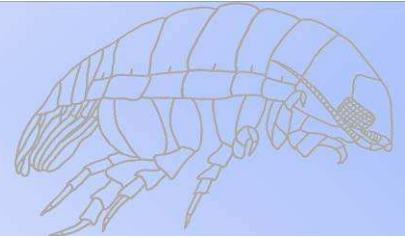


# SAM e-Rapport

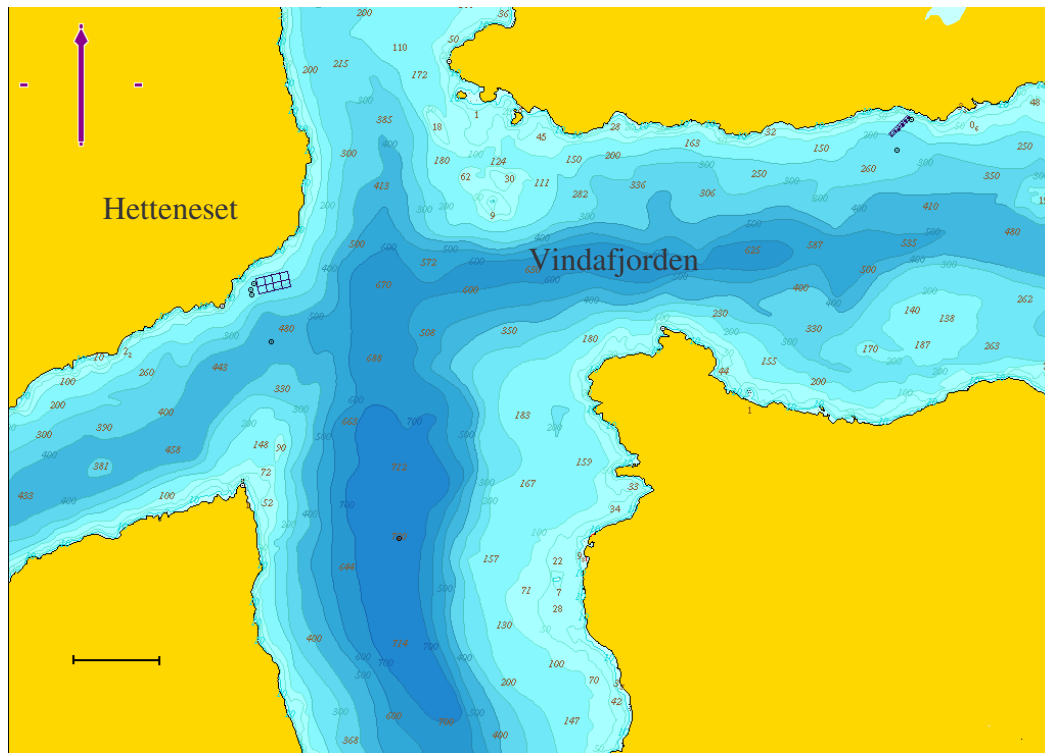
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 17-2008

## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Hetteneset, Vindafjord kommune i 2008*

Erling Heggøy  
Gisle Vassenden



**UNI FOB**  
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN  
UNIFOB AS

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Hetteneaset, Vindafjord kommune i 2008.	Dato: 25.6.2008
	Antall sider og bilag: 37
Forfatter(e): Erling Heggøy og Gisle Vassenden	Prosjektleder: Erling Heggøy
	Prosjektnummer: 801368

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	--------------------------

Abstract:



The aim of this investigation was to describe the environmental conditions at a fish farm site 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 measured chemical components in the sediment were low. The oxygen content in the deepest part of Vindafjorden was high. The bottom fauna was classified as good in the transition zone and in the deepest part of the fjord.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
---	---

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 17-2008

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	7/7-08	
Prosjektet / undersøkelsen:	7/7-08	

## INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>4</b>
2.2.1 Hydrografi .....	7
2.2.2 Sediment.....	7
2.2.3 Kjemiske analyser .....	8
2.2.4 Bunndyr.....	9
<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>13</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>14</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>18</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>19</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>19</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>20</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Hetteneet i Vindafjorden, Vindafjord kommune, lokalitetsnummer 1160. Innsamlingene ble gjennomført i 20. desember 2007 og 21. februar 2008. Det var utplassert et anlegg på lokaliteten fra oktober 2006 til januar 2007, da det ble tatt av en storm. Det er nå planlagt å legge ut et nytt anlegg på lokaliteten (Figur 2.2). Både på toktet i desember og i februar ble det samlet inn prøver fra andre oppdrettslokaliteter for Marine Harvest som er presentert i egen rapport.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene ved lokaliteten Hetteneet i Vindafjorden, før et nytt anlegg blir plassert ut. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og 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.

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.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkelsesområdet

