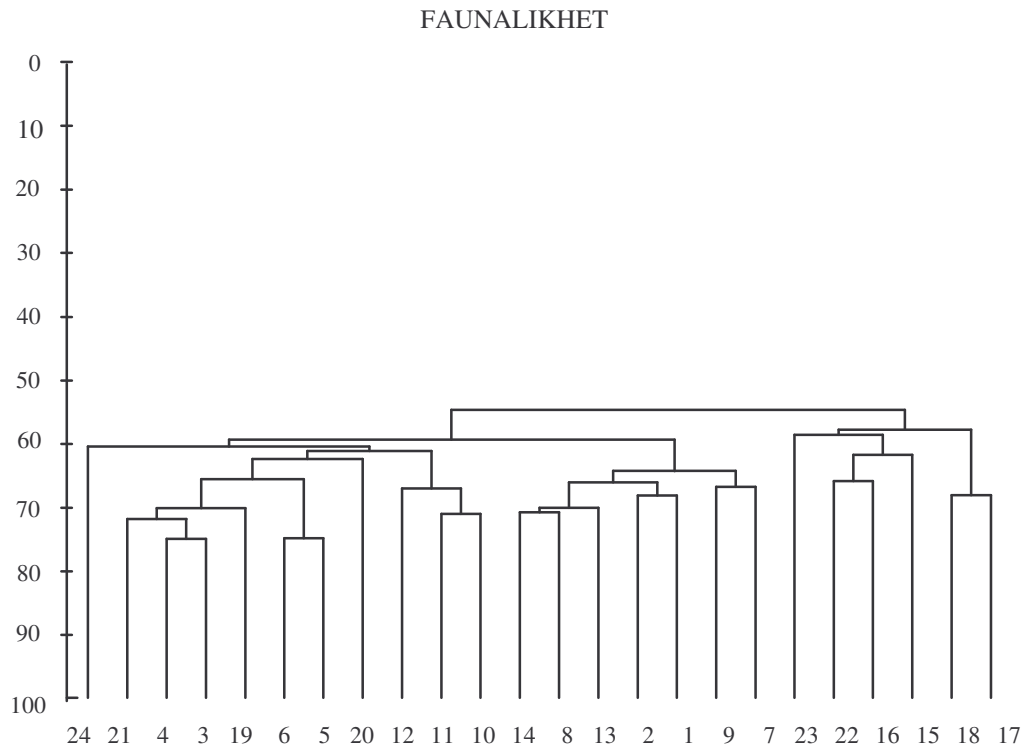
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

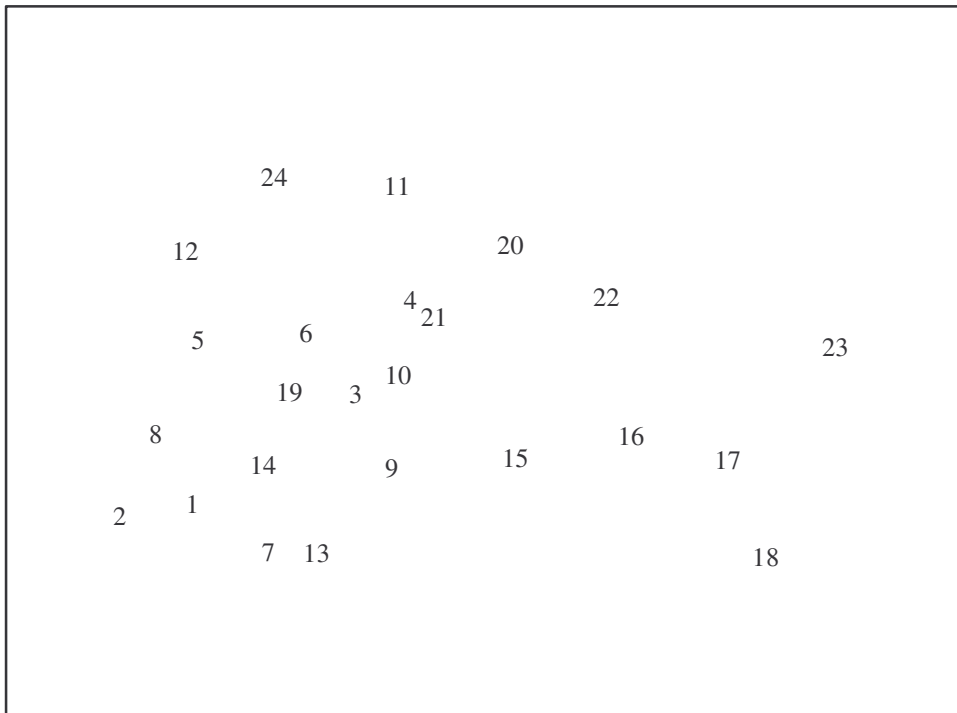
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget 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. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

