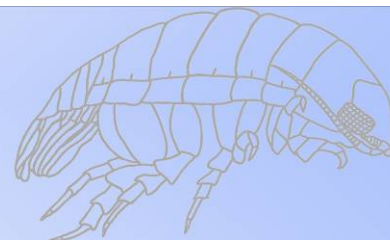


# SAM e-Rapport

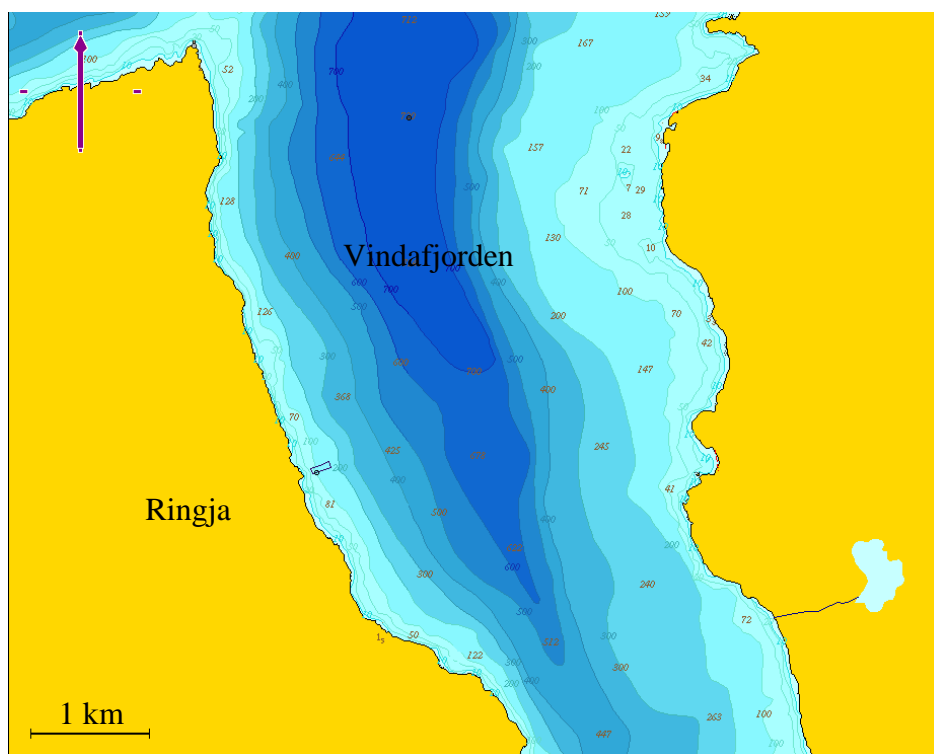
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 9-2008

## *MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Ringja i Vindafjorden, Tysvær kommune i 2007*

Erling Heggøy  
Per-Otto Johansen



**UNI FOB**  
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN  
UNIFOB AS



## SAM-marin

Seksjon for anvendt miljøforskning

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway 55 58 44 64 ☎ 55 58 45 25

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Rapportens tittel:<br>MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Ringja i Vindafjorden, Tysvær kommune i 2007. | Dato:<br>21.5.2008              |
|  | Antall sider og bilag:<br>32    |
| Forfatter(e):<br>Erling Heggøy<br>Per-Otto Johansen  | Prosjektleder:<br>Erling Heggøy |
|  | Prosjektnummer:<br>801368       |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Oppdragsgiver:<br>Marine Harvest Norway AS | Tilgjengelighet:<br>Åpen |
|--|--------------------------|

## Abstract:

The aim of this investigation was to describe the environmental conditions at a fish farm in Vindafjorden based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, oxygen and salinity. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority and NS9410.

The results show that the content of copper and sink in the sediment was high close to the fish farm. The other measured chemical components in the sediment were low in Vindafjord. The oxygen content in the deepest part of Vindafjorden was satisfactorily high. The bottom fauna was classified as good (class II) in the deepest part of the fjord in 2007. The investigation shows an environmental impact on the bottom fauna close to Halsavika fish farm in 2007.

|   |   |
|---|---|
| Keywords:<br>Fish farm<br>Recipient<br>Benthos<br>Sediment<br>Hydrography | Emneord:<br>Fiskeoppdrett<br>Resipient<br>Bunndyr<br>Sediment<br>Hydrografi |
|---|---|

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 9-2008

| Ansvarlig for:                        | Dato     | Signatur              |
|---------------------------------------|----------|-----------------------|
| Faglige vurderinger og fortolkninger: | 2.6.2008 | <i>P. O. Johansen</i> |
| Prosjektet / undersøkelsen:           | 2.6.2008 | <i>Erling Heggøy</i>  |

## INNHold

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INNLEDNING .....</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>2 MATERIALE OG METODER .....</b>                  | <b>5</b>  |
| <b>2.1 Undersøkelsesområdet .....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b> | <b>5</b>  |
| 2.2.1 Hydrografi .....                               | 9         |
| 2.2.2 Sediment .....                                 | 9         |
| 2.2.3 Kjemiske analyser .....                        | 10        |
| 2.2.4 Bunndyr .....                                  | 10        |
| <b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>        | <b>13</b> |
| <b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>               | <b>13</b> |
| <b>3.1 Hydrografi .....</b>                          | <b>13</b> |
| <b>3.2 Sediment .....</b>                            | <b>15</b> |
| <b>3.3 Kjemi .....</b>                               | <b>15</b> |
| <b>3.4 Bunndyr .....</b>                             | <b>16</b> |
| <b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....</b>              | <b>19</b> |
| <b>5 TAKK .....</b>                                  | <b>20</b> |
| <b>6 LITTERATUR .....</b>                            | <b>20</b> |
| <b>7 VEDLEGG .....</b>                               | <b>21</b> |

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Ringja i Vindafjorden, Tysvær kommune, lokalitetsnummer 11964. Innsamlingene ble gjennomført i 20. desember 2007. På samme tokt ble også miljøforholdene i Jøsenfjorden, Ombofjorden og Hervikfjorden undersøkt, men resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert i egne rapporter. Undersøkelsen er gjort på oppdrag fra Marine Harvest Norway as. Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-marin).

SAM-marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Universitetsforskning i Bergen (Unifob). SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene rundt oppdrettsanlegget Ringja i Vindafjorden. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer i resipienten. Dessuten vil det være et referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot SFT's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C- delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410). Det er tidligere ikke utført MOM-C undersøkelse ved lokaliteten.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i Vindafjorden utenfor Ringja (Figur 2.1 til 2.3).

