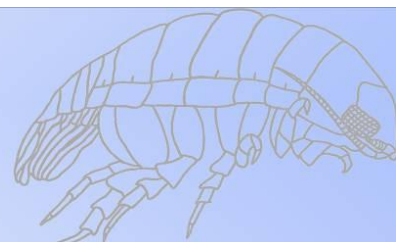


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



| e-rapport nr: 24– 2013

*MOM-C undersøkelse fra lokalitet Omsøyholman i Hitra kommune,  
Mai 2012*

**Rune Haugen**



**Ragni Torvanger**

**Stian E. Kvalø**



  
uni Research

**HABRUKS**  
TJENESTENÅS

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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Omsøyholman i Hitra kommune, Mai 2012	Date: 25.05.13
	Antall sider og bilag: 38
Forfatter(e): Rune Hagen, Ragni Torvanger, Stian Ervik Kvalø	Prosjektleder: Stian Ervik Kvalø
	Prosjektnummer: 806577

Oppdragsgiver: Lerøy Midnor AS	Tilgjengelighet: Åpen
--------------------------------	-----------------------

**Abstract:** A recipient survey was conducted at the aquaculture facility at Omsøyholman, Hitra municipality to see whether the aquaculture facility has any influence on the recipient. The samples taken at the site show that the operations at the aquaculture facility affect the bottom conditions locally with an increased supply of organic matter. This is indicated by high TOC values at Oms 1 and 2 Oms 2. There is also a greater accumulation of copper in the sediment at the deepest station. However, there is not accumulation of large amounts of organic matter that is affecting the fauna as it shows normal conditions. This shows that the fauna at the time of examination is able to utilize the most of the organic matter. Benthic fauna displayed a normal fauna for both the local and the remote station.

Keywords: Benthos, Chemistry, sediment, recipient, MOM C	Emneord: Fauna, kjemi, sediment, resipient, MOM C	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 24-2013
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	24/5-2013	<i>Per Johannesen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	24/5-2013	<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 Bunnfauna, geologi og kjemi analyser, samlet av:** Rune Haugen og Christian Bø

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Nargis Islam, Natalia Korableva og Ragni Torvanger.

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Tom Alvestad og Per Johannessen

**Rapportering utført av:** Rune Haugen, Ragni Torvanger, Stian Ervik Kvalø og Per Johannessen

**Glødetapsanalyser utført av:** Helge Grønning

**Kornfordelingsanalyser utført av:** Helge Grønning

**Ikke akkreditert:**

-

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Blåstål

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Norsk Miljøanalyse AS **akkrediteringsnummer** Test 003

Akkreditert: kobber, sink, fosfor, TOC

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>2.2.1 Hydrografi .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2 Sediment.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3 Kjemiske analyser .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.4 Bunndyr .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>	<b>11</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Sediment.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Kjemi.....</b>	<b>14</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>16</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....</b>	<b>19</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>19</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>20</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>21</b>
<b>Generell vedleggsdel .....</b>	<b>22</b>
<b>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....</b>	<b>30</b>
<b>Vedleggstabell 2. Artsliste .....</b>	<b>31</b>
<b>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....</b>	<b>36</b>
<b>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</b>	<b>37</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Omsøyholman i Frøyfjorden, Hitra kommune. Innsamlingene ble gjennomført 8.mai 2012.

Det har vært drift ved Omsøyholman siden 1996. Dagens plassering av anlegget er ny, tatt i bruk høsten 2011. Anlegget har tidligere ligget lengre mot sør øst. Den gamle plasseringen har påvirket resipienten til resipienten for dagens plassering. Denne undersøkelsen etter MOM C- standarden viser moderat til mye påvirkning etter parametre i standarden, ved nær- og mellomstasjonen. Fjernstasjonen viste ingen tegn til påvirkning.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Omsøyholman. 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 KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra oppdragsgivers navn. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach 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

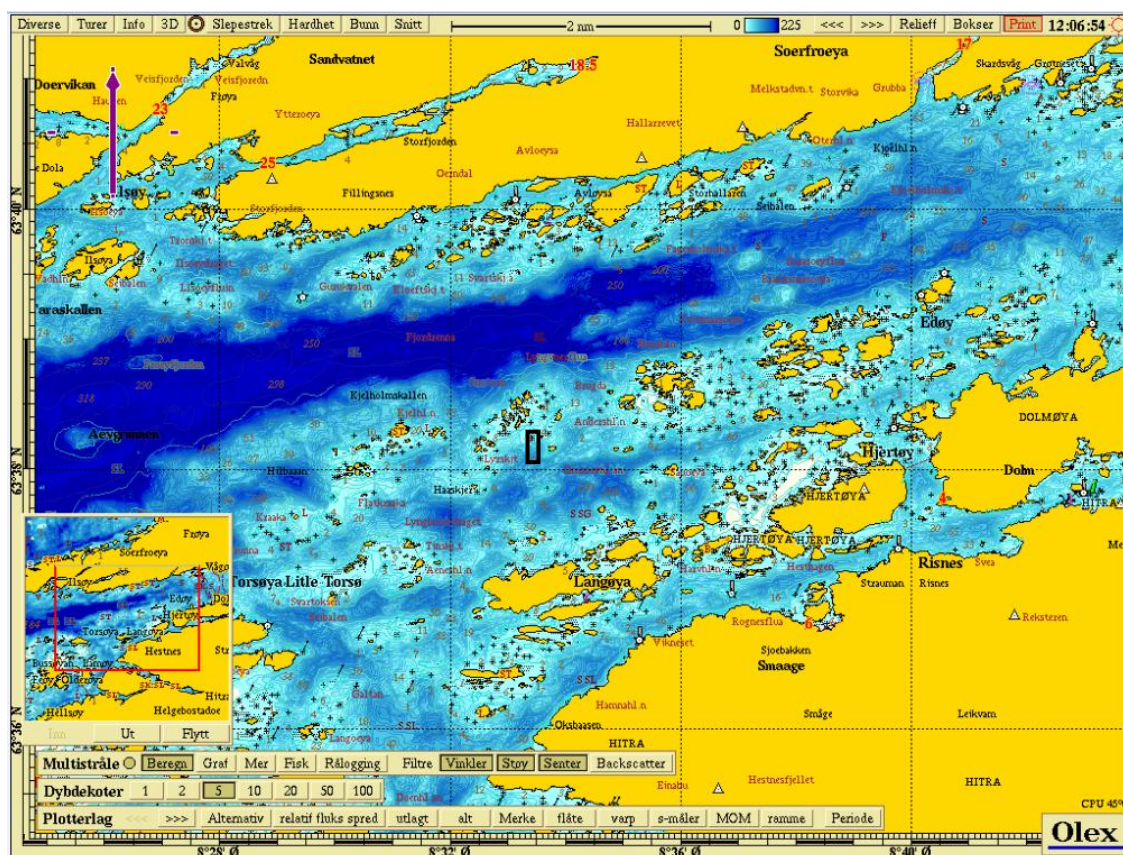
### 2.1 Undersøkelsesområdet

Lokaliteten ligger i vest for Dolmøya, mellom holmer og skjær sør i Frøyfjorden, Hitra kommune, på omtrent 80- 100 meters dyp. (Figur 2.1 og 2.2). Anlegget ligger mellom holmer og skjær, og bunnen under anlegget og ved prøvestasjonene er noe dypere enn utløpet til Frøyfjorden i vest. På nord-, øst- og sørsiden er det utløp gjennom grunne sund, slik sett er det en terskel i alle retninger til dypere vann.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