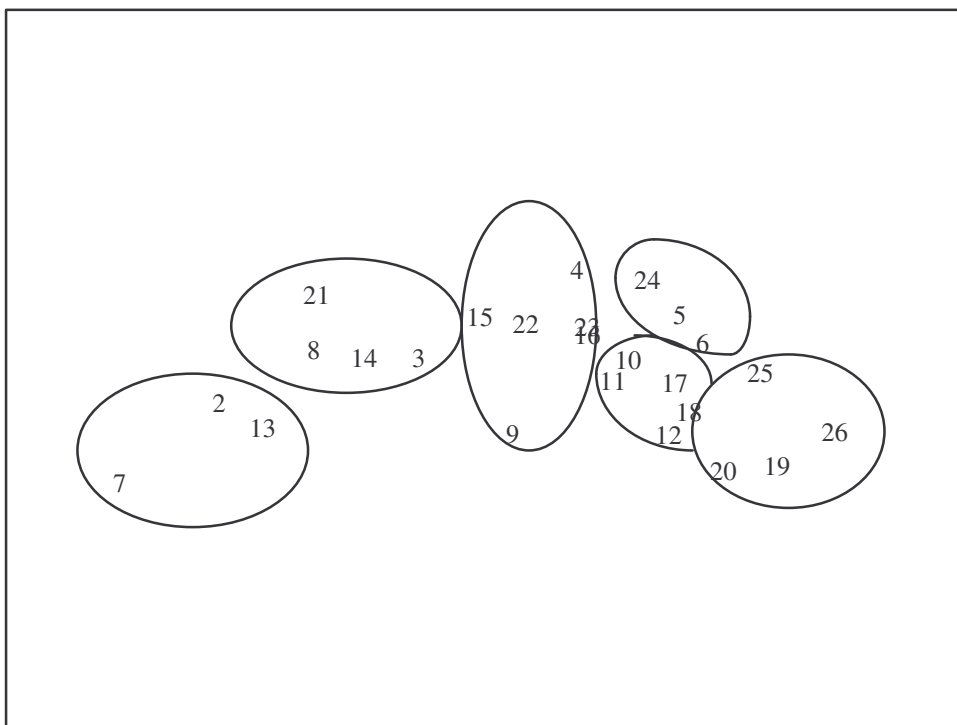


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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*.

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*.

Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.4

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse
Prosjekt nr.: 805832
Prøvetakingssted (område): Bremnessvaet & Brettingen
Dato for prøvetaking: 11.5.2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Per Johannessen, Per-Otto Johansen og Tom Alvestad

Metode: Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

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:5 sider.