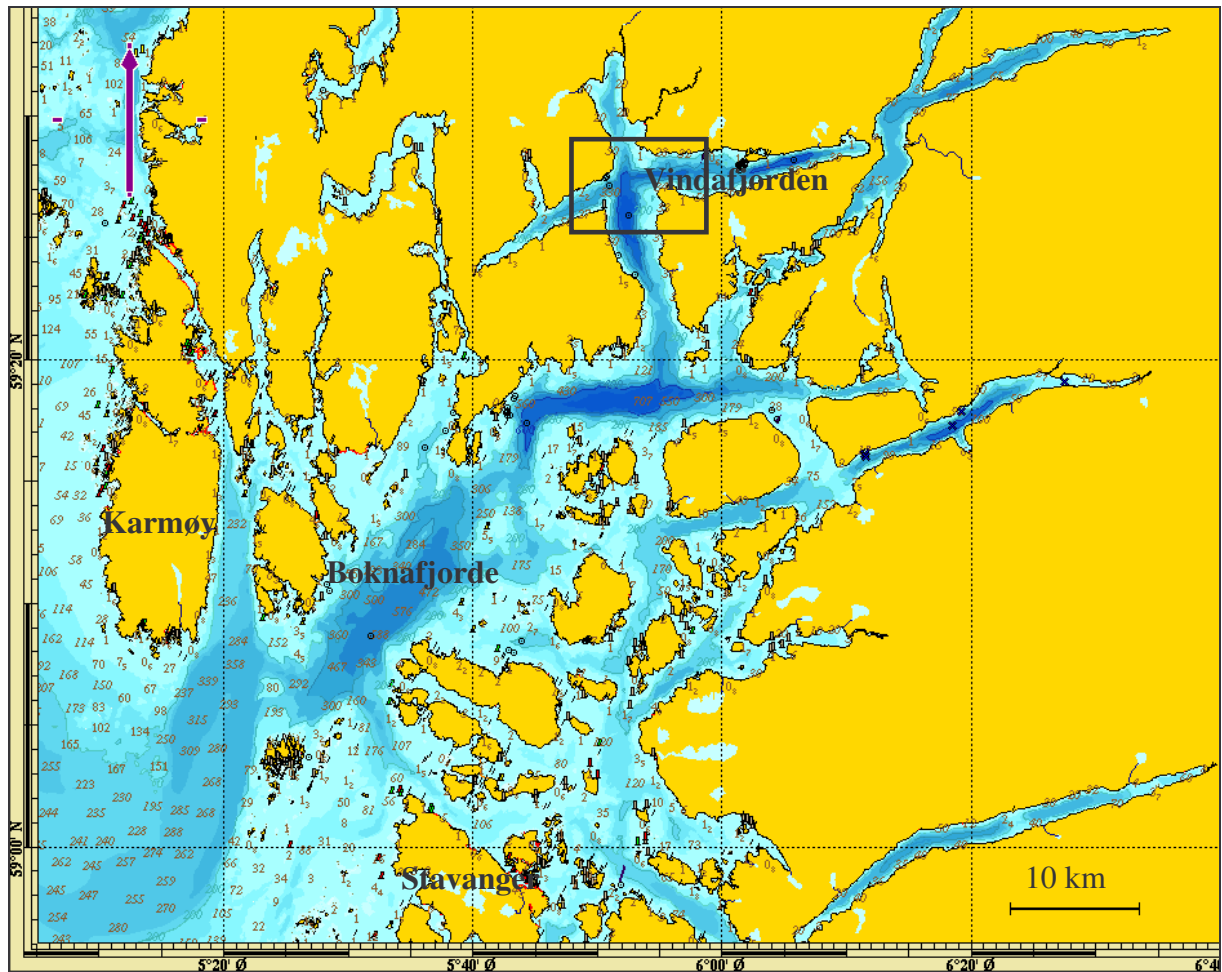
Undersøkelsesområdet ligger sørøst for Hetteneet i Vindafjorden (Figur 2.1 og 2.2). Bunnen under den planlagte plasseringen av anlegget skråer nedover fra ca 100 til vell 200 m. Bunnen skråer videre nedover til 712 m.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

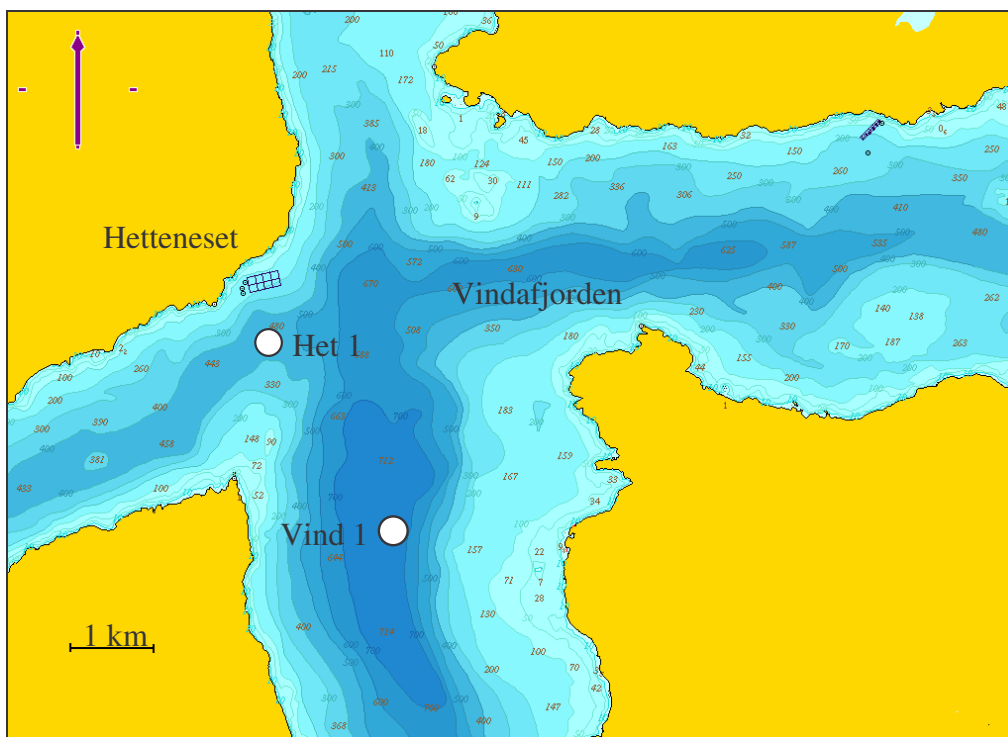
Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Astri S* den 20. desember 2007 og 21. februar 2008. Det ble forsøkt tatt prøve fra tre posisjoner like ved den planlagte plasseringen av anlegget, men bratt bunn gjorde at grabben rullet nedover. En fikk prøve fra en stasjon i overgangssonen og en i dypet av Vindafjorden.