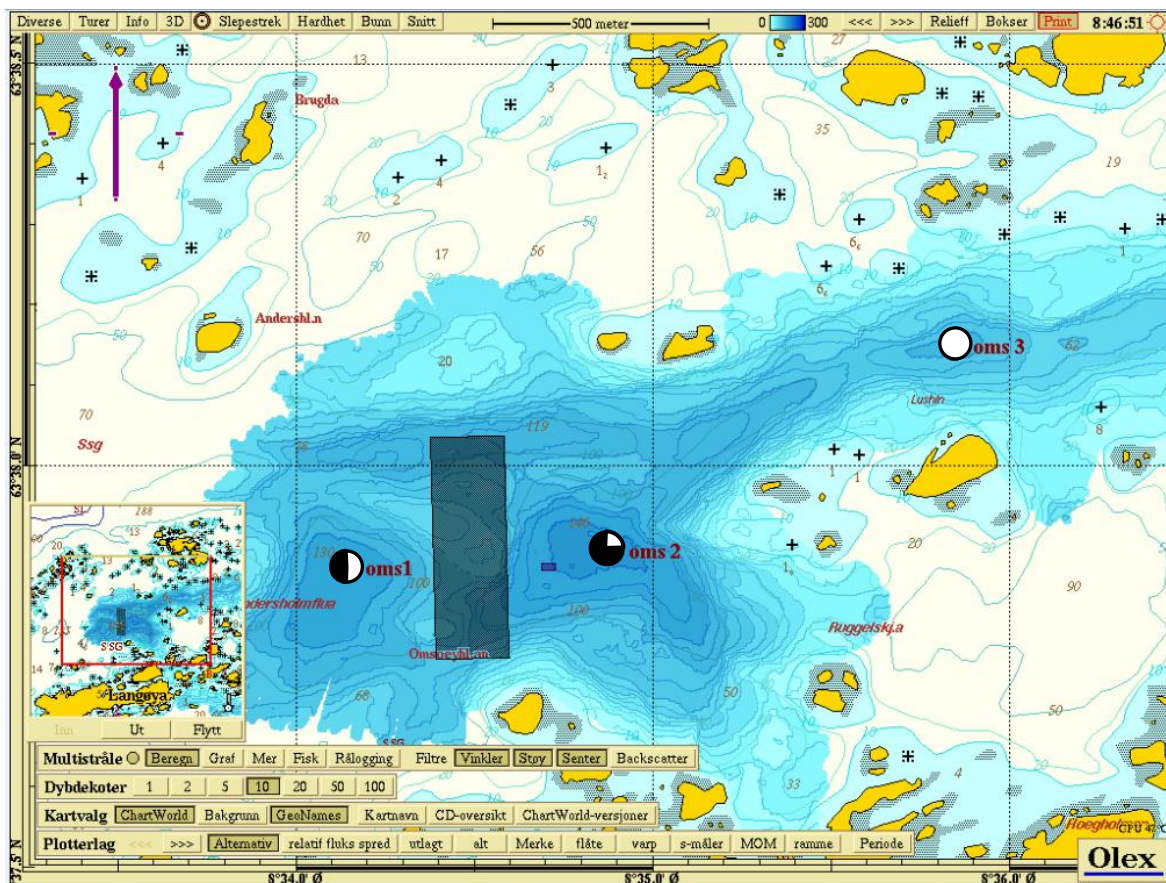
Prøveinnsamlingene ble gjort 8. mai i 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i den dypeste delen av området. Undersøkelsen ble gjennomført av Rune Haugen og Christian Bøe fra Havbruktjenesten AS.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen i området (Oms 2). 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 benyttet.



Figur 2.1: Oversiktskart over Frøyfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Omsøyholman.





Figur 2.3: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner 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. Det ble benyttet en van Veen- grabb, som brukes til biologi-, kjemi- og geologiprøver.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Oms 1 08.05.12	Område 63° 37.872 N 08.34.140 Ø	129	1 2 3	15,5 15,5 14	Kjemi, geologi og pH & Eh Biologi Biologi Alle huggene relativt like med silt og sand
Oms 2 08.05.12	Område 63° 37.893 N 08° 34.881 Ø	143	1 2 3	17 17 17	Kjemi, geologi og pH & Eh Biologi Biologi Alle huggene relativt like med silt og sand
Oms 3 08.05.12	Område 63° 38.148 N 08° 35.843 Ø	103	1 2 3	6,5 3,5 4,5	Kjemi, geologi og pH & Eh Biologi Biologi Alle huggene bestod i hovedsak av sand

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid ( $H_2S$ ), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

### 2.2.2 Sediment

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

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget 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 AJ 31. 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 WTW pH meter type pH3110 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> van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 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 tilsetting 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 vanddirektivet 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 veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (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 Bakgrunn/ Meget god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært 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	%	>0,65	65-50	50-35	35-20	<0,20
<b>Sediment</b>	Shannon-Wiener ind. ( $H'$ )	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks ( $H'$ )	97:03		>4	3-4	2-3	1-2	<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
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

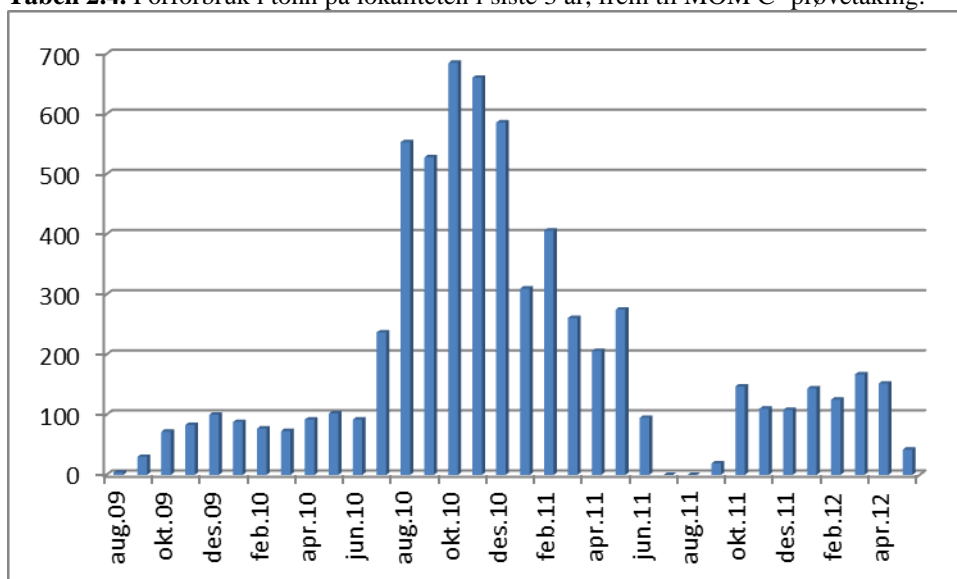
\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6<sup>0</sup>C