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


Signatur:.....
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

| | 11.05.2011 | Brettingen | | | | Bremnessvaet | | | | | | |
|---|---------------------------|------------|-----|---------|-----|--------------|-----|--------|------|--------|-----|-----|
| | | Brett 1 | | Brett 2 | | Brem 1 | | Brem 2 | | Brem 3 | | |
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| * | PORIFERA indet. | + | | | | | | + | | | | + |
| * | HYDROZOA | | | | | | | | | | | |
| * | Hydrozoa indet. | + | + | + | + | + | + | + | + | | | + |
| * | ANTHOZOA | | | | | | | | | | | |
| | Anthozoa indet. | | | 3 | 5 | | | | | | | |
| | Virgularia mirabilis | | | | | | | | | | 1 | |
| | Pennatula phosphorea | | | | | | | | | | | 2 |
| | Edwardsia sp. | | 1 | | | | 9 | | | | | |
| * | NEMERTINI indet. | 3 | 2 | 5 | 6 | 2 | | 4 | 6 | 4 | 4 | |
| * | NEMATODA indet. | 1 | | 3 | 7 | | | | 3 | 1 | 1 | |
| | POLYCHAETA | | | | | | | | | | | |
| | Paramphinome jeffreysii | 109 | 87 | 138 | 164 | | | 174 | 154 | 80 | 133 | |
| | Aphrodita aculeata | | 0/1 | | | | | | | | | |
| * | Siboglinum fiordicum | | | + | + | | | + | + | | | |
| | Polynoidae indet. | | | 1 | | | 2 | | | | | |
| | Pholoe baltica | 31 | 29 | 14 | 20 | 2 | 3 | 17 | 25/1 | 4 | 7 | |
| | Pholoe pallida | 1 | 1 | 2 | 2 | | | 10 | 10 | | 0/3 | |
| | Sthenelais limicola | | | | 1 | | | | | | | |
| | Phyllodoceidae indet. | | | | | | | 2 | | | | |
| | Paranaitis uschakovi | 0/1 | | | | | | | 1 | | | 1 |
| | Chaetoparia nilssoni | | | 1/1 | | | | | | | | |
| | Phyllodoce groenlandica | | | | | | | | 0/1 | | | |
| | Eumida ockelmanni | | | 1 | 1 | | | | 1 | | | |
| | Sige fusigera | 2 | 3 | 2 | 4 | | | | | | | 1 |
| | Eulalia mustela | 0/1 | | 0/1 | 0/2 | | | | | | | |
| | Eulalia viridis | | | | | 1 | | | | | | |
| | Mystides caeca | | | | | 1 | | | | | | |
| | Eteone longa | | | 1 | | | 1 | | | | | |
| | Ophiodromus flexuosus | | | | | | | 0/1 | | | | |
| | Syllidae indet. | 6 | 6 | 1 | 3 | 1 | 5 | | 1 | 1 | 2 | |
| | Exogone sp. | | | | 1 | 2 | 2 | | 3 | | | |
| | Ceratocephale loveni | | | | | | | | | | | 0/1 |
| | Nephtys hombergi | 1 | 0/1 | | | 2 | 1 | | 1 | | | |
| | Nephtys hystericis | 0/1 | | 1 | 0/1 | | | 2/1 | 1/1 | 1/2 | | |
| | Nephtys pulchra | | | | | | | | | | | 2 |
| | Sphaerodoropsis minuta | | | | 0/1 | | | | | | | |
| | Sphaerodorum flavum | | | | | | | 1 | | | | |
| | Glycera alba | | | | | | 1 | | | | | |
| | Glycera lapidum | | | | 0/2 | | | | 0/3 | | | |
| | Goniada maculata | 5 | 1 | 3 | 3/1 | 1/1 | 4/1 | 0/1 | 2 | | | |
| | Paradiopatra quadricuspis | 1 | | 2 | 1 | | | | 0/3 | 3/2 | 2 | |
| | Lumbrineridae indet. | 13 | 5 | 16 | 18 | | | 19 | 21 | 17 | 10 | |
| | Drilonereis filum | | | | | | | | | 1 | | |
| | Schistomeringos sp. | | | | 1 | | | | | | | |
| | Phylo norvegica | | | 1/1 | | | | | | | | |
| | Scoloplos armiger | 9 | 2 | | | 3 | 2/2 | | | | | |
| | Aonides paucibranchiata | | | | | 3 | 3 | | | | | |
| | Laonice bahusiensis | | | | | | | 0/1 | | | | |
| | Laonice sarsi | | | | | | | | 0/1 | | | 0/1 |
| | Polydora sp. | 26 | 12 | 24 | 11 | 2 | 6 | 8 | 12 | 13 | 17 | |
| | Pseudopolydora pulchra | | | | 0/1 | | | | 4 | | | |