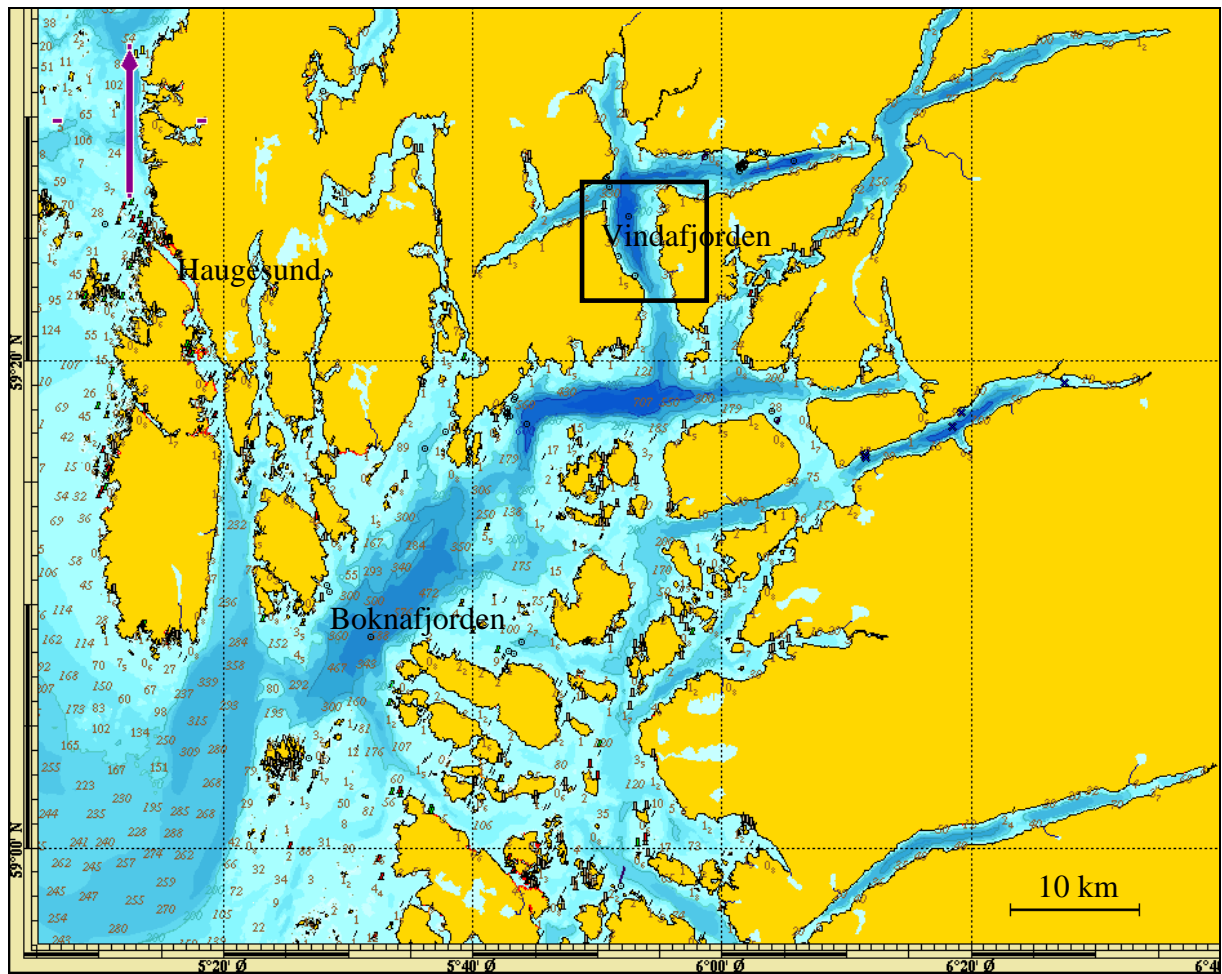
Oppdrettsanlegget ligger over en skråning fra rundt 50 til 180 m dyp. Fjorden utenfor lokaliteten skrår ned mot et maks dyp på 712 m.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

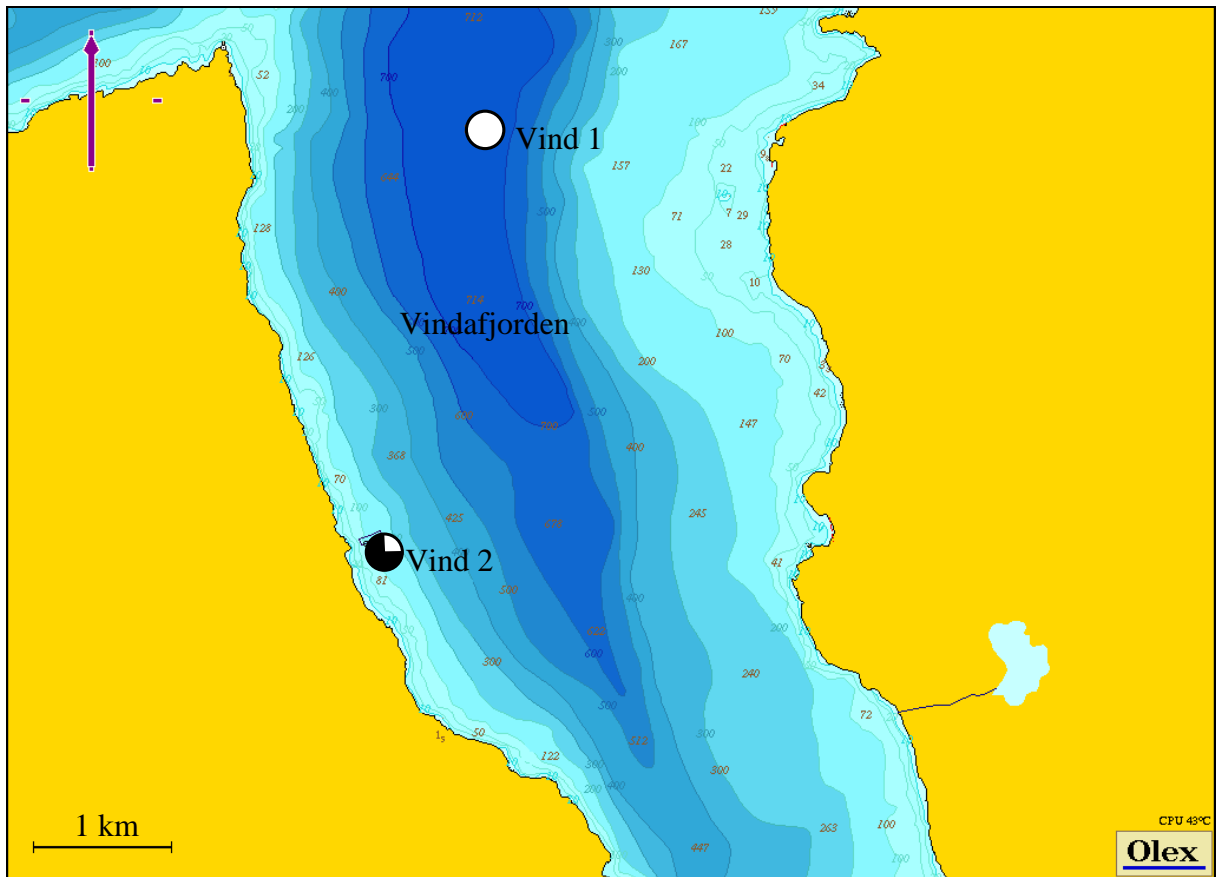
Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Astri S* den 20. desember 2007. Det ble tatt prøver fra en stasjon rett ved anlegget, og en i dypet av fjorden.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra den dypeste stasjon. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