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

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

## 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

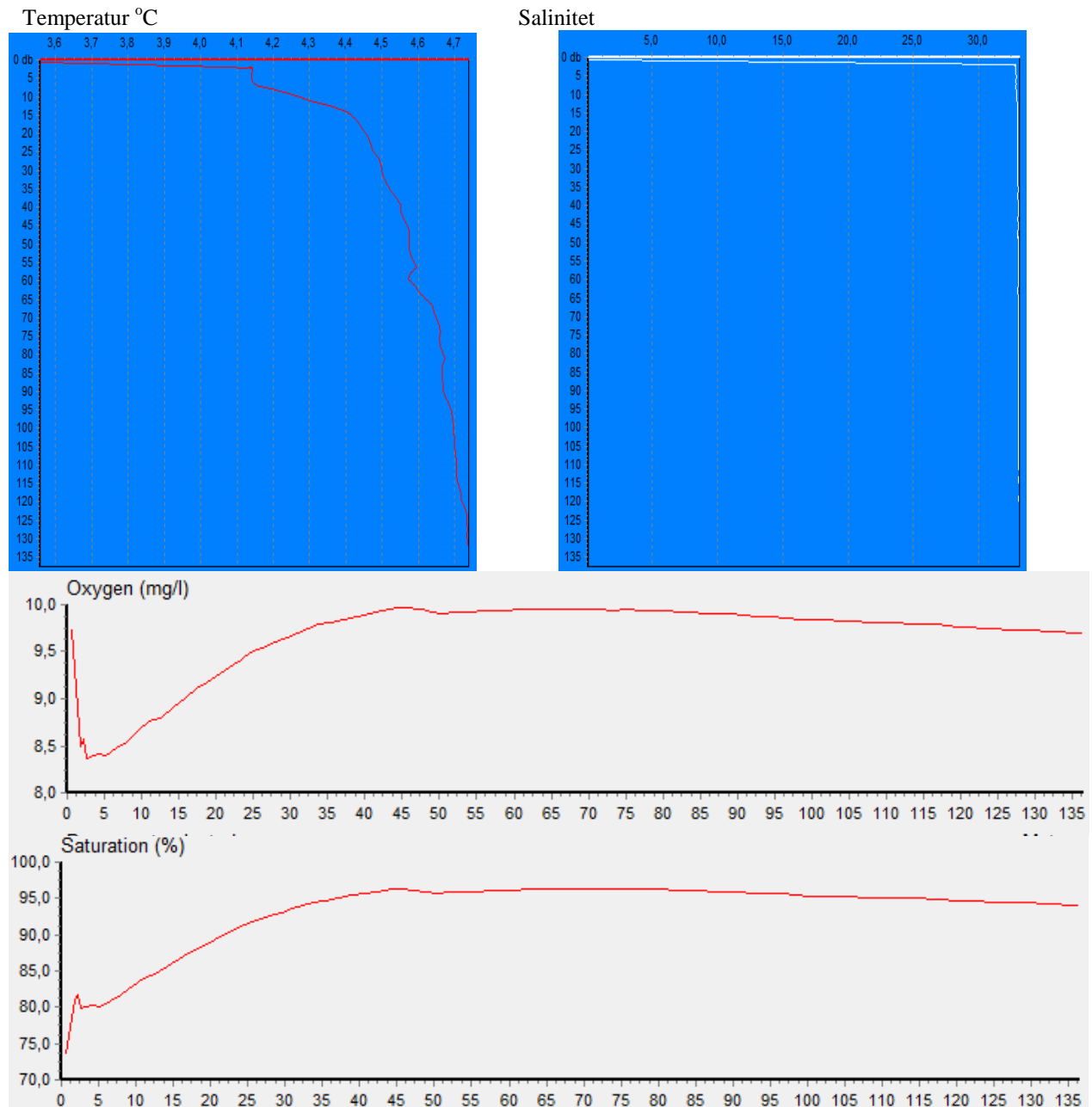
På lokalitet Omsøyholman startet produksjonen i 1996. Der anlegget ligger nå og ved MOM C- undersøkelsen ble tatt i bruk høsten 2011. Anlegget har tidligere ligget lengre mot sør øst.

**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten i siste 3 år, frem til MOM C- prøvetaking:

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Oms 2, den dypeste stasjonen den 14.03.13. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.



**Figur 3.1:** Temperatur, Salinitet, Oksygen i % metning og mg/l på Oms 2, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 136 meter den 14.03.13. Oksygeninnhold i ml/l blir beregnet fra mgO<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på Oms 2 den 14.03.13 var rundt 4,0 °C i overflatelaget, og steg til 4,3 °C ved 3 m. Deretter steg temperaturen jevnt mot 4,7 °C ned til bunnen, dvs. ved 136 m dyp. Saliniteten var meget jevn fra overflate til bunn, og var rundt 33 promille i hele vannsøylen.

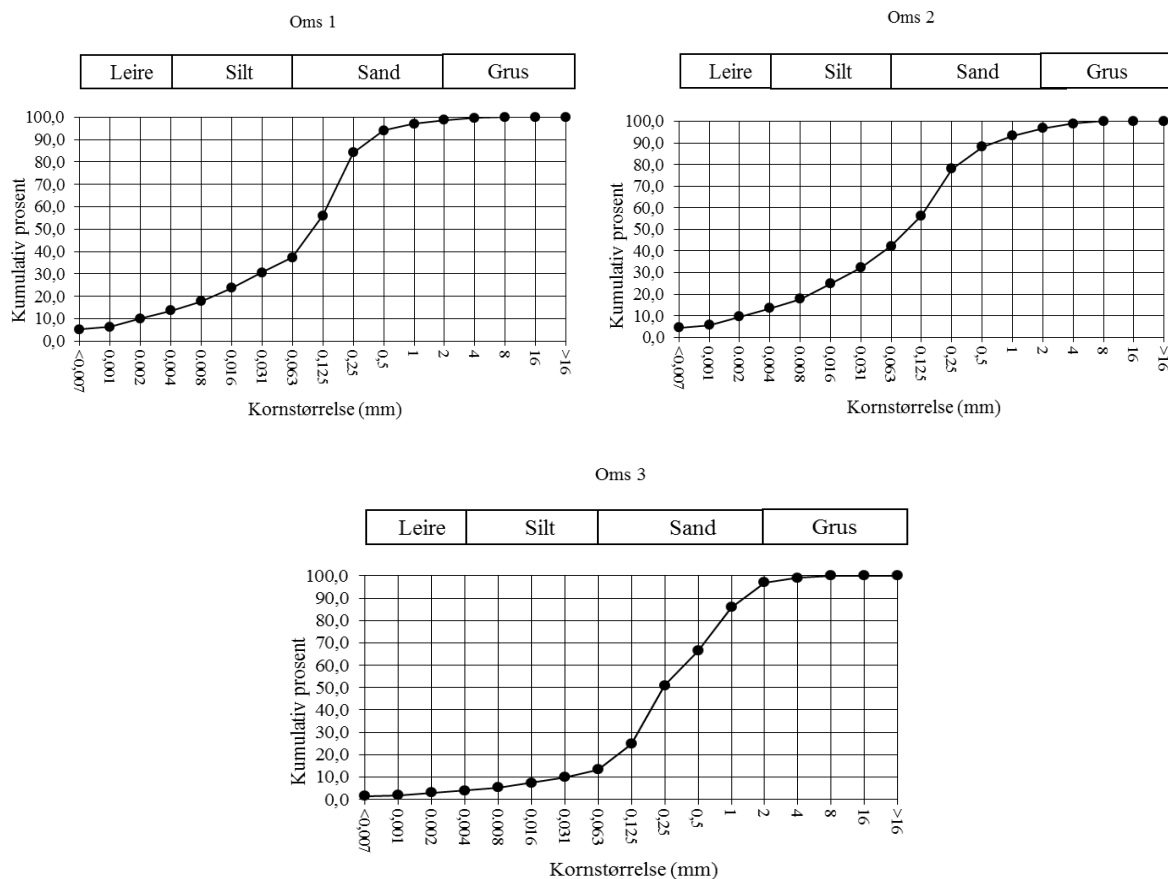
Oksygeninnholdet var relativt jevnt gjennom vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen lå på 8,4 mg/l. Oksygeninnholdet steg deretter jevnt opp mot 10,0 mg/l på 45 meters dyp og holdt seg deretter rundt denne, med en svak nedgang i konsentrasjonen gjennom vannsøylen. Ved den dypeste målingen på 136 m var oksygeninnholdet 9,6 mg/l (6,7 ml/l) som 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 Omsøyholman i mai 2012.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Oms 1	129	9,6	13,6	23,7	37,3	61,4	1,3
Oms 2	143	13,5	13,4	28,9	42,3	54,4	3,3
Oms 3	103	6,4	4,1	9,3	13,4	83,6	3,1



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

I nærsonen, Oms 1, dominerte sand og utgjorde 61,4 % av sedimentet. De resterende bestod av 23,7 % silt, 13,6 % leire og 1,3 % grus. Glødetapet var 9,6 %. Det organiske innholdet var dermed litt høyt og indikerer en del organisk innhold i sedimentet.

Overgangssonen, Oms 2, hadde også et grovkornet sediment med 54,4 % sand, 28,9 % silt, 13,4 % leire og 3,3 % grus. Her var glødetapet ganske høyt (13,5 %) og indikerer relativt mye organisk innhold i sedimentet.