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

| | 11.05.2011 | Brettingen | | | | Bremnessvaet | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|------------|-----|---------|------|--------------|-----|--------|------|--------|------|---|--|
| | | Brett 1 | | Brett 2 | | Brem 1 | | Brem 2 | | Brem 3 | | | |
| | | Hugg nr | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| Prionospio cirrifera | | 11 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | | | | | | |
| Prionospio fallax | | 2 | 4 | 8 | 5 | 1 | 1 | 6 | 5 | | | | |
| Prionospio dubia | | 1 | | | 1 | | | 0/1 | | | | | |
| Scolelepis korsuni | | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | | | | |
| Spio sp. | | | | | | 6 | 6 | | | | | | |
| Spiophanes kroeyeri | | 1/1 | 1/2 | 6/4 | 3/3 | 0/1 | | 9/3 | 10/7 | 1/2 | 2/4 | | |
| Apistobranchus tenuis | | 2 | 1 | 2 | 2 | | | 1 | 3 | | | | |
| Spiophanes wigleyi | | 1 | | 5/7 | 3 | | | 1/7 | 2/7 | 0/1 | | | |
| Poecilochaetus serpens | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Chaetopterus sarsi | | | | | | 0/1 | | | | | | | |
| Aricidea catherinae | | | 3 | 1 | 3 | | 3 | | 1 | 2 | 1 | | |
| Aricidea wassi | | | | | | 2 | | | | | | | |
| Levinsenia gracilis | | 3 | 2 | | 1 | | | | 1 | 2 | | | |
| Paraonis sp. | | | 1 | 2 | | | 4 | 2 | 1 | | | | |
| Aphelochaeta sp. | | 2 | 1 | 29 | 26 | | 3 | 53 | 66 | 30 | 38 | | |
| Chaetozone sp. | | 11 | 11 | 36 | 43 | 17 | 15 | 27 | 12 | 1 | 4 | | |
| Cirratulus cirratus | | | | | | 2/1 | | | | | | | |
| Macrochaeta polyonyx | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Diplocirrus glaucus | | 8/5 | 5/1 | 11/1 | 6 | | 1/1 | 8/3 | 10/4 | 1/2 | 2/1 | | |
| Pherusa flabellata | | | | | | | | | | | 0/1 | | |
| Ophelina cylindricaudata | | 1 | | 2 | 2 | 1 | | | | | | | |