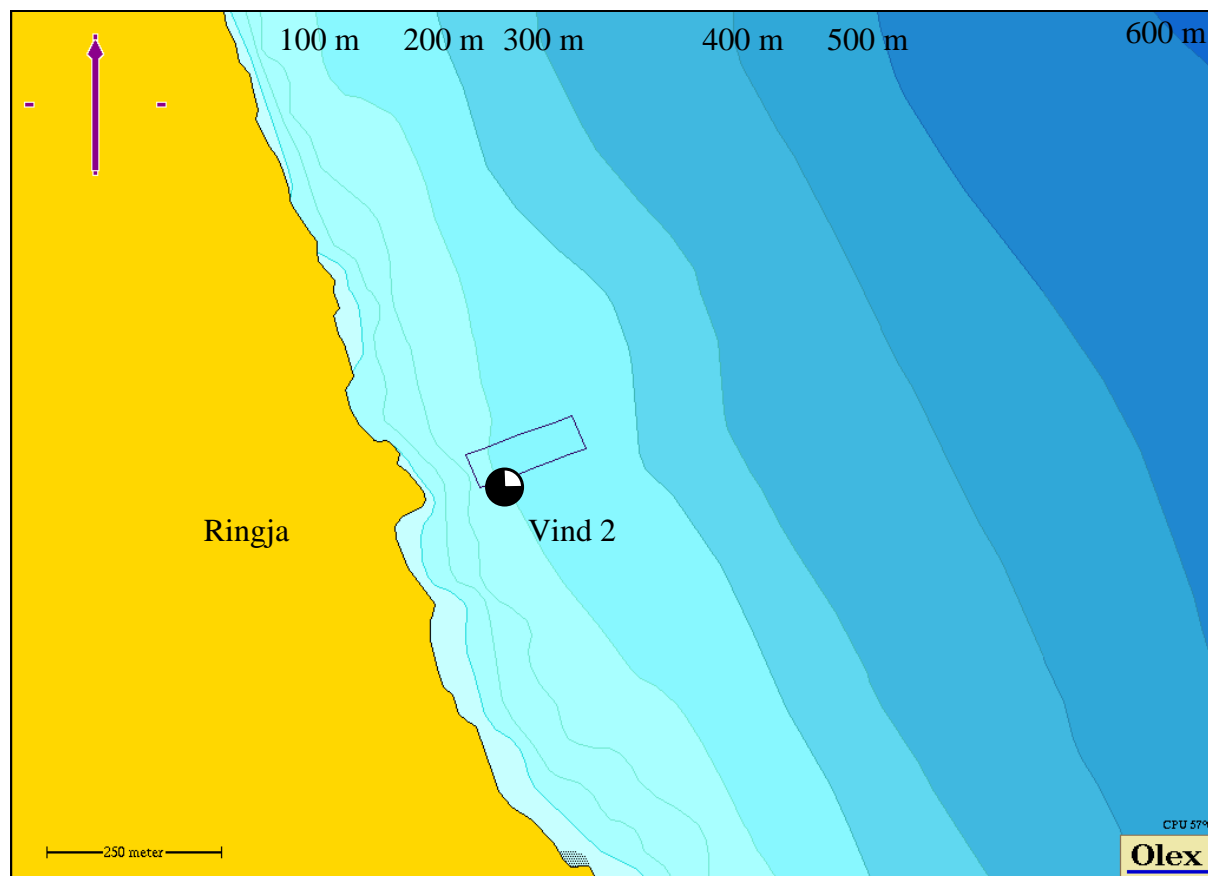
Til innsamling av vannprøver ble det benyttet Nansen-vannhentere. Saltholdighet ble bestemt med salinometer (Autolab, modell MKIII). Oksygeninnholdet (ml/l) ble bestemt etter Winklers metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet. Tettheten av sjøvannet ( $\sigma_t$ ) ble beregnet. Tettheten øker i sjøvann med økende saltholdighet og avtagende temperatur.



**Figur 2.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet i Vindafjorden avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.2.** Utsnitt av Vindafjorden med referansestasjonen i dypet og stasjonen ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.



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

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i desember 2007. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

| Stasjon<br>Dato        | Sted<br>Posisjon (WGS-84)                  | Dyp<br>(m) | Hugg<br>nummer | Prøve<br>volum (l) | Andre opplysninger   |
|------------------------|--|------------|----------------|--------------------|--|
| St. Vind 1<br>20.12.07 | Vindafjorden<br>59°25,912'N<br>05°52,505'Ø | 712        | 1              | 17                 | Grått finkornet sediment.  |
|                        |  |            | 2              | 17                 | Geologi og kjemi fra 3. hugg.                                      |
|                        |  |            | 3              | 17                 |  |
| St. Vind 2<br>20.12.07 | Vindafjorden<br>59°24,293'N<br>05°51,680'Ø | 115        | 1              | 17                 | Svart sediment med mye organisk materiale og mye blåskjells skall. |
|                        |  |            | 2              | 12                 | Geologi og kjemi fra 1. hugg.                                      |
|                        |  |            | 3              | 12                 |  |



### 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 kornfordelingsanalysen, 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 sedimentoverflaten, og lukte råttent ( $H_2S$ ). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### **2.2.3 Kjemiske analyser**

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget, fra hver stasjon til analyse av de kjemiske parametrene. Analysene ble utført av AnalyCen AS (akkrediteringsnummer Test 043). 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. Analysen av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i SFT's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

### **2.2.4 Bunndyr**

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil 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  $0,1 \text{ m}^2$ . Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor

langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 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 hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

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

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er

diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

I kartet over innsamlingsområdet er stasjonene markert med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997) og Bakke et al. 2007. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

| Parameter | Måleenhet                  | Tilstandsklasse              |           |                                |              |                      |       |
|-----------|----------------------------|------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------------|-------|
|           |                            | I<br>Bakgrunn<br>(meget god) | II<br>God | III<br>Moderat<br>(mindre god) | IV<br>Dårlig | V<br>Svært<br>dårlig |       |
| Dypvann   | Oksygen                    | ml O <sub>2</sub> /l         | >4,5      | 4,5-3,5                        | 3,5-2,5      | 2,5-1,5              | <1,5  |
| Sediment  | Shannon-Wiener indeks ('H) |                              | >4        | 4-3                            | 3-2          | 2-1                  | <1    |
|           | Organisk karbon            | mg/g                         | <20       | 20-27                          | 27-34        | 34-41                | >41   |
|           | Sink                       | mg Zn/kg                     | <150      | 150-360                        | 360-590      | 590-4500             | >4500 |
|           | Kobber                     | mg Cu/kg                     | <35       | 35-51                          | 51-55        | 55-220               | >220  |

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

| Miljøtilstand                     | Kriterier   |
|-----------------------------------|---|
| Miljøtilstand 1<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

Lokaliteten ble tatt i bruk i april 1998 og var høsten 2007 inne i sin femte produksjonssyklus. Fisken som ble satt ut våren 2006, ble utslaktet desember 2007. Denne miljøundersøkelsen ble foretatt på slutten av siste produksjonssyklus. Før oppstart av siste produksjonssyklus var anlegget brakklagt i fire måneder. Ny fisk er planlagt satt ut i september 2008.