Fjernstasjon, Oms 3, var i dyptet i en grop et stykke øst for anlegget, i en av hovedstrømsretningen på bunnen hadde et grovkornet sediment bestående av 83,6 % sand, 9,3 % silt, 4,1 % leire og 3,1 % grus. Glødetapet var 6,4 %. Dette er normalt for norske fjorder.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Ved Oms 1 ble det funnet noe forhøyede verdier av fosfor (930 mg/kg TS) (Tabell 3.2). Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder (Aure et al. 1993). TOC verdiene for denne stasjonen (49,3 mg/g) tyder på store mengder organisk



materiale, og får dårligste tilstandsklasse V. Dette er delvis i samsvar med glødetapet for denne stasjonen, som angir en noe forhøyet mengde organisk materiale. Kobber- og sinkverdiene var normalt lave og gir beste tilstandsklasse, I.

Verdiene av metaller i overgangssonen (Oms 2, den dypeste stasjonen) var høy for kobber og får tilstandsklasse IV (dårlig) og for sink var den noe forhøyet og fikk TK II (god). TOC verdiene for denne stasjonen (91,4 mg/g) tyder på store mengder organisk materiale, og får dårligste tilstandsklasse V. Dette samsvarer med glødetapet for denne stasjonen som også var høyt. Fosforverdiene var også høye (3700mg/kg).

Ved fjernstasjonen (Oms 3) var verdiene av tungmetallene sink og kobber lave og ga beste tilstandsklasse I, meget god. Fosforverdiene var normalt lav. TOC verdiene for denne stasjonen (33,6 mg/g) ga tilstandsklasse III, moderat/mindre god, og tyder på en del organisk materiale. Dette samsvarer derimot ikke med glødetapet for denne stasjonen, som angir en normal mengde organisk materiale.

**Tabell 3.2:** Innholdet av 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 g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Oms 1	38	49,3	V	930	55	I	21	I	41,4
Oms 2	81	91,4	V	3700	170	II	60	IV	32,2
Oms 3	18	33,6	III	540	24	I	8	I	51,1

#### 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 nærstasjonen viste en normal god pH og normalt redokspotensiale og plasserer dermed (Oms 1) i tilstandsklasse 1. Oms 2 i overgangssonen har en normal litt lav pH, men har et lavt redokspotensiale som gir tilstand 2. Oms 3, fjærnsone, får beste tilstandsklasse, tilstand 1.

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

Stasjon	/			
Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsonen	7,39	-125	0	1
Overgangssone	7,31	-244	2	2
Fjærnsone	7,54	101	0	1

### 3.4 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 november 2011. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Oms 1 (på 129m dyp), ble det funnet 80 arter med til sammen 473 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,88 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse I (Meget god). 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) (Tabell 2.3). Blant de ti mest tallrike artene finner man 8 børstemark, ett bløtdyr og en pigghud. AMBI-verdien (ømfintlighet) indikerer at man har lett forstyrrelse av faunaen på stasjonen, mens indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter (NQI1 og NQI2) havnet i beste tilstandsklasse. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes av fordelingen av de geometriske klassene.

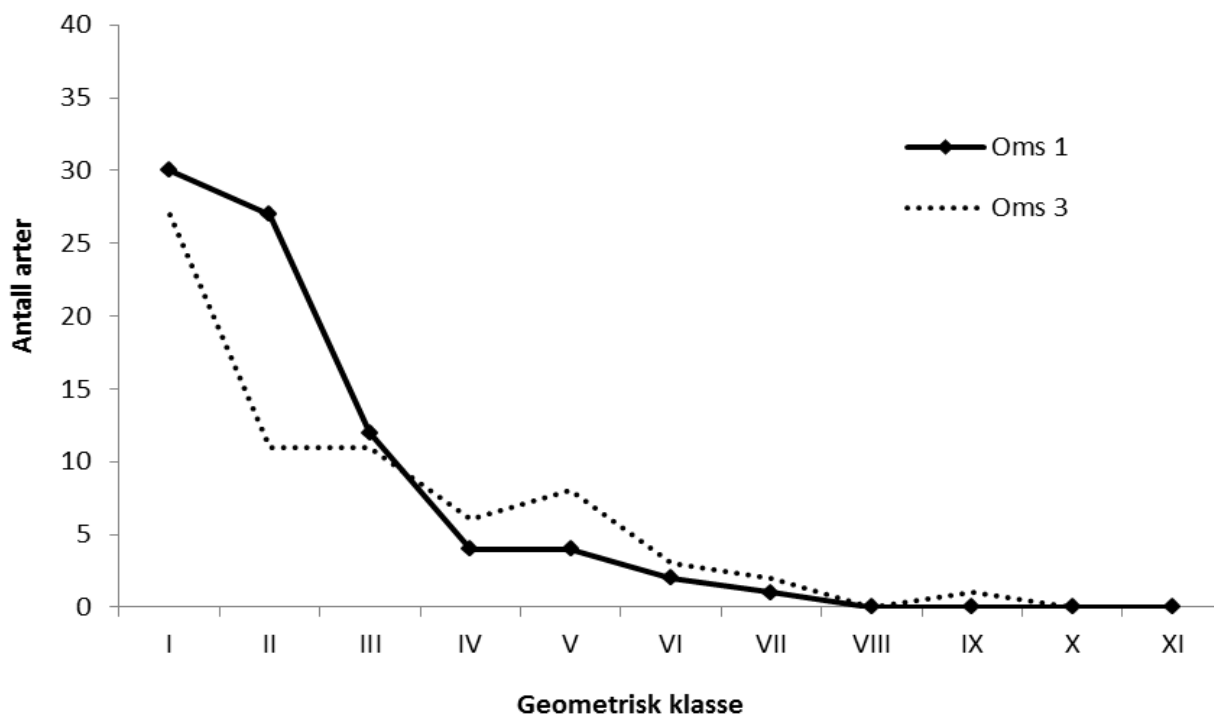
På stasjonen Oms 3 (på 103m dyp) fant man 69 arter med til sammen 879 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,11 som plasserer stasjonen i KLIF's tilstandsklasse I (Meget god). Blant de ti mest tallrike artene finner man syv børstemark og tre bløtdyr. AMBI-verdien (ømfintlighet) indikerer at man har lett forstyrrelse av faunaen på stasjonen, mens indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter (NQI1 og NQI2) havnet i beste tilstandsklasse. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes av fordelingen av de geometriske klassene.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon. Huggene på Oms 1 hadde 55 % likhet, mens huggene på Oms 3 hadde 69 % likhet. Det er noe forskjell mellom stasjonene (46 % likhet) i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.4 og 3.5). Dette er forventet og naturlig ettersom de to stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter.

**Tabell 3.4:** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhugnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK	KLIF TK	AMBI	NQI1	NQI2
Oms 1	2	182	49	4,57	0,81	5,61			2,20	0,77	0,72
	3	291	61	4,73	0,80	5,93			2,41	0,76	0,72
	Sum	473	80	4,88	0,77	6,32	Meget God				
	Snitt	237	55	4,65	0,81	5,77			2,30	0,76	0,72
Oms 3	2	520	55	4,17	0,72	5,78			1,73	0,78	0,86
	3	359	49	4,05	0,72	5,61			1,32	0,81	0,87
	Sum	879	69	4,28	0,70	6,11					
	Snitt	440	52	4,11	0,72	5,70		I	1,52	0,79	0,87