| Scalibregma inflatum | | 1 | 2 | 0/1 | | | 2 | | | 2 | 0/1 | | |
| Capitella capitata | | | | | | | 0/1 | | | | | | |
| Heteromastus filiformis | | | | 1 | 2 | | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | | |
| Mediomastus fragilis | | 2 | | | | | | | | | | | |
| Notomastus latericeus | | 1 | 2 | 17/5 | 28/4 | | | 12/11 | 26/1 | 27/1 | 23/3 | | |
| Arenicola marina | | | | | | | 0/1 | | | | | | |
| Maldane sarsi | | | 1 | 2 | | | | 2 | | | | | |
| Rhodine gracilor | | | 2 | 3 | 2 | | | 3 | 3 | 4 | 3 | | |
| Maldanidae indet. | | 23 | 15 | 27 | 25 | | | 15 | 29 | 8 | 12 | | |
| Myriochele heeri | | | | | | | | 10 | 4 | | | | |
| Owenia borealis | | 1 | 7 | 6/1 | 4 | 1 | 1/1 | 6 | 7 | | | | |
| Galathowenia fragilis | | | | | | 2 | | | | | | | |
| Galathowenia oculata | | 20 | 10 | 15 | 21 | 2 | 5 | 35 | 45 | | | | |
| Pectinaria auricoma | | | | 1 | | | 2/1 | 1 | | 1 | 1 | | |
| Pectinaria koreni | | | | | | | | 1 | | | | | |
| Pectinaria belgica | | | | | | | | | | | | 1 | |
| Ampharete falcata | | | | 3/1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | |
| Ampharete lindstroemi | | 2/1 | 2 | | | | | | | | | | |
| Sabellides octocirrata | | 1/2 | 1 | 6/1 | 8/1 | | | 4 | 6 | 1 | | | |
| Sosane sulcata | | | | 0/1 | 0/1 | 1 | | | | | | | |
| Anobothrus gracilis | | 1/1 | | | | 2 | 2 | | 1/1 | | | | |
| Mugga wahrbergi | | 12 | 1 | 2 | 2 | | | | 2 | | | | |
| Amythasides macroglossus | | 1 | | 30 | 19 | | | 25 | 69 | | | | |
| Eclysippe vanelli | | | | 12/2 | 5/2 | | | 8/2 | 9/3 | 6 | 6/1 | | |
| Sosanopsis wireni | | 0/1 | | 4 | 4 | | | | | | | | |
| Samytha sexcirrata | | 1 | 1 | 2 | 0/1 | | | 1/1 | | | | | |
| Amage auricula | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| Melinna albicincta | | | | | 2/2 | | | 1 | 1/2 | | | | |
| Melinna elisabethae | | | 1 | 1/3 | 1 | | | | | | | | |