**Tabell 2.4.** Fôrforbruk pr. mnd. (kg) på lokaliteten Ringja i 2001 -2005.

|                  | 2001             | 2002             | 2003             | 2004             | 2005             | 2006             | 2007             |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Januar</b>    | 146 200          | 0                | 210 500          | 0                | 203 000          | 0                | 270 000          |
| <b>Februar</b>   | 110 282          | 0                | 157 000          | 0                | 191 000          | 0                | 28 1 000         |
| <b>Mars</b>      | 154 468          | 0                | 187 500          | 0                | 189 500          | 0                | 298 500          |
| <b>April</b>     | 151 956          | 0                | 269 000          | 0                | 247 000          | 420              | 320 000          |
| <b>Mai</b>       | 179 857          | 18 700           | 457 500          | 15 575           | 404 500          | 12 415           | 515 500          |
| <b>Juni</b>      | 306 689          | 49 600           | 418 500          | 78 075           | 593 500          | 52 600           | 607 000          |
| <b>Juli</b>      | 206 826          | 92 000           | 318 000          | 119 400          | 486 000          | 72 600           | 729 500          |
| <b>August</b>    | 199 912          | 116 000          | 247 500          | 170 000          | 457 000          | 134 000          | 573 000          |
| <b>September</b> | 130 011          | 140 000          | 262 000          | 229 500          | 542 500          | 265 600          | 381 000          |
| <b>Oktober</b>   | 73 157           | 235 000          | 253 000          | 219 000          | 294 000          | 236 500          | 286 500          |
| <b>November</b>  | 18 000           | 341 200          | 133 000          | 246 500          | 185 500          | 288 175          | 179 000          |
| <b>Desember</b>  | 3 000            | 257 500          | 0                | 351 000          | 53 000           | 375 600          | 134 000          |
| <b>Sum</b>       | <b>1 682 359</b> | <b>1 252 002</b> | <b>2 915 503</b> | <b>1 431 054</b> | <b>2 316 505</b> | <b>1 437 910</b> | <b>4 575 000</b> |

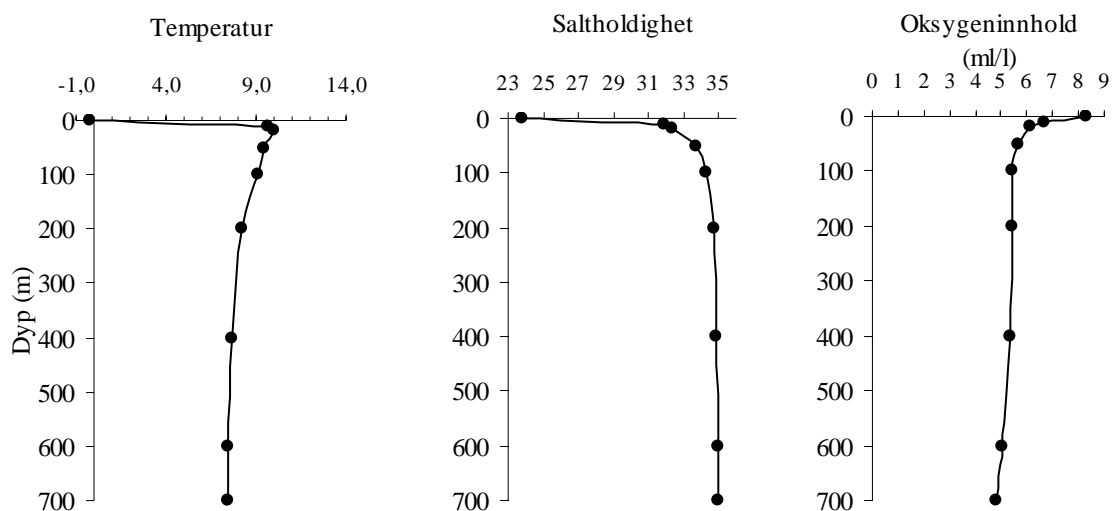
## 3 RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt i ni forskjellige dyp fra overflaten til 700 m dyp, på stasjon Vind 1. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

**Tabell 3.1.** Resultater fra hydrografimålingene på Vind 1 den 20. desember 2007.

| Stasjon | Dyp (m) | Temp. (°C) | Oksygen |         | Sikt (m) |       |    |
|---------|---------|------------|---------|---------|----------|-------|----|
|         |         |            | Salt.   | Tetthet |          |       |    |
| Vind 1  | 0       | -0,20      | 23,78   | 19,11   | 8,26     | 94,6  | 17 |
|         | 10      | 9,70       | 31,92   | 24,63   | 6,67     | 102,8 |    |
|         | 20      | 9,95       | 32,36   | 24,92   | 6,15     | 95,6  |    |
|         | 50      | 9,40       | 33,72   | 26,08   | 5,67     | 87,8  |    |
|         | 100     | 9,10       | 34,32   | 26,59   | 5,42     | 83,8  |    |
|         | 200     | 8,20       | 34,74   | 27,06   | 5,45     | 82,8  |    |
|         | 400     | 7,65       | 34,87   | 27,24   | 5,34     | 80,1  |    |
|         | 600     | 7,40       | 34,93   | 27,33   | 5,03     | 75,0  |    |
|         | 700     | 7,40       | 34,92   | 27,32   | 4,84     | 72,3  |    |

**Figur 3.1.** Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold fra overflaten og til 700 meter dyp på stasjon Vind 1 den 20. desember 2007.

Temperaturen var  $-0,2$  °C i overflaten, og steg til  $9,9$  °C på 20 m dyp før den sank til  $7,4$  °C på 600 m dyp. Saltholdighetsmålingene viser et ferskere lag i overflaten med en saltholdighet på 23,8. På 10 m var saltholdigheten 31,9 og økte videre nedover i vannsøyla til 34,9 på 700 m dyp (Tabell 3.1). Oksygeninnholdet var høyest på i overflaten med 8,2 ml/l, og sank til 4,8 ml/l på 700 m dyp. Dette plasserer bunnvannet i SFT's tilstandsklasse I (meget god).