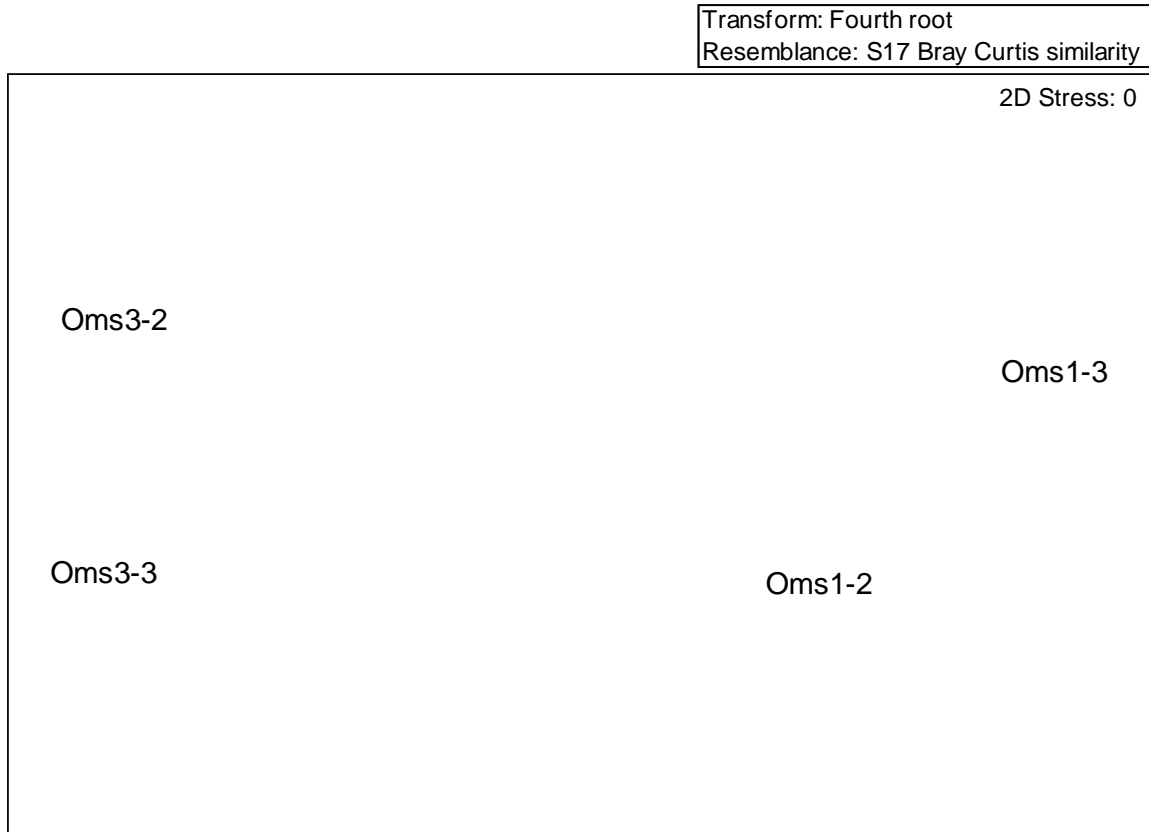
I – Meget god    II - God    III – Mindre god    IV – Dårlig    V – Meget dårlig



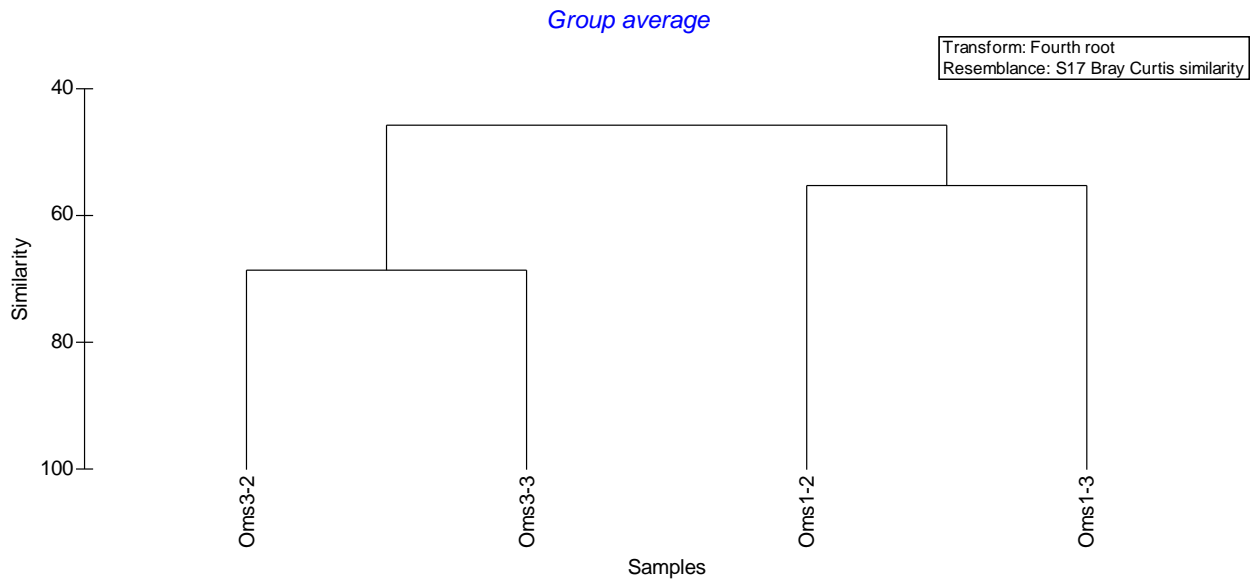
Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

Stasjon Oms 1	Antall		Kum.	Stasjon Oms 3	Antall		Kum.
Arter	individer	%	%	Arter	individer	%	%
<i>Melinna elisabethae</i>	85	18,0	18,0	<i>Owenia borealis</i>	266	30,3	30,3
<i>Pholoe baltica</i>	54	11,4	29,4	<i>Ennucula tenuis</i>	65	7,4	37,7
<i>Thyasira flexuosa</i>	40	8,5	37,8	<i>Thyasira flexuosa</i>	65	7,4	45,1
<i>Anobothrus gracilis</i>	31	6,6	44,4	<i>Anobothrus gracilis</i>	53	6,0	51,1
<i>Syllidae indet.</i>	30	6,3	50,7	<i>Galathowenia oculata</i>	36	4,1	55,2
<i>Scoloplos armiger</i>	20	4,2	55,0	<i>Maldane sarsi</i>	35	4,0	59,2
<i>Synaptidae indet.</i>	16	3,4	58,4	<i>Thyasira sarsi</i>	30	3,4	62,6
<i>Polycirrus norvegicus</i>	13	2,7	61,1	<i>Melinna cristata</i>	29	3,3	65,9
<i>Notomastus latericeus</i>	11	2,3	63,4	<i>Diplocirrus glaucus</i>	26	3,0	68,8
<i>Goniada maculata</i>	10	2,1	65,5	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	25	2,8	71,7



**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2012. 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 i 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Omsøyholman i Frøyfjorden, Hitra kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 8. mai 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Sedimentet på stasjonen nærmest Omsøyholman, nærsone (Oms 1), bestod av et noe grovkornet sediment der sand dominerte og utgjorde 61,4 % av sedimentet. De resterende bestod nesten bare av finkornet sediment, silt og sand. Glødetapet var 9,6 %. Det organiske innholdet var dermed noe forhøyet og indikerer noe organisk innhold.

Inntil anlegget ble det funnet noe forhøyede verdier av fosfor, mens Kobber- og sinkverdiene var normalt lave og gir beste tilstandsklasse, I. TOC verdiene for denne stasjonen (49,3 mg/g) tyder på store mengder organisk materiale, og får dårligste tilstandsklasse V. Metoden for beregning av TOC er dog ikke tilpasset dette området og glødetapet vil gi en mer riktig indikasjon på den faktiske organiske belastningen som da er moderat til lavt. Analysene for bunndyrsfauna viser meget gode forhold med god diversitet og fikk beste Miljøtilstand 1. Etter MOM- standarden fikk stasjonen beste TK 1 for pH og Eh.

I overgangssonen (Oms 2) var glødetapet høyt og TOC verdien var TK V, svært dårlig. Som nevnt ovenfor er ikke TOC tilpasset dette området. Fosfor nivået var også høyt. Verdiene av tungmetaller i overgangssonen var høy for kobber og får tilstandsklasse IV (dårlig) og for sink var den forhøyet og fikk TK II (god). Sedimentet på stasjonen var dominert av sand, 54,4 %, det resterende av sedimentet var i all hovedsak leire og silt. Stasjonen ble ikke undersøkt for bunndyr da begge de to andre stasjonene hadde meget gode forhold med artsrik fauna. CTD målingene målt her viste meget gode for oksygenforhold, målt på 136 m, 6- 7m over bunnen. Dette ga beste tilstandsklasse I etter KLIF- standarden. pH og Eh for denne stasjonen fikk TK 2 etter MOM- standarden, og samsvarer godt med gode oksygenforhold.

