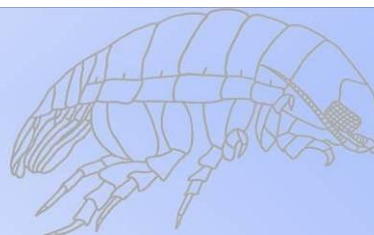


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



e-rapport nr: 40 – 2013



## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Hosenøyen i Åffjord kommune april 2013*

**Silje Hadler-Jacobsen**

**Per-Otto Johansen**

**Rune Haugen**



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

|   |  |
|---|--|
| Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Hosenøyen i Åfjord kommune april 2013 | Dato: 21.11.13<br>Antall sider og bilag: 40                |
| Forfatter(e): Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen, Rune Haugen                       | Prosjektleder: Stian Ervik Kvalø<br>Prosjektnummer: 807448 |

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| Oppdragsgiver: Salmar Farming AS | Tilgjengelighet: Åpen |
|----------------------------------|-----------------------|

Abstract: A recipient survey was conducted to assess the environmental impact of the aquaculture facility Hosenøyen on its surroundings. The aquaculture facility Hosenøyen is a new facility and was not yet in use as the recipient survey was conducted. In general conditions were good with regards to the parameters surveyed

|                                      |   |  |
|--------------------------------------|---|--|
| Keywords: Environment, marine, MOM-C | Emneord: Marin Miljøundersøkelse, MOM C | ISSN NR.: 1890-5153<br>SAM e-Rapport nr. 40-2013 |
|--------------------------------------|---|--|

| Ansvarlig for:                        | Dato       | Signatur                 |
|---------------------------------------|------------|--------------------------|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 22.11.2013 | <i>Per-Otto Johansen</i> |
| Prosjektet / undersøkelsen:           | 22.11.2013 | <i>Stian E. Kvalø</i>    |

---

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, gløderest, korfordeling, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** Rune Haugen, Geir Schriwer

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Natalia Korableva, Nargis Islam, Øydis Alme og Henrik Rye Jacobsen

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Tom Alvestad og Frøydis Lygre

**Rapportering utført av:** Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen, Rune Haugen

**Glødetapsanalyser ved SAM-Marin utført av:**

**Kornfordelingsanalyser ved SAM-Marin utført av:** Helge Grønning

**Ikke akkreditert:**

-

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Fartøy fra oppdragsgiver

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins norsk miljøanalyse AS med deres underleverandør Eurofins Umwelt GMBH **akkrediteringsnummer** test 003

Akkreditert: Sink, Fosfor, kobber, TOC totalt tørrstoff

Ikke akkreditert:

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

Akkreditert: TOM

Ikke akkreditert: -

**Andre:** -

## INNHOOLD

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INNLEDNING .....</b>                            | <b>5</b>  |
| <b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>                   | <b>6</b>  |
| <b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b> | <b>6</b>  |
| <b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>        | <b>12</b> |
| <b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>                | <b>13</b> |
| <b>3.1 Hydrografi .....</b>                          | <b>13</b> |
| <b>3.2 Sediment.....</b>                             | <b>14</b> |
| <b>3.3 Kjemi.....</b>                                | <b>16</b> |
| <b>3.4 Måling av pH og redokspotensial (Eh).....</b> | <b>16</b> |
| <b>3.5 Bunndyr .....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>               | <b>20</b> |
| <b>5 TAKK .....</b>                                  | <b>21</b> |
| <b>6 LITTERATUR.....</b>                             | <b>21</b> |
| <b>7 VEDLEGG.....</b>                                | <b>22</b> |
| <b>Generell vedleggsdel .....</b>                    | <b>23</b> |
| <b>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....</b>       | <b>31</b> |
| <b>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....</b>   | <b>38</b> |
| <b>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</b>           | <b>39</b> |

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Hosønøyan nordvest av Stokkøya, Åfjord kommune. Innsamlingene ble gjennomført 5. april 2013.

Hosønøyan er en ny lokalitet og var ikke tatt i bruk til oppdrett ved tidspunktet for denne MOM C- undersøkelsen.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til den nye oppdrettslokaliteten Hosønøyan. 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 (KLIFs) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Veileder 1:2009; Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) og Havbrukstjenesten AS på oppdrag fra Salmar Farming AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 22 år og utført miljøundersøkelser i 12 år. En del av erfaringen består i utførelsen av MOM B-undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.

## 2 MATERIALE OG METODER

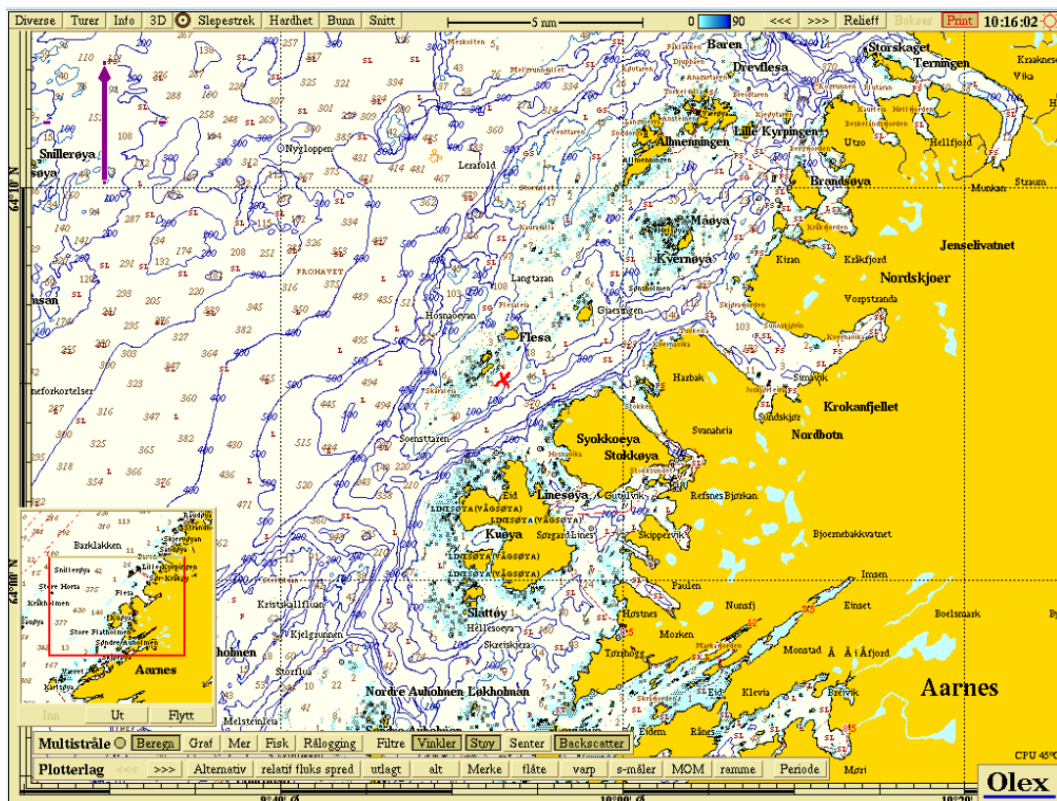
### 2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger nordvest av Stokkøya i Flesafjorden, i Åfjord kommune (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Anlegget skal ligge over skrånende terreng fra omtrent 35 m innerst til omtrent 80 m dyp under anleggets ytterste del. Skråningen fortsetter og mellomstasjonen, Hos 2 ligger lengre ut i denne skråningen, mens fjernstasjonene, Hos 3 ligger i områdets dypeste del på 370 m. Sørøver er «fjordarmen» dyp, og ender ut i åpent hav.

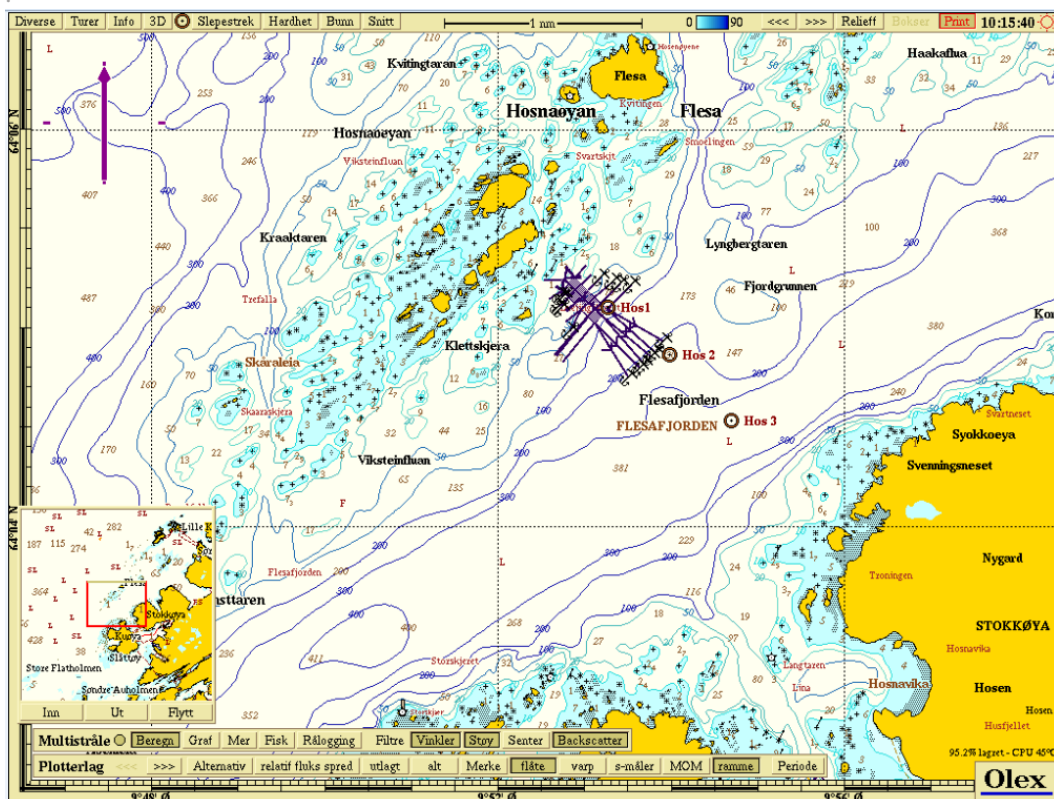
### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 5. april 2013. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Rune Haugen og Geir Schriwer fra Havbrukstjenesten AS.