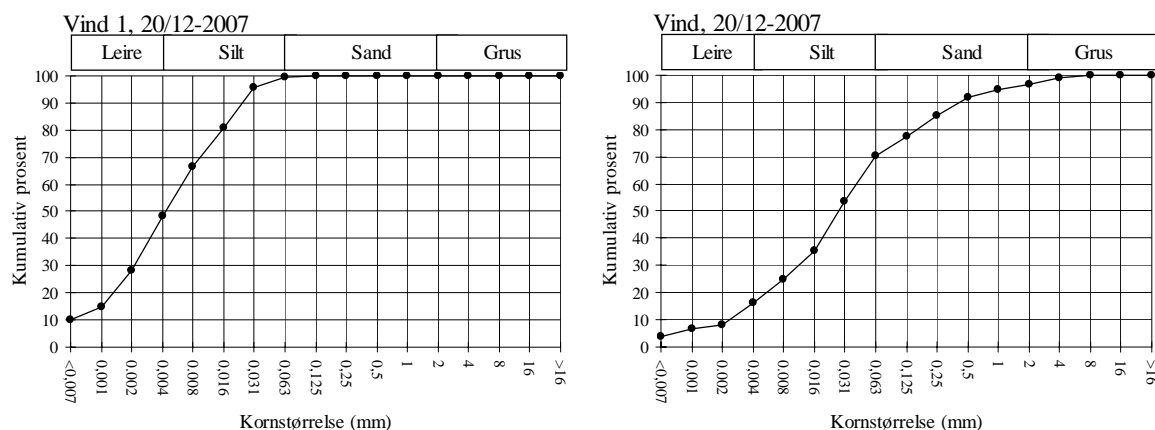
### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2007 er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.2.

**Tabell 3.2.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra to stasjoner ved Ringja i 2007.

| Stasjon       | Dyp (m) | Organisk innhold (% glødetap) | Leire (%) | Silt (%) | Leire+Silt (%) | Sand (%) | Grus (%) |
|---------------|---------|-------------------------------|-----------|----------|----------------|----------|----------|
| <b>Vind 1</b> | 712     | 9,57                          | 48        | 51       | 100            | 0        | 0        |
| <b>Vind 2</b> | 115     | 28,85                         | 16        | 54       | 70             | 26       | 3        |

Stasjonen ute i dypet av fjorden (Vind 1) hadde et lavt organisk innhold på 9,57 %. På stasjon Vind 2 like ved anlegget var det 28,85 %, som er høyt. Sedimentet på denne stasjonen var svart og det ble registrert en del organisk materiale i prøven i felt. Dette kan være rester etter et ras som gikk i området for seks år siden. Vind 1 hadde et finkornet sediment med 100 % finfraksjon (leire + silt). Vind 2 hadde også et finkornet sediment med 70 % finfraksjon (leire + silt), men et sand- og grusinnhold på henholdsvis 26 % og 3 %, indikerer at det er noe mer strøm langs bunnen på Vind 2.



**Figur 3.2.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Ringja i 2007.

### 3.3 Kjemi

Innholdet av TOC/100 g sediment var 1,9 og 1,2 på henholdsvis Vind 1 og Vin 2. For å benytte SFT's tilstandsklasse på TOC, må de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Ved å benytte formelen gitt i SFT's fikk Vind 1 og Vind 2 en normalisert TOC verdi på henholdsvis 19 og 17 mg/g, som

plasserer stasjonene i SFT's tilstandsklasse I (Meget god). Innholdet av kobber og sink var i tilstandsklasse I (Bakgrunn) på Vind 1, mens konsentrasjonene på Vind 2 var i SFT's tilstandsklasse IV (Dårlig). Kjeldal-Nitrogen og fosfor inngår ikke i SFT's manual. Dette var lave verdier sammenlignet med verdier fra andre oppdrettslokaliteter.

**Tabell 3.3.** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (T.kl.) er oppgitt etter SFT' klassifisering (Bakke et al. 2007) for sink og kobber.

|        | Kobber<br>(mg/kg TS) | T.kl | Sink<br>(mg/kg TS) | T.kl | Normalisert<br>TOC (mg/g) | T.kl | Fosfor<br>(g/kg TS) | Nitrogen- Kjeldahl<br>(g/kg TS) | TS<br>(%) |
|--------|----------------------|------|--------------------|------|---------------------------|------|---------------------|---------------------------------|-----------|
| Vind 1 | 21                   | I    | 110                | I    | 19                        | I    | 0,68                | <2.6                            | 38,5      |
| Vind 2 | 100                  | IV   | 770                | IV   | 17                        | I    | 41                  | 11                              | 35,0      |

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabellene 3.4 - 3.5, Figurene 3.3 - 3.4 og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i desember 2007. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskrementer) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk stoff.

På Vind 1 som ligger på 712 m dyp, ble det funnet 22 arter med til sammen 163 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,6 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse II (God). Jevnheten ble beregnet til 0,8 som også er bra. Den mest tallrike arten var børstemarken *Melythasides laubieri* med 33 individer, noe som utgjorde 20,2 % av alle individene (Tabell 3.5). *Melythasides laubieri* er en dypvannsart som vi finner i de dype fjordene på Vestlandet. Ellers viser artene som ble funnet på denne stasjonen, at forholdene var gode.

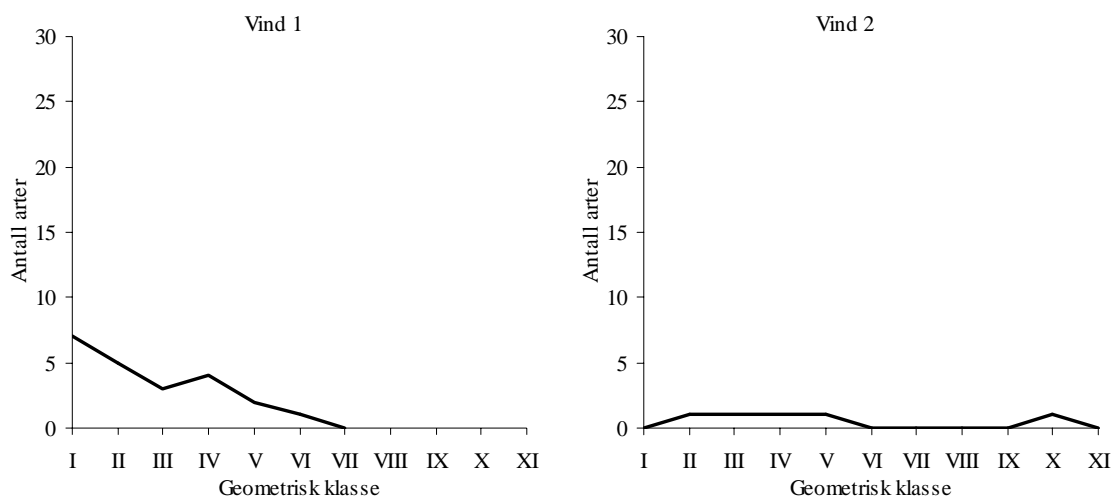


I bunndyrsprøvene fra Vind 2 ble det bare funnet 5 arter med til sammen 845 individer. Diversiteten ble beregnet til 0,3 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse V (Meget dårlig). I følge MOM standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor utarbeidet etter eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet får Vind 2 Miljøtilstand 3 (dårlig) (Tabell 2.3). Dette er den nest dårligste tilstanden. De geometriske klassene viser også at det var dårlige forhold ved Vind 2.

De multivariate analysene viser at det er stor forskjell i faunaen mellom de to stasjonene, mens det er stor likhet i faunaen mellom de to huggene fra hver stasjon (Figur 3.4).