Ved stasjonen i fjernsonen var sedimentet dominert av mye sand. Fosforverdiene var normale og glødetapet var innenfor det normale, mens TOC verdiene var forhøyet og fikk TK III (se tidligere kommentar vedrørende TOC). Det ble ikke registrert forurensing av kobber og sink, og undersøkelsene av bunnfauna viste gode forhold. pH og Eh for denne stasjonen fikk TK 1 etter MOM.

Prøvene tatt ved anlegget viser at driften ved anlegget påvirker bunnfaunaen lokalt med økt tilførsel av organisk materiale. Dette vises ved høye TOC verdier og glødetap ved Oms 1 og Oms 2. Man ser også større opphoping av kobber i sedimentet, ved den dypeste stasjonen Oms 2. Man ser derimot ikke at opphoping store mengder organisk materiale, påvirker bunnfaunaen da den viser normale tilstander. Dette viser at fauna ved undersøkelsestidspunktet klarer å nyttiggjøre det meste som blir tilført. Bunndyrsfaunaen vises en normal god fauna for nær- og fjernstasjonen.

#### 5 TAKK

På toktet deltok Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS. Sediment- analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Nargis Islam, Natalia Korableva og Ragni Torvanger. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- 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. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.



## 7 VEDLEGG

<a href="#"><u>Generell vedleggsdel</u></a> .....	22
<a href="#"><u>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</u></a> .....	30
<a href="#"><u>Vedleggstabell 2. Artsliste</u></a> .....	31
<a href="#"><u>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</u></a> .....	36
<a href="#"><u>Vedleggstabell 4. Analysebevis</u></a> .....	37

## 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.

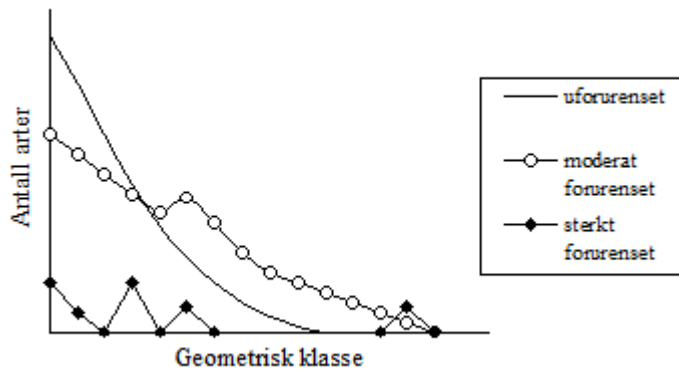
#### Geometriske klasser

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 Direktorsgruppen 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:

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

hvor ES100 = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni 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 <sub>100</sub>	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 Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold bløtbunnsfauna	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

### 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 faunagradienter en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

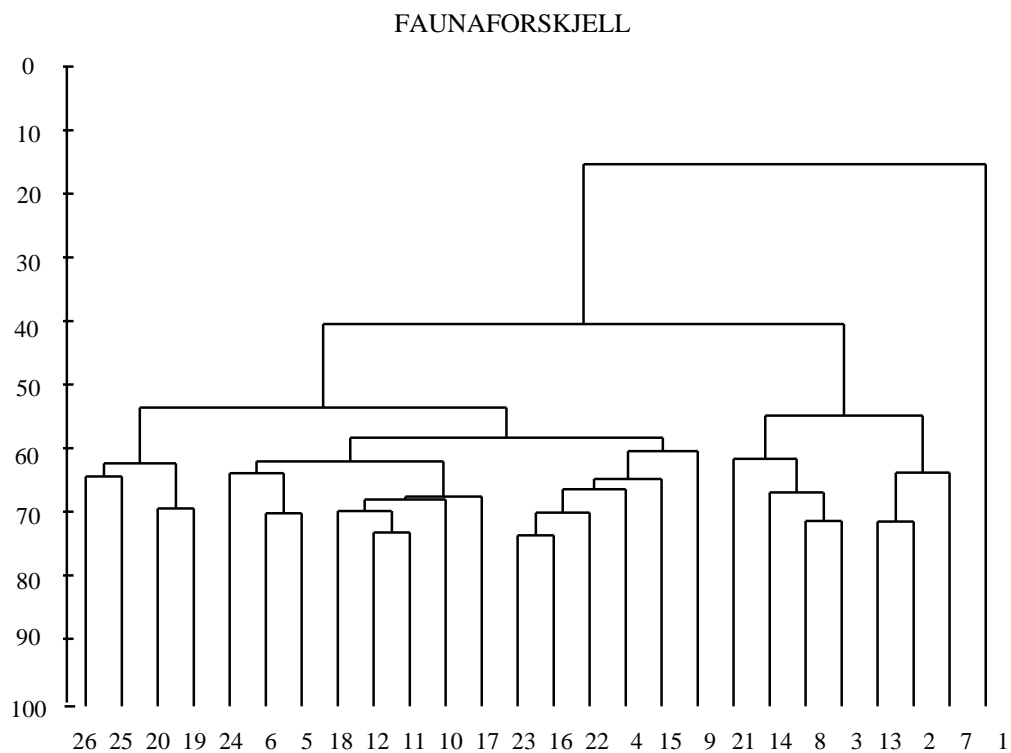
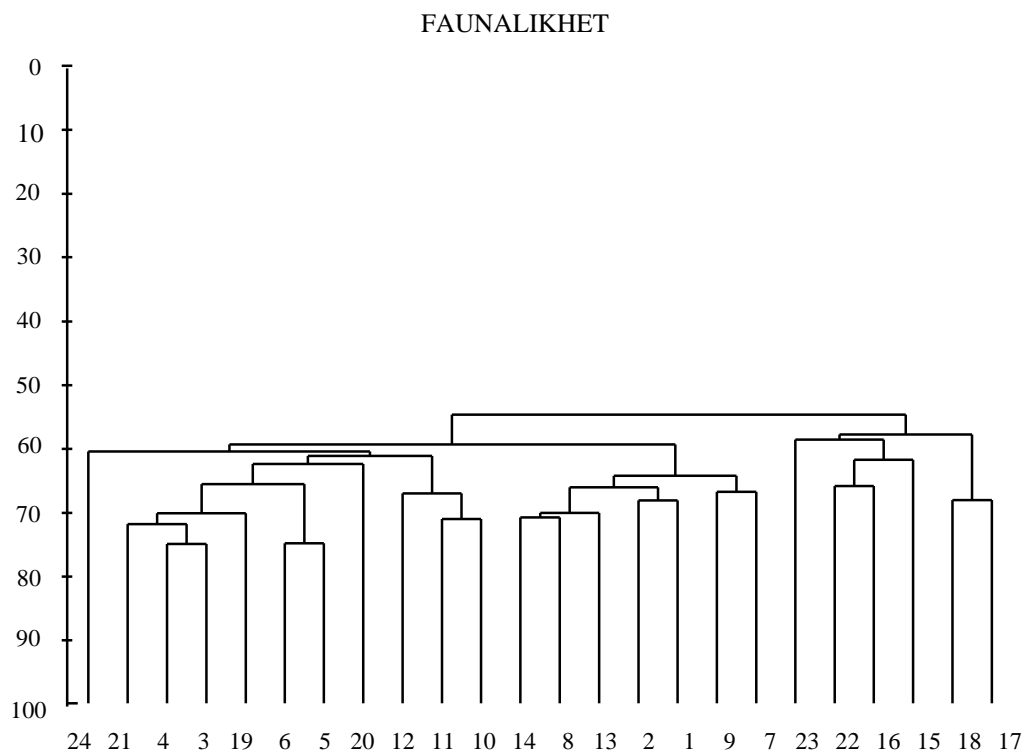
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,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