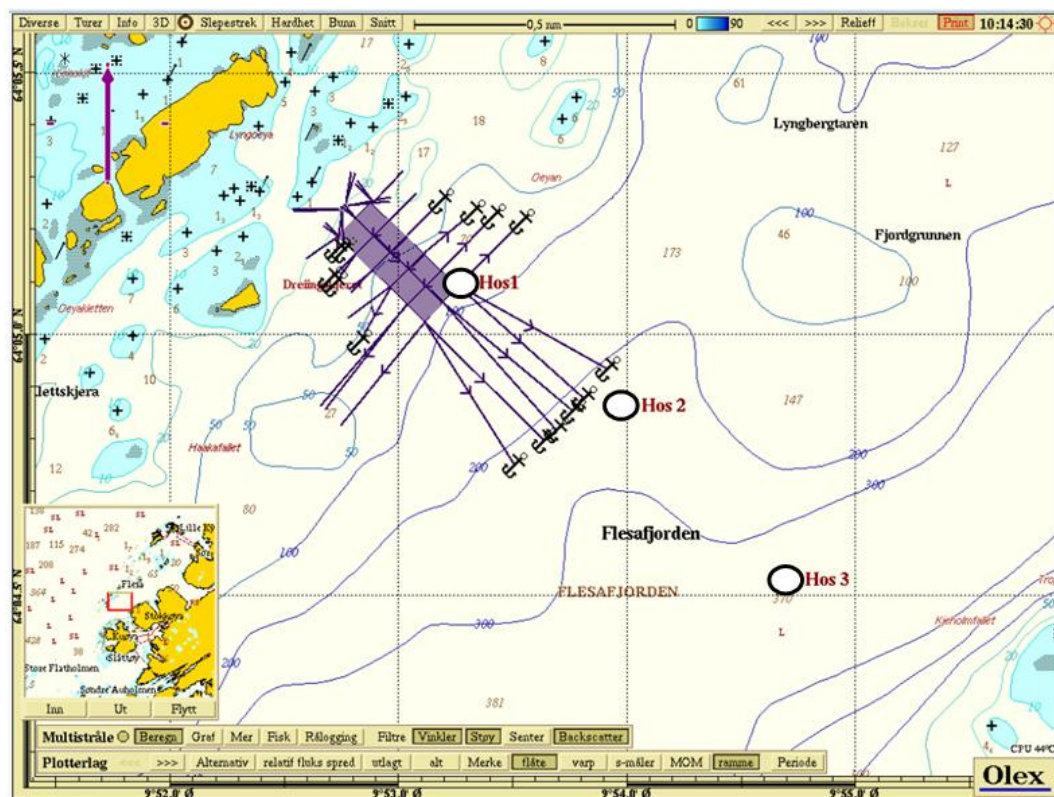
Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden (Hos 3). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.



**Figur 2.1:** Oversiktskart over Flesafjorden. Rødt kryss viser hvor anlegget Hosønøyan skal ligge. Kartkilde: OLEX.



Figur 2.2: Utsnitt av Flesafjorden med referansestasjonen i dyppet og stasjoner ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



Figur 2.3: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i område og navn. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble brukt en van Veen grabb og brukes til kjemi-, geologi- og biologiprøver (fullt kammer 17 l). \*Prøve ikke akkreditert grunnet åpning i grabben.

| Stasjon Dato                    | Sted Posisjon (WGS-84)                 | Dyp (m) | Hugg nummer  | Prøve volum (l)    | Andre opplysninger   |
|---------------------------------|--|---------|--------------|--------------------|--|
| Nærsone Hos 1<br>05.04.13       | Område<br>64° 05.100 N<br>09° 53.271 Ø | 79      | 1<br>2<br>3* | 5,5<br>4,5<br>1,5  | Kjemi og geologi<br>Biologi<br>Biologi<br>Alle hugg like med mest sand, noe silt og grus. Prøven fra Hugg 3 er ikke akkreditert. |
| Overgangssone Hos 2<br>05.04.13 | Område<br>64° 04.864 N<br>09° 53.984 Ø | 246     | 1<br>2<br>3  | 15,5<br>15,5<br>17 | Kjemi og geologi<br>Biologi<br>Biologi<br>Alle hugg like med silt/leire  |
| Fjernsone Hos 3<br>05.04.13     | Område<br>64° 04.531 N<br>09° 54.700 Ø | 370     | 1<br>2<br>3  | 15,5<br>15,5<br>17 | Kjemi og geologi<br>Biologi<br>Biologi<br>Alle hugg like med silt/leire  |

## 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<sub>2</sub>S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

## 2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en geologi prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

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 %.

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 under sediment-overflaten, og lukte råttent ( $H_2S$ ). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra 1 hugg fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

## 2.2.4 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. 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 m<sup>2</sup> grabb har et volum på 17 liter (van Veen). 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 sediment-restene 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 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.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIFs veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). 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 og NQI2 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 Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederene. 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) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2:** Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

| Parameter       | Veileder                           | Måleenhet       | Tilstandsklasser            |           |                                  |              |                      |       |
|-----------------|------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|----------------------------------|--------------|----------------------|-------|
|                 |                                    |                 | I<br>Bakgrunn/<br>Svært god | II<br>God | III<br>Moderat/<br>Mindre<br>god | IV<br>Dårlig | V<br>Svært<br>dårlig |       |
| <b>Dypvann</b>  | Oksygen*                           | 97:03           | ml O <sub>2</sub> /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   |
| <b>Sediment</b> | Shannon-Wiener indeks. (H'), snitt | 01:2009         |                             | >3,8      | 3,0-3,8                          | 1,9-3,0      | 0,9-1,9              | <0,9  |
|                 | Shannon-Wiener indeks (H'), sum    | 97:03           |                             | >4,0      | 4-3                              | 3-2          | 2-1                  | <1    |
|                 | NQI1                               | 01:2009         |                             | >0,72     | 0,63-0,72                        | 0,49-0,63    | 0,31-0,49            | <0,31 |
|                 | NQI2                               | 01:2009         |                             | >0,65     | 0,54-0,65                        | 0,38-0,54    | 0,20-0,38            | <0,20 |
|                 | ES <sub>100</sub>                  | 01:2009         |                             | >25       | 17-25                            | 10-17        | 5-10                 | <5    |
|                 | Organisk karbon                    | 97:03           | mg TOC/g                    | <20       | 20-27                            | 27-34        | 34-41                | >41   |
|                 | Kobber                             | TA<br>2229/2007 | mg Cu/kg                    | <35       | 35-51                            | 51-55        | 55-220               | >220  |
|                 | Sink                               | TA<br>2229/2007 | mg Zn/ kg                   | <150      | 150-360                          | 360-590      | 590-4500             | >4500 |

\*Omregningsfaktoren til mgO<sub>2</sub> /l er 1,42

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

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

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

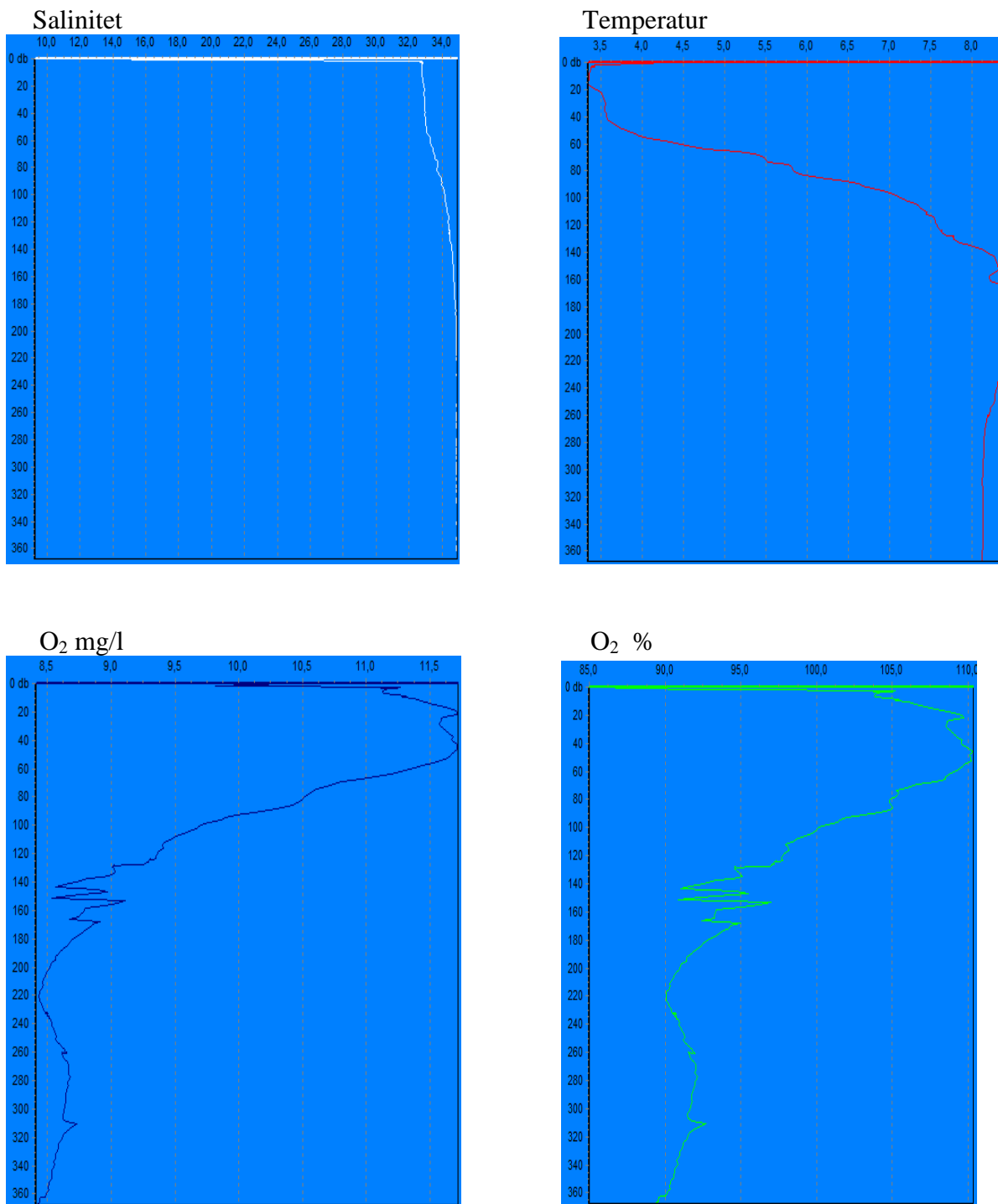
### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Hosenøyen er en ny lokalitet som ikke er tatt i bruk, og her dermed ikke noe fôrforbruk. Dermed kan en forvente at alle stasjonene er uberørt av oppdrettsaktivitet, siden det også er flere kilometer til nærmeste oppdrett i sjø.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Hos 3 den 5. april 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.



