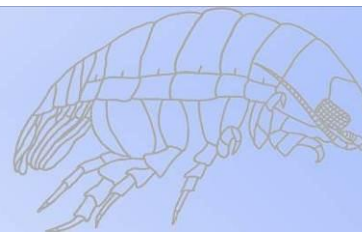


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 15 – 2014

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Klubben i Tollesundet, Solund kommune, 2013

Trond E. Isaksen

Tone Vassdal

Ragni Torvanger





ID: 10723 Versjonsnr: 002

SF506-Utforming av sammendrag SAM e-rapport

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 06.03.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 06.03.2014 (Øydis Alme)



| | | |
|---|------------------|--|
|  | SAM-Marin |  |
| 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: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Klubben i Tollesundet, Solund kommune, 2013 | Dato: 02.04.14 |
| | Antall sider og bilag: 48 |
| Forfatter(e): T.E. Isaksen, T. Vassdal, R. Torvanger | Prosjektleder: T. E. Isaksen |
| | Prosjektnummer: 807991 |

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Oppdragsgiver: ERKO Seafood AS | Tilgjengelighet: Åpen |
|--------------------------------|-----------------------|

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Klubben on its surrounding environment. The organic content and concentration of zink, copper and phosphorus was high close to the fish farm. These results indicate benthic impact from the fish farm. However, the condition of the bottom fauna was very good in both the deepest part of the surveyed area and in the transition zone. No significant pollution of copper, zink or phosphorus were detected in these areas.

| | | |
|--|---|--|
| Keywords: Marine environment, survey, MOM C, recipient | Emneord: Marin, miljø, undersøkelse, resipient, MOM | ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 15-2014 |
|--|---|--|

| Ansvarlig for: | Dato | Signatur |
|---------------------------------------|----------|--|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 2/4-2014 |  |
| Prosjektet / undersøkelsen: | 3/4-2014 |  |

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 06.03.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 06.03.2014 (Øydis Alme)

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 sediment analyser, samlet av: Trond E. Isaksen og Stian Ervik

Kvalø

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna tveiten, Nargis Islam

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Froydis Lygre

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Thomas Dahlgren

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Anleggets båt

Kjemiske analyser utført av: Eurofins AS **akkrediteringsnummer** TEST 003

Akkreditert: Sink, fosfor, kobber, TOC og totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS **akkrediteringsnummer** TEST 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling


Ikke akkreditert: -

Andre: -

Uni Research, SAM-Marin
Thormøhlensgate 55
55584341/Sam-marin@uni.no/
985 827 117 MVA

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Klubben i Solund
kommune, 2013

| Informasjon oppdragsgiver : | | | |
|-----------------------------|--|-----------------------|---------------------------|
| Rapport tittel: | MOM C-undersøkelse fra lokalitet Klubben i Tollesundet, Solund kommune, 2013 | | |
| Rapport-nummer: | 15-2014 | Lokalitetens navn: | Klubben |
| Lokalitetsnummer: | 12980 | GPS, senter i anlegg: | 61°10.5100N, 005°00.1170Ø |
| Fylke: | Sogn og Fjordane | Kommune: | Solund |
| MTB-tillatelse: | 3120 tonn | Kontaktperson: | Leif Rune Pedersen |
| Dato undersøkelse: | 23.10.2013 | Dato rapport: | 08.04.2014 |
| Oppdragsgiver: | ERKO Seafood AS | | |

| Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) : | | | | |
|--|--|---|--|---|
| Stasjoner | | Stasjon 1 (nærsone) | Stasjon 2 (overgangssone) | Stasjon 3 (fjernsone) |
| Parametre | | | | |
| GPS (prøvestasjoner): | | 61°10.518N 005°00.247Ø | 61°10.580N 005°00.580Ø | 61°10.685N 005°01.024Ø |
| Fauna (resultater + tilstandsklasse) | Antall arter: | 5 | 113 | 86 |
| | Antall individer: | 1618 | 1715 | 471 |
| | Jevnhet (0-1): | 0,28 | 0,72 | 0,85 |
| | Shann.Wien. (H') SW, tilst.klasse: | | 4,88 (I- Svært god) | 5,45 (I- Svært god) |
| | Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse: | | 34,16 (I- Svært god) | 43,31 (I- Svært god) |
| | MOM-tilstand: | 2 (God) | | |
| Normal. | TOC (mg/g): | 177 | 17,6 | 27,3 |
| TOC | TOC, tilst.klasse: | V- Svært dårlig | I - Bakgrunn | III – Mindre god |
| Elementer (resultater + Sft-tilstands- klasse) | Zn, (mg/kg): | 680 | 33 | 55 |
| | Zn, tilst.klasse: | IV - Dårlig | I - Bakgrunn | I - Bakgrunn |
| | P (g/kg): | 35 | 1,11 | 0,63 |
| | P, kommentar: | Sterkt forhøyet | Noe forhøyet | Normal |
| | Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse: | 450 V – Svært dårlig | 9 I - Bakgrunn | 12 I - Bakgrunn |
| Oksygen | Målt verdi (%): | 95 | | 85 |
| | O ₂ , tilst.klasse: | I - Svært god | | I - Svært god |
| Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter): | | Brun/sort, løs konsistens og sterk lukt. Slamlag. | Lys farge, fast konsistens, ingen lukt | Lys farge, fast konsistens, ingen lukt |
| Ansvarlig feltarbeid / Signatur: | |  | | |

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 | 13 |
| 3 RESULTATER OG DISKUSJON | 14 |
| 3.1 Hydrografi | 14 |
| 3.2 Sediment | 16 |
| 3.3 Kjemi | 17 |
| 3.4 Bunndyr | 19 |
| 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON | 23 |
| 5 TAKK | 23 |
| 6 LITTERATUR | 24 |
| 7 VEDLEGG | 25 |

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra ERKO Seafood AS sin oppdrettslokalitet Klubben (lokalitetsnr. 12980) i Solund kommune. Innsamlingene ble gjennomført 23. oktober 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Klubben. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. 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 (tidligere KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 97:03 og TA 2229/2007), Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research AS, seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra ERKO Seafood 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 Test157.

Februar 2014 ga Direktorsgruppa ut en ny veileder (Veileder 02:2013). Denne innebefatter at det kommer inn enkelte nye indekser for beregninger av bunnfauna, samt at en gammel går ut. Det er ikke mulig pr. i dag å få med alle nye beregninger i henhold til Veileder 02:2013 Dette skyldes at det må utarbeides makroer og programmer for utregning av nye indekser. Den nye veilederen er derfor tatt i bruk så langt det lar seg gjøre. Endringer er gjort i tabell 2.2, med nye grenseverdier for NQI1, H' og ES₁₀₀. Utover dette går NQI2 ut fra analysen, ettersom denne ikke lenger er en del av klassifiseringssystemet i henhold til den nye veilederen.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

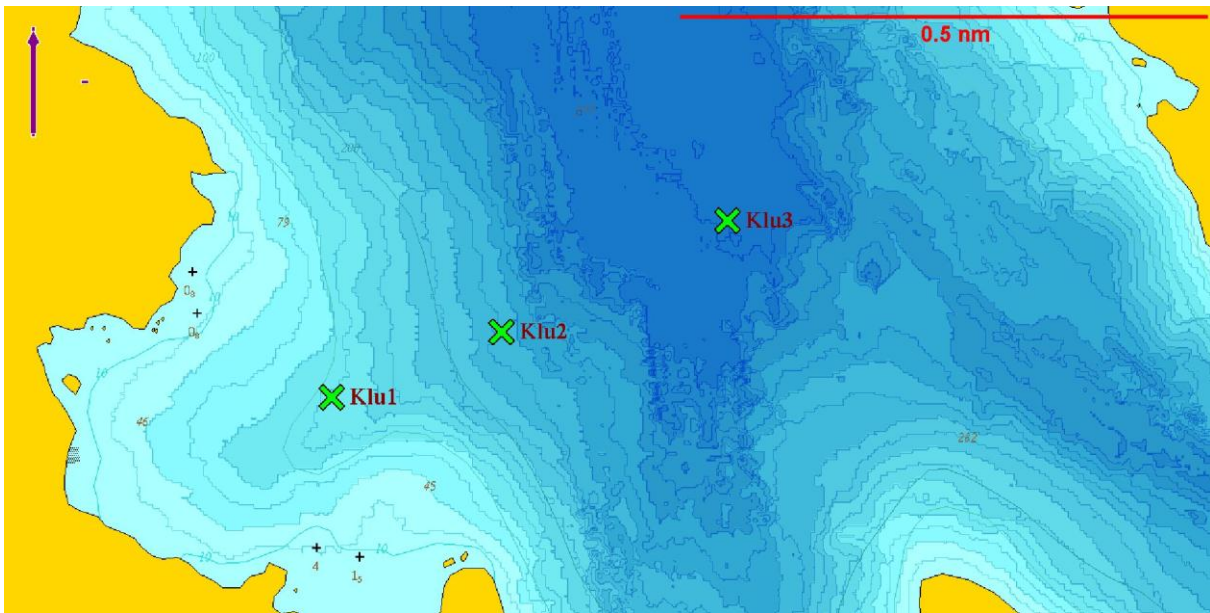
Lokaliteten ligger i Tollesundet på nordøst siden av Sula i Solund kommune. (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Anlegget ligger over skrånende terreng fra omtrent 100 meters dyp i den sørlige langsiden og utover i østlig retning mot 385 meters dyp i Tollesundet.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

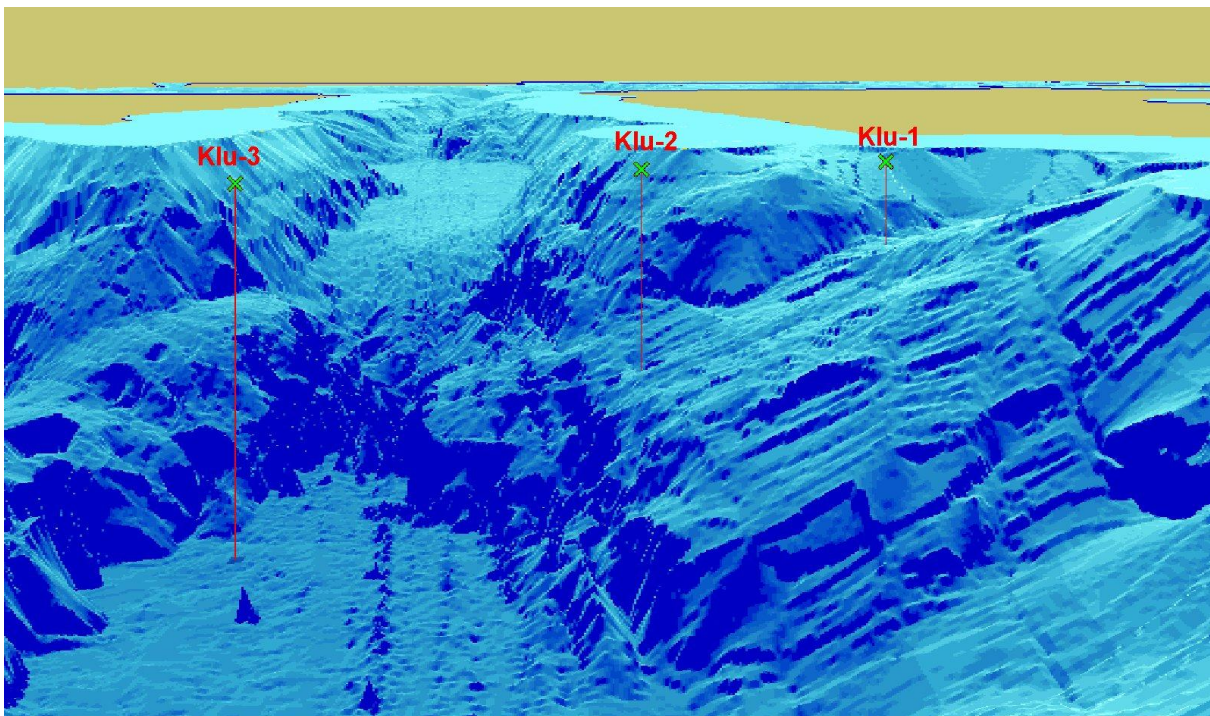
Prøveinnsamlingene ble gjort 23. oktober 2013. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet i Tollesundet. Undersøkelsen ble gjennomført av Trond E. Isaksen og Stian Ervik Kvalø fra SAM-Marin. Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra samtlige stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over Tollesundet. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved lokalitet Klubben. Lokaliteten er markert med hvitt punkt i kartet. Kartkilde: Fiskeridirktoratet