**Tabell 3.4.** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ) og beregnet maksimal diversitet ( $H'_{max}$ ) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon.

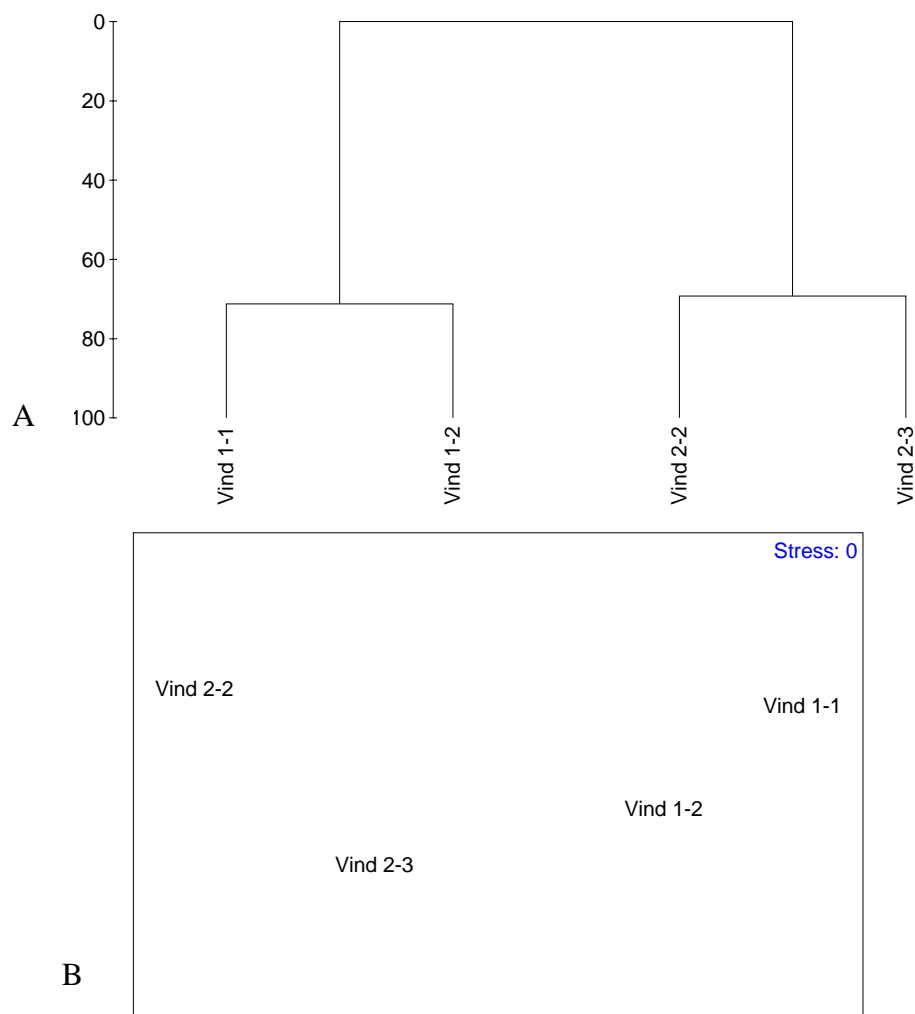
| Stasjon | Hugg nr. | Dyp (m) | Antall individer | Antall arter | Diversitet ( $H'$ ) | Jevnhet ( $J$ ) | $H'_{max}$ | SFT's T.kl. | MOM T.kl. |
|---------|----------|---------|------------------|--------------|---------------------|-----------------|------------|-------------|-----------|
| Vind 1  | 1        |         | 73               | 18           | 3,7                 | 0,9             | 4,2        | II          |           |
|         | 2        |         | 90               | 16           | 3,3                 | 0,8             | 4,0        |             |           |
|         | Sum      | 712     | 163              | 22           | 3,6                 | 0,8             | 4,5        |             |           |
| Vind 2  | 2        |         | 354              | 3            | 0,1                 | 0,1             | 1,6        |             |           |
|         | 3        |         | 491              | 5            | 0,5                 | 0,2             | 2,3        |             |           |
|         | Sum      | 115     | 845              | 5            | 0,3                 | 0,1             | 2,3        |             | 3         |



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

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

| Vind 1                         |        |                    |       | Vind 2                         |        |                    |       |
|--------------------------------|--------|--------------------|-------|--------------------------------|--------|--------------------|-------|
| Arter                          | Antall | 0,2 m <sup>2</sup> |       | Arter                          | Antall | 0,2 m <sup>2</sup> |       |
|                                |        | %                  | Kum % |                                |        | %                  | Kum % |
| <i>Melythasides laubieri</i>   | 33     | 20,2               | 20,2  | <i>Capitella capitata</i>      | 807    | 95,5               | 95,5  |
| <i>Heteromastus filiformis</i> | 26     | 16,0               | 36,2  | <i>Paramphinome jeffreysii</i> | 23     | 2,7                | 98,2  |
| <i>Montacuta ferruginosa</i>   | 21     | 12,9               | 49,1  | <i>Palpiphitime lobifera</i>   | 8      | 0,9                | 99,2  |
| <i>Amphilepis norvegica</i>    | 14     | 8,6                | 57,7  | <i>Prionospio steenstrupii</i> | 5      | 0,6                | 99,8  |
| <i>Thyasira equalis</i>        | 12     | 7,4                | 65,0  | <i>Chaetozone sp.</i>          | 2      | 0,2                | 100,0 |
| <i>Brissopsis lyrifera</i>     | 12     | 7,4                | 72,4  |                                |        |                    |       |
| <i>Kelliella abyssicola</i>    | 10     | 6,1                | 78,5  |                                |        |                    |       |
| <i>Cerianthus lloydii</i>      | 7      | 4,3                | 82,8  |                                |        |                    |       |
| <i>Onchnesoma steenstrupi</i>  | 5      | 3,1                | 85,9  |                                |        |                    |       |
| <i>Nucula tumidula</i>         | 5      | 3,1                | 89,0  |                                |        |                    |       |

**Figur 3.4.** De multivariate analysene viste at det var stor likhet mellom de to huggene fra hver enkelt stasjon, men stor forskjell i faunasammensetningen mellom stasjonene. A) Cluster og B) MDS-plott med stressfaktor 0. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Bassert på Bray-Curtis indeks. Vind1-1 er første hugg fra Vind 1 osv.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved en oppdrettslokalitet ved Ringja i Vindafjorden, Tysvær kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20. desember 2007. Det ble samlet prøver fra to stasjoner, en ved anlegget og en i dypet av fjorden.

Hydrografimålingene viste at det var gode oksygenforhold i dypet av fjorden.