**Figur 3.1:** Saltholdighet, temperatur, Oksygen i mg/l og % metning på Hos 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 370 meter den 5. april 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på Hos 3 den 5. april 2013, var 3,4° C i overflatelaget. Temperaturen lå rundt 3,5° C fra overflatelaget og ned til ca. 45 m dyp. Fra 45 m dyp steg den jevnt ned til 150 m til rundt 8,4° C. Fra dette dypet på omtrent 150 m og ned til bunnen på 370 m sank temperaturen til ca. 8,2° C.

I overflatelaget var saltholdigheten rundt 32,8 promille. Deretter steg den til 34,9 promille ved sjøbunnen.

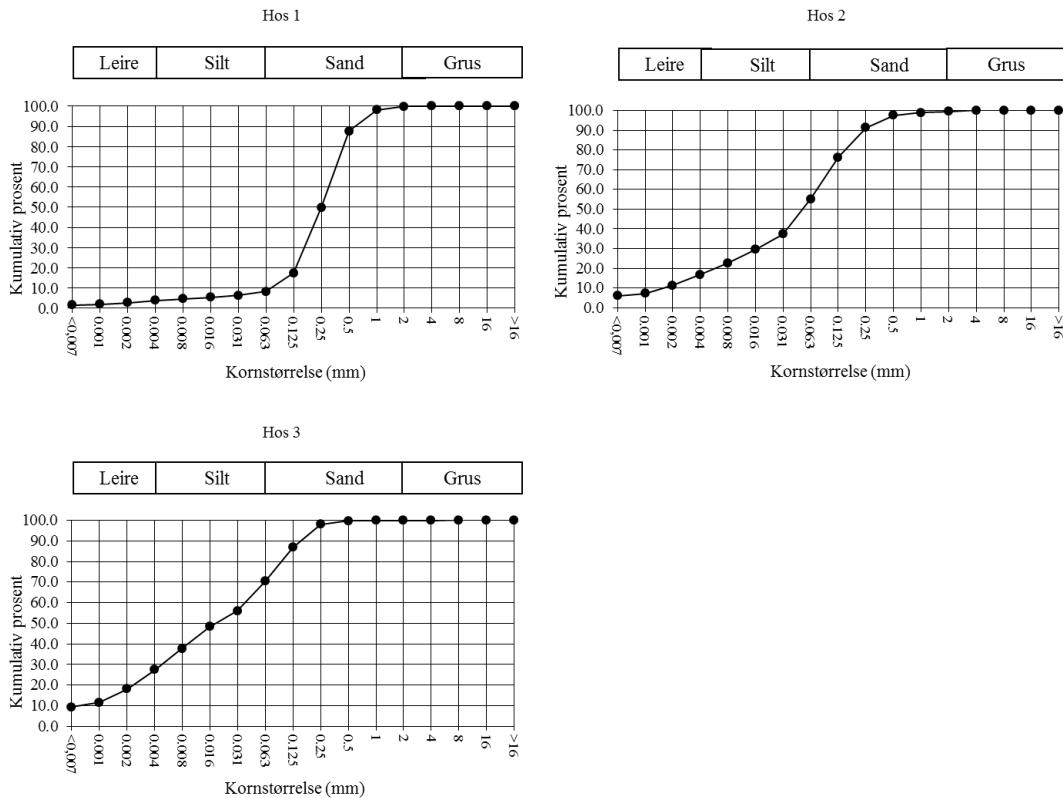
Oksygeninnholdet var relativt høyt gjennom hele vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen på 11,2 mg/l. Oksygeninnholdet lå i overkant av 11,5 mg/l ned til 60 m dyp, før det deretter sank til 8,3 mg/l ned mot 150 m dyp. Fra 150 m dyp og ned til bunnen varierte oksygeninnholdet lite og lå rundt 8,5 mg/l ved bunnen. Ved bunnen var oksygeninnholdet 8,4 mg/l. Dette tilsvarer 5,9 ml/l oksygen og plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god).

### 3.2 Sediment

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

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Hosenøyen 5. april 2013.

| Stasjon      | Dyp<br>(m) | Organisk innhold<br>TOM (%) | Leire<br>(%) | Silt<br>(%) | Leire+Silt<br>(%) | Sand<br>(%) | Grus<br>(%) |
|--------------|------------|-----------------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| <b>Hos 1</b> | 79 m       | 4.28                        | 4            | 4           | 8                 | 92          | 0           |
| <b>Hos 2</b> | 246 m      | 6.64                        | 17           | 38          | 55                | 44          | 1           |
| <b>Hos 3</b> | 370 m      | 9.81                        | 27           | 43          | 70                | 29          | 0           |



**Figur 3.2:** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sediment prøver fra Nærsonen: Hos 1, Overgangssonen: Hos 2 og Fjernsonen: Hos 3.

I nærsonen, Hos 1, var sand sterkt dominerende av sedimentet (92 %). Det høye innholdet av sand indikerer gode strømforhold på stasjonen. Det resterende var finere sediment, 8 % leire og silt. Glødetapet var 4,3 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt på dette dypet.

Overgangssonen, Hos 2, bestod av et blandet sediment av grovere og finere materiale. Sand utgjorde 44 %, og grus 1 %, de resterende var finere sediment, med mest silt 38 %, mens leirefraksjonen var på 17 %. Her var det organiske innholdet målt som glødetap, også lavt (6,6 %).

Fjernstasjon, Hos 3, var dominert av finere sediment, med 43 % silt og 27 % leire. Sand utgjorde 27 % av sedimentet. Her var glødetapet på 9,8 % og som forventet på dette dypet.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Verdien for TOC var forhøyet på alle tre stasjonene, og ga Tilstandsklasse III (Moderat/mindre god) for Hos 1 og Hos 2. For Hos 3 ga analysen Tilstandsklasse IV (Dårlig). Men siden TOC ikke er tilpasset kystnære områder (Aure et al 1993), vil glødetapet gi et bedre mål på innhold av organisk materiale.

Verdiene av tungmetallene, kobber og sink var lave på alle tre stasjonene, og får tilstandsklasse I (Meget god). Verdiene for fosfor var også lave på alle tre stasjonene.

**Tabell 3.2:** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et. al*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

| Stasjon | Totalt organisk karbon g/kg | Normalisert TOC mg/g | TK  | Fosfor mg/kg TS | Sink mg/kg TS | TK | Kobber mg/kg TS | TK | Tørrstoff (TS) % |
|---------|-----------------------------|----------------------|-----|-----------------|---------------|----|-----------------|----|------------------|
| Hos 1   | 11                          | 27.5                 | III | 470             | 35            | I  | 8               | I  | 72.4             |
| Hos 2   | 25                          | 33.1                 | III | 640             | 51            | I  | 13              | I  | 51.5             |
| Hos 3   | 29                          | 34.3                 | IV  | 660             | 69            | I  | 16              | I  | 54.0             |

### 3.4 Måling av pH og redokspotensial (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingen av pH og  $E_h$  på alle stasjonene ga beste tilstandsklasse, tilstand 1. Det var ingen sensoriske faktorer som indikerer påvirkning, da det var ingen lukt, gass, slamopphopning eller misfarging.

**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 /Parameter   | pH   | Eh | pH/Eh poeng | Tilstand |
|----------------------|------|----|-------------|----------|
| Hos 1/Nærsone        | 7.53 | 35 | 0           | 1        |
| Hos 2/ Overgangssone | 7.41 | 27 | 0           | 1        |
| Hos 3/ Fjernsone     | 7.49 | 14 | 0           | 1        |



### 3.5 Bunndyr

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

I bunndyrsprøvene fra stasjonen i nærsonen, Hos 1, er det knyttet avvik til prøvetakingen grunnet sediment med mye stein. På ett av huggene hvor det ble tatt biologiprøver, hadde grabben en åpning på ca. 1 cm og noe av sedimentet har derfor gått tapt. Av den grunn kan ikke resultatene fra denne stasjonen ikke rapporteres akkreditert. Resultatet vil likevel gi oss en god indikasjon om tilstanden på stasjonen. Her ble det funnet 86 arter med til sammen 620 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,55 som plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (Svært god). Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter, NQI1 og NQI2, havnet også i tilstandsklasse I. I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god). Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene. Ingen av de registrerte artene dominerte på denne stasjonen, og den mest tallrike slekten, *Polydora* sp., utgjorde ca. 34 % av individene i prøven. Blant de ti mest individrike artene finner vi i tillegg seks børstemarkarter, to bløtdyr og en sjøpølse.

Ute på 370 m dyp, på Hos 3, fant man totalt 33 arter med til sammen 166 individer på 0,2 m<sup>2</sup>. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) på 3,91 (tilstandsklasse I) og en Hurlberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) på 24,0 (tilstandsklasse II). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får henholdsvis verdiene 0,82 og 0,77 som begge gir beste tilstandsklasse (I-Meget god). Knekken på grafen kan for de geometriske klassene har imidlertid en knekk som kan indikere en svak miljøpåvirkning. Den mest tallrike arten på stasjonen var slangestjernen *Amphilepis norvegica* som utgjorde ca. 17 % av det totale individtallet. Den nest mest tallrike arten var pølseormen *Onchnesoma steenstrupii* med 13 % av det totale individtallet. Blant de tretten mest tallrike artene finner man også syv arter bløtdyr og fire arter børstemark. Totalt sett er det gode forhold på denne stasjonen.