### Dataprogrammer

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

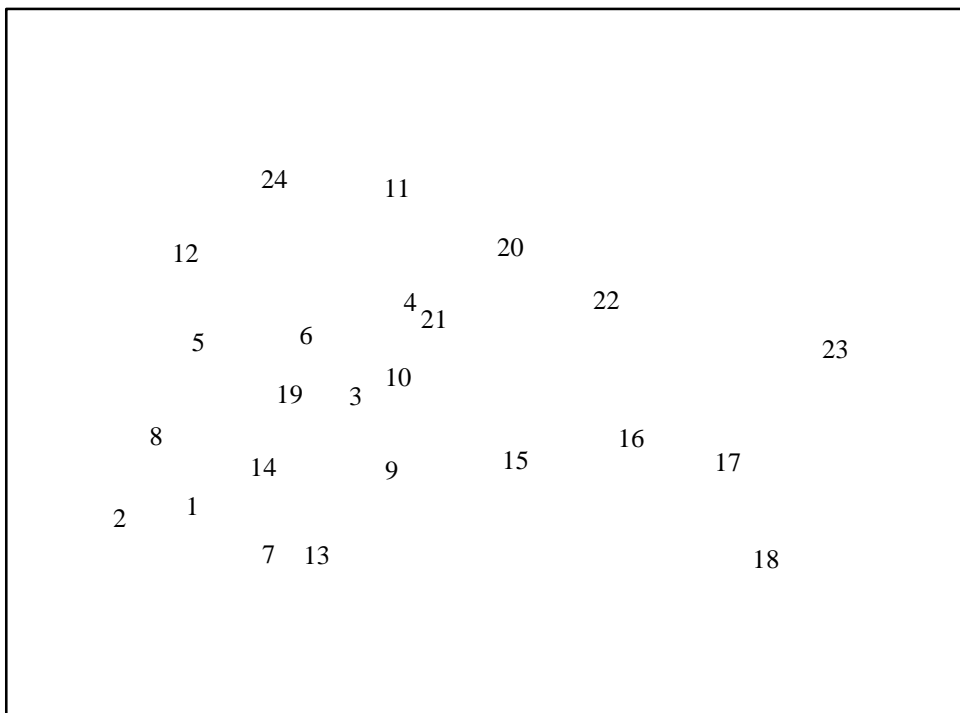
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.



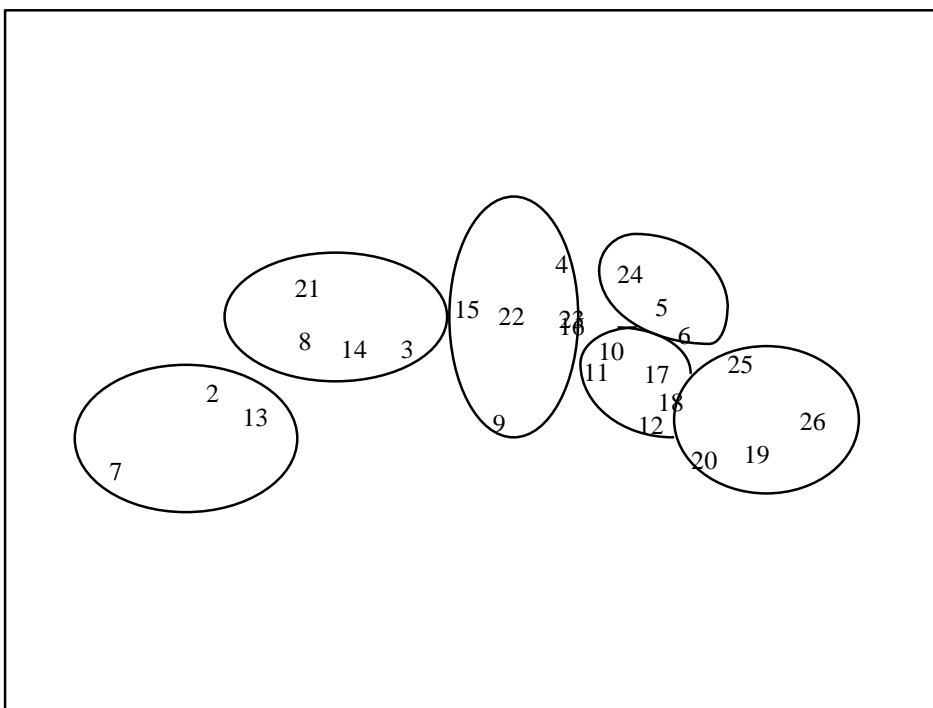


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

HAVBRUKSTJENESTEN AS									
Firma: Lerøy Midnor									
Lokalitet: Omsøyholman									
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			Oms 1	Oms 2	Oms 3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
II	pH	Målt verdi	7,39	7,31	7,54				
	Eh (mV)	Målt verdi	-125	-244	101				
		plus ref. potensial	106	-13	332				
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)	0	2	0				0,67
	Tilstand (prøve)		1	2	1				
	Tilstand (Gruppe II)		1						
III	Gassbobler	Ja (4) / Nei (0)	0	0	0				
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0				
		Brun/sort (2)							
	Lukt	Ingen (0)	0	0	0				
		Noe (2)							
		Sterk (4)							
	Konsistens	Fast (0)			0				
		Myk (2)							
		Løs (4)	3	3					
	Grabbvolum (v)	$v < \frac{1}{4}$ (0)			0				
$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)									
$v \geq \frac{3}{4}$ (2)		2	2						
Tykkelse på slamlag	$t < 2$ cm (0)	0	0	0					
	$2\text{cm} \leq t < 8\text{cm}$ (1)								
	$t \geq 8$ cm (2)								
	Sum		5	5	0				
	Korr. Sum (0.22)		1,10	1,10	0,00				0,73
	Tilstand (prøve)		2	2	1				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelverdi (Gruppe II & III)		0,55	1,55	0,00				0,70
	Tilstand (prøve)		1	2	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
	Ph/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi	Tilstand							
	<1,1	1							
	1,1 - <2,1	2							
	2,1 - <3,1	3							
	$\geq 3,1$	4							
	Tilstand								
	Gruppe 1		Gruppe II og						
	A		1,2,3,4						
	4		1,2,3						
	4		4						
	<b>Tilstand</b>		<b>1</b>						

## Vedleggstabell 2. 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): Lerøy Midnor AS**  
**Prosjekt nr.: 806577**  
**Prøvetakingssted (område): Omsøyholman**  
**Dato for prøvetaking: 08.05.2012**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**  
**Artene er identifisert av: Per Johannessen 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: *Tom Alvestad*  
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Havbruksstjenesten AS

Stasjonsnavn		Oms 1		Oms 3	
Dato		08.05.2012		08.05.2012	
Dybde		129m		103m	
s.1	Hugg	2	3	2	3
	<b>PORIFERA</b>				
*	Porifera indet.		+	+	
	<b>HYDROZOA</b>				
*	Hydrozoa indet.				++
	<b>ANTHOZOA</b>				
	Virgularia mirabilis			0/1	0/1
	Cerianthus lloydii		1		
	Edwardsia sp.		1	1	
	<b>NEMERTINI</b>				
*	Nemertini indet.	1	+	2	2
	<b>NEMATODA</b>				
*	Nematoda indet.	ca 10	5	1	
	<b>POLYCHAETA</b>				
	Amaeana trilobata		1	5	1
	Ampharete falcata				1
	Ampharete lindstroemi	1		0/3	1/1
	Anobothrus gracilis	9/1	19/2	28/5	9/11
	Aphelochaeta sp.		2	1	
	Capitella capitata	2			
	Chaetozone sp.	2		10	3
	Cirratulus cirratus			0/1	
	Diplocirrus glaucus	0/1		9/1	6/10
	Eteone longa	1/2			1
	Euchone sp.		1		
	Eumida bahusensis				1
	Eumida ockelmanni			1	
	Eunereis longissima				1
	Eunice pennata		1		
	Eupolymnia nebulosa	1	1/1		
	Eupolymnia nesidensis		1/1	0/1	
	Exogone sp.			1	
	Galathowenia oculata	2	3	23	13
	Gattyana cirrosa	2	0/4		
	Glycera alba	1	3/2	1/4	1/2
	Glycera lapidum	1			
	Goniada maculata	5	4/1	1	1