Kornfordelingsanalysene viste at det var et finkornet sediment, med 100 % finfraksjon (leire og silt), i den dypeste delen av fjorden. Stasjonen like ved anlegget hadde et noe mer grovkornet sediment som indikerer noe mer strøm. Innholdet av TOC var lavt og i tilstandsklasse I (Meget god) på begge stasjonene. Det organiske innholdet (glødetap) var litt høyt på denne stasjonen. I felt ble det registrert en del organisk materiale i prøven, og et forholdsvis mørkt sediment. Dette kan være jordrester som stammer fra et ras som gikk i området for seks år siden. Innholdet av sink og kobber var i SFT's tilstandsklasse I (Bakgrunn) i dypet av fjorden mens de to parametrene var i tilstandsklasse IV (Dårlig) like ved anlegget.

På stasjonen like ved anlegget ble det funnet 5 arter med til sammen 845 individer. Den mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 95,5 % av alle individene. Stasjonen fikk Miljøtilstand 3 (dårlig). Det ble funnet 22 arter i sedimentet i dypet av fjorden, og diversiteten ble beregnet til 3,6 som gir SFT's tilstandsklasse II (God).

Prøvene tatt like ved anlegget viser at driften ved anlegget har vært helt opp mot det lokaliteten kan tåle.

## 5 TAKK

Vi takker Per Hausken på *Astri S* for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Gisle vassenden og Amir Ebrahim Yazdanpanah Amin. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av A. Amin, T.M. Ensrud, K. L. Nielsen, T. Alvestad og F. Lie. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. *Langtidsovervåking av trofiutviklingen langs Sør Noreg. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91*. Overvåkingsrapport 510/93. TA 914/1993.
- 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.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

**7 VEDLEGG**

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Vedleggstabell 1. Artsliste .....</i>                   | <i>26</i> |
| <i>Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....</i>          | <i>28</i> |
| <i>Vedleggstabell 3. Analysebevis.....</i>                 | <i>29</i> |

## Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

### 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 bunndyr-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 bunndyrprøver 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.

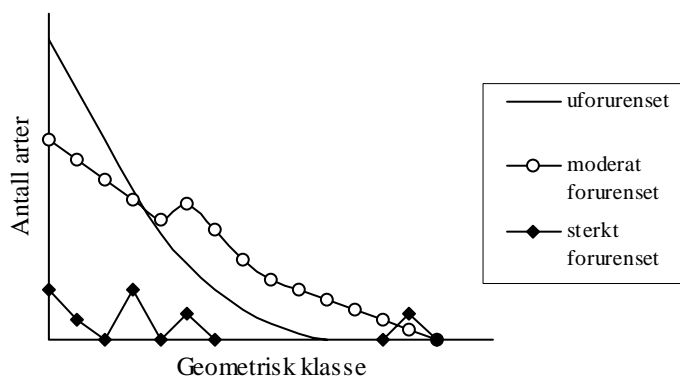
### Geometriske klasser

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 & 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 & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

**Tabell v1.** Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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

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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

### Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) (Shannon & Weaver 1949):

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

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 uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte:

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

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

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélín 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrsprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

**Tabell v2.** Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks (Molvær et al. 1997).

| Parameter                              | Tilstandsklasse  |             |                     |                |                     |
|--|------------------|-------------|---------------------|----------------|---------------------|
|  | I<br>"Meget god" | II<br>"God" | III<br>"Mindre god" | IV<br>"Dårlig" | V<br>"Meget dårlig" |
| Bunndyr Shannon-Wiener indeks ( $H'$ ) | >4               | 4-3         | 3-2                 | 2-1            | <1                  |

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god "miljøstatus" i følge Molvær et al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.



## Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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, Thélín, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02* 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication.* - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

**Vedleggstabell 1. Artsliste**



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS  
**SEKSJON FOR ANVENDT  
MILJØFORSKNING (SAM)**

Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen  
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



**BENTHOS ARTSLISTE**

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS**

**Prosjekt nr.: 801368**

**Prøvetakingssted (område): Lokalitet Ringja, Vindafjorden Tysvær kommune**

**Dato for prøvetaking: 20. desember 2007**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): UNIFBOB AS SAM-Marin**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen**

**Artene er identifisert av: Per Johannessen (SAM).**

**Metode:** Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9423 og interne standard forskrifter.

**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 tilstede 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 1 side.

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

Signatur:.....*P.O. Johannessen*.....  
**Signaturberettiget**

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

| Side 1/1                   | Stasjon:  | Vind1 | Vind1 | Vind2  | Vind2  |
|----------------------------|-----------|-------|-------|--------|--------|
| Art                        | Hugg nr.: | 1.    | 2.    | 2.     | 3.     |
| * HYDROZOA                 |           |       |       |        |        |
| * Hydrozoa indet.          |           | +     | +     |        |        |
| * ANTHOZOA                 |           |       |       |        |        |
| Cerianthus lloydii         |           | 3     | 4     |        |        |
| * NEMERTINI indet.         |           | 3     |       |        |        |
| * NEMATODA indet.          |           |       |       | 692    | 965    |
| POLYCHAETA                 |           |       |       |        |        |
| Paramphinome jeffreysii    |           |       |       | 0/1    | 19/3   |
| Aphrodita aculeata         |           | 0/1   |       |        |        |
| Neoleanira tetragona       |           | 1     | 1     |        |        |
| Glycera lapidum            |           |       | 1     |        |        |
| Paradiopatra quadricuspis  |           |       | 1     |        |        |
| Lumbrineridae indet.       |           | 1     |       |        |        |
| Protodorvillea kefersteini |           |       |       | 1      |        |
| Palpiphitime lobifera      |           |       |       |        | 8      |
| Prionospio steenstrupii    |           |       |       |        | 4/1    |
| Paraonis sp.               |           |       | 2     |        |        |
| Chaetozone sp.             |           |       |       | 1      | 1      |
| Capitella capitata         |           |       |       | 288/64 | 359/96 |
| Heteromastus filiformis    |           | 10    | 15/1  |        |        |
| Amage auricula             |           |       | 1     |        |        |
| Melythasides laubieri      |           | 10    | 22/1  |        |        |
| SIPUNCULA                  |           |       |       |        |        |
| Onchnesoma steenstrupi     |           | 2     | 3     |        |        |
| CRUSTACEA                  |           |       |       |        |        |
| * Calanus finmarchicus     |           | 23    | 35    |        |        |
| * Heterorhabdus norvegicus |           | 1     |       |        |        |
| * Nebalia sp.              |           |       |       |        | 2      |
| Eriopisa elongata          |           | 2     |       |        |        |
| MOLLUSCA                   |           |       |       |        |        |
| Nucula tumidula            |           | 1/3   | 0/1   |        |        |
| Yoldiella lucida           |           | 2     |       |        |        |
| Yoldiella philippiana      |           | 1     |       |        |        |
| Thyasira obsoleta          |           | 2     | 0/1   |        |        |
| Thyasira equalis           |           | 6/2   | 2/2   |        |        |
| Montacuta ferruginosa      |           | 5/3   | 10/3  |        |        |
| Abra longicallus           |           | 1     |       |        |        |
| Kelliella abyssicola       |           | 0/2   | 4/4   |        |        |
| * BRYOZOA                  |           |       |       |        |        |
| * Bryozoa skorpeformet     |           |       |       | +      |        |
| OPHIUROIDEA indet.         |           |       |       |        |        |
| Amphilepis norvegica       |           | 2/6   | 0/6   |        |        |
| Brissopsis lyrifera        |           | 7     | 5     |        |        |
| * CHAETOGNATHA indet.      |           |       | 2     |        |        |
| * VARIA                    |           |       | +     |        |        |