Grunnet de gode verdiene på Hos 1 og Hos 3 var det ikke behov for å analysere Hos 2.

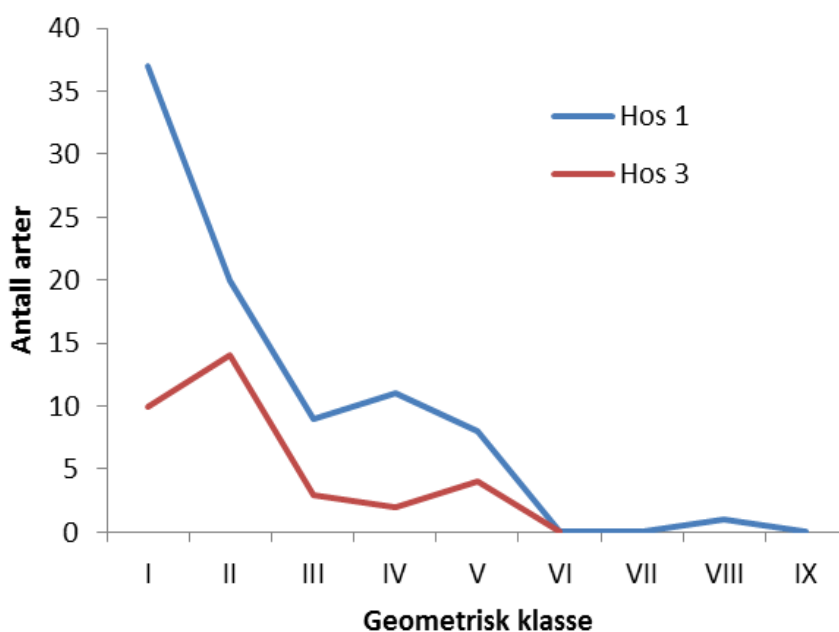
De multivariate analysene viser at det var 58 % likhet mellom huggene på stasjon Hos 1 og 62 % likhet mellom huggene på stasjon Hos 3. Det er imidlertid større forskjell mellom stasjonene, der det kun var 13 % likhet (Figur 3.4 og 3.5). Dette er forventet og naturlig ettersom stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp.

**Tabell 3.4:** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$  og  $ES_{100}$ ), jevnhet ( $J$ ), beregnet maksimal diversitet ( $H'_{max}$ ), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 01:2009, (Direktorats- gruppen Vanndirektivet 2009, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

| Stasjon      | Hugg | Individer  | Arter       | Diversitet ( $H'$ ) | NQI1        | NQI2        | $ES_{100}$  | AMBI        | TK       | Jevnhet ( $J$ ) | $H'_{max}$  | MOM TK |
|--------------|------|------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|-----------------|-------------|--------|
| Hos 1        | 2    | 439        | 64          | 3.96                | 0.69        | 0.60        | 31.5        | 3.24        |          | 0.66            | 6.00        |        |
|              | 3*   | 181        | 57          | 5.15                | 0.79        | 0.77        | 42.3        | 2.16        |          | 0.88            | 5.83        |        |
| Sum          |      | 620        | 86          | 4.58                |             |             | 35.8        |             |          | 0.71            | 6.43        | 1      |
| <b>Snitt</b> |      | <b>310</b> | <b>60.5</b> | <b>4.55</b>         | <b>0.74</b> | <b>0.69</b> | <b>36.9</b> | <b>2.70</b> | -        | <b>0.77</b>     | <b>5.92</b> |        |
| Hos 3        | 2    | 93         | 26          | 3.98                | 0.81        | 0.76        | 26.0        | 0.95        |          | 0.85            | 4.70        |        |
|              | 3    | 73         | 22          | 3.83                | 0.82        | 0.78        | 22.0        | 0.60        |          | 0.86            | 4.46        |        |
| Sum          |      | 166        | 33          | 4.15                |             |             | 27.2        |             |          | 0.82            | 5.04        | -      |
| <b>Snitt</b> |      | <b>83</b>  | <b>24</b>   | <b>3.91</b>         | <b>0.82</b> | <b>0.77</b> | <b>24.0</b> | <b>0.78</b> | <b>I</b> | <b>0.85</b>     | <b>4.58</b> |        |

\*Ikke akkreditert.

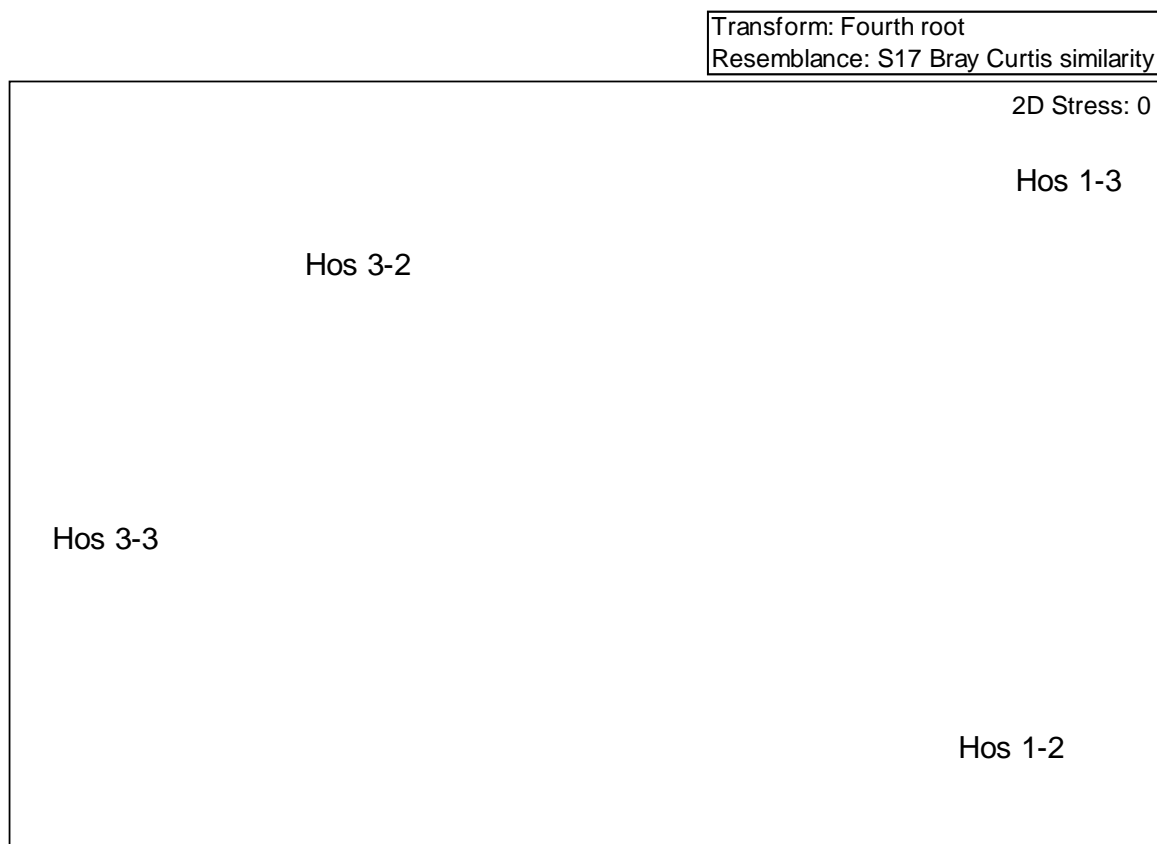
|               |          |                  |             |                  |
|---------------|----------|------------------|-------------|------------------|
| I – Meget god | II - God | III – Mindre god | IV – Dårlig | V – Meget dårlig |
|---------------|----------|------------------|-------------|------------------|

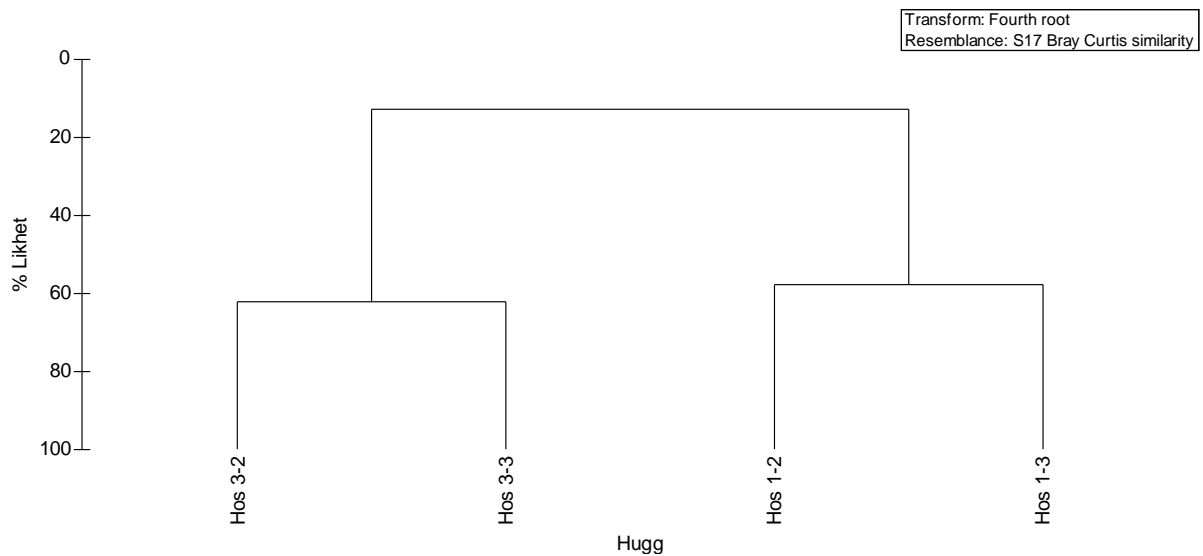


**Figur 3.3:** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene på stasjonene Hos1 og Hos 3. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og kumulativ prosent av antall individer for stasjonene