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

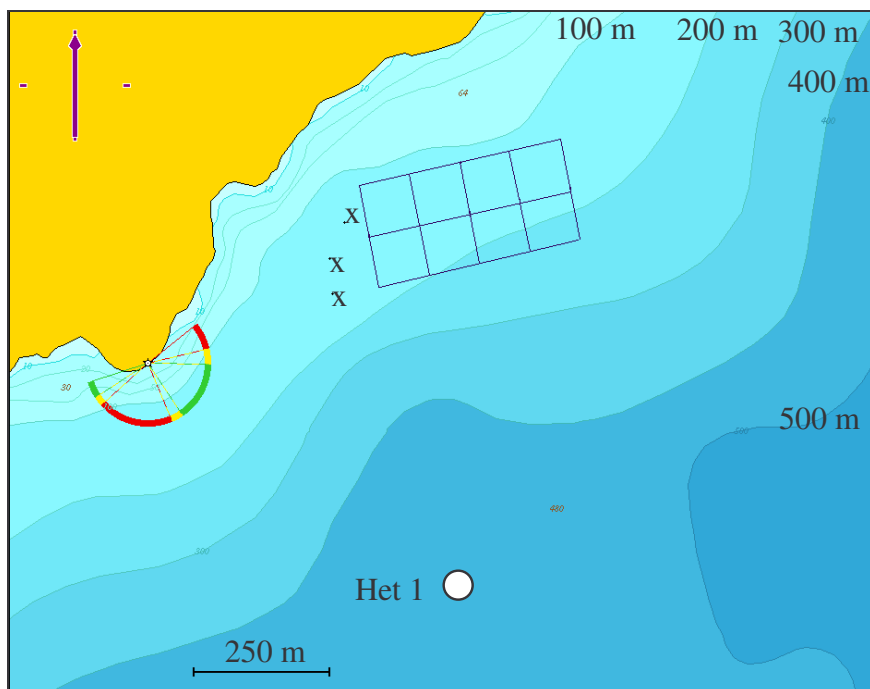
Til innsamling av vannprøver ble det benyttet Nansen-vannhentere. Saltholdighet ble bestemt med salinometer (Autolab, modell MKIII). Oksygeninnholdet (ml/l) ble bestemt etter Winklers metode og oksygenmetningen (% metning) ble beregnet. Tettheten av sjøvannet ( $\sigma_t$ ) ble beregnet. Tettheten øker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



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



**Figur 2.2.** Utsnitt av Vindafjorden med referansestasjonen i dypet og stasjonen ved Hetteneiset. 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 inntegnet. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Plassering av anlegget er markert som svart ringe. Vurdering av miljøforholdene på stasjonen er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. X = posisjon hvor det ble gjort forsøk på å få prøve. Kartkilde: Olex.



**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 20. desember 2007 og 21. februar 2008. 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 Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
21.02.08	Hettaneset 59°27,509'N 05°50,708'Ø	102	1	-	Forsøk 1, grabb rullet nedover fjellsiden
21.02.08	Hettaneset 59°27,474'N 05°50,679'Ø	124	1	-	Forsøk 2, grabb rullet nedover fjellsiden
21.02.08	Hettaneset 59°27,440'N 05°50,684'Ø	164	1	-	Forsøk 3, grabb rullet nedover fjellsiden
Het 1 21.02.08	Hettaneset 59°27,150'N 05°50,934'Ø	464	1 2	17 17	Grått finkornet sediment. Tatt ut prøve til geologi og kjemi fra 2. biologi hugget da det blåste opp og en ikke fikk tatt flere prøver.
Vind 1 20.12.07	Vindafjorden 59°25,912'N 05°52,505'Ø	712	1 2 3	17 17 17	Grått finkornet sediment. 2 bomhugg. Geologi og kjemi fra 3. hugg.

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en 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 til analyse av 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-Kjell Dahl 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).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensiale ( $E_h$ ) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter.  $E_h$  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 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  $0,1 \text{ m}^2$  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 2). 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 Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært 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 TOC/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 overgangssone 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> .

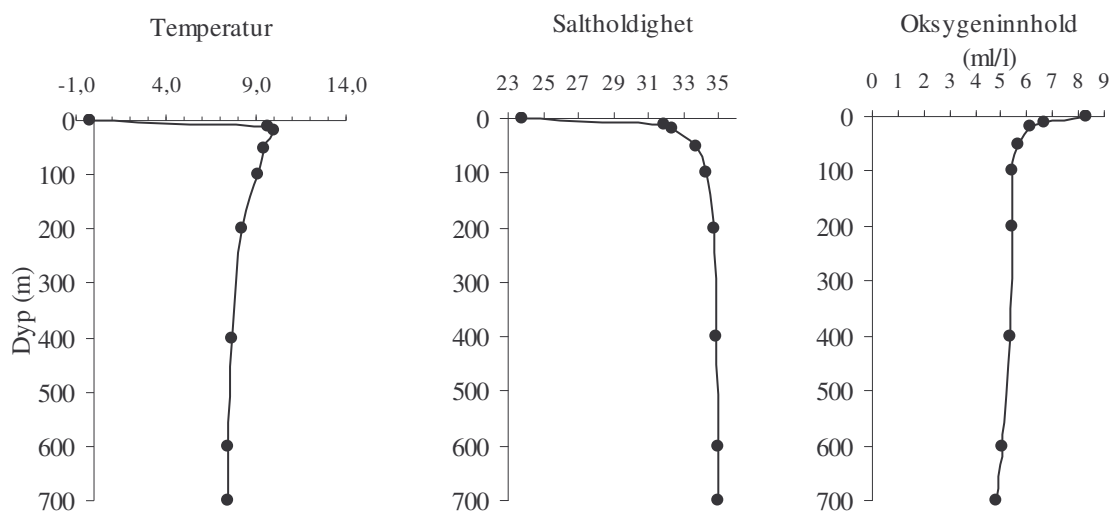
### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen 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	Oksygen						
Dato	Dyp	Temp.	Salt.	ml/l	Tetthet	Oks.met.	Sikt (m)
Vind 1	0	-0,20	23,78	8,26	19,11	94,6	17
20.12.2007	10	9,70	31,92	6,67	24,63	102,8	
	20	9,95	32,36	6,15	24,92	95,6	
	50	9,40	33,72	5,67	26,08	87,8	
	100	9,10	34,32	5,42	26,59	83,8	
	200	8,20	34,74	5,45	27,06	82,8	
	400	7,65	34,87	5,34	27,24	80,1	
	600	7,40	34,93	5,03	27,33	75,0	
	700	7,40	34,92	4,84	27,32	72,3	