Figur 2.2: Skisse av anleggets plassering. Prøvestasjoner er markert med et kryss. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3: Bunntopografisk skisse av området rundt anlegget. Prøvestasjoner er markert med kryss. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for hydrografimålinger og grabbprøver innsamlet i området ved lokalitet Klubben 23. oktober 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet van Veen grabber (KC Denmark, nr. VIII og IV) og en «duograbb» hvor det ene kammeret utgjør 0.1m² og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver.

| Stasjon Dato | Sted Posisjon (WGS-84) | Dyp (m) | Hugg nummer | Prøve volum (l) | Andre opplysninger |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|-------------|-----------------|--|
| Nærsone Klu-01 23.10.13 | 61° 10.518'N 005° 00.247'Ø | 106 | 1 | 5,5 | Kjemi, geologi, MOM B. Grabb VII |
| | | | 2 | 16,5 | Biologi. Grabb IV |
| | | | 3 | 16,5 | Biologi. Grabb IV CTD/STD og oksygenmåling |
| Overgangssone Klu-02 23.10.13 | 61° 10.580'N 005° 00.580'Ø | 235 | 1 | 9 | Biologi, kjemi, geologi, MOM B. «Duo-grabb» |
| | | | 2 | 4,6 | Biologi. Grabb VIII |
| Fjernsone Klu-03 23.10.13 | 61° 10.685'N 005° 01.024'Ø | 381 | 1 | 10 | Biologi, kjemi, geologi, MOM B. «Duo-grabb» |
| | | | 2 | 13 | Biologi. «Duo» CTD/STD og oksygenmåling |

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 (H₂S), som er giftig, kan dannes og føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en CTD/STD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data, ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

2.2.2 Sediment

Ved hver av de tre stasjonene ble det tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap, totalt organisk materiale) og analyse av kornfordeling.

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.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen i vekt mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764:1980. 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 avgi rått lukt (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

Prøvetaking og analyse er utført etter gjeldende Norsk Standard NS 4764 og NS 9423. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO/IEC-17025 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale (TOM) og kornfordeling med akkrediterings nr. TEST 032.

Resultat av kornfordelingen til sedimentprøvene 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 %.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameterne.

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 NS-EN 13137 og beregningene av normalisert TOC i henhold til SFT 97:03. For klassifisering av TOC i sedimentprøver må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F), ved bruk av formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC, med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 2.2. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS-EN 14346. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (SFT 97:03 og TA 2229/2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/Eh metere (Mettler Toledo). Eh ble målt med redokselektrode (InLab Redox) av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med 3M KCl-løsning

2.2.4 Bunn dyr

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 21 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 20 % 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 i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). 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 vedleggsdel – Analyse av bunndyrdata). 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 har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen skal på sikt erstatte Veileder 01:2009 og SFT 97:03. I henhold til Veileder 02:2013, ved bruk av bunndyr for klassifisering, benyttes Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) og ømfintlighetsindeksene 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 tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrdata. For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser gjort på bakgrunn av veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Nye indekser er foreløpig ikke tatt i bruk. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (SFT 97:03) og for gjennomsnittet (Veileder 02:2013) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. 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 SFT 97:03, TA 2229/22007 og Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

| | Parameter | Veileder | Måleenhet | Tilstandsklasser | | | | |
|-----------------|----------------------------|----------|-----------------------|-----------------------------|-----------|----------------|--------------|----------------------|
| | | | | I Bakgrunn/ Svært god | II God | III Moderat | IV Dårlig | V Svært dårlig |
| Dypvann | Oksygen * | 97:03 | ml O ₂ / 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 ind. (H') | 02:2013 | | 5,7-4,8 | 4,8-3,0 | 3,0-1,9 | 1,9-0,9 | <0,9 |
| | Shannon-Wiener indeks (H') | 97:03 | | 6-4 | 4-3 | 3-2 | 2-1 | <1 |
| | NQI1 | 02:2013 | | 0,90-0,82 | 0,82-0,63 | 0,63-0,49 | 0,49-0,31 | <0,31 |
| | ES ₁₀₀ | 02:2013 | | 50-34 | 34-17 | 17-10 | 10-5 | <5 |
| | Organisk karbon | 97:03 | mg TOC/g | <20 | 20-27 | 27-34 | 34-41 | >41 |
| | Sink | TA 2229 | mg Zn/ kg | <150 | 150-360 | 360-590 | 590-4500 | >4500 |
| | Kobber | TA 2229 | mg Cu/ kg | <35 | 35-51 | 51-55 | 55-220 | >220 |
| | Kadmium | TA 2229 | mg Cd/kg | <0.25 | 0,25-2,6 | 2,6-15 | 15-140 | >140 |

*Omregningsfaktoren til mg O₂/ 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 9410:2007 (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

Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (23.10.2013) var 2 640 tonn. Beholdningen bestod av 829 618 fisk med snitt størrelse ca. 3,1 kg.

Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Klubben de siste 3 år:

| | Utføret mengde | Produsert mengde |
|------|----------------|------------------|
| 2012 | 328 tonn | 401 tonn |
| 2011 | 2 212 tonn | 1 520 tonn |
| 2010 | 2 856 tonn | 2 602 tonn |

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

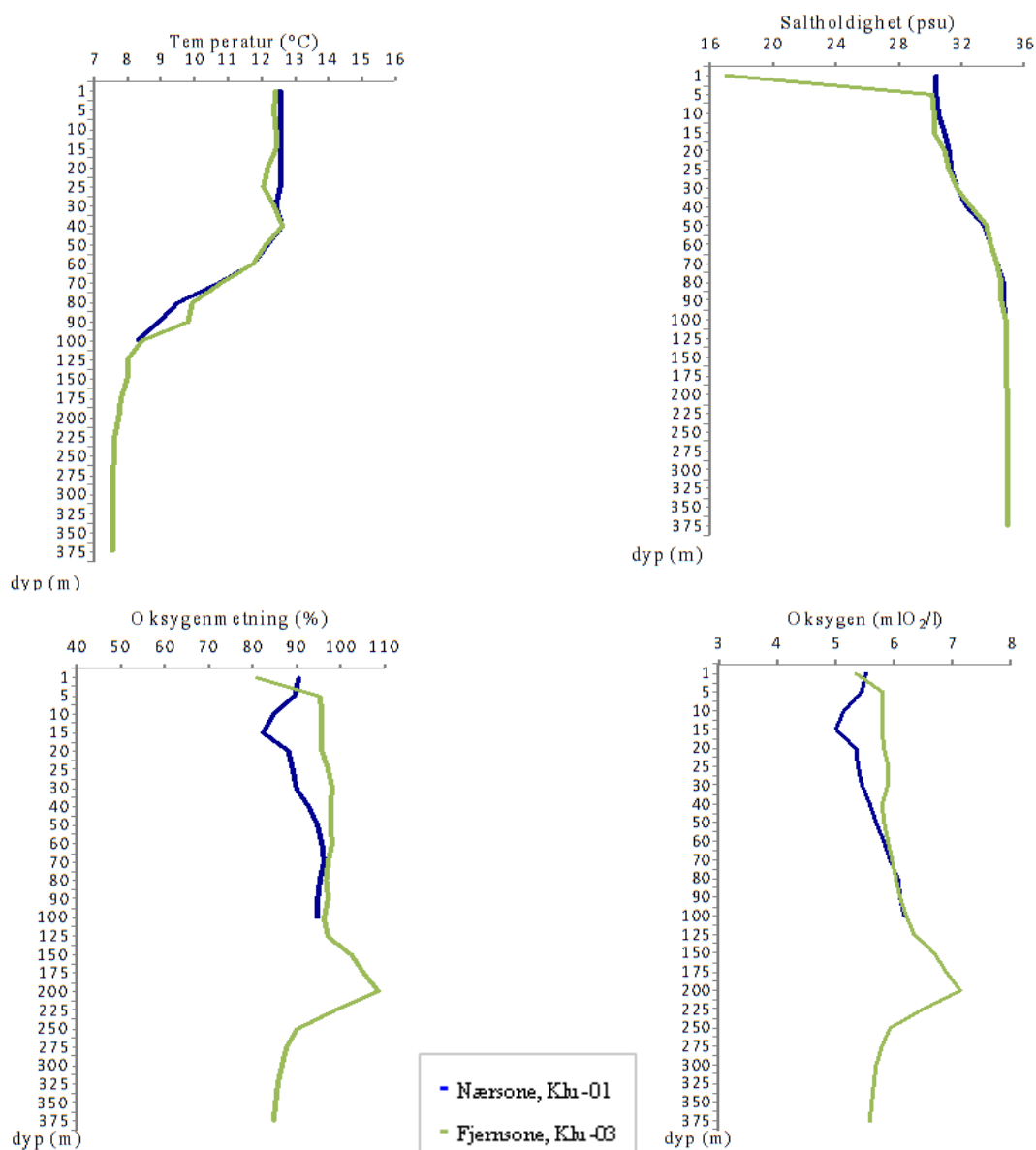
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonene fra nærsonen (Klu 1), og fjernsonen (Klu 3) til lokaliteten Klubben 23. oktober 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 6.

Temperatur-forholdene er svært like på de to stasjonene, og varierer fra 12-12,5 grader på 1 meter til 50 meters dybde. Fra 50 meter til 125 meter dyp reduseres temperaturen fra 12 grader til 8 grader. Fra 250 meter og ned til bunnen på 375 meter på fjernstasjon ligger temperaturen stabilt på 7,5 grader.

Saltholdigheten i overflaten var lavest på stasjon Klu 3, med 17 psu, og også lavere enn stasjon Klu 1 fra 1 meter og ned til 25 meter. Fra 25 meter og nedover var det relativ lik saltholdighet mellom de to stasjonene, på rundt 31,2 psu og økende nedover i dypet til 34,9 på 375 meter.

Oksygeninnholdet i vannsøylen varierte i noe større grad mellom de to stasjonene. Oksygeninnhold i vannsøylen er ikke like stabilt som temperatur og salinitet, og vil i større grad bli påvirket av endringer i vannmassene, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp. Et oppdrettsanlegg vil også kunne påvirke strømforhold og oksygenforbruk, og dermed oksygeninnholdet i vannsøylen. Nærsonen har gjennomgående lavere oksygennivå (82-96 %) enn fjernsonen (81-108 %). Fra 2 meters dyp og ned til 100 meter var det lavest oksygeninnhold på stasjon Klu 1, med det laveste nivået på rundt 15 meter med 82 % metning. På fjernstasjon Klu 3 ble det registret en økning i oksygeninnhold på 150-200 meters dyp.