| Hos 1                         | Antall<br>individ | 0,2 m <sup>2</sup><br>% | Kum.<br>% | Hos 3                            | Antall<br>individ | 0,2 m <sup>2</sup><br>% | Kum.<br>% |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|-----------|----------------------------------|-------------------|-------------------------|-----------|
| <i>Polydora</i> sp.           | 209               | 33.7                    | 33.7      | <i>Amphilepis norvegica</i>      | 29                | 17.5                    | 17.5      |
| <i>Galathowenia fragilis</i>  | 31                | 5.0                     | 38.7      | <i>Onchnesoma steenstrupii</i>   | 22                | 13.3                    | 30.7      |
| <i>Thyasira flexuosa</i>      | 28                | 4.5                     | 43.2      | <i>Thyasira equalis</i>          | 16                | 9.6                     | 40.4      |
| <i>Synaptidae</i> indet.      | 27                | 4.4                     | 47.6      | <i>Kelliella abyssicola</i>      | 16                | 9.6                     | 50.0      |
| <i>Notomastus latericeus</i>  | 19                | 3.1                     | 50.6      | <i>Caudofoveata</i> indet.       | 14                | 8.4                     | 58.4      |
| <i>Paraonis</i> sp.           | 18                | 2.9                     | 53.5      | <i>Thyasira obsoleta</i>         | 10                | 6.0                     | 64.5      |
| <i>Melinna elisabethae</i>    | 17                | 2.7                     | 56.3      | <i>Rhodine</i> sp.               | 7                 | 4.2                     | 68.7      |
| <i>Pholoe baltica</i>         | 16                | 2.6                     | 58.9      | <i>Entalina tetragona</i>        | 6                 | 3.6                     | 72.3      |
| <i>Poecilochaetus serpens</i> | 16                | 2.6                     | 61.5      | <i>Paradiopatra quadricuspis</i> | 4                 | 2.4                     | 74.7      |
| <i>Caudofoveata</i> indet.    | 15                | 2.4                     | 63.9      | <i>Heteromastus filiformis</i>   | 3                 | 1.8                     | 76.5      |
|                               |                   |                         |           | <i>Pholoe pallida</i>            | 3                 | 1.8                     | 78.3      |
|                               |                   |                         |           | <i>Nucula tumidula</i>           | 3                 | 1.8                     | 80.1      |
|                               |                   |                         |           | <i>Alvania subsoluta</i>         | 3                 | 1.8                     | 81.9      |

**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt ved Hosenøyen i april 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 undersøkt ved Hosenøyen i april 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 ved den nye oppdrettslokaliteten Hosenøyen i Flesajorden, nordvest av Stokkøya, Åfjord kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. Det ble samlet prøver 5. april 2013 fra tre stasjoner, en ved der anlegget skal plasseres, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Sedimentet var sterkt dominert av sand på nærstasjonen Hos 1 og indikerer gode strømforhold på denne stasjonen. Hos 2 og Hos 3 var dominert av leire og silt, med mest av silt, men begge stasjonene hadde og et sterkt innslag av sand.

Oksygenforholdene målt ved bunnen ved Hos 3 ga 8,39 mg/ som tilsvarer 5,91 ml/l og gav beste tilstandsklasse I.

Analysene av tungmetallene ga beste verdier for både sink og kobber for alle tre stasjonene. Likeledes var fosforverdiene lave for alle stasjonene. TOC verdiene var forhøyede på alle tre stasjonene, som henholdsvis fikk TK IV (Hos III) og TK III (Hos I og Hos II), men glødetapet var derimot lavt på alle stasjonene og viste at man har lite organisk stoff i sedimentet. Måling av pH og Eh ga alle stasjonene beste tilstand 1.

Analysene av bunnfauna ga beste tilstand etter MOM for nærstasjonen Hos 1 og beste tilstand etter KLIF for fjernstasjonen Hos 3. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ga også beste karakter for begge stasjonene. Grunnet de gode forholdene for fauna på både Hos 1 og Hos 3, ble ikke mellomstasjonen, Hos 2 analysert.

Siden området ikke er tatt i bruk til oppdrett er det vanskelig å kunne si noe om innvirkningen på miljøet etter at det er tatt i bruk til oppdrett. Diversiteten på undersøkelsestidspunktet viste gode miljøforhold. Framtidige undersøkelser vil gi et bilde på graden av miljøpåvirkning etter at det har vært i bruk til oppdrett.

## 5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Rune Haugen og Geir Schriwer fra Havbrukstjenesten AS. Kornfordelingen ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Ingrida Petrauskaite, Øydis Alme og Henrik Rye Jakobsen. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Frøydis Lygre.

## 6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- 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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

## 7 VEDLEGG

**Generell vedleggsdel** .....Error! Bookmark not defined.

**Vedleggstabell 1. MOM-B parametre** .....Error! Bookmark not defined.

**Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste** .....Error! Bookmark not defined.

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser** .....Error! Bookmark not defined.

**Vedleggstabell 4. Analysebevis**.....Error! Bookmark not defined.

## 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 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

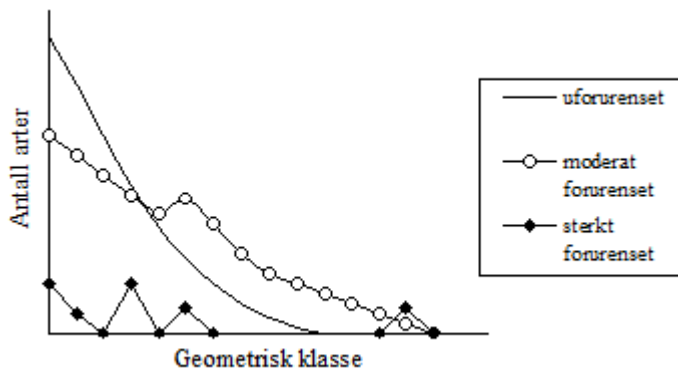
#### Geometriske klasser

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 toppe 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 (Molvær et al. 1997 og Direktoratsgruppa Vanndirektoratet 2009, 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:

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

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

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

**Hurlbert diversitetsindeks  $ES(100)$**  er beskrevet som:



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

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

**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

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 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 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

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

Tabell v2 : Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009\*:

| 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.

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

| Parametre      |                       | Tilstandsklasser |           |                   |              |                   |
|----------------|-----------------------|------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|
|                |                       | I<br>Meget god   | II<br>God | III<br>Mindre god | IV<br>Dårlig | V<br>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 miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k  
 $y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen  
 $y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter  
 $p$  = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

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

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

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

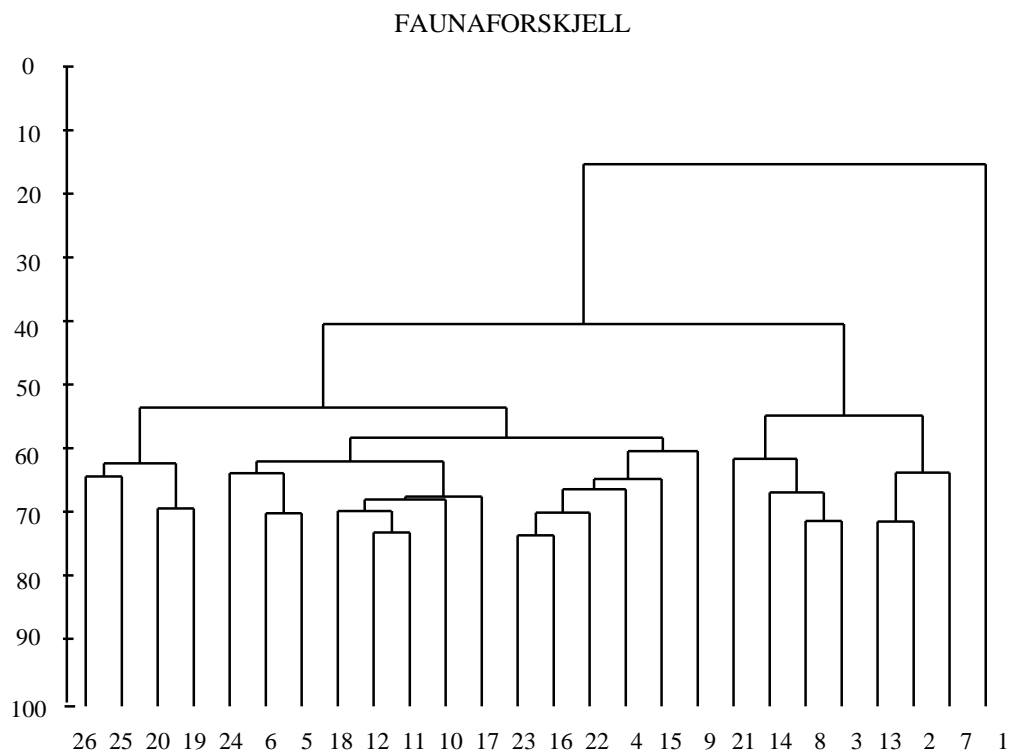
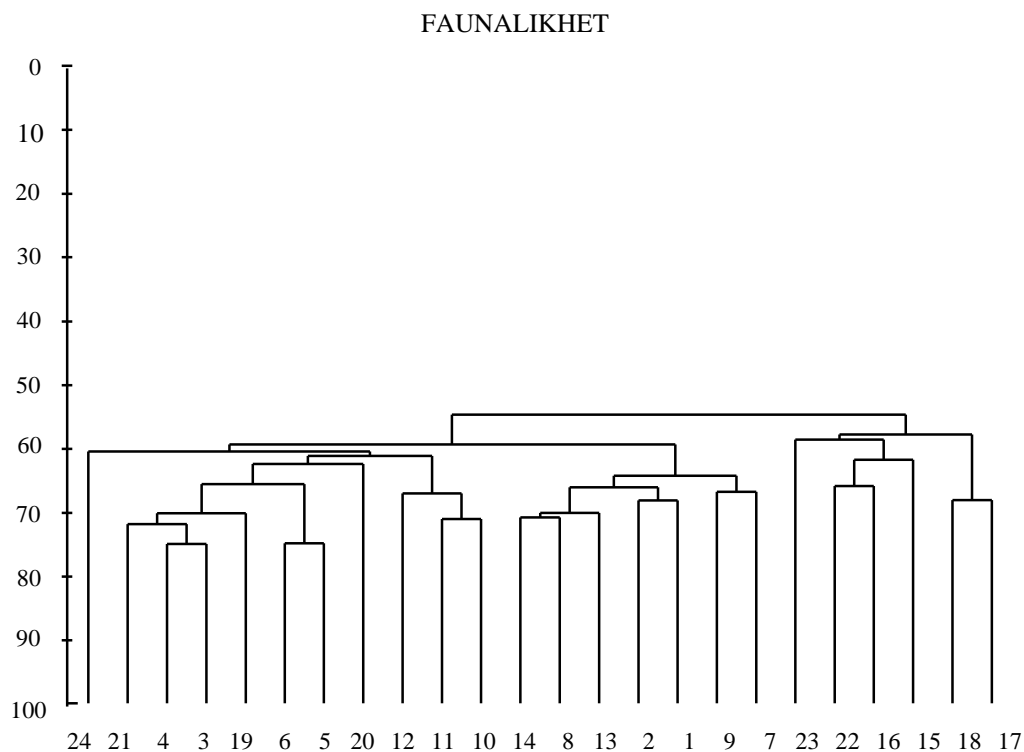
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