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

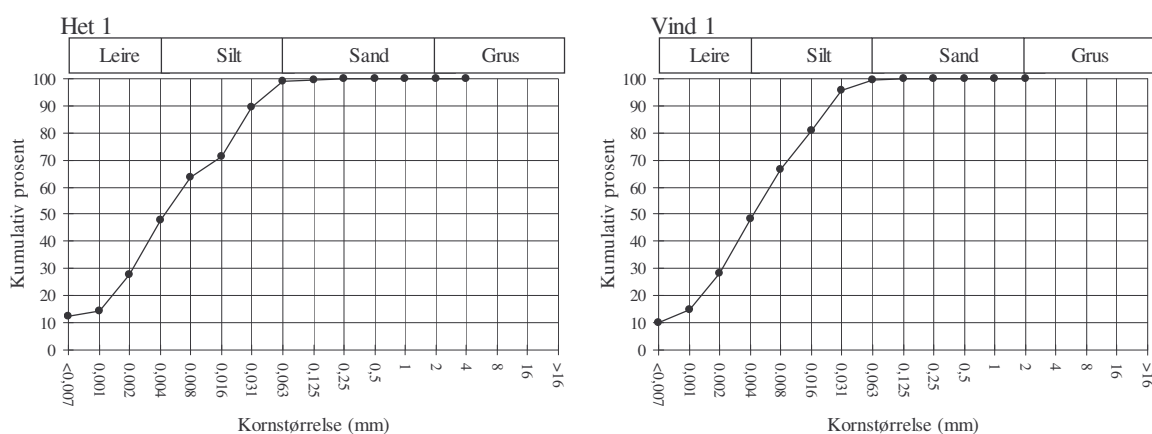
Temperaturen var  $-0,2^{\circ}\text{C}$  i overflaten, og steg til  $9,9^{\circ}\text{C}$  på 20 m dyp før den sank til  $7,4^{\circ}\text{C}$  på 600 m dyp. Saltholdighetsmålingene viser et markert ferskere lag i overflaten med en saltholdighet på 23,8. På 10 m var saltholdigheten 31,9 og økte videre 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 sediment-undersøkelsene er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.2.

**Tabell 3.2.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Hetteneset.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Het 1	464	10,1	48	51	99	1	0
Vind 1	712	9,57	48	51	100	0	0



**Figur 3.2.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Hetteneset og Vindafjorden.

Stasjonene Het 1 og Vind 1 hadde et finkornet sediment med henholdsvis 99 % og 100 % finfraksjon (leire + silt). Dette viser at det er svake strømmer langs bunnen ved i dypet av fjorden. Det organiske innholdet var lat på alle begge stasjonene.

### 3.3 Kjemi

#### Sediment analyser

Innholdet av kobber og sink var lavt og i SFT's tilstandsklasse I (Bakgrunn) på begge stasjonene. Fosfor inngår ikke i SFT's manual, men sammenlignet med andre MOM-C undersøkelser var også disse verdiene lave.

Innholdet av TOC/100 g sediment var 2,3 på Het 1 og 1,9 på Vind 1. 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). Hvis vi benytter formelen gitt i SFT's manual fikk stasjonene Het 1 og Vind 1 en normalisert TOC verdi på henholdsvis 23 og 19 mg/g, noe som plasserer stasjonene i henholdsvis tilstandsklasse II (God) og I (Meget god).

**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, kobber og normalisert TOC.

	Kobber (mg/kg)	T.kl	Sink (mg/kg)	T.kl	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl	Fosfor (g/kg)	TS (%)
Het 1	17	I	130	I	23	II	0,77	42,7
Vind 1	21	I	110	I	19	I	0,68	38,5

### Måling av pH og Redokspotensial ( $E_h$ )

Det ble foretatt pH og  $E_h$  måling av sedimentet fra Het 1 i februar 2008. Resultatene fra pH og  $E_h$  sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingene av pH og  $E_h$  plasserte Het 1 i beste tilstand i henhold til parametrene i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.4).

**Tabell 3.4.** Målte pH og  $E_h$  verdier i sedimentet fra Het 1. 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	$E_h$	pH/ $E_h$ poeng	Tilstand
Het 1	7,8	291	0	1

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.5 - 3.6, Figur 3.3 - 3.4, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i vinteren 2007 - 2008. 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 fiskeekskremer) 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.