**Vedleggstabell 2. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

| Geometrisk klasse | Vind 1 | Vind 2 | Vind 3 |
|-------------------|--------|--------|--------|
| I                 | 7      | 0      | 2      |
| II                | 5      | 1      | 3      |
| III               | 3      | 1      | 1      |
| IV                | 4      | 1      | 3      |
| V                 | 2      | 1      | 2      |
| VI                | 1      | 0      | 2      |
| VII               | 0      | 0      | 0      |
| VIII              |        | 0      | 0      |
| IX                |        | 0      | 1      |
| X                 |        | 1      | 0      |
| XI                |        | 0      | 1      |
| XII               |        |        | 0      |

## Vedleggstabell 3. Analysebevis

## Analyserapport

Moss

UNIFOB AS  
Helge Botnen  
SAM-marin  
Thormøhlensgt. 49  
5006 Bergen

AnalyCen 

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



|                             |  |                           |            |
|-----------------------------|--|---------------------------|------------|
| <b>Kundenummer</b>          | 8183600-1211502                                | <b>Prøvemottak</b>        | 03.01.2008 |
| <b>Prøvetyp</b>             | Sedimentprøve                                  | <b>Analysereport klar</b> | 30.01.2008 |
| <b>Oppdragsmerket</b>       | Prosjektnr 801368, ref 01/08. Stedkode 611101. |                           |            |
| <b>Sted for prøvetaking</b> | Her  |                           |            |

|                |              |              |              |              |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Lab.nr.</b> | NOV000346-08 | NOV000347-08 | NOV000348-08 | NOV000349-08 |
| <b>Merket</b>  | Her 3        | Vind 1       | Vind 2       | Vind 3       |
| <b>Tatt ut</b> | 19.12.2007   | 20.12.2007   | 20.12.2007   | 20.12.2007   |

| Parameter              | Enhet    |      |      |      |      |
|------------------------|----------|------|------|------|------|
| Totalt Organisk Karbon | g/100g   | 2.4  | 1.9  | 1.2  | 3.0  |
| Tørrstoff              | %        | 47.6 | 38.5 | 35.0 | 54.6 |
| *Nitrogen- Kjeldahl    | g/kg TS  | 2.1  | <2.6 | 11   | 1.8  |
| Fosfor, P              | g/kg TS  | 2.1  | 0.68 | 41   | 3.32 |
| Sink, Zn               | mg/kg TS | 97   | 110  | 770  | 97   |
| Kobber, Cu             | mg/kg TS | 18   | 21   | 100  | 170  |

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten  
erklaring til forkortelsene og \*, se baksiden.

# Analyserapport

Moss

# AnalyCen

UNIFOB AS  
Helge Botnen  
SAM-marin  
Thormøhlensgt. 49  
5006 Bergen

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



|                             |   |                           |            |
|-----------------------------|---|---------------------------|------------|
| <b>Kundenummer</b>          | 8183600-1191797   | <b>Prøvemottak</b>        | 23.11.2007 |
| <b>Prøvetyp</b>             | Sedimentprøve   | <b>Analysereport klar</b> | 18.12.2007 |
| <b>Oppdragsmerket</b>       | Stedkode: 611101 (sedimentprøver)<br>Prosjektnr 801028, ref 21/07 |                           |            |
| <b>Sted for prøvetaking</b> | Prosjektnr. 801028, ref 21/07                                     |                           |            |

|                        |   |      |               |                             |            |
|------------------------|---|------|---------------|-----------------------------|------------|
| <b>Lab.nr.</b>         | NOV038360-07                              |      |               |                             |            |
| <b>Merket</b>          | Ebne 5,                                   |      |               |                             |            |
| <b>Tatt ut</b>         | Prosjektnr.<br>801028, ref.<br>21.11.2007 |      |               |                             |            |
| <b>Parameter</b>       | <b>Enhet</b>                              |      | <b>Måleu.</b> | <b>Ref/Metode basert på</b> | <b>Lab</b> |
| *Nitrogen- Kjeldahl    | g/kg TS                                   | <1.6 | ±10%          | NS-EN 13654-1 m             | ○          |
| Fosfor, P              | g/kg TS                                   | 0.68 | ±20%          | NS-EN ISO 11885             | ○          |
| Sink, Zn               | mg/kg TS                                  | 37   | ±15%          | NS-EN ISO 11885             | ○          |
| Kobber, Cu             | mg/kg TS                                  | 6.8  | ±20%          | NS-EN ISO 11885             | ○          |
| Tørrstoff              | %   | 61.9 | ±15%          | NS 4764-1                   | ○          |
| Totalt Organisk Karbon | g/100g                                    | 0.7  | ±15%          | AJ 31                       |            |

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten  
Forklaring til forkortelsene og \*, se baksiden.

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – [www.analycen.no](http://www.analycen.no)

O Postboks 3055, 1506 Moss, Norge Tlf.: +47 69 27 98 00

Y Postboks 33, 1851 Mysen, Norge Tlf.: +47 69 89 53 50

AnalyCen Ecotox, Norge

E Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo, Norge Tlf.: +47 23 23 48 50

Lantmännen Analycen AB, Sverige – [www.analycen.se](http://www.analycen.se)

G Box 11404, 404 29 Göteborg, Sverige Tlf.: +46 31 61 37 40

K Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige Tlf.: +46 44 28 11 00

L Box 905, 531 19 Lidköping, Sverige Tlf.: +46 51 08 87 00

R Box 1743, 701 17 Örebro, Sverige Tlf.: +46 19 605 17 52

S Box 381 55, 100 64 Stockholm, Sverige Tlf.: +46 8 556 083 00

U Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige Tlf.: +46 18 68 10 80

Lantmännen Analycen A/S, Danmark – [www.analycen.dk](http://www.analycen.dk)

F Vesterballevej 4., 7000 Fredericia, Danmark Tlf.: +45 75 94 50 30

Lantmännen Analycen OY, Finland – [www.analycen.fi](http://www.analycen.fi)

T Hatanpääkatu, 33900 Tampere, Finland Tlf.: +358 3 3147 3201

AnalyCen Polska Sp.2.0.0, Polen

W ul. Potocka 4, 01 - 652 Warszawa Tlf.: +48 600 038 944

### Måleusikkerhet

Utvidet relativ måleusikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet.

(95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i.

For flere av analysene varierer måleusikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet.

For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.

Metodeoversikt og måleusikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

### Øvrige forklaringer

\* Ikke akkreditert av AnalyCen AS

m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner.

Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

### Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering og sertifisert av SEMKO.

Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i

NS-EN ISO 17025, NS-EN ISO 9001 og NS-EN ISO 14001

Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt.

Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

Hovedadministrasjon for AnalyCen AS, Norge; Moss. Foretaksnr.: NO 973 191 896 MVA