### Dataprogrammer

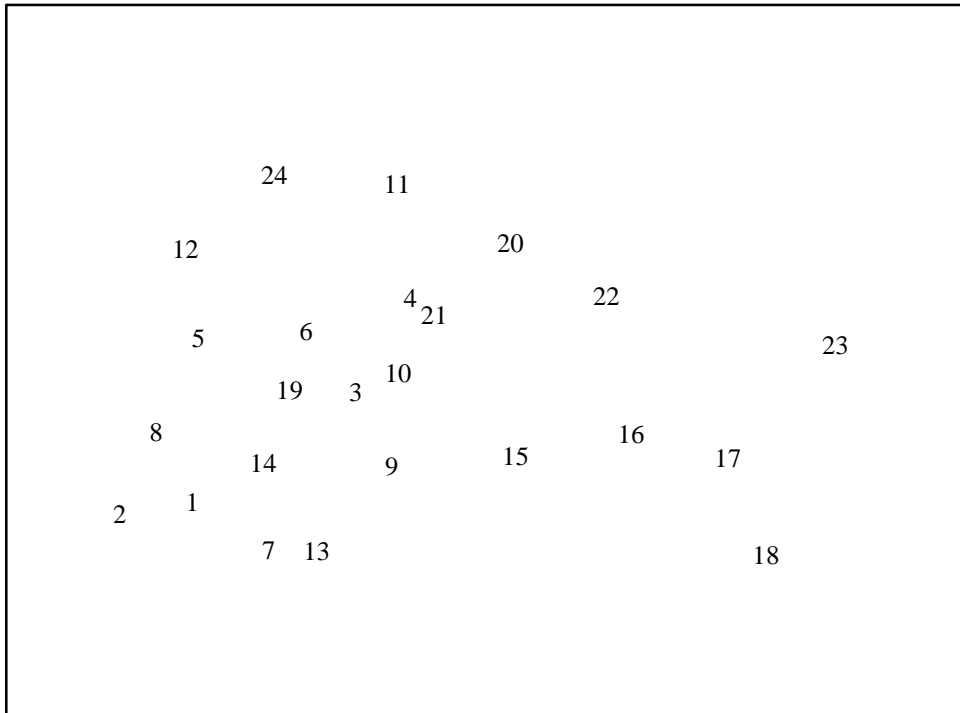
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

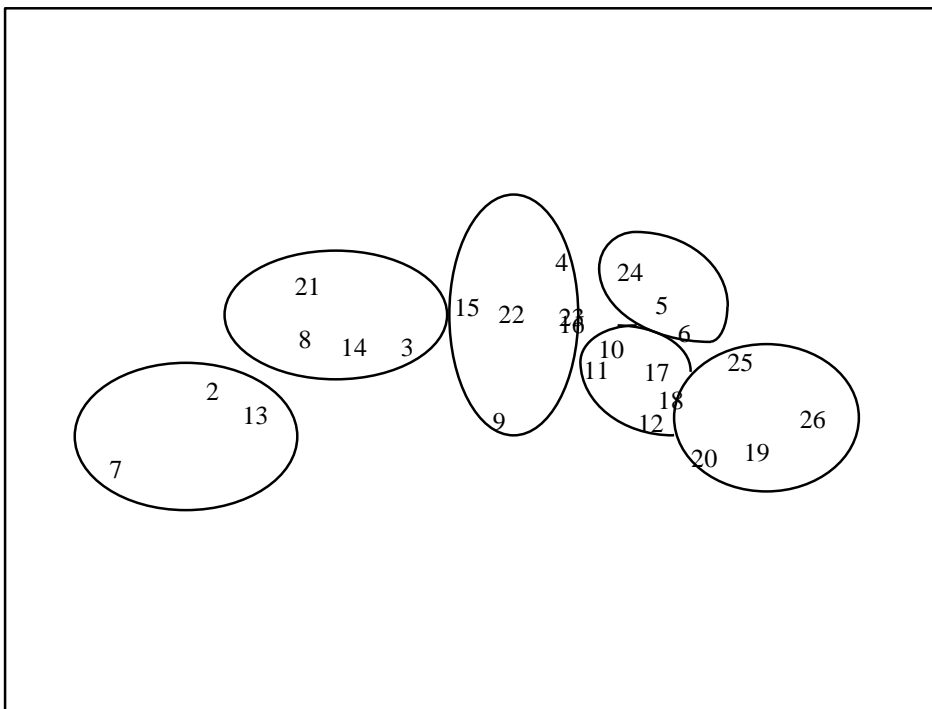


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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**

- 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.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

**Vedleggstabell 1. MOM-B parametre**

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

**PRØVESKJEMAET, B.1**

Firma: SalMar Farming AS  
 Lokaltet: Hosenøyen  
 Lokaltetstype: Nytt sjøanlegg

Dato: 05/04/2013  
 Lokaltetsnr:

| Gr.                 | Parameter                                | Poeng            | Prøve nr   |       |       |       |                 |       |       |       |       | Indeks     |
|---------------------|--|------------------|------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|------------|
|                     |  |                  | Hos 1      | Hos 1 | Hos 1 | Hos 2 | Hos 2           | Hos 2 | Hos 3 | Hos 3 | Hos 3 |            |
|                     | Dyr                                      | Ja = 0 Nei = 1   | 0          | 0     | 0     | 0     | 0               | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.0        |
| I                   | Tilstand (Gruppe I)                      | A                |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
| II                  | pH                                       | verdi            | 7.53       |       |       | 7.41  |                 |       | 7.49  |       |       |            |
|                     | E <sub>h</sub> (mv)                      | verdi            | 35         |       |       | 27    |                 |       | 14    |       |       |            |
|                     |  | + ref. verdi     | 252        |       |       | 244   |                 |       | 231   |       |       |            |
|                     | pH/E <sub>h</sub>                        | fra figur        | 0          |       |       | 0     |                 |       | 0     |       |       | 0.0        |
|                     | Tilstand, prøve                          |                  | 1          |       |       | 1     |                 |       | 1     |       |       |            |
|                     | Tilstand, gruppe II                      |                  | 1          |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Buffer temp:                             | 5.8              | Temp sjø:  |       |       |       | Temp sediment:  |       |       |       |       |            |
|                     | pH sjø:                                  | 7.92             | Eh sjø:    |       |       | -36   | Ref. elektrode: |       |       | 217   |       |            |
|                     | Kalibrering pH elektrode (Dato og sign): | Rune H, 5/4-2013 |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
| III                 | Gassbobler                               | Ja = 4 Nei = 0   | 0          | 0     | 0     | 0     | 0               | 0     | 0     | 0     | 0     |            |
|                     | Farge                                    | Lys/Grå = 0      | 0          | 0     | 0     | 0     | 0               | 0     | 0     | 0     | 0     |            |
|                     |  | Brun/Sort = 2    |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Lukt                                     | Ingen = 0        | 0          | 0     | 0     | 0     | 0               | 0     | 0     | 0     | 0     |            |
|                     |  | Noe = 2          |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     |  | Sterk = 4        |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Konsistens                               | Fast = 0         | 0          | 0     | 0     |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     |  | Myk = 2          |            |       |       | 2     | 2               | 2     | 2     | 2     | 1     |            |
|                     |  | Løs = 4          |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Grabbvolum                               | v < 1/4 = 0      |            |       | 0     |       |                 |       |       |       |       |            |
| 1/4 ≤ v < 3/4 = 1   |  | 1                | 1          |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
| v ≥ 3/4 = 2         |  |                  |            |       | 2     | 2     | 2               | 2     | 2     | 2     |       |            |
| Tykkelse på slamlag | 0 - 2 cm = 0                             | 0                | 0          | 0     | 0     | 0     | 0               | 0     | 0     | 0     |       |            |
|                     | 2 - 8 cm = 1                             |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | t ≥ 8 cm = 2                             |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | SUM                                      |                  | 1          | 1     | 0     | 4     | 4               | 4     | 4     | 4     | 3     |            |
|                     | Korrigeret sum (*0,22)                   |                  | 0.22       | 0.22  | 0.00  | 0.88  | 0.88            | 0.88  | 0.88  | 0.88  | 0.66  | 0.6        |
|                     | Tilstand prøve                           |                  | 1          | 1     | 1     | 1     | 1               | 1     | 1     | 1     | 1     |            |
|                     | Tilstand gruppe III                      |                  | 1          |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Middelverdi gruppe II og III             |                  | 0.11       | 0.11  | 0     | 0.44  | 0.44            | 0.44  | 0.44  | 0.44  | 0.33  | 0.3        |
|                     | Tilstand gruppe II og III                |                  | 1          |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | pH/Eh                                    |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Korr. sum                                |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Indeks                                   |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Middelverdi                              |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | < 1,1                                    | 1                |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | 1,1 - < 2,1                              | 2                |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | 2,1 - < 3,1                              | 3                |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | ≥ 3,1                                    | 4                |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Tilstand                                 |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Gruppe I                                 |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Gruppe II og III                         |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | Lokalitetstilstand                       |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       |            |
|                     | A  |                  | 1, 2, 3, 4 |       |       |       |                 |       |       |       |       | 1, 2, 3, 4 |
|                     | 4  |                  | 1, 2, 3    |       |       |       |                 |       |       |       |       | 1, 2, 3    |
|                     | 4  |                  | 4          |       |       |       |                 |       |       |       |       | 4          |
|                     | LOKALITETSTILSTAND                       |                  |            |       |       |       |                 |       |       |       |       | 1          |

Korrekturlest: 19/9-13  
 dato

SHJ  
 Sign.