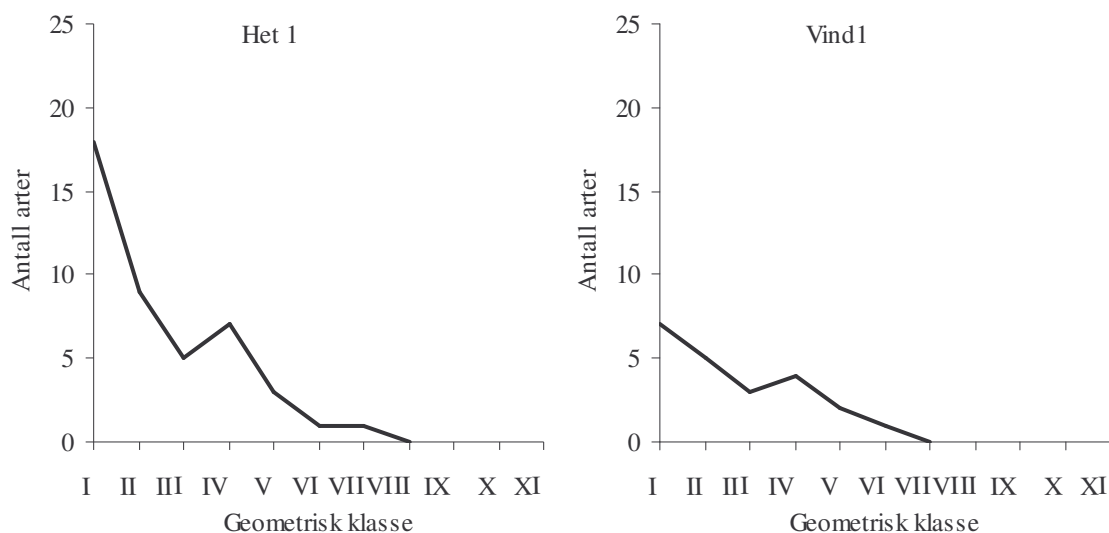
På Het 1, ble det funnet 44 arter med til sammen 329 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,2 som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse I (Meget god) (Tabell 2.3). Ved senere undersøkelser vil denne stasjonen være i overgangssonen til anlegget. For overgangssonen og nærsoneen til oppdrettsanlegg er det utarbeidet et eget klassifiseringssystem i MOM standarden. I henhold til denne klassifiseringen får bunnfaunaen beste tilstand. De geometriske klassene viste også at det var gode forhold ved stasjonen.

På Vind 1 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. Mellomannet var det bare to børstemarkar blant de ti mest tallrike artene.

De multivariate analysene viser at det var mye de samme artene, og at de registrerte artene hadde lik forekomst i hvert enkelt hugg på hver stasjon (Figur 3.4). Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som er funnet og hvor mange individer det er av hver art.

**Tabell 3.5.** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ) og beregnet maksimal diversitet ( $H'_{\max}$ ) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon.

Stasjon	Dyp (m)	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Diversitet ( $H'$ )	Jevnhet ( $J$ )	$H'_{\max}$	SFT's T.kl.
Het 1	464	1	138	28	4,04	0,84	4,81	I
		2	191	36	4,01	0,78	5,17	
		sum	329	44	4,22	0,77	5,46	
Vind1	712	1	73	18	3,71	0,89	4,17	II
		2	90	16	3,27	0,82	4,00	
		sum	163	22	3,61	0,81	4,46	