Oksygeninnholdet i bunnvannet både i nærsonen (95 % / 6,2 ml O₂/l) og fjernsonen (85% / 5,6 ml O₂/l) tilsvarer for begge stasjonene tilstandsklasse I (Svært god) i henhold til klassifisering fra Miljødirektoratet.



Figur 3.1: Temperatur, saltholdighet, oksygen i %-metning og ml/l målt med CTD/STD-sonde i nærsonen og fjernsonen ved lokalitet Klubben. Profilmålingene er utført fra overflaten og ned til like over bunnen. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mg O₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42. Dybdeskala er vist i forhold til målte standarddyb.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

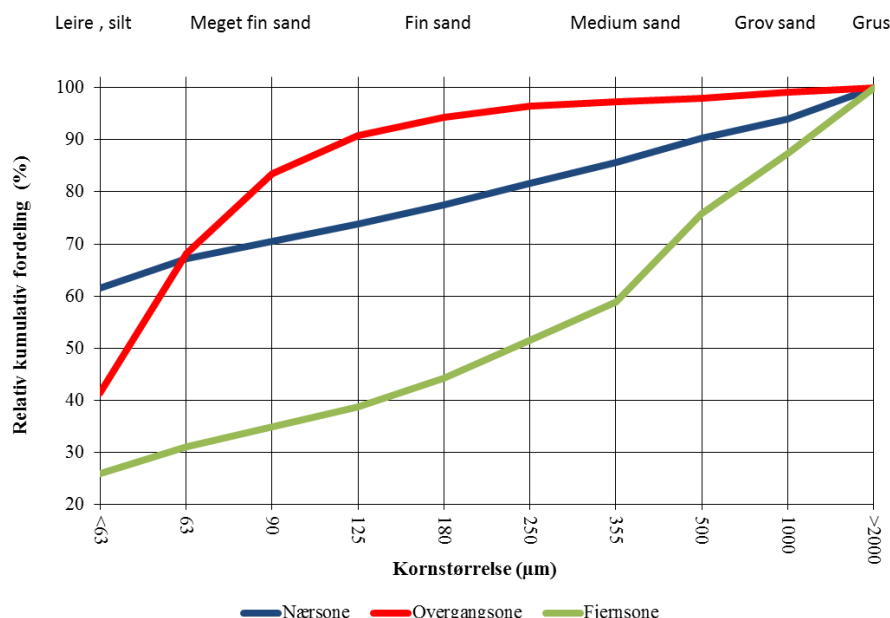
I nærsone, Klu-01 var sedimentet relativt finkornet. Silt og leire utgjorde 62 % av sedimentet. Resterende sediment bestod av 32 % sand og 6 % grus. Glødetapet var 21 %. Det organiske innholdet var dermed svært forhøyet i forhold til det som regnes for å være normalt for norske fjorder.

Overgangssone, Klu-02, hadde også finkornet sediment, men med størst innhold av sand. Sedimentet i overgangssone bestod av 41 % silt og leire, 58 % sand og 1 % grus. Her var glødetapet kun 2 % og det organiske innholdet var dermed godt innenfor hva som karakteriseres som normalt for norske fjorder.

Fjernstasjon, Klu-03 hadde grovest sediment av de undersøkte stasjonene, bestående av 26 % leire og silt, 61 % sand og 13 % grus. Glødetapet var 4 %. Dette er normalt for dype norske fjorder.

Tabell 3.1: Sediment. Oversikt over dyp, organisk innhold (% total organisk materiale, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Klubben 23.10.2013

| Stasjon | Dyp (m) | Organisk innhold TOM (%) | Leire+Silt (%) | Sand (%) | Grus (%) |
|------------------------|---------|--------------------------|----------------|----------|----------|
| Nærsonne (Klu-01) | 106 | 21,4 | 61,5 | 32,4 | 6,0 |
| Overgangssone (Klu-02) | 235 | 1,7 | 41,4 | 57,8 | 0,8 |
| Fjernsonne (Klu-03) | 381 | 4,0 | 26,0 | 61,4 | 12,6 |



Figur 3.2: Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Klubben: Nærsonne (Klu-01), Overgangssone (Klu-02) og Fjernsonne (Klu-03). Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (NS-EN ISO 1665:2005): leire / silt (< 63 µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 240 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Normale verdier for fosfor i uforurenset marine sedimenter anses å ligge under 1000 mg/kgTS i vestlandsfjorder (SAM-Marin, intern database). Fosforverdiene fra nærsone viste svært forhøyet verdi (35000 mg/kg TS). Overgangssone hadde noe forhøyet verdi (1100 mg/kg TS), mens fosforverdiene i fjernsone hadde lav verdi (630 mg/kg TS) (Tabell 3.2).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. Formelen som benyttes til normalisering av TOC er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som denne i rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA-1883/2002). Klassifisering er gjort etter TA 2229/2007.

Den normaliserte TOC-verdien for Klu-01 (177 mg/g) var svært høy og stasjonen får tilstandsklasse V (Svært dårlig). Dette indikerer at det er akkumulert store mengder organisk materiale i sedimentet ved på nærstasjonen. I overgangssone på Klu-02 (17,6 mg/g) var verdien for normalisert TOC lav og tilsvarte tilstandsklasse I (Bakgrunn). Ved fjernstasjon Klu-03 var normalisert TOC-verdi noe forhøyet (27,3 mg/g) og gir tilstandsklasse III (Moderat). Glødetapet ved disse stasjonene viste et høyt organisk innhold på Klu-01, men lave verdier både i overgangssone og fjernsone.

Sinkverdiene på nærstasjonen, Klu-01, var høye (680 mg/kg) og tilsvarte tilstandsklasse IV (Dårlig). Kobberverdiene var også svært høye på nærstasjonen (450 mg/kg), og gir tilstandsklasse V (Svært Dårlig). For stasjonene Klu-02 og Klu-03 viste analysene lave verdier for sink og kobber og havner i beste tilstandsklasse (I – Bakgrunn) for begge stasjoner.

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parameter i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering (TA 2229/2007) for sink, kobber og normalisert TOC. Kjemiske parameter er oppgitt i mg/kg TS (tørrstoff).

| Stasjon | Dybde m | TOC mg/g | Norm. TOC mg/g | TK | Fosfor mg/kg | Sink mg/kg | TK | Kobber mg/kg | TK | Tørrstoff (TS) % |
|----------------|------------|-------------|-------------------|---------------|-----------------|---------------|----|------------------|----|---------------------|
| Nærsone | | | | | | | | | | |
| Klu-01 | 106 | 170 | 177 | V | 35000 | 680 | IV | 450 | V | 18,2 |
| Overg.sone | | | | | | | | | | |
| Klu -02 | 175 | 7 | 17,6 | I | 1100 | 33 | I | 9 | I | 72,7 |
| Fjernsone | | | | | | | | | | |
| Klu-03 | 381 | 14 | 27,3 | III | 630 | 55 | I | 12 | I | 62,1 |
| I -Bakgrunn | | II - God | | III – Moderat | | IV – Dårlig | | V – Svært dårlig | | |

3.3.2 MOM B-parametere

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Resultat av de kjemiske målingene er oppsummert i tabell 3.3.

Kjemiske målinger (pH og E_h) viste meget gode pH- og E_h -verdier (tilstandsklasse 1) i bunnprøvene fra overgangssonen (Klu-02) og fjernsonen (Klu-03). De sensoriske parametrene viste at sedimentet fra disse stasjonene var lys i fargen med fast konsistens og uten lukt. Samlet vurdering gir tilstandsklasse 1 (meget god) for stasjon Klu-02 og Klu-03.

Prøven fra nærsone (Klu-01) skiller seg ut med pH- og E_h -verdier som tilsvarer tilstand 3 – dårlig. Sedimentet fra denne stasjonen var brun/sort og flytende med gassbobler og sterk lukt (Foto 1). Samlet vurdering av stasjon Klu-01 gir tilstandsklasse 4 (meget dårlig).



Foto 1. Grabbprøve fra nærsone (stasjon Klu-01) til lokalitet Klubben 23.10.2013.

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 Klu-01 | 6,92 | -124 | 3 | 3 |
| Overgangssone Klu-02 | 7,58 | 250 | 0 | 1 |
| Fjernsone Klu-03 | 7,77 | 395 | 0 | 1 |

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 og 3.5, Figur 3.3 - 3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i oktober 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I følge MOM-standard (NS 9410:2007) er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet i nærsonen blir derfor basert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (se Tabell 2.3). I bunndyrsprøvene fra Klu-01 like ved anlegget (nærsonen), ble det funnet kun 5 arter med til sammen hele 1618 individer. Den mest dominerende arten (*Vigtorniella ardabilia*) utgjorde 85,2 % av det totale individtallet. Dette resultatet tilsvarer miljøtilstand 2 (god) for stasjon Klu-01 i henhold til NS 9410:2007.

I overgangssonen på stasjon Klu-02 fant man totalt 113 arter med til sammen 1715 individer. Blant de ti mest tallrike artene finner man børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* (15%) og *Chaetozone* sp. (14%), samt skjellet *Abra nitida* (10%). Dette resultatet tilsvarer miljøtilstand 1 (meget god) for stasjon Klu-02 i henhold til NS 9410:2007.

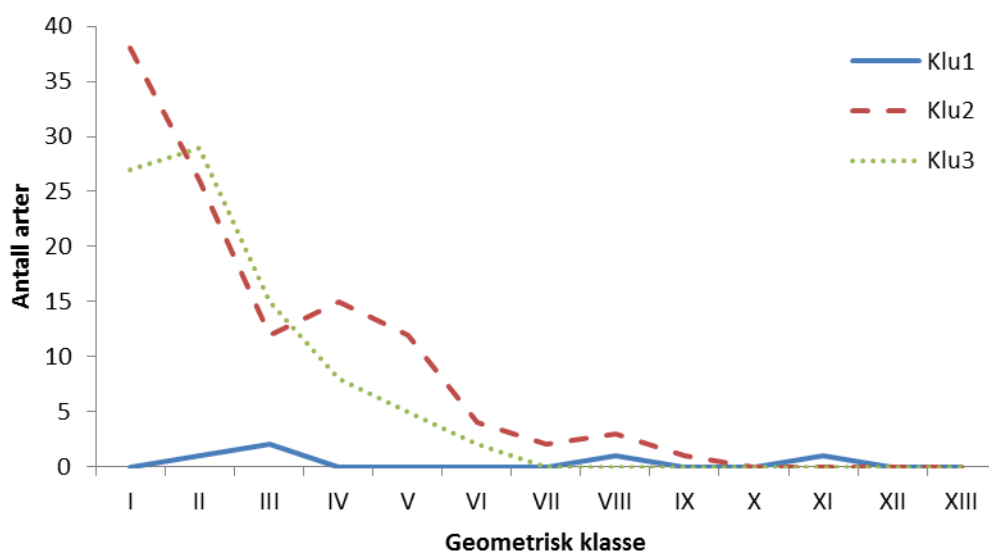
Klassifisering av miljøtilstanden er også vurdert i henhold til Veileder 01:2009 med indeksgrenseverdier fra den reviderte veileder 02:2013. Diversitetsindeksen (H') beskriver artsmangfold (antall arter) og jevnhet (fordeling av antall individ per art). Denne ble beregnet til 4,9 i prøvearealet 0,2 m² (4,8 i snitt per hugg) som plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (Svært god). Sammensatt indeks (artsmangfold, ømfintlighet; NQI1) blei beregnet til 0,73 som tilsvarer tilstandsklasse II – God. Artsdiversitet og fordeling av arter på geometriske klasser tyder på gode miljøforhold på stasjonen Klu-02.