SHJ  
 Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SAM-Marin/Havbruksstjenesten

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: SalMar Farming AS

Dato: 05/04/2013

Lokalitet: Hosenøyen

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype: Nytt sjøanlegg

| Prøvetaksstedsnr (nr)         | Hos 1      | Hos 1 | Hos 1 | Hos 2 | Hos 2 | Hos 2 | Hos 3 | Hos 3 | Hos 3 |   |
|-------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Dyp (m)                       | 79         | 79    | 79    | 246   | 246   | 246   | 370   | 370   | 370   |   |
| Antall forsøk                 | 2          | 1     | 4     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |   |
| Bobling (i prøve)             | Nei        | Nei   | Nei   | Nei   | Nei   | Nei   | Nei   | Nei   | Nei   |   |
| Primær-sediment               | Grus       | 2     | 2     | 2     |       |       |       |       |       |   |
|                               | Skjellsand |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|                               | Sand       | 1     | 1     | 1     |       |       |       |       |       |   |
|                               | Mudder     |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
|                               | Silt       |       |       |       | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1 |
|                               | Leire      |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Fjellbunn                     |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Steinbunn                     |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Pigghuder, antall             |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Krepsdyr, antall              |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Skjell, antall                |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Børstemark, antall            | Ja         | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    |   |
| Andre dyr, antall             | Ja         | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    | Ja    |   |
| <i>Malacoceros fuliginosa</i> |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Beggiatoa                     |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Fôr                           |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Fekalier                      |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Kommentarer                   |            |       |       |       |       |       |       |       |       |   |

Korrekturlest:

19/9-13  
dato

SHJ

Sign.

KH

Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .



## Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Salmar Farming AS**

**Prosjekt nr.: 807448**

**Prøvetaksingssted (område): Hosenøyen**

**Dato for prøvetaking: 08.08.13**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbrukstjenesten AS**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: På stasjon Hos 1 ble det 3. hugget ikke akkreditert grunnet stein i grabbåpningen (Ca 1. cm åpning). Grabben inneholdt likevel en del sediment. Dette kan gi utslag i lavere arts og individtall fra dette hugget. Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad**

|                | 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: 4 sider.

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

Signatur: *Frøydis Lygre*  
Godkjent taksonom

| s. 1/4 | Lokalitetsnavn:                  | Hosenoyan | Hosenøyen | Hosenoyan | Hosenoyan |   |
|--------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
|        | Stasjonsnavn:                    | Hos 1     | Hos 1     | Hos 3     | Hos 3     |   |
|        | Dato:                            | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  |   |
|        | Dybde:                           | 79 m      | 79 m      | 370 m     | 370 m     |   |
|        | Arter:                           | Hugg:     | 2         | 3*        | 2         | 3 |
| *      | <b>ANTHOZOA</b>                  |           |           |           |           |   |
|        | <i>Edwardsia sp.</i>             |           | 1         |           |           |   |
| *      | <b>PLATYHELMINTES</b>            |           |           |           |           |   |
| *      | <i>Monticellina sp.</i>          |           |           | 2         |           |   |
| *      | <b>NEMERTINI</b>                 |           |           |           |           |   |
| *      | Nemertini indet.                 | 1         | 4         |           |           |   |
| *      | <b>NEMATODA</b>                  |           |           |           |           |   |
| *      | Nematoda indet.                  | 3         | 8         |           |           |   |
| *      | <b>POLYCHAETA</b>                |           |           |           |           |   |
|        | <i>Gattyana cirrhosa</i>         | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Pholoe baltica</i>            | 12        | 4         |           |           |   |
|        | <i>Pholoe pallida</i>            |           |           | 1         | 2         |   |
|        | <i>Sthenelais limicola</i>       | 2         | 3         |           |           |   |
|        | <i>Nereiphylla lutea</i>         | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Phyllodoce groenlandica</i>   | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Eteone sp.</i>                |           | 1         |           |           |   |
|        | <i>Glycera lapidum</i>           | 1/1       | 0/2       |           |           |   |
|        | <i>Goniada maculata</i>          |           | 2         |           |           |   |
|        | <i>Ophiodromus flexuosus</i>     |           | 1         |           |           |   |
|        | Syllidae indet.                  | 3         |           |           |           |   |
|        | <i>Ceratocephale loveni</i>      |           |           | 1         |           |   |
|        | <i>Nephtys paradoxa</i>          | 1         |           | 0/1       | 1         |   |
|        | <i>Nephtys hombergii</i>         | 1         | 0/2       |           |           |   |
|        | <i>Paramphinome jeffreysii</i>   | 1         | 1         | 2         |           |   |
|        | <i>Paradiopatra quadricuspis</i> |           |           | 0/1       | 0/3       |   |
|        | <i>Paradiopatra fiordica</i>     |           |           |           | 1         |   |
|        | <i>Nothria conchylega</i>        | 1         |           |           |           |   |
|        | Lumbrineridae indet.             | 9         | 1         | 1         |           |   |
|        | <i>Scoloplos armiger</i>         | 1         | 2         |           |           |   |
|        | <i>Levinsenia gracilis</i>       | 3         |           |           |           |   |
|        | <i>Paraonis sp.</i>              | 11        | 7         |           |           |   |
|        | <i>Poecilochaetus serpens</i>    | 4         | 12        |           |           |   |
|        | <i>Aonides paucibranchiata</i>   |           | 4         |           |           |   |
|        | <i>Polydora sp.</i>              | 193       | 16        |           |           |   |
|        | <i>Prionospio cirrifera</i>      | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Prionospio dubia</i>          |           |           | 0/1       | 0/1       |   |
|        | <i>Spiophanes kroyeri</i>        | 1         | 1         | 1         |           |   |
|        | <i>Spio sp.</i>                  | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Aphelochaeta sp.</i>          |           | 2         |           | 1         |   |
|        | <i>Chaetozone sp.</i>            | 6         | 2         | 1         | 1         |   |
|        | <i>Diplocirrus glaucus</i>       | 3         |           |           |           |   |
|        | <i>Brada villosa</i>             |           |           |           | 1         |   |
|        | <i>Capitella capitata</i>        | 1         |           |           |           |   |

| s. 2/4                          | Lokalitetsnavn: | Hosenoyan | Hosenoyan | Hosenoyan | Hosenoyan |
|---------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                 | Stasjonsnavn:   | Hos 1     | Hos 1     | Hos 3     | Hos 3     |
|                                 | Dato:           | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  |
|                                 | Dybde:          | 79 m      | 79 m      | 370 m     | 370 m     |
| Arter:                          | Hugg:           | 2         | 3*        | 2         | 3         |
| <i>Heteromastus filiformis</i>  |                 |           | 1         | 3         |           |
| <i>Mediomastus fragilis</i>     |                 |           | 1         |           |           |
| <i>Notomastus latericeus</i>    | 16              |           | 3         |           |           |
| <i>Rhodine sp.</i>              | 1               |           |           | 3         | 4         |
| <i>Maldanidae indet.</i>        | 2               |           | 2         |           |           |
| <i>Galathowenia fragilis</i>    | 11              |           | 20        |           |           |
| <i>Galathowenia oculata</i>     | 5               |           | 3         |           |           |
| <i>Myriochele heeri</i>         |                 |           |           |           | 2         |
| <i>Owenia borealis</i>          | 0/6             |           | 3/1       |           |           |
| <i>Pectinaria auricoma</i>      | 1               |           | 1         |           |           |
| <i>Pectinaria belgica</i>       |                 |           |           | 1         |           |
| <i>Ampharete falcata</i>        |                 |           | 1         |           |           |
| <i>Ampharete lindstroemi</i>    | 1               |           |           |           |           |
| <i>Sosane sulcata</i>           | 1/2             |           |           |           |           |
| <i>Anobothrus gracilis</i>      | 0/2             |           | 0/1       |           |           |
| <i>Lysippides fragilis</i>      | 1/1             |           | 6         |           |           |
| <i>Amythasides macroglossus</i> | 7               |           | 6         |           |           |
| <i>Eclysippe vanelli</i>        | 2/1             |           |           |           |           |
| <i>Sosanopsis wireni</i>        |                 |           | 1/1       |           |           |
| <i>Melinna elisabethae</i>      | 7/6             |           | 0/4       |           |           |
| <i>Terebellidae indet.</i>      |                 |           |           | 2         |           |
| <i>Paramphitrite birulai</i>    |                 |           | 1         |           |           |
| <i>Lanice conchilega</i>        |                 |           | 0/1       |           |           |
| <i>Proclea graffi</i>           | 1               |           |           |           |           |
| <i>Thelepus cincinatus</i>      | 2/5             |           | 3/2       |           |           |
| <i>Polycirrus arcticus</i>      | 1               |           | 5         |           |           |
| <i>Polycirrus norvegicus</i>    | 0/3             |           | 0/1       |           |           |
| <i>Polycirrus plumosus</i>      | 6               |           | 3         |           |           |
| <i>Trichobranchus roseus</i>    | 1               |           |           |           |           |
| <i>Euchone sp.</i>              |                 |           |           | 1         |           |
| <i>Jasmineira sp.</i>           | 1               |           | 1         |           |           |
| Sabellidae indet.               | 3               |           |           |           |           |
| <i>Hydroides norvegica</i>      | 1               |           |           |           |           |
| <i>Siboglinum fjordicum</i>     |                 |           | +         |           |           |
| * <b>SIPUNCULA</b>              |                 |           |           |           |           |
| <i>Phascolion strombus</i>      |                 |           | 1         |           |           |
| <i>Onchmesoma steenstrupii</i>  |                 |           |           | 14        | 8         |
| <i>Onchmesoma squamatum</i>     |                 |           |           | 1         |           |
| * <b>CRUSTACEA</b>              |                 |           |           |           |           |
| * <b>OSTRACODA</b>              |                 |           |           |           |           |
| * <i>Philomedes lilljeborgi</i> |                 |           |           | 1         | 1         |
| * <b>COPEPODA</b>               |                 |           |           |           |           |
| * <i>Calanus finmarchicus</i>   |                 |           |           |           | 1         |