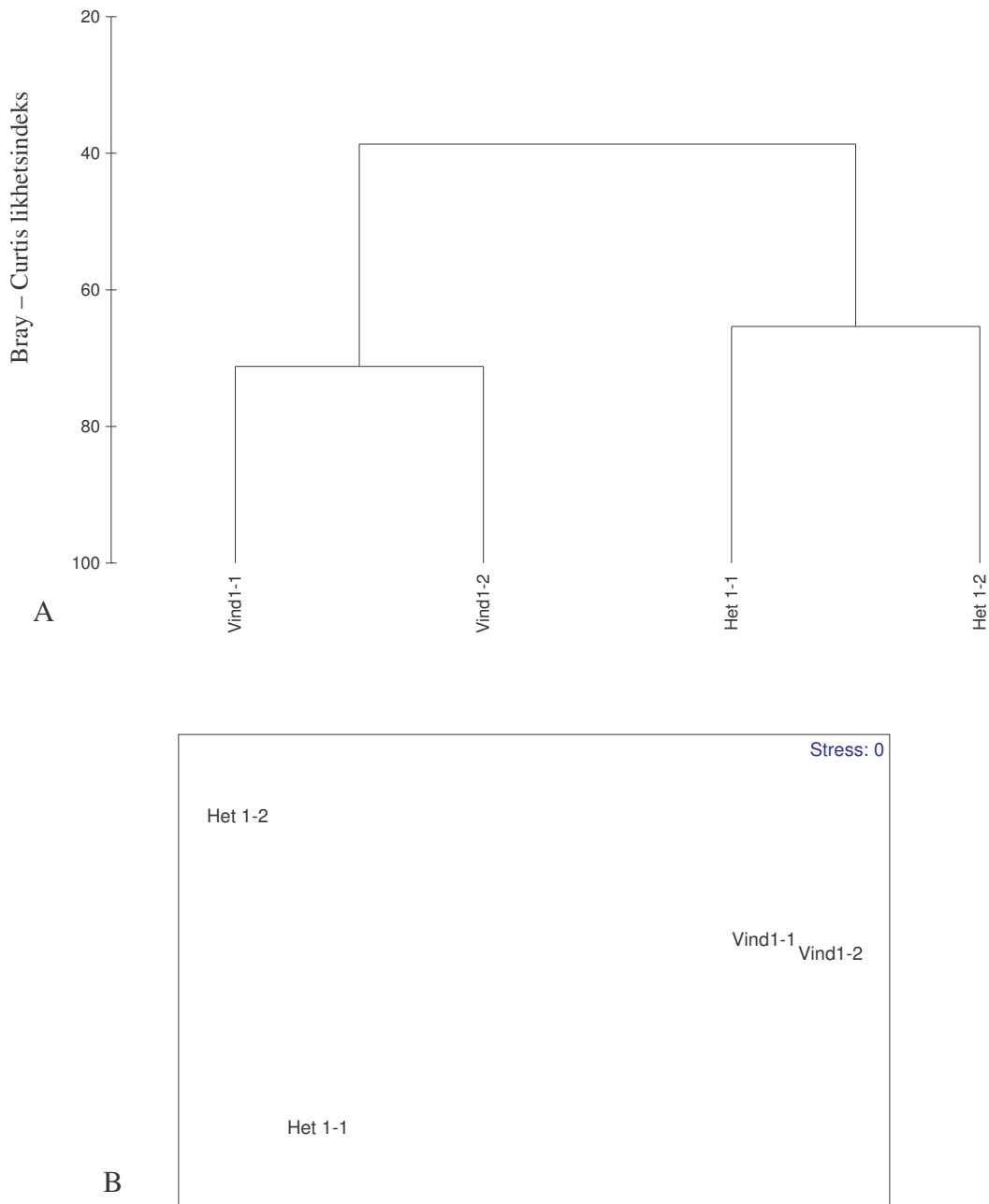


**Figur 3.3.** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

**Tabell 3.6.** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Het 1	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %
<i>Amythasides macroglossus</i>	79	24,0	24,0
<i>Kelliella abyssicola</i>	35	10,6	34,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	28	8,5	43,2
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	18	5,5	48,6
<i>Amphilepis norvegica</i>	17	5,2	53,8
<i>Eriopisa elongata</i>	15	4,6	58,4
<i>Aphelochaeta</i> sp.	15	4,6	62,9
<i>Terebellides stroemi</i>	14	4,3	67,2
<i>Lumbrineridae</i> indet.	14	4,3	71,4
<i>Paradiopatra fiordica</i>	11	3,3	74,8

Vind1	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %
<i>Melythasides laubieri</i>	33	20,2	20,2
<i>Heteromastus filiformis</i>	26	16,0	36,2
<i>Montacuta ferruginosa</i>	21	12,9	49,1
<i>Amphilepis norvegica</i>	14	8,6	57,7
<i>Thyasira equalis</i>	12	7,4	65,0
<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. Het1-1 er første hugg fra Het 1 osv.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved en oppdrettslokalitet ved Hetteneiset i Vindafjorden, hvor det er planlagt lagt ut et anlegg. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20. desember 2007 og 21. februar 2008. Det ble det gjort tre forsøk på å få prøver like ved den planlagte plasseringen av anlegget. Her viste det seg at bunnen var så bratt at grabben rullet nedover. Det ble isteden samlet prøver fra en stasjon nedenfor skråningen (overgangssonen) og fra dypet av fjorden (fjernsonen). Lokaliteten er tidligere benyttet i perioden oktober 2006 til januar 2007.

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

Det var et lavt organisk innhold på begge stasjonene. Begge stasjonene hadde et finkornet sediment bestående av leire og silt.

Innholdet av kobber og sink var lavt og i SFT's tilstandsklasse I (Bakgrunn). Innholdet av TOC var litt høyere på Het 1 enn Vind 1, henholdsvis SFT's tilstandsklasse II (God) og I (Meget god). pH og  $E_h$  målingene indikerte gode forhold på alle stasjonene.

Begge stasjonene hadde en rik fauna med diversitet på 4,2 og 3,6 på henholdsvis Het 1 og Vind 1. Dette tilsvarer SFT's tilstandsklasse I (Meget god) og II (God). Det er naturlig med litt laver artsmangfold i dypet av fjordene.

Bunnen under den planlagte plasseringen av anlegget skråer bratt nedover og en vil trolig ikke få oppsamling av fôr- og fekalierester under anlegget. Om det er gode strømforhold på lokaliteten vil, dette i kombinasjon med den skrående bunne gjøre dette til en god lokalitet.

## 5 TAKK

Vi takker Per Hausken og Lars Nårstad på *Astri S* for god hjelp og hyggelig tokt henholdsvis i desember 2007 og februar 2008. På toktet deltok Gisle Vassenden og Amir Amin.

Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av R. Tveiten, K. L. Nielsen, T. Alvestad og F. Lie. Bunndyrene ble identifisert av 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.
- 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> .....	21
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i> .....	28
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> .....	30
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i> .....	33
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i> .....	34

## Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

### Analyse av bunndyrdata

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

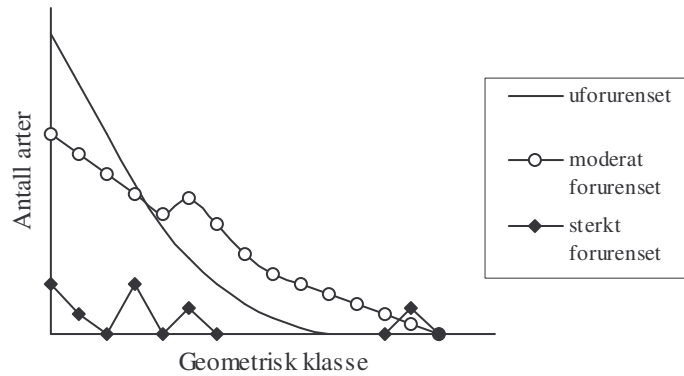
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 & 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 uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

der:  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter har likt individantall. Dersom  $H' = H'_{\max}$  er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær & al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene 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 og Hurlbert indeks (Molvær & al. 1997).

Parameter	Tilstandsklasse					
	I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"	
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks ( $H'$ )	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Hurlbert indeks ( $ES_{n=100}$ )	>26	26-18	18-11	11-6	<6

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 & 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.