I fjernsonen (stasjon Klu-03) ble det totalt samlet inn 471 individ av bunndyr fordelt på 86 arter. Blant de ti mest tallrike artene finner man fåbørstemark (*Oligochaeta*, 11%), skjell (*Thyasira obsoleta*, 8%) og krepsdyr (*Apseudes spinosus*, 6%). Diversitetsindeks (H') ble beregnet til 5,45 i prøvearealet 0,2 m² (4,88 i snitt per hugg) som tilsvarer tilstandsklasse I – svært god. Sammensatt indeks (NQI1) ble beregnet til 0,79 som tilsvarer tilstandsklasse II – god. Artsdiversitet og fordeling av arter på geometriske klasser tyder på gode miljøforhold med liten påvirkning i overgangssonen på stasjonen Klu-03.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon. Disse analysene viser også at nærsonen skiller seg ut fra overgangssonen og fjernsonen. Det er stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.4 og 3.5). Stasjon Klu-01 (nærsonen) skiller seg særlig ut. Denne forskjellen er forventet og naturlig ettersom de stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp. Den viktigste faktoren i dette tilfellet er påvirkning fra anlegget.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES100), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'max), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand (Tilstandsklasser rangert fra TK I til TK V, vist med fargekoder) foretatt etter Veileder 01:2009, men med de nye indeksgrenseverdiene fra Veileder 02:2013 (se Generell vedleggsdel). I tillegg er MOM tilstand for parameteren fauna vurdert i henhold til NS 9410:2007. MOM-tilstander (miljøtilstand) er vurdert for nærsone og overgangssone, firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen.

| Stasjon | År | Hugg | Arter | Individer | H' | NQI1 | Es100 | TK | AMBI | J | H'-max | MOM |
|---------|------|---------------|----------|---------------|-------------|------------------|-------|----|------|------|--------|---------------|
| Klu 1 | 2013 | 2 | 4 | 1024 | 0,15 | 0,26 | 2,35 | | 5,25 | 0,08 | 2,00 | |
| | | 3 | 3 | 594 | 0,98 | 0,11 | 2,31 | | 7,00 | 0,62 | 1,58 | |
| | | sum | 5 | 1618 | 0,66 | | 2,62 | | | 0,28 | 2,32 | 2 - God |
| | | snitt | 4 | 809 | 0,57 | 0,18 | 2,33 | | 6,13 | 0,35 | 1,79 | |
| Klu 2 | | 1 | 95 | 845 | 4,92 | 0,74 | 34,85 | | 2,73 | 0,75 | 6,57 | |
| | | 2 | 79 | 870 | 4,67 | 0,72 | 32,61 | | 2,88 | 0,74 | 6,30 | |
| | | sum | 113 | 1715 | 4,88 | | 34,16 | I | | 0,72 | 6,82 | 1 – Meget god |
| | | snitt | 87 | 858 | 4,79 | 0,73 | 33,73 | | 2,80 | 0,74 | 6,44 | |
| Klu 3 | | 1 | 60 | 304 | 4,89 | 0,77 | 36,69 | | 2,27 | 0,83 | 5,91 | |
| | | 2 | 49 | 167 | 4,87 | 0,82 | 38,76 | | 1,56 | 0,87 | 5,61 | |
| | | sum | 86 | 471 | 5,45 | | 43,31 | I | | 0,85 | 6,43 | - |
| | | snitt | 55 | 236 | 4,88 | 0,79 | 37,73 | | 1,91 | 0,85 | 5,76 | |
| | | I – Svært god | II - God | III – Moderat | IV – Dårlig | V – Svært dårlig | | | | | | |



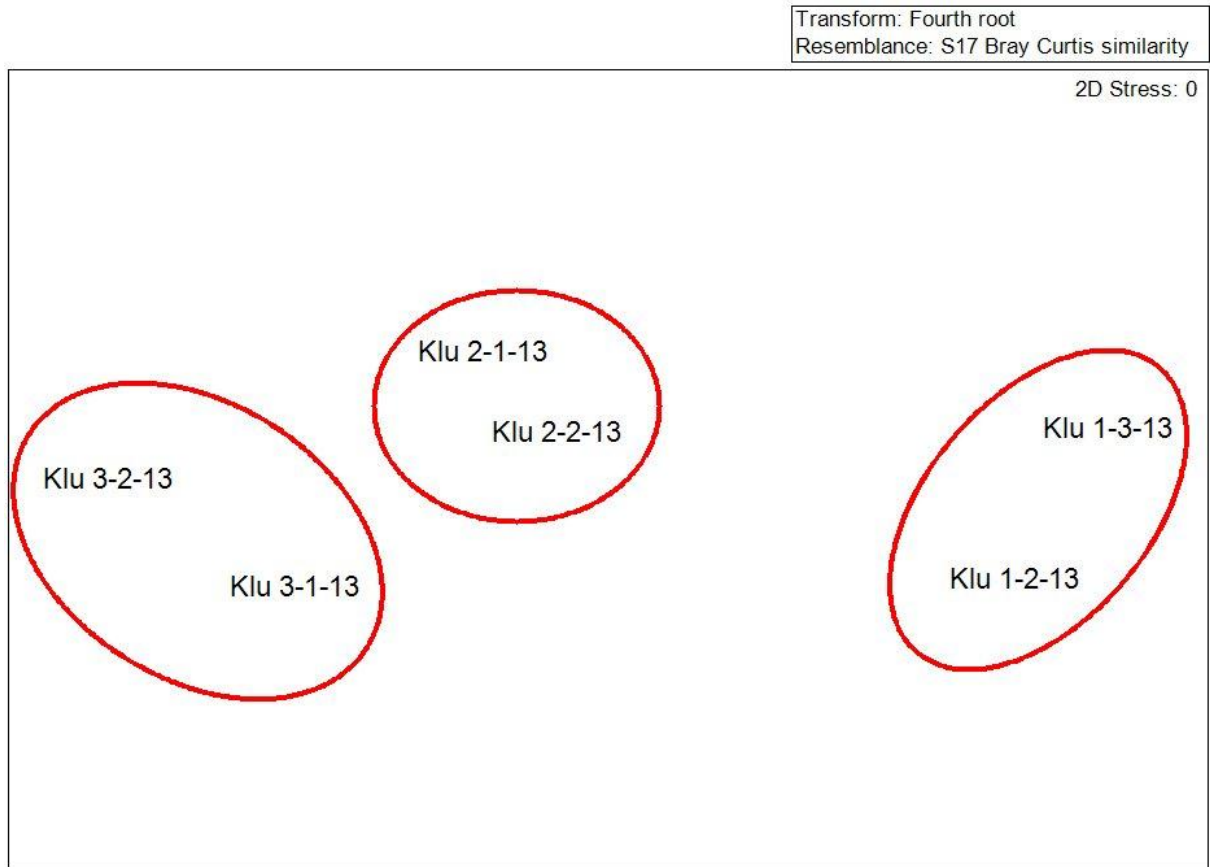
Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

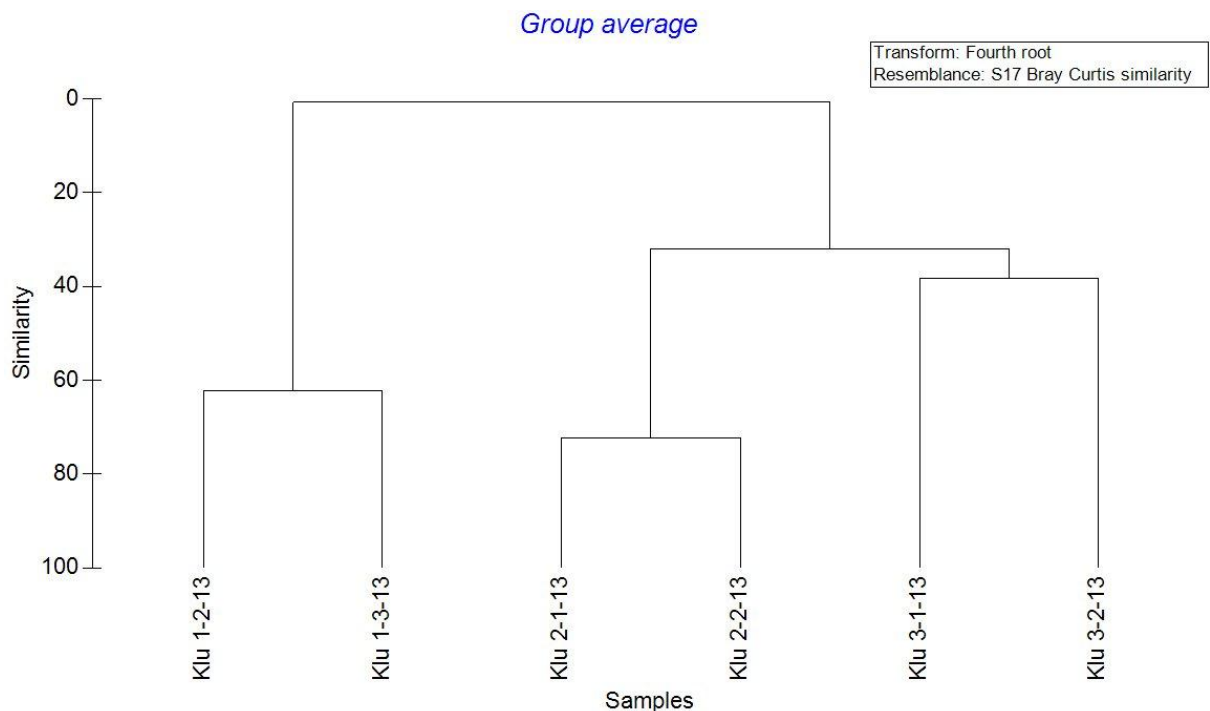
| Klu 1 (nærsone) - 2013 | | | |
|-------------------------------|-----------|------|-------|
| Arter | Antall | | |
| | individer | % | Kum % |
| <i>Vigtorniella ardabilia</i> | 1378 | 85,2 | 85,2 |
| <i>Ophryotrocha lobifera</i> | 229 | 14,2 | 99,3 |
| <i>Malacoceros fuliginosa</i> | 5 | 0,3 | 99,6 |
| <i>Capitella capitata</i> | 4 | 0,2 | 99,9 |
| <i>Prionospio plumosa</i> | 2 | 0,1 | 100 |

| Klu 2 (overgangssone) - 2013 | | | |
|---------------------------------|-----------|------|-------|
| Arter | Antall | | |
| | individer | % | Kum % |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 263 | 15,3 | 15,3 |
| <i>Chaetozone sp.</i> | 233 | 13,6 | 28,9 |
| <i>Abra nitida</i> | 164 | 9,6 | 38,5 |
| <i>Tharyx killariensis</i> | 134 | 7,8 | 46,3 |
| <i>Thyasira equalis</i> | 107 | 6,2 | 52,5 |
| <i>Notomastus laterceus</i> | 66 | 3,8 | 56,4 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 56 | 3,3 | 59,7 |
| <i>Amythasides macroglossus</i> | 47 | 2,7 | 62,4 |
| <i>Aphelochaeta sp.</i> | 43 | 2,5 | 64,9 |
| <i>Caudofoveata indet.</i> | 34 | 2,0 | 66,9 |

| Klu 3 (fjernsone) - 2013 | | | |
|--------------------------------|-----------|------|-------|
| Arter | Antall | | |
| | individer | % | Kum % |
| <i>Oligochaeta indet.</i> | 52 | 11,0 | 11,0 |
| <i>Thyasira obsoleta</i> | 36 | 7,6 | 18,7 |
| <i>Apseudes spinosus</i> | 29 | 6,2 | 24,8 |
| <i>Anobothrus sp.</i> | 28 | 5,9 | 30,8 |
| <i>Amphipholis squamata</i> | 21 | 4,5 | 35,2 |
| <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 18 | 3,8 | 39,1 |
| <i>Eunice pennata</i> | 17 | 3,6 | 42,7 |
| <i>Sipuncula indet.</i> | 15 | 3,2 | 45,9 |
| <i>Aphelochaeta sp.</i> | 14 | 3,0 | 48,8 |
| <i>Yoldiella philippiana</i> | 13 | 2,8 | 51,6 |



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene Klu-1, Klu-2 og Klu-3, undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Klubben i Tollesundet på nordøst siden av Sula i Solund kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 23. oktober 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av Tollesundet.