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

| | 11.05.2011 | Brettingen | | | | Bremnessvaet | | | | | |
|---|-------------------------|------------|-----|---------|-----|--------------|-----|--------|------|--------|-----|
| | | Brett 1 | | Brett 2 | | Brem 1 | | Brem 2 | | Brem 3 | |
| | | Hugg nr | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| | Paramphitrite birulai | 2 | 1/3 | 2/1 | 5/1 | | | 2 | 2/2 | | |
| | Pista cristata | 1/2 | | 3/3 | 5/1 | | | 6 | 4/3 | | 5/1 |
| | Pista lornensis | | | | | | | 0/2 | 0/1 | | |
| | Thelepus cincinnatus | | | 0/1 | | | | | | | |
| | Streblosoma intestinale | | | 4 | 6 | | | 5/5 | 10/5 | | |
| | Polycirrus latidens | | | 1 | | | | | | 1 | 1 |
| | Polycirrus norvegicus | | | | | 3/1 | | | | | |
| | Polycirrus plumosus | 3 | 2 | 7/1 | 6/1 | | | 2 | 3/1 | 7 | 3/1 |
| | Polycirrus sp. | | | 0/2 | | | | | | | |
| | Amaeana trilobata | | 0/1 | | | | | 0/2 | 2 | | 1/2 |
| | Trichobranchus roseus | 2 | | 3/1 | 0/2 | | | 3/3 | 2/1 | 2 | 1 |
| | Terebellides stroemi | 1/3 | 5/3 | 2/4 | 2/3 | | | 4/1 | 4/1 | 2 | |
| | Sabellidae indet. | | 1 | 13 | 11 | | | 6 | 20 | 6 | 3 |
| | Jasmineira sp. | | | 1 | | 1 | 1 | | | | |
| | Sabella pavonina | | | | | | | | | 0/1 | |
| | Euchone sp. | | 1 | 6 | 8 | 1 | | 6 | 22 | | |
| | Ditrupa arietina | | | | | | | | | 1 | |
| | Hydroides norvegica | | | | | 5 | 2 | | | | |
| | OLIGOCHAETA indet. | | | | | | 1 | | | | |
| | SIPUNCULA | | | | | | | | | | |
| | Sipuncula indet. | 1 | | | | | | 1 | | | 1 |
| | Aspidosiphon muelleri | | | | | | | | | | 1 |
| | Phascolion strombus | | 1 | | | 1 | | | | 1 | |
| | Onchnesoma steenstrupi | | | 3 | 3 | | | | 1 | 1 | 1 |
| | Nephasoma cf. minutum | | | | | | | | | 8 | |
| | CRUSTACEA | | | | | | | | | | |
| * | Calanus finmarchicus | 18 | 3 | 18 | 7 | 46 | 10 | 5 | 25 | 21 | 4 |
| * | Bradyidius sp. | | | | | | | 1 | | | |
| * | Metridia lucens | 1 | | | | | | | | | |
| * | Metridia longa | | | | | 1 | | | | | |
| * | Sarsinebalia typhlops | | | | | | | | | 1 | |
| * | Lophogaster typicus | | 1 | | | | | | | | |
| * | Hemilamprops roseus | | | 1 | | | | 1 | | | |
| * | Eudorella emarginata | | | 1 | 1 | | | 1 | | | 2 |
| * | Diastylis tumida | | | | | | | | | 1 | |
| * | Campylaspis costata | | | | | | | | | | 1 |
| * | Campylaspis rubicunda | | | | | | | 1 | | | |
| * | Campylaspis horrida | | | | | | | | 1 | | |
| * | Tanaidacea indet. | | | | 6 | | | | | | |
| * | Gnathia sp. | | | | 2 | | | | | | |
| * | Natatolana borealis | | | | | | | 0/1 | | | |
| * | Pleurogonium inerme | | | 1 | | | | | | | |
| * | Amphipoda indet. | 8 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| * | Hyperiididae indet. | | | | | | | | | | 2 |
| * | Caprellidae indet. | | | | | | | | | | 1 |
| | Eriopisa elongata | 0/1 | | | | | | | | | |
| * | Decapoda indet. | | | | | 0/1 | 0/1 | | | | |
| * | Decapoda larve | 0/1 | | | | | | | | | |
| * | Galathea intermedia | | | | | 3/1 | | | | | |
| * | PYCNOGONIDA indet. | 3 | 1 | | | 1 | | | | | |
| | MOLLUSCA | | | | | | | | | | |