### Flervariabel/multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS)) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & 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:

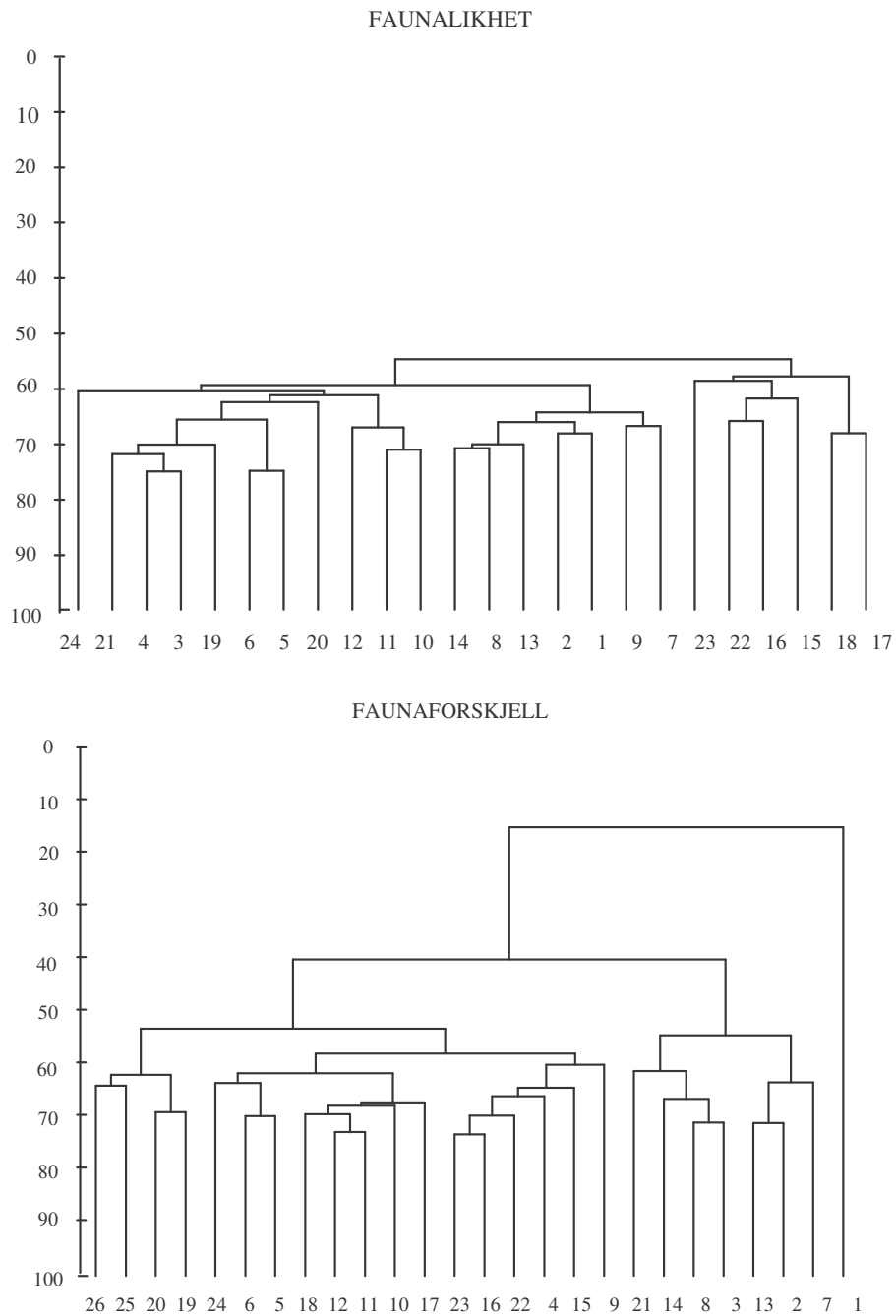
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

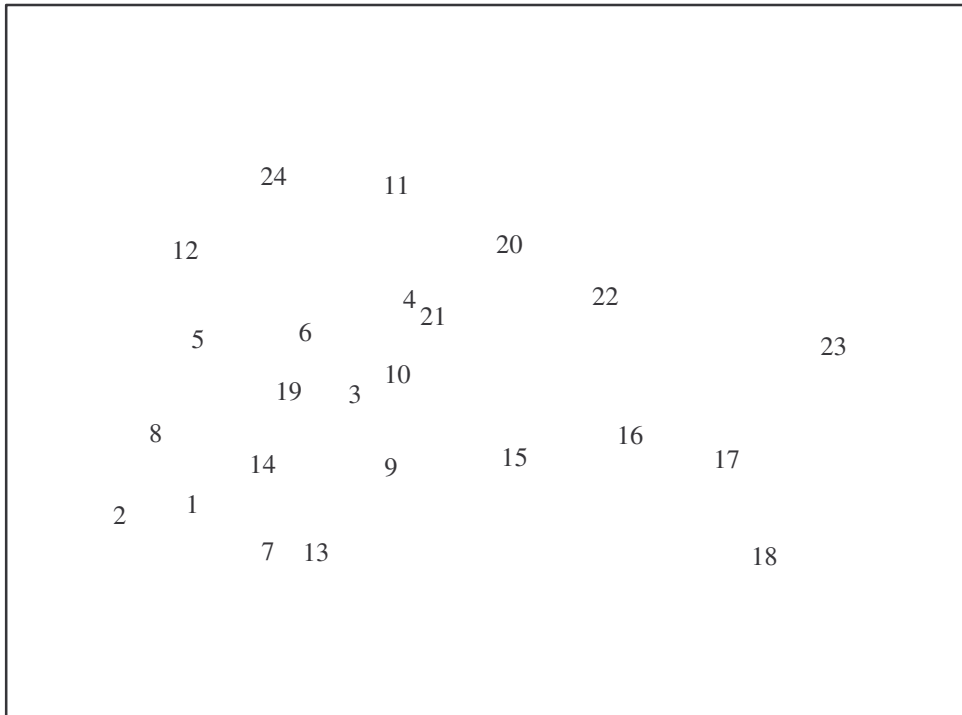
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet (J),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet.