| s. 3/4 | Lokalitetsnavn:                 | Hosenøyen | Hosenøyen | Hosenøyen | Hosenøyen |   |
|--------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
|        | Stasjonsnavn:                   | Hos 1     | Hos 1     | Hos 3     | Hos 3     |   |
|        | Dato:                           | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  |   |
|        | Dybde:                          | 79 m      | 79 m      | 370 m     | 370 m     |   |
|        | Arter:                          | Hugg:     | 2         | 3*        | 2         | 3 |
| *      | <b>DECAPODA</b>                 |           |           |           |           |   |
|        | <i>Calocaris macandreae</i>     |           |           |           | 0/1       |   |
| *      | Paguridae indet.                | 0/1       |           |           |           |   |
| *      | <i>Nebalia</i> sp.              | 1         | 1         |           |           |   |
| *      | <b>AMPHIPODA</b>                |           |           |           |           |   |
| *      | Amphipoda indet.                | 11        | 3         |           |           |   |
|        | <i>Eriopisa elongata</i>        |           |           | 2         |           |   |
|        | <b>CUMACEA</b>                  |           |           |           |           |   |
|        | <i>Diastylis cornuta</i>        | 1         |           |           |           |   |
| *      | <b>TANAIDACEA</b>               |           |           |           |           |   |
| *      | Tanaidacea indet.               |           | 2         | 3         |           |   |
|        | <i>Gnathia</i> sp.              | 1         |           |           |           |   |
| *      | <b>PYCNOGONIDA</b>              |           |           |           |           |   |
| *      | Pycnogonida indet.              |           | 1         |           |           |   |
| *      | <b>MOLLUSCA</b>                 |           |           |           |           |   |
| *      | <b>APLACOPHORA</b>              |           |           |           |           |   |
|        | Solenogastres indet.            | 2         | 1         |           |           |   |
|        | Caudofoveata indet.             | 7/3       | 2/3       | 11        | 3         |   |
| *      | <b>GASTROPODA</b>               |           |           |           |           |   |
|        | <i>Alvania subsoluta</i>        |           |           |           | 1/2       |   |
|        | <i>Euspira montagui</i>         | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Diaphana minuta</i>          |           | 1         |           |           |   |
|        | <i>Cylichnina umbilicata</i>    |           | 1         |           |           |   |
|        | <i>Philine aperta</i>           | 0/1       |           |           |           |   |
|        | <i>Philine scabra</i>           |           | 0/1       | 1/1       |           |   |
|        | <i>Cylichna cylindracea</i>     | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Roxania utriculus</i>        |           | 1         |           |           |   |
| *      | <b>BIVALVIA</b>                 |           |           |           |           |   |
|        | <i>Nucula tumidula</i>          |           |           | 1/1       | 0/1       |   |
|        | <i>Yoldiella lucida</i>         |           |           |           | 2         |   |
|        | <i>Yoldiella philippiana</i>    | 3/2       | 3/1       |           |           |   |
|        | <i>Bathyarca pectunculoides</i> | 0/1       |           |           |           |   |
|        | <i>Myrtea spinifera</i>         | 4/4       |           |           |           |   |
|        | <i>Thyasira equalis</i>         |           |           | 9/2       | 2/3       |   |
|        | <i>Thyasira flexuosa</i>        | 15        | 13        |           |           |   |
|        | <i>Thyasira obsoleta</i>        | 6         | 1         | 5/2       | 2/1       |   |
|        | <i>Mendicula ferruginosa</i>    |           |           | 1         | 0/1       |   |
|        | <i>Adontorhina similis</i>      | 1         |           |           |           |   |
|        | <i>Astarte sulcata</i>          |           | 1         |           |           |   |
|        | <i>Kelliella abyssicola</i>     |           |           | 4         | 12        |   |
|        | <i>Thracia phaseolina</i>       |           | 0/2       |           |           |   |
|        | <i>Antalis entalis</i>          | 2         | 2         |           |           |   |
|        | <i>Entalina tetragona</i>       |           |           | 4         | 2         |   |

| s. 4/4 | Lokalitetsnavn:                 | Hosenøyen | Hosenøyen | Hosenøyen | Hosenøyen |
|--------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|        | Stasjonsnavn:                   | Hos 1     | Hos 1     | Hos 3     | Hos 3     |
|        | Dato:                           | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  | 5.4.2013  |
|        | Dybde:                          | 79 m      | 79 m      | 370 m     | 370 m     |
| Arter: | Hugg:                           | 2         | 3*        | 2         | 3         |
| *      | <b>ECHINODERMATA</b>            |           |           |           |           |
|        | <i>Amphiura chiajei</i>         | 2         |           |           |           |
|        | <i>Amphiura filiformis</i>      | 2         |           |           |           |
|        | <i>Amphilepis norvegica</i>     |           |           | 10/4      | 11/4      |
|        | <i>Ophiocten affinis</i>        | 2/1       | 1         |           |           |
|        | <i>Echinocyamus pusillus</i>    |           | 0/1       |           |           |
|        | <i>Echinocardium flavescens</i> |           | 0/1       |           |           |
|        | Synaptidae indet.               | 20        | 7         |           |           |
|        | <b>ENTEROPNEUSTA</b>            |           |           |           |           |
|        | Enteropneusta indet.            |           | 1         |           |           |
| *      | <b>VARIA</b>                    |           | +         |           |           |

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

| <b>Geotrisk klasse</b> | <b>Hos 1</b> | <b>Hos 3</b> |
|------------------------|--------------|--------------|
| I                      | 37           | 10           |
| II                     | 20           | 14           |
| III                    | 9            | 3            |
| IV                     | 11           | 2            |
| V                      | 8            | 4            |
| VI                     | 0            | 0            |
| VII                    | 0            |              |
| VIII                   | 1            |              |
| IX                     | 0            |              |

## Vedleggstabell 4. Analysebevis

## Eurofins Environment Testing Norway AS



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-13-MX-001024-01



EUNOBE-00006377

Prøvemottak: 19.04.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 19.04.2013-08.05.2013  
Referanse: 807448 / 26/13

## ANALYSERAPPORT

| Test                   | Parameter         | Resultat: | MU       | Resultat: | MU       | Resultat: | MU       | Metode            | LOQ |
|------------------------|-------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-------------------|-----|
| Fosfor (P)             | Totalt fosfor (P) | a) 470    | mg/kg tv | a) 640    | mg/kg tv | a) 660    | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 10  |
| Kobber (Cu)            |                   | a) 8      | mg/kg tv | a) 13     | mg/kg tv | a) 16     | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 1   |
| Sink (Zn)              |                   | a) 35     | mg/kg tv | a) 51     | mg/kg tv | a) 69     | mg/kg tv | NS EN ISO 17294-2 | 1   |
| Totalt organisk karbon |                   | a) 11     | g/kg tv  | a) 25     | g/kg tv  | a) 29     | g/kg tv  | EN 13137          | 0.1 |
| Total tørrstoff        |                   | a) 72.4   | % (w/w)  | a) 51.5   | % (w/w)  | a) 54     | % (w/w)  | EN 14346          | 0.1 |

441-2013-0419-073 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet  
441-2013-0419-074 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet  
441-2013-0419-075 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbestraße "Schwarze Kiefern", D-09833, Halsbrücke

Bergen 08.05.2013

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 :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

## MoLab AS

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
|                           |  | <b>Molab as, 8607 Mo i Rana</b><br>Telefon: 404 84 100<br>Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark<br>Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174<br>Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3<br>Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92<br>Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA |  |  |
|  |  | <b>RAPPORT</b><br><br><b>Sedimentprøver SAM-Marin</b>   |  |   |
| Kunde:<br>Uni Research AS<br>Att: Kristin Hatlen<br>Sentralt fakturamottak<br>Postboks 7800<br>5020 BERGEN |  | Ordre nr.:<br>51311   | Antall sider + bilag:<br>1   |   |
|  |  | Rapport referanse:<br>KR-17467  | Dato:<br>27.08.2013  |   |
| Rev. nr.:<br>0   | Kundens bestillingsnr. / ref.:<br>611101 | Utført:<br>Terje Kolberg / Eli Ellingsen  | Ansvarlig signatur:<br>Terje Kolberg  |   |

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

## RESULTATER

| Prøve merket: |       |           | 807448/<br>59/13 pr<br>St.<br>Hos 1 | 807448/<br>59/13 pr<br>St.<br>Hos 2 | 807448/<br>59/13 pr<br>St.<br>Hos 3 |  |  |
|---------------|-------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Parameter     | Enhet | Ana. dato | KA-<br>081259                       | KA-<br>081260                       | KA-<br>081261                       |  |  |
| TOM (550 oC)  | %     | 26.07.13  | 4,28                                | 6,64                                | 9,81                                |  |  |

## ANALYSEINFORMASJON

| Parameter    | Metode/Analyseteknikk | Akkrediterings-<br>status | Relativ<br>usikkerhet (%) | Deteksjons-<br>grense | Enhet |
|--------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------|
| TOM (550 oC) | NS-4764               | A                         | 20                        | 0,30                  | %     |

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](http://www.molab.no) for disse betingelser.