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

| | 11.05.2011 | Brettingen | | | | Bremnessvaet | | | | | |
|---|------------------------|------------|------|---------|------|--------------|------|--------|-------|--------|------|
| | | Brett 1 | | Brett 2 | | Brem 1 | | Brem 2 | | Brem 3 | |
| | | Hugg nr | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| | Caudofoveata indet. | 2 | 2 | 8 | 7 | | | 8 | 17 | 12 | 19 |
| | Solenogastres indet. | | | | | | | 3 | 2 | | |
| | Leptochiton asellus | | | | | | 1 | | | | |
| | Trivia arctica | | | | | 1 | | | | | |
| | Euspira pulchella | 1 | | | | | | | | | |
| | Euspira montagui | | | 0/1 | | 0/1 | 1 | | 2 | 0/1 | |
| | Raphitoma linearis | | | | | 0/1 | | | | | |
| | Odostomia acuta | | | | | | 1 | | | | |
| | Diaphana minuta | | 1 | | | | | | | | |
| | Cylichnina umbilicata | 1 | | | | | | | | | |
| | Philine quadrata | | | | 0/1 | | | | | | |
| | Philine scabra | 0/1 | | 1/1 | 0/2 | | | 0/1 | | | |
| | Cylichna alba | | | | | | 0/1 | | | | |
| | Cylichna cylindracea | | 2/1 | | | 1 | 2 | | | | |
| | Roxania utriculus | 1 | | | | | | | | | |
| | Scaphander sp | | | | 0/1 | | | | | | |
| | Nudibranchiata indet. | | | | 1 | | | | | | |
| | Nucula nucleus | | | | 0/1 | | | | 0/1 | | |
| | Nucula tumidula | | | | | | | | | 0/1 | 1 |
| | Ennucula tenuis | 1/1 | 0/1 | 1 | 2/1 | | | | | | |
| | Yoldiella lucida | | | | | | | | | 1 | |
| | Yoldiella lenticula | | | | | | | 1 | | | |
| | Yoldiella philippiana | 2/3 | 1 | 1/1 | 1 | | | 1/3 | 3/4 | | |
| | Limatula gwyni | | | 0/1 | | | | | | 0/1 | |
| | Similipecten similis | 0/1 | 0/2 | 0/1 | | | | 0/3 | | | |
| | Lucinoma borealis | | | | | | 2/1 | | | | |
| | Myrtea spinifera | 2 | 4 | 1/1 | 1/1 | | | 1/2 | 2/1 | 1 | |
| | Thyasira flexuosa | 15/1 | 24/3 | 1 | 6/5 | 0/2 | 14/2 | 1 | | | |
| | Thyasira obsoleta | | 1 | 2/1 | 1/3 | | | 2/2 | 1 | 2/1 | |
| | Thyasira sarsii | 7/3 | 8/2 | 2/2 | 3/6 | | | 4/8 | 1/7 | 4/7 | 8/3 |
| | Thyasira equalis | 3 | 1 | 27/11 | 22/7 | | | 21/10 | 20/10 | 29/8 | 20/8 |
| | Axinulus croulinensis | 1 | 0/1 | 3/2 | 5/1 | | | 1 | 4 | 1 | 1 |
| | Mendicula feruginosa | 2/1 | 1 | 12/2 | 3/2 | | | 5/3 | 5/2 | 6 | 1 |
| | Adontorhina similis | | 1 | 3 | 2 | | | 5 | 3 | | |
| | Kurtiella tumidula | | | | | | | | | | 1 |
| | Parvicardium minimum | | 1/3 | 2/1 | | | | 1/1 | 2/1 | 2/2 | 3 |
| | Abra alba | 6/16 | 3/9 | | | | | | | | |
| | Abra nitida | | | 1/3 | 1/4 | | | 6/1 | 4/6 | 4/5 | 1/4 |
| | Kelliella abyssicola | | | | | | | 2 | 2 | 24/14 | 9/5 |
| | Dosinia lupinus | | | | | 2 | | | | | |
| | Timoclea ovata | | | | 0/1 | | | | | | |
| | Corbula gibba | | 0/1 | | | | | | | | |
| | Thracia convexa | | 0/1 | | | | | | | | |
| | Cochlodesma praetenuae | | | | | | 3 | | | | |
| | Tropidomya abbreviata | | | | | | | 2 | | | 0/3 |
| | Antalis entalis | | | | | | | 0/1 | 1/1 | | |
| | Antalis occidentalis | | | 0/1 | | | | | | | |
| | Entalina tetragona | | | 4 | 2/1 | | | 4 | 2/3 | 7 | 1 |
| | Pulsellum lofotense | | | 3 | | | | | | | |
| * | PHORONIDA indet. | | | | | | 1 | | | | |
| * | BRYOZOA | | | | | | | | | | |