Sedimentet på stasjonen nærmest anlegget, nærsonen (Klu-01), bestod av et relativt finkornet sediment der silt og leire dominerte og utgjorde 62 % av sedimentet. De resterende 38 % bestod av 32 % sand og 6 % grus. Det organiske innholdet (TOM og TOC) på denne stasjonen var svært forhøyet i forhold til det som regnes for å være normalt for norske fjorder. Dette indikerer at det er akkumulert store mengder organisk materiale i sedimentet ved på nærstasjonen. Forholdene var bedre utover i resipienten med lave verdier i både overgangssonen (Klu-02) og fjernsonen (Klu-03). Det ble imidlertid registrert noe forhøyet TOC-verdi i fjernsonen.

Inntil anlegget i nærsonen ble det funnet svært forhøyet verdier av fosfor, sink og kobber. Det ble også registrert noe forhøyet fosfor verdi i overgangssonen mens nivået i fjernsonen var lavt. Det ble kun påvist bakgrunnsnivåer av sink og kobber i overgangssonen og i fjernsonen.

MOM-parameterne viste også at nærsonen skilte seg ut sammenlignet med overgangssonen og fjernsonen. Sedimentet bar preg av mye organisk innhold (slam) med lav pH og Eh verdi. I henhold til MOM-standarden fikk nærsonen tilstand 4 – meget dårlig, mens overgangssonen og fjernssonen fikk tilstand I – meget god.

Bunndyr samfunnet i prøver fra nærsonen viste imidlertid artsmangfold og diversitet som tilsvarer miljøtilstand 2 – God. Forholdene lengre ut i resipienten i overgangssonen og fjernsonen var mye bedre, med gode og svært gode tilstander vurdert utfra det indeksbaserte klassifiseringssystemet til Miljødirektoratet.

Prøvene tatt ved anlegget tydelige spor etter produksjon med opphopning av store mengder organisk materiale. Undersøkelsen ble gjennomført i siste del av produksjonssyklusen før maks produksjon.

Prøvene fra de undersøkte stasjonene viste til dels grovkornet utover i resipienten, noe som tyder på gode strømforhold i Tollsundet. Gode strømforhold og vannutskifting er viktig for lokalitetens bæreevne innhenting i perioder med brakklegging eller liten produksjon i området. Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på fisken i anlegget og miljøet. Spesielt kan det være nyttig å få til bunnundersøkelser både i forbindelse med maksproduksjon og fullført brakkleggingsfase, da det gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til innhenting.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp fra de ansatte på anlegget og et hyggelig tokt. På toktet deltok Trond E. Isaksen og Stian Ervik Kvalø fra SAM-Marin. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Frøydis Lygre.

6 LITTERATUR

- Anon. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet, 181 s.
- Anon. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen, 263 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.
- 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.
- Moy F, Aure J, Dahl E, Green N, Johnsen T, Lømsland E, Magnusson J, Omli L, Oug E, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Kystovervåkingsprogrammet. TA 1883/2002.
- Norsk Standard NS 4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410:2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9423:1998. Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN 13137:2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN 14346:2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriets kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2005. Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 17294-2:2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

| | |
|--|-----------|
| <i>Generell vedleggsdel.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i> | <i>35</i> |
| <i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> | <i>35</i> |
| <i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i> | <i>43</i> |
| <i>Vedleggstabell 4. Utdrag av analysebevis - kjemi</i> | <i>44</i> |
| <i>Vedleggstabell 5. Utdrag av analysebevis - geologi.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Vedleggstabell 6. CTD Data.....</i> | <i>47</i> |

Generell vedleggsdel

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.

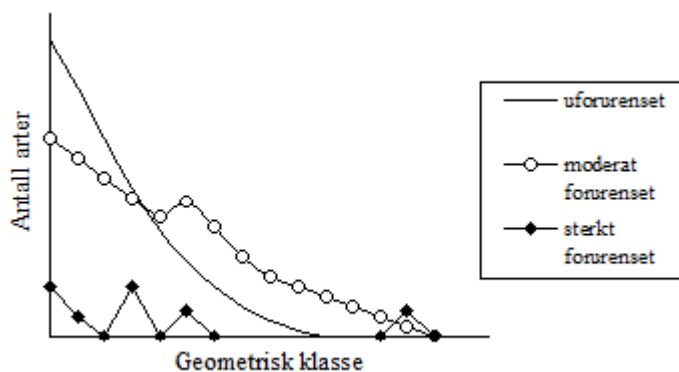
Geometriske klasser

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. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (SFT 97:03 og Veileder 02:2013, Tabell v2 og v3).

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:

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

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.

Diversitetsindekse 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 faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatt indeks 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.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H' og ES_{100}) og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter Veileder 02:2013. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til SFT 97:03 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 (Svært god) til V (Svært 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 |
| ISl 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 organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna. SFT 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 | Hulberts indeks | >26 | 26-18 | 18-11 | 11-6 | <6 |
| bløtbunnsfauna | Shannon-Wiener indeks | >4 | 4-3 | 3-2 | 2-1 | <1 |

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 miljøgradienter. 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 ulik 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:

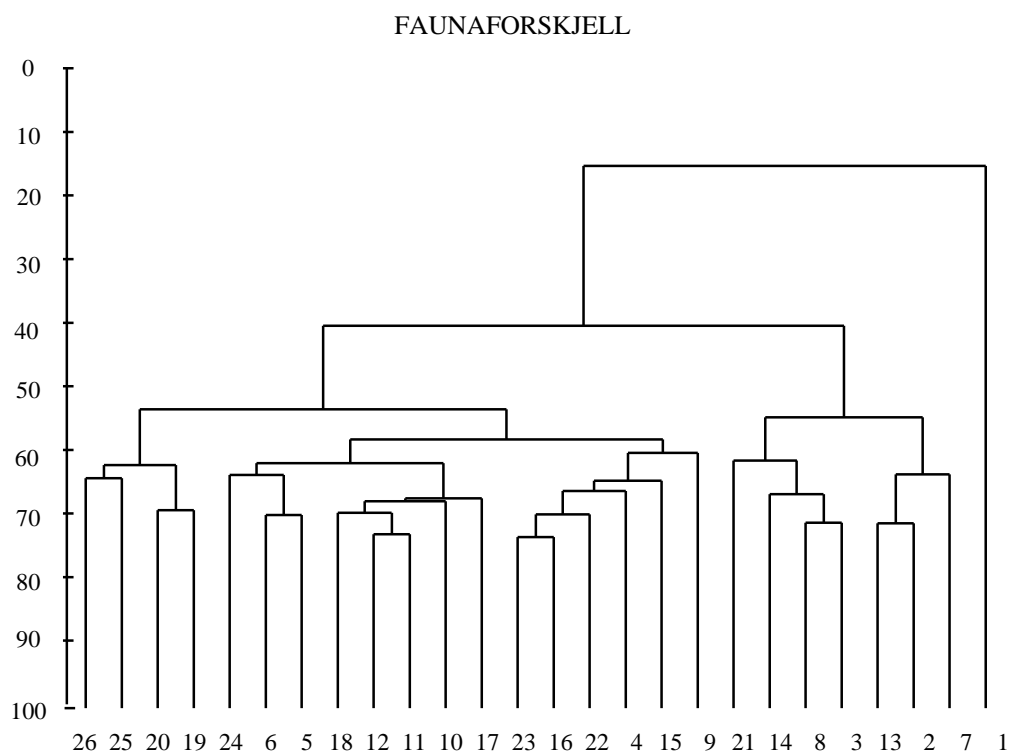
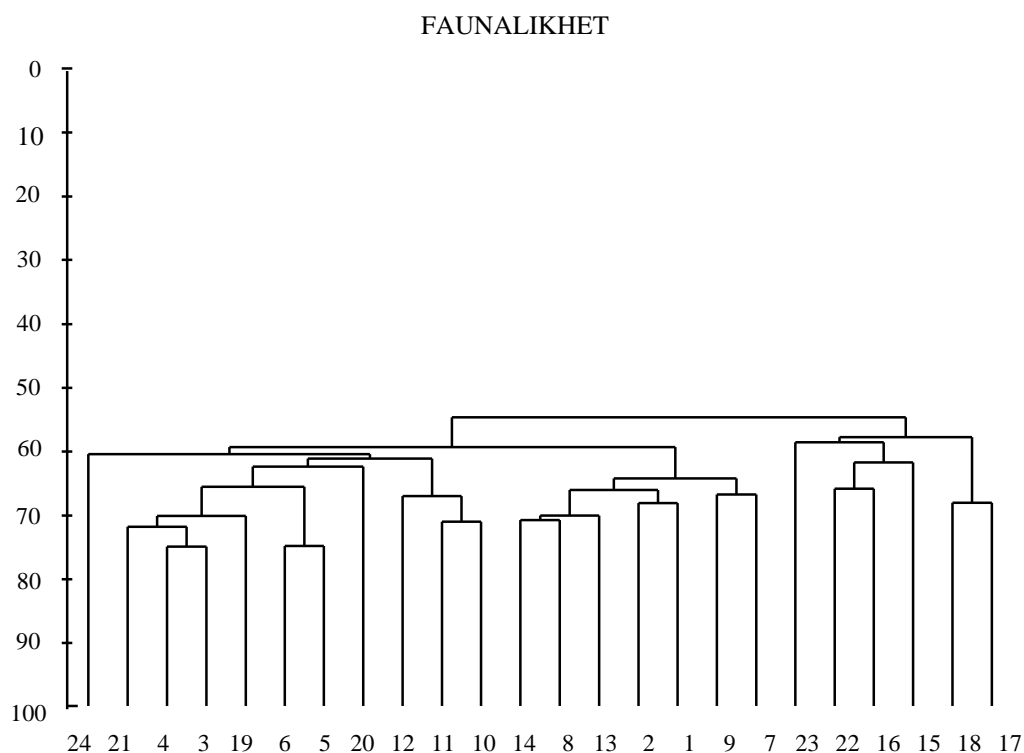
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