## SAM-Marin og Havbruksstjenesten AS

Stasjonsnavn	Oms 1		Oms 3		
Dato	08.05.2012		08.05.2012		
Dybde	129m		103m		
s. 2	Hugg	2	3	2	3
Jasmineira sp.		1	5		1
Lipobranchus jeffreysii		2			
Lumbrineridae indet.		1	1		
Lysilla loveni		1	1		
Maldane sarsi				14	21
Maldanidae indet.		1		1	4
Mediomastus fragilis			2	10	7
Melinna albicincta			1		
Melinna cristata				10/2	8/9
Melinna elisabethae		32/2	51	1/1	0/2
Mugga wahrbergi				4	5
Nephtys ciliata					1
Nephtys hombergii		0/1			
Nephtys hystricis		0/1	1		
Nereimyra punctata			1		
Notomastus latericeus		4	7	5	
Oligochaeta indet.			1		
Ophelina acuminata			1/1		
Owenia borealis			1	23/123	7/113
Paramphinome jeffreysii				12	13
Paraonis sp.		1	4		
Pectinaria auricoma				0/2	
Pholoe baltica		27	27	12	10
Phyllodoce groenlandica			0/1	1	1/2
Pista cristata			2		
Polycirrus norvegicus		1/1	4/7	1/1	
Polycirrus plumosus		1	2	2/2	2/1
Polydora sp.			2	4	5
Prionospio cirrifera		2	1		2
Sabellidae indet.				3	1
Sabellides octocirrata			1	1	1/4
Samytha sexcirrata		1		0/2	1
Scalibregma inflatum		1/1	1/2	3/1	1/1
Schistomeringos sp.		1			
Scolecopsis korsuni					1
Scoloplos armiger		5/5	6/4	6/5	3/4
Siboglinum fjordicum		+			+

SAM-Marin og Havbruksstjenesten AS

Stasjonsnavn		Oms 1		Oms 3	
Dato		08.05.2012		08.05.2012	
Dybde		129m		103m	
S 3.	Hugg	2	3	2	3
	<i>Sige fusigera</i>			1	
	<i>Sosane sulcata</i>	1	0/1		
	<i>Sphaerodoropsis minuta</i>		1/1		
	<i>Sphaerodorum flavum</i>	1		0/1	
	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	1		2	7
	<i>Spiophanes bombyx</i>		1		
	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	4	1/2		
	<i>Syllidae</i> indet.	6	24	15	7
	<i>Thelepus cincinnatus</i>		2		
	<i>Trichobranchus roseus</i>	0/1	2/1		
	<b>SIPUNCULA</b>				
	<i>Sipuncula</i> indet.		1		1
	<i>Phascolion strombus</i>	1		2	0/1
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>			0/1	
	<b>CRUSTACEA</b>				
*	<i>Calanus finmarchicus</i>	2			
*	<i>Galathea intermedia</i>		0/1		
*	<i>Anapagurus laevis</i>				1
*	<i>Amphipoda</i> indet.	3	1		
	<b>PYCNOGONIDA</b>				
*	<i>Pycnogonida</i> indet.				+
	<b>MOLLUSCA</b>				
	<i>Abra nitida</i>	1		4/2	5
	<i>Antalis entalis</i>	2	1		0/1
	<i>Arctica islandica</i>	1	2	1	1
	<i>Astarte sulcata</i>		0/2		
	<i>Caudofoveata</i> indet.	1	1		
	<i>Corbula gibba</i>			2	0/1
	<i>Cylichna cylindracea</i>				1
	<i>Dosinia lupinus</i>	1			
	<i>Ennucula tenuis</i>	3/1	1	32/2	29/2
	<i>Kurtiella tumidula</i>		1/1		
	<i>Limatula gwyni</i>				1
	<i>Lucinoma borealis</i>			1	
	<i>Myrtea spinifera</i>	4	1	1	1/3
	<i>Nucula nucleus</i>		8/1		
	<i>Thyasira equalis</i>			3	



SAM-Marin og Havbruktjenesten AS

Stasjonsnavn		Oms 1		Oms 3	
Dato		08.05.2012		08.05.2012	
Dybde		129m		103m	
s. 4	Hugg	2	3	2	3
	Thyasira flexuosa	13/2	24/1	55/10	
	Thyasira sarsi		2/2	25/5	
	Timoclea ovata		1		
	Yoldiella philippiana	2		0/2	1
	<b>PHORONIDA</b>				
	Phoronida indet.		1	1	+
	<b>BRYOZOA</b>				
*	Bryozoa indet. grenet	+	+		
	<b>ECHINODERMATA</b>				
	Amphipholis squamata		1		
	Amphiura chiajei	3/2		0/1	
	Amphiura filiformis		1		
	Echinocardium flavescens	2/1			0/1
	Labidoplax buskii				1
	Ophiocten affinis		2		
	Ophiopholis aculeata			0/1	
	Synaptidae indet.	4	12	1	
	Thyonidium drummondi		1		
	<b>CHAETOGNATHA</b>				
*	Chaetognatha indet.		1		
	<b>CHORDATA</b>				
*	Pterobranchia indet		+		
	<b>PISCES</b>				
*	Fiske egg	4	10	1	1
*	<b>VARIA</b>		+		

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

<b>Geometrisk klasse</b>	<b>Oms 1</b>	<b>Oms 3</b>
<b>I</b>	30	27
<b>II</b>	27	11
<b>III</b>	12	11
<b>IV</b>	4	6
<b>V</b>	4	8
<b>VI</b>	2	3
<b>VII</b>	1	2
<b>VIII</b>	0	0
<b>IX</b>	0	1
<b>X</b>	0	0
<b>XI</b>	0	0

## Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

Eurofins Environment Testing Norway AS  
(Bergen)

F. reg. 065 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42  
Fax:  
bergen@eurofins.no

**AR-12-MX-001458-01**



**EUNOBE-00003441**

Prøvemottak: 08.06.2012  
Temperatur:  
Analyseperiode: 08.06.2012-14.06.2012  
Referanse: P.nr. 806577 / ref. 37/12.  
Omsøyholman

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2012-0606-127</b>	Prøvetakingsdato:	08.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvale		
Prøvemerking:	OMS1 129m	Analysestartdato:	08.06.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Fosfor (P)</b>					
Totalt fosfor (P)	930	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	21	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	55	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	38	mg/g DS	EN 13137	0,1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>					
Total tørrstoff	41.4	% (v/v)	EN 14348	0,1	

Prøvenr.:	<b>441-2012-0606-128</b>	Prøvetakingsdato:	08.05.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvale		
Prøvemerking:	OMS2 143m	Analysestartdato:	08.06.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
<b>a) Fosfor (P)</b>					
Totalt fosfor (P)	3700	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	60	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	170	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	81	mg/g DS	EN 13137	0,1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>					
Total tørrstoff	32.2	% (v/v)	EN 14348	0,1	

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-12-MX-001458-01



EUNOBE-00003441



Prøvenr.:	<b>441-2012-0606-129</b>	Prøvetakingsdato:	08.05.2012	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Stian Kvale	
Prøvemerking:	OMS3 130m	Analysedato:	06.06.2012	
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU Metode:	LOQ:
<b>a) Fosfor (P)</b>				
Totalt fosfor (P)	540	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
a) Kobber (Cu)	8	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Sink (Zn)	24	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
a) Totalt organisk karbon (TOC)	18	mg/g DS	EN 13137	0.1
<b>a) Totalt tørrstoff</b>				
Total tørrstoff	51.1	% (v/v)	EN 14348	0.1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

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

Bergen 14.06.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

**Tegnforklaring:**

\* (ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2