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

| | 11.05.2011 | Brettingen | | | | Bremnessvaet | | | | | | |
|---|-----------------------------------|------------|------|---------|-----|--------------|-----|--------|-----|--------|-----|---|
| | | Brett 1 | | Brett 2 | | Brem 1 | | Brem 2 | | Brem 3 | | |
| | | Hugg nr | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| * | Bryozoa skorpeformet | | | | | | | | | | | |
| | ECHINODERMATA | | | | | | | | | | | |
| | Asterias rubens | | | | | 0/2 | | | | | | |
| | Amphipholis squamata | | | | | 1 | | | | | | |
| | Amphiura chiajei | 16/1 | 14/3 | 3/4 | 5/4 | | | 15/8 | 8/8 | 0/3 | 1/4 | |
| | Amphiura filiformis | 11 | 7 | 6/2 | 6/1 | | 2 | 3/2 | 2/4 | 2/1 | 0/1 | |
| | Amphilepis norvegica | | | | | | | | | 1/1 | 1/1 | |
| | Ophiocten affinis | 0/2 | 0/1 | | | 2 | 0/1 | 0/2 | 2 | | | |
| | Ophiura albida | | | | | 1 | | | | 0/3 | 0/1 | |
| | Ophiura carnea | | | 1/1 | 1 | | | 5/4 | 1/1 | | | |
| | Ophiura robusta | | | 0/1 | | | | | | | | |
| | Strongylocentrotus droebachiensis | | | | | 0/1 | | | | | | |
| | Spatangoida indet. | | 0/1 | | | | | | | | | |
| | HOLOTUROIDEA | | | | | | | | | | | |
| | Pseudothyone raphanus | | | | | | | 1 | | | | |
| | Labidoplax buskii | 2 | 5 | | 1 | 3 | 1 | | | 1 | | |
| | ENTEROPNEUSTA | | | | | | | | | | | |
| | indet. | 1 | 3 | 9 | 8 | | | 4 | 9 | 8 | 7 | |
| | CHAETOGNATHA | | | | | | | | | | | |
| * | indet. | | | | | 1 | | | | | | |
| | ASCIDIACEA | | | | | | | | | | | |
| | Polycarpa fibrosa | | | | | | | | | 0/3 | | |
| * | PISCES indet. | | | 0/1 | | 0/3 | | | | | | |
| * | VARIA | | | | | | | | | | | + |

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi

Bremnessvaet



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

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd.
Bergen
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 55 54 92 92

AR-11-MX-000251-01



EUNOBE-00000277

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 22.08.2011-20.09.2011
Referanse: 611101, 805832 ref nr 38/2011

ANALYSERAPPORT

| Prøvenr.: | 441-2011-0824-014 | Prøvetakingsdato: | 22.08.2011 | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | 1 | Analysestartdato: | 22.08.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 62 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 6.6 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 14 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 380 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | <5.0 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

| Prøvenr.: | 441-2011-0824-015 | Prøvetakingsdato: | 22.08.2011 | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | 2 | Analysestartdato: | 22.08.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 53 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 19 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 62 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 560 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 6.80 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

| Prøvenr.: | 441-2011-0824-016 | Prøvetakingsdato: | 22.08.2011 | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | 3 | Analysestartdato: | 22.08.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 46 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 14 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 44 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 650 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | <5.0 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

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 :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet 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 2

AR-11-MX-000251-01



EUNOBE-00000277



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 20.09.2011

Tomme Christensen

Avd.leder, Kundesenter

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 :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet 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 2 av 2

Brettingen



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Bergen

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

Tlf: +47 55 54 92 92

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

AR-11-MX-000250-01



EUNOBE-00000276

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 22.08.2011-20.09.2011
Referanse: 611101, 805832 ref nr 39/2011

ANALYSERAPPORT

| Prøvenr.: | 441-2011-0824-012 | Prøvetakingsdato: | 22.08.2011 | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | 1 | Analysestartdato: | 22.08.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 60 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 12 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 37 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 820 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 12.0 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

| Prøvenr.: | 441-2011-0824-013 | Prøvetakingsdato: | 22.08.2011 | | |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|---------------|---------------------------|------|
| Prøvetype: | Sedimenter | Prøvetaker: | Oppdragsgiver | | |
| Prøvemerkning: | 2 | Analysestartdato: | 22.08.2011 | | |
| Analyse | Resultat: | Enhet: | MU | Metode: | LOQ: |
| a) Total tørrstoff | 59 | % | 15% | NS 4764 | 0.02 |
| a) Kobber (Cu) | 10 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Sink (Zn) | 31 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 0.05 |
| a) Fosfor (P) | 630 | mg/kg TS | 20% | NS EN ISO 11885 | 1 |
| * Totalt organisk karbon (TOC) | 16.0 | g/kg TS | | In acc. with NEN-EN 13137 | 1 |

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 20.09.2011

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

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 :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1