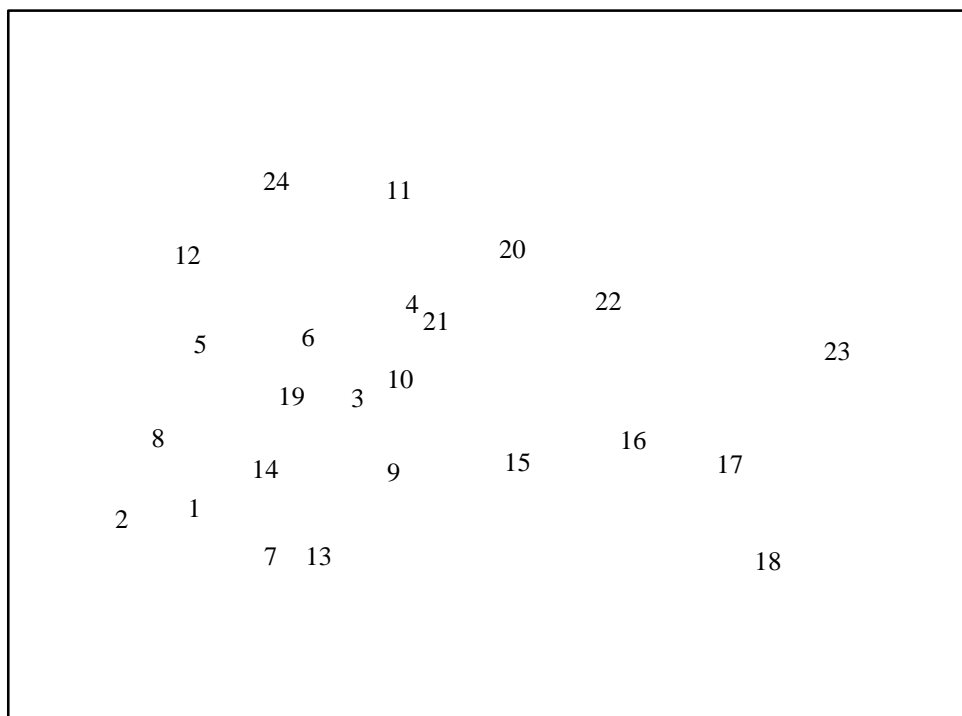
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer 6 fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

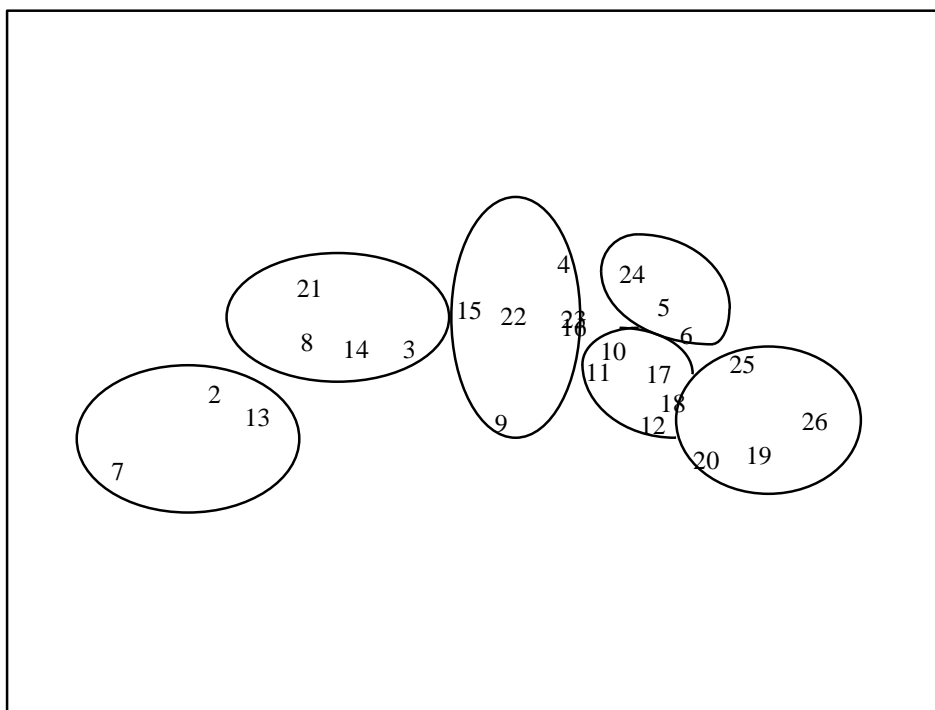


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

- Anon. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen, 263 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.
- 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.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: ERKO Seafood AS

Dato: 23.10.2013

Lokalitet: Klubben

Lokalitetsnr: 12980

Lokalitetstype: Matfisk

| Gr. | Parameter | Poeng | Prøve nr | | | | | | | Indeks | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|--------------------|---|--------|-----------------|--|------|--|--|----------|-----|--------------------|----------|------------------|--|---|------------|------------|---|---------|---------|---|---|---|--|
| | | | Klu-01 | Klu-02 | Klu-03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dyr | Ja = 0 Nei = 1 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 0,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| I | Tilstand (Gruppe I) | | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II | pH | verdi | 6,92 | 7,58 | 7,77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E _h (mv) | verdi | -341 | 33 | 178 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | + ref. verdi | -124 | 250 | 395 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | pH/E _h | fra figur | 3 | 0 | 0 | | | | | | 1,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tilstand, prøve | | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tilstand, gruppe II | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Buffer temp: | | Temp sjø: | | Temp sediment: | | 12,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | pH sjø: | | Eh sjø: | | Ref. elektrode: | | 217 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Kalibrering pH elektrode (Dato og sign): | | TEI 23.10.13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III | Gassbobler | Ja = 4 Nei = 0 | 4 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Farge | Lys/Grå = 0 | | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Brun/Sort = 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lukt | Ingen = 0 | | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Noe = 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sterk = 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Konsistens | Fast = 0 | | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Myk = 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Løs = 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Grabbvolum | v < 1/4 = 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/4 ≤ v < 3/4 = 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| v ≥ 3/4 = 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tykkelse på slamlag | 0 - 2 cm = 0 | | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 - 8 cm = 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | t ≥ 8 cm = 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SUM | | 16 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Korrigeret sum (*0,22) | | 3,52 | 0,22 | 0,22 | | | | | | 1,3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tilstand prøve | | 4 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tilstand gruppe III | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Middelverdi gruppe II og III | | 3,26 | 0,11 | 0,11 | | | | | | 1,2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tilstand gruppe II og III | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi | Tilstand | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tilstand</th> <th>Lokalitetstilstand</th> </tr> <tr> <th>Gruppe I</th> <th>Gruppe II og III</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3, 4</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | Tilstand | | Lokalitetstilstand | Gruppe I | Gruppe II og III | | A | 1, 2, 3, 4 | 1, 2, 3, 4 | 4 | 1, 2, 3 | 1, 2, 3 | 4 | 4 | 4 | |
| Tilstand | | Lokalitetstilstand | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gruppe I | | Gruppe II og III | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | 1, 2, 3, 4 | 1, 2, 3, 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 1, 2, 3 | 1, 2, 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| < 1,1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,1 - < 2,1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,1 - < 3,1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ≥ 3,1 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | LOKALITETSTILSTAND | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Korrekturlest: 26.03.2014
datoTEI
Sign.FL
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: ERKO Seafood AS

Dato: 23.10.2013

Lokalitet: Klubben

Lokalitetsnr: 12980

Lokalitetstype: Mattfisk

| Prøvetakingssted (nr) | Klu-01 | Klu-02 | Klu-03 | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|----|--|--|--|--|--|
| Dyp (m) | 106 | 235 | 381 | | | | | | |
| Antall forsøk | | | | | | | | | |
| Bobling (i prøve) | Ja | Nei | Nei | | | | | | |
| Primær-sediment % | Grus | | | | | | | | |
| | Skjellsand | | 20 | | | | | | |
| | Sand | | 30 | 50 | | | | | |
| | Mudder | 50 | | | | | | | |
| | Silt | 50 | | | | | | | |
| Leire | | 50 | 50 | | | | | | |
| Fjellbunn | | | | | | | | | |
| Steinbunn | | | | | | | | | |
| Pigghuder, antall | | | | | | | | | |
| Krepsdyr, antall | | | | | | | | | |
| Skjell, antall | | | | | | | | | |
| Børstemark, antall | | | | | | | | | |
| Andre dyr, antall | | | | | | | | | |
| <i>Malacoceros fuliginosa</i> | | | | | | | | | |
| Beggiatoa | | | | | | | | | |
| Fôr | - | - | - | | | | | | |
| Fekalier | Ja | - | - | | | | | | |
| Kommentarer | Blåskjellskall | | | | | | | | |

Korrekturlest:

26.03.2014
dato

TEI
Sign.

FL
Sign.

Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 002

SF505-Benthos Artsliste

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 07.03.2014 (Kristin Hatlen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 07.03.2014 (Kristin Hatlen)



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): ERKO Seafood AS, Hauglandsgruppen

Prosjekt nr.: 807991

Prøvetakssteds (område): Klubben

Dato for prøvetaking: 23.10.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research, SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre

| | Akkreditert | I henhold til standard | Evt. akkrediteringsnummer | Ikke akkreditert |
|----------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Prøvetaking | <input checked="" type="checkbox"/> | ISO-5667-19 | Test 157 | <input type="checkbox"/> |
| Sortering | <input checked="" type="checkbox"/> | ISO-5667-19 | Test 157 | <input type="checkbox"/> |
| Identifisering | <input checked="" type="checkbox"/> | ISO-5667-19 | 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: 5 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
 Godkjent taksonom

Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning

| Stasjonsnavn | Klu 1 | Klu 1 | Klu 2 | Klu 2 | Klu 3 | Klu 3 |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Dato | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 |
| Dyp | 106 m | 106 m | 175 m | 175 m | 381 m | 381 m |
| Hugg | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| PORIFERA | | | | | | |
| Porifera indet. | | | | | | ++ |
| HYDROZOA | | | | | | |
| Hydrozoa indet. | + | + | | + | + | + |
| ANTHOZOA | | | | | | |
| Paraedwardsia cf. arenaria | | | 3 | | | |
| NEMERTINI | | | | | | |
| Nemertini indet. | | | 10 | 5 | | |
| NEMATODA | | | | | | |
| Nematoda indet. | 98 | 1 | 14 | 15 | 48 | 11 |
| POLYCHAETA | | | | | | |
| Polychaeta indet | | | | 1 | | |
| Harmothoe antilopes | | | | | 1 | |
| Pholoe baltica | | | 1 | 1 | | |
| Pholoe pallida | | | 5 | 9 | | |
| Neoleanira tetragona | | | 1 | 4 | | |
| Vigtorniella ardabilia | 1006 | 372 | | | | |
| Eumida sp. | | | 1 | | | 1 |
| Sige fusigera | | | | 1 | | |
| Eulalia sp, | | | 2 | | | |
| Tomopteris sp. | | | | | 1 | |
| Glycera lapidum | | | 0/4 | 1/3 | 0/5 | 0/1 |
| Goniada maculata | | | 1 | 1 | | |
| Nereimyra cf. woodsholea | | | | | | 1 |
| Gyptis rosea | | | | | 3 | |
| Glyphohesione klatti | | | 1 | | | |
| Pilargis sp. | | | 1 | | | |
| Syllidae indet | | | | | 2 | 1 |
| Exogone sp. | | | 5 | | 2 | |
| Ceratocephale loveni | | | 1 | 1 | | |
| Nephtys hystricis | | | | | 1 | |
| Paramphinome jeffreysii | | | 117 | 146 | 16 | 2 |
| Euphrosine cirrata | | | | | 1 | |
| Paradiopatra quadricuspis | | | 1 | | | |
| Paradiopatra fiordica | | | 1 | | 2 | 1 |
| Eunice pennata | | | | | 6/2 | 7/2 |
| Lumbrineridae indet. | | | 11 | 20 | 1 | |
| Drilonereis filum | | | 1 | 2 | | |
| Protodorvillea kefersteini | | | 2 | 1 | 2 | |
| Ophryotrocha lobifera | 9 | 220 | | | | |
| Phylo norvegicus | | | 0/1 | | | |
| Aricidea catharinae | | | 10 | 1 | 5 | |
| Levinsenia gracilis | | | 9 | 10 | 2 | |
| Paradoneis sp. | | | 3 | 4 | | |
| Laonice sarsi | | | | 1 | 2 | |
| Malacoceros fuliginosa | 5 | | | | | |
| Polydora sp. | | | 1 | | | 1 |
| Prionospio cirrifera | | | 3 | 1 | | |
| Prionospio fallax | | | | 3 | | |
| Prionospio plumosa | | 2 | | 1 | | |

Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning

| Stasjonsnavn | Klu 1 | Klu 1 | Klu 2 | Klu 2 | Klu 3 | Klu 3 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Dato | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 |
| Dyp | 106 m | 106 m | 175 m | 175 m | 381 m | 381 m |
| Hugg | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Spiophanes kroeyeri | | | 1 | 0/5 | | 3 |
| Spiophanes bombyx | | | | | | 0/2 |
| Spiophanes wigley | | | 6/1 | 0/2 | 6/1 | |
| Scolelepis korsuni | | | 4 | 7 | | |
| Aphelochaeta sp. | | | 26 | 17 | 7 | 7 |
| Tharyx killariensis | | | 68 | 66 | | |
| Caullariella zetlandica | | | 1 | | | |
| Chaetozone sp. | | | 117 | 116 | | |
| Pherusa flabellata | | | 1 | 1 | | |
| Diplocirrus glaucus | | | 28 | 28 | | |
| Pherusa falcata | | | | 1 | | |
| Lipobranchus jeffreysii | | | 1 | 2/1 | | 5 |
| Scalibregma inflatum | | | | | 1 | |
| Capitellidae indet | | | | | | 1 |
| Capitella capitata | 4 | | 1 | 6 | | |
| Heteromastus filiformis | | | 8 | 2 | 4 | |
| Notomastus latericeus | | | 37 | 29 | 3 | 2 |
| Chirimia biceps | | | | | 3/2 | 0/1 |
| Heteroclymene robusta | | | 1 | | | |
| Nicomache trispinata | | | | | 4 | 1 |
| Rhodine loveni | | | 1 | | | |
| Maldanidae indet. | | | 6 | 10 | | 3 |
| Myriochele heeri | | | 2 | | | |
| Galathowenia oculata | | | 2 | 1 | 3 | |
| Owenia borealis | | | 2 | | | |
| Pectinaria auricoma | | | 2 | | | 2 |
| Pectinaria belgica | | | 1 | | | |
| Pectinaria koreni | | | 5/2 | 4/7 | | 1 |
| Sabellides octocirrata | | | | | 0/1 | |
| Anobothrus sp. | | | | | 25 | 3 |
| Amythasides macroglossus | | | 32 | 15 | 12 | |
| Eclysippe vanelli | | | 1/1 | | | |
| Melinna albicincta | | | 1 | | 6/2 | |
| Zatsepinia rittichae | | | 1 | | | |
| Terebellidae indet | | | | 1 | | |
| Amphitrite cirrata | | | | | 1 | |
| Pista cristata | | | 4 | 7 | | |
| Pista lornensis | | | | | 8 | 2 |
| Lanice conchilega rør | | | 0/1 | | | |
| Streblosoma bairdi | | | | 1 | | |
| Streblosoma intestinale | | | 16 | 7 | 1 | |
| Polycirrinae indet | | | | | 5 | 2 |
| Polycirrus arcticus | | | | 3 | | |
| Polycirrus latidens | | | | | 2 | |
| Polycirrus norvegicus | | | 8 | 12 | | |
| Polycirrus plumosus | | | 7 | 7 | | |
| Amaeana trilobata | | | 1 | | 1 | |
| Hauchiella tribullata | | | 1 | | | |
| Trichobranchus roseus | | | 2 | 1 | | |
| Terebellides stroemi | | | 8 | 7 | 3 | |

Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning

| Stasjonsnavn | Klu 1 | Klu 1 | Klu 2 | Klu 2 | Klu 3 | Klu 3 |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Dato | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 |
| Dyp | 106 m | 106 m | 175 m | 175 m | 381 m | 381 m |
| Hugg | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Sabellidae indet | | | | | 1 | 1 |
| Euchone sp. | | | 1 | | 1 | |
| OLIGOCHAETA | | | | | | |
| Oligochaeta indet. | | | | | 52 | |
| ECHIURA | | | | | | |
| Echiurus echiurus | | | | | | 0/2 |
| SIPUNCULA | | | | | | |
| Sipuncula indet. | | | 3 | 1 | 3 | 12 |
| Sipunculus norvegicus | | | 1 | | | |
| Phascolion strombus | | | | 2 | | |
| Onchnesoma steenstrupi | | | 12 | 7 | 11 | |
| Onchnesoma squamatum | | | 1 | 1 | 1 | |
| CRUSTACEA | | | | | | |
| Philomedes lilljeborgi | | | | | | 3 |
| COPEPODA | | | | | | |
| Lepeophtherus salmonis | | 1 | | | | |
| Calanus finmarchicus | 1 | | 2 | 3 | | |
| Metridia longa | 2 | 1 | | | | |
| Scalpellum hispidum | | | | | | 1 |
| DECAPODA | | | | | | |
| Decapoda indet (larve) | | 0/1 | | | | |
| Munida sarsi | | | | 1 | | 1 |
| LEPTOSTRACA | | | | | | |
| Nebalia sp. | | | | | 1 | |
| AMPHIPODA | | | | | | |
| Amphipoda indet. | | | 1 | | 2 | + |
| CUMACEA | | | | | | |
| Eudorella truncatula | | | | 1 | | |
| Campylaspis costata | | | 1 | | | |
| Tanaidacea indet. | | | 1 | | | 2 |
| Apseudes spinosus | | | | | 1 | 28 |
| Isopoda indet. | | | | | | 1 |
| Ischnomesus bispinosus | | | | | 2 | |
| Rocinela danmoniensis | | | | | 0/1 | |
| Gnathia sp. | | | | | | 9 |
| MOLLUSCA | | | | | | |
| APLACOPHORA | | | | | | |
| Solenogastres indet. | | | | 1 | | |
| Caudofoveata indet. | | | 27/1 | 5/1 | | |
| POLYPLACOPHORA | | | | | | |
| Leptochiton alveolus | | | | | 3/2 | |
| GASTROPODA | | | | | | |
| Anatoma crispata | | | | | 1 | |
| Cerithiella metula | | | | | | 1 |
| Eulima sp. | | | 1 | | | |
| Alvania cimicoides | | | | | | 1 |
| Alvania jeffreysi | | | | | | 1 |
| Euspira montagui | | | 1 | | 1 | 3/1 |
| Taranis moerchi | | | 2 | | | |
| Eulimella sp. | | | | | | 2 |

Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning

| Stasjonsnavn | Klu 1 | Klu 1 | Klu 2 | Klu 2 | Klu 3 | Klu 3 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Dato | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 |
| Dyp | 106 m | 106 m | 175 m | 175 m | 381 m | 381 m |
| Hugg | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Cylichnina umbilicata</i> | | | 1 | 1 | | 3 |
| <i>Philine scabra</i> | | | 1/4 | 0/7 | | |
| <i>Roxania utriculus</i> | | | 0/3 | | 1 | 2/1 |
| BIVALVIA | | | | | | |
| <i>Nucula tumidula</i> | | | 0/1 | 0/2 | | 1/5 |
| <i>Yoldiella lucida</i> | | | 1/1 | 2/1 | 1 | 2/2 |
| <i>Yoldiella nana</i> | | | 1/1 | 4 | | 1 |
| <i>Yoldiella philippiana</i> | | | 2/2 | 5 | | 8/5 |
| <i>Mytilus edulis</i> | | | | | | 0/1 |
| <i>Limopsis</i> sp. | | | | | 1/1 | |
| <i>Heteranomia squamula</i> | | | | | | 2 |
| <i>Thyasira equalis</i> | | | 49/4 | 54 | | |
| <i>Thyasira obsoleta</i> | | | 12 | 4/2 | 26/1 | 7/2 |
| <i>Thyasira sarsii</i> | | | 6/1 | 11 | | |
| <i>Axinulus croulinensis</i> | | | 1 | 2 | 2 | |
| <i>Mendicula ferruginosa</i> | | | 5/2 | 15/1 | 8/2 | 0/1 |
| <i>Adontorhina similis</i> | | | 4 | 4 | | |
| <i>Tellimya ferruginosa</i> | | | 6/2 | 3 | 1 | 1 |
| <i>Kurtiella bidentata</i> | | | 1 | 3 | | |
| <i>Astarte sulcata</i> | | | | | 3 | |
| <i>Parvicardium minimum</i> | | | | 0/1 | | 0/1 |
| <i>Abra nitida</i> | | | 48/12 | 57/47 | 0/1 | 2/3 |
| <i>Kelliella abyssicola</i> | | | 7 | 12 | | 2 |
| <i>Saxicavella jeffreysi</i> | | | | | | 0/1 |
| <i>Cuspidaria rostrata</i> | | | | 1 | | |
| <i>Tropidomya abbreviata</i> | | | 1 | | | |
| SCAPHOPODA | | | | | | |
| <i>Entalina tetragona</i> | | | | 1 | | |
| <i>Pulsellum lofotense</i> | | | 2 | | | |
| BRACHIOPODA | | | | | | |
| <i>Dallina septigera</i> | | | | | | 2 |
| <i>Macandrevia cranium</i> | | | | | 1/1 | |
| ECHINODERMATA | | | | | | |
| OPHIUROIDEA | | | | | | |
| <i>Amphipholis squamata</i> | | | | | 6/10 | 2/3 |
| <i>Amphiura chiajei</i> | | | 4/1 | 3/8 | | |
| <i>Amphiura filiformis</i> | | | | 1 | | |
| <i>Amphiura griegi</i> | | | | | 1 | |
| <i>Amphilepis norvegica</i> | | | | 1 | | |
| <i>Ophiocten affinis</i> | | | 1/1 | 1/9 | 0/2 | |
| <i>Ophiura carnea</i> | | | 3 | 1/1 | | |
| ECHINOIDEA | | | | | | |
| <i>Echinoidea indet</i> | | | 0/1 | | | |
| <i>Echinocardium flavescens</i> | | | 6 | 3 | | |
| HOLOTHUROIDEA | | | | | | |
| <i>Echinocucumis hispida</i> | | | 1 | | | |
| <i>Synaptidae indet</i> | | | 1 | 2 | | |
| POGONOPHORA | | | | | | |
| <i>Siboglinum fiordicum</i> | | | 2 | | | |
| ENTEROPNEUSTA | | | | | | |

Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning

| Stasjonsnavn | Klu 1 | Klu 1 | Klu 2 | Klu 2 | Klu 3 | Klu 3 |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Dato | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 | 23.10.2013 |
| Dyp | 106 m | 106 m | 175 m | 175 m | 381 m | 381 m |
| Hugg | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Enteropneusta indet. | | | | 3 | 1 | |
| VARIA | | | | + | | |
| Chironomidae larve | 1 | | | | | |

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser. Tabellen angir talet på arter i de ulike geometriske klassene

| Geometrisk klasse | Klu1 | Klu2 | Klu3 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| I | 0 | 38 | 27 |
| II | 1 | 26 | 29 |
| III | 2 | 12 | 15 |
| IV | 0 | 15 | 8 |
| V | 0 | 12 | 5 |
| VI | 0 | 4 | 2 |
| VII | 0 | 2 | 0 |
| VIII | 1 | 3 | 0 |
| IX | 0 | 1 | 0 |
| X | 0 | 0 | 0 |
| XI | 1 | 0 | 0 |
| XII | 0 | 0 | 0 |
| XIII | 0 | 0 | 0 |

Vedleggstabell 4. Utdrag av 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-000124-01



EUNOBE-00009021

Prøvemottak: 09.01.2014
 Temperatur:
 Analyseperiode: 09.01.2014-20.01.2014
 Referanse: 807991/123/13

ANALYSERAPPORT

| Prøvenr.: Prøvetaksdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerking: | | 441-2014.0109-021 23.10.2013 Oppdragsgiver 09.01.2014 Sedimenter Klu 1, 106m Hugg 1 | 441-2014.0109-022 23.10.2013 Oppdragsgiver 09.01.2014 Sedimenter Klu 2, 175m Hugg 1 | 441-2014.0109-023 23.10.2013 Oppdragsgiver 09.01.2014 Sedimenter Klu 3, 381m Hugg 1 | | | | | |
|--|-------------------|---|---|---|----------|----------|----------|-------------------|-----|
| Test | Parameter | Resultat: | MU | Resultat | MU | Resultat | MU | Metode | LOQ |
| Fosfor (P) | Totalt fosfor (P) | a) 35000 | mg/kg tv | a) 1100 | mg/kg tv | a) 630 | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 10 |
| Kobber (Cu) | | a) 450 | mg/kg tv | a) 9 | mg/kg tv | a) 12 | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 1 |
| Sink (Zn) | | a) 680 | mg/kg tv | a) 33 | mg/kg tv | a) 55 | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 1 |
| Totalt organisk karbon | | a) 170 | mg/g tv | a) 7 | mg/g tv | a) 14 | mg/g tv | EN 13137 | 0.1 |
| Total tørrstoff | | a) 18.2 | % (w/w) | a) 72.7 | % (w/w) | a) 62.1 | % (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 20.01.2014

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

ASM Kundesupport Bergen

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. Utdrag av 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 | |  |
| Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN | | RAPPORT Sedimentanalyser | | |
| | | Ordre nr.: | Antall sider + bilag: | |
| | | 52596 | 2 | |
| | | Rapport referanse: | Dato: | |
| | | KR-17968 | 28.11.2013 | |
| Rev. nr. | Kundens bestillingsnr./ ref.: | Utført: | Ansvarlig signatur: | |
| 0 | 611101/807991/13/13 | Terje Kolberg | Terje Kolberg | |

Prøver mottatt dato: 19.11.2013

RESULTATER

| | | | | | | | |
|---------------|-------|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Prøve merket: | | | 807991/ 13/13 Klu 1, 106 m | 807991/ 13/13 Klu 2, 175 m | 807991/ 13/13 Klu 3, 381 m | | |
| Parameter | Enhet | Ana.dato | KA- 084407 | KA- 084408 | KA- 084409 | | |
| TOM (550 oC) | % | 28.11.13 | 21,4 | 1,65 | 3,96 | | |

Kornfordeling

Analysedato: 27.11.13

| Klu 1 | | KA- 084407 | | | | | |
|--------------|-----|---------------|----------|--------------|-------|---------------|------|
| Diameter(µm) | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | |
| >2000 | -1 | 0,20 | 6,0 | 6,0 | MdΦ | Silt og leire | 61,5 |
| 1000 | 0 | 0,12 | 3,6 | 9,6 | 4,75 | Sand | 32,4 |
| 500 | 1 | 0,16 | 4,8 | 14,4 | | Grus | 6,0 |
| 355 | 1,5 | 0,13 | 3,9 | 18,3 | SdΦ | | |
| 250 | 2 | 0,14 | 4,2 | 22,5 | 2,80 | | |
| 180 | 2,5 | 0,12 | 3,6 | 26,1 | | | |
| 125 | 3 | 0,11 | 3,3 | 29,4 | SkΦ | | |
| 90 | 3,5 | 0,11 | 3,3 | 32,7 | -0,29 | | |
| 63 | 4 | 0,19 | 5,7 | 38,5 | | | |
| <63 | 8 | 2,05 | 61,5 | 100,0 | KΦ | | |
| | | 3,33 | 100,0 | | 0,91 | | |

Prøveresultatene 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.

| Klu 2 | | KA-084408 | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----------|----------|--------------|-----------|---------------|--|------|------|
| Diameter(μ m) | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | | | |
| >2000 | -1 | 0,11 | 0,8 | 0,8 | Md Φ | Silt og leire | | 41,4 | |
| 1000 | 0 | 0,16 | 1,2 | 2,0 | 3,84 | Sand | | 57,8 | |
| 500 | 1 | 0,09 | 0,7 | 2,7 | | Grus | | 0,8 | |
| 355 | 1,5 | 0,10 | 0,8 | 3,5 | Sd Φ | | | | |
| 250 | 2 | 0,29 | 2,2 | 5,7 | 1,73 | | | | |
| 180 | 2,5 | 0,47 | 3,6 | 9,2 | | | | | |
| 125 | 3 | 0,96 | 7,3 | 16,5 | Sk Φ | | | | |
| 90 | 3,5 | 2,02 | 15,3 | 31,8 | 0,40 | | | | |
| 63 | 4 | 3,54 | 26,8 | 58,6 | | | | | |
| <63 | 8 | 5,46 | 41,4 | 100,0 | K Φ | | | | |
| | | 13,20 | 100,0 | | | | | | 1,01 |

| Klu 3 | | KA-084409 | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----------|----------|--------------|-----------|---------------|--|------|------|
| Diameter(μ m) | F | Vekt (g) | Vekt (%) | Kum. Vekt(%) | | | | | |
| >2000 | -1 | 1,17 | 12,6 | 12,6 | Md Φ | Silt og leire | | 26,0 | |
| 1000 | 0 | 1,06 | 11,5 | 24,1 | 1,61 | Sand | | 61,4 | |
| 500 | 1 | 1,57 | 17,0 | 41,1 | | Grus | | 12,6 | |
| 355 | 1,5 | 0,68 | 7,4 | 48,4 | Sd Φ | | | | |
| 250 | 2 | 0,68 | 7,4 | 55,8 | 2,91 | | | | |
| 180 | 2,5 | 0,51 | 5,5 | 61,3 | | | | | |
| 125 | 3 | 0,36 | 3,9 | 65,2 | Sk Φ | | | | |
| 90 | 3,5 | 0,35 | 3,8 | 69,0 | 0,26 | | | | |
| 63 | 4 | 0,47 | 5,1 | 74,0 | | | | | |
| <63 | 8 | 2,40 | 26,0 | 100,0 | K Φ | | | | |
| | | 9,25 | 100,0 | | | | | | 0,89 |

ANALYSEINFORMASJON

| Parameter | Metode/Analyseteknikk | Akkrediterings-status | Relativ usikkerhet (%) | Deteksjons-grense | Enhet |
|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------|
| TOM (550 °C) | NS-4764 | A | 20 | 0,30 | % |
| Kornfordeling | NS-9423 | A | 20 | - | % |

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

ANMERKNINGER

Prøveresultatene 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. CTD DataResultater fra hydrografimålingene på **Klu 1** (nærsone).

| Dybde (m) | Saltholdighet (psu) | Temperatur (°C) | Oksygen metning % | Oksygen mg/l | Oksygen ml/l | Tetthet (σt) |
|--------------|------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 30,31 | 12,56 | 90,64 | 7,84 | 5,52 | 22,86 |
| 2 | 30,35 | 12,56 | 90,18 | 7,80 | 5,49 | 22,89 |
| 3 | 30,34 | 12,55 | 90,00 | 7,78 | 5,48 | 22,88 |
| 5 | 30,38 | 12,56 | 89,52 | 7,74 | 5,45 | 22,93 |
| 7 | 30,41 | 12,56 | 87,68 | 7,58 | 5,34 | 22,96 |
| 10 | 30,44 | 12,56 | 84,75 | 7,32 | 5,15 | 22,99 |
| 15 | 30,89 | 12,57 | 82,40 | 7,10 | 5,00 | 23,36 |
| 20 | 31,12 | 12,57 | 88,21 | 7,59 | 5,35 | 23,56 |
| 25 | 31,33 | 12,58 | 89,20 | 7,66 | 5,39 | 23,74 |
| 30 | 31,71 | 12,43 | 90,01 | 7,74 | 5,45 | 24,09 |
| 40 | 32,38 | 12,67 | 93,07 | 7,93 | 5,58 | 24,61 |
| 50 | 33,47 | 12,18 | 94,65 | 8,09 | 5,70 | 25,60 |
| 60 | 33,77 | 11,78 | 95,92 | 8,26 | 5,82 | 25,94 |
| 70 | 34,27 | 10,72 | 96,12 | 8,44 | 5,94 | 26,57 |
| 80 | 34,59 | 9,49 | 95,49 | 8,60 | 6,06 | 27,08 |
| 90 | 34,65 | 8,92 | 94,73 | 8,65 | 6,09 | 27,26 |
| 100 | 34,74 | 8,29 | 94,87 | 8,78 | 6,18 | 27,49 |

Resultater fra hydrografimålingene på **Klu 3** (fjernsone)

| Dybde (m) | Saltholdighet (psu) | Temperatur (°C) | Oksygen metning % | Oksygen mg/l | Oksygen ml/l | Tetthet (σt) |
|--------------|------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 17,01 | 12,46 | 81,08 | 7,57 | 5,33 | 12,59 |
| 2 | 30,19 | 12,39 | 95,52 | 8,23 | 5,80 | 22,80 |
| 3 | 30,20 | 12,39 | 95,47 | 8,23 | 5,80 | 22,81 |
| 5 | 30,15 | 12,39 | 95,43 | 8,23 | 5,80 | 22,78 |
| 7 | 30,15 | 12,40 | 95,47 | 8,23 | 5,80 | 22,79 |
| 10 | 30,21 | 12,42 | 95,52 | 8,23 | 5,80 | 22,84 |
| 15 | 30,25 | 12,44 | 95,77 | 8,24 | 5,80 | 22,89 |
| 20 | 30,92 | 12,22 | 95,83 | 8,25 | 5,81 | 23,47 |
| 25 | 31,21 | 12,06 | 96,96 | 8,36 | 5,89 | 23,75 |
| 30 | 31,73 | 12,41 | 98,01 | 8,36 | 5,89 | 24,11 |
| 40 | 32,68 | 12,64 | 97,51 | 8,23 | 5,80 | 24,85 |
| 50 | 33,49 | 12,12 | 97,47 | 8,28 | 5,83 | 25,62 |
| 60 | 33,77 | 11,72 | 97,93 | 8,38 | 5,90 | 25,95 |
| 70 | 34,16 | 10,78 | 97,21 | 8,47 | 5,96 | 26,48 |
| 80 | 34,49 | 9,96 | 96,72 | 8,56 | 6,03 | 26,93 |
| 90 | 34,48 | 9,82 | 97,35 | 8,65 | 6,09 | 26,99 |
| 100 | 34,69 | 8,45 | 96,11 | 8,80 | 6,20 | 27,42 |
| 125 | 34,79 | 8,02 | 97,33 | 8,99 | 6,33 | 27,67 |
| 150 | 34,79 | 7,97 | 102,35 | 9,47 | 6,67 | 27,80 |
| 175 | 34,81 | 7,82 | 105,39 | 9,78 | 6,89 | 27,95 |
| 200 | 34,82 | 7,74 | 108,56 | 10,10 | 7,11 | 28,09 |
| 225 | 34,85 | 7,62 | 98,97 | 9,23 | 6,50 | 28,24 |
| 250 | 34,87 | 7,58 | 90,22 | 8,42 | 5,93 | 28,37 |
| 275 | 34,87 | 7,54 | 87,78 | 8,20 | 5,77 | 28,50 |
| 300 | 34,87 | 7,54 | 86,57 | 8,09 | 5,70 | 28,61 |
| 325 | 34,89 | 7,54 | 85,94 | 8,03 | 5,65 | 28,74 |
| 350 | 34,86 | 7,54 | 85,25 | 7,96 | 5,61 | 28,83 |
| 375 | 34,86 | 7,56 | 84,77 | 7,91 | 5,57 | 28,94 |