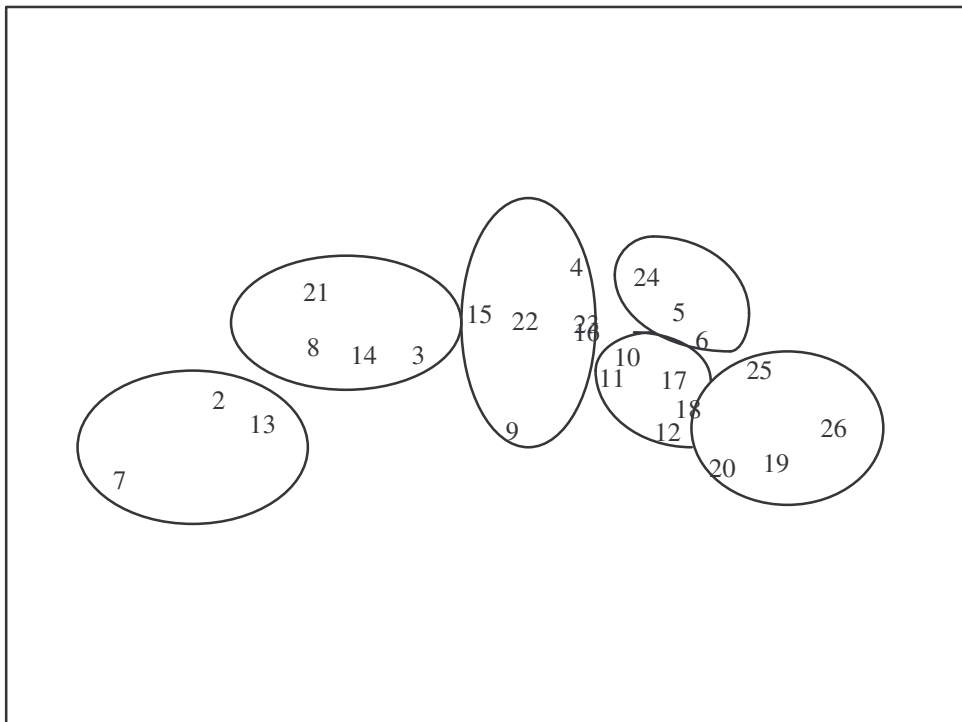


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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**

Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*

Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.

Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.

Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.

Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*

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

## Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.

**Tabell B1 - SKJEMA FOR PRØVETAKINGSTEDER - B-undersøkelsen**

**Firma:** Marine Harvest AS

**Konsesjonsnr:** RV0004; RV0016; RV0017; RV0018.

**Lokalitet:** Hettaneset, Vindafjord kommune

**Dato:** 21.02.2008

<b>Prøvetakingssted (nummer)</b>	Het 1																		
<b>Dyp (m)</b>	464																		
<b>Antall forsøk for prøvetaking</b>																			
<b>Bunntype:</b>	Skjellsand																		
	Sand/Grus																		
	Leire	x																	
	Mudder																		
	Steinbunn																		
	Fjellbunn																		
<b>Pigghuder</b>																			
<b>*Krepsdyr</b>																			
<b>*Bløtdyr</b>																			
<b>*Mark</b>																			
<b>**Malacoceros fuliginosus</b>																			
<b>Dyr fra anleggsinstallasjonen</b>	-																		
<b>For/fekalier</b>	-																		
<b>Beggiatoa</b>	-																		
<b>Spontan bobling</b>	-																		
<b>Bobling ved prøvetaking</b>	-																		
<b>Bobling i prøve</b>	-																		
<b>Grabb areal</b>	0,1 m <sup>2</sup>	<b>*Få/Mange/En art dominerer. **Antall individer noteres</b>																	

**Signatur:** Gisle Vassenden

**Tabell B2 - SKJEMA FOR KONTROLLBETINGELSER**

	Sjøvann	Sediment	pH-buffer
<b>Temperatur</b>	5,9	8	6,0
<b>pH</b>	7,7		
<b>E<sub>h</sub></b>	200	Referanseelektrodens potensial (mv)	217



**Tabell B3 - PRØVESKJEMA**
**Lokalitet:** Hettaneset, Vindafjord kommune

**Dato:** 21.02.2008

Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer								Indeks	
			Het 1									
I	Dyr	Ja (0) Nei (1)	0									
	Tilstand (Gruppe I) <input type="text"/>											
II	pH	Målt verdi	7,8									
	E <sub>n</sub> (mv)	Målt verdi	74									
		+ ref.potensial	291									
	pH/E <sub>n</sub>	Poeng, tillegg D	0									
Tilstand (prøve)			1									
Tilstand (Gruppe II) <input type="text"/>												
III	Gassbobler	Ja (4) Nei (0)	0									
	Farge	Lys/Grå (0)	0									
		Brun/Sort (2)										
	Lukt	Ingen (0)	0									
		Noe (2)										
		Sterk (4)										
	Konsistens	Fast (0)										
		Myk (2)	2									
		Løs (4)										
	Grabbvolum (v)	v < 1/4 (0)										
		1/4 ≤ v < 3/4 (1)										
		v ≥ 3/4 (2)	2									
	Slamtykkelse	t < 2 cm (0)	0									
		2 ≤ t < 8 cm (1)										
t ≥ 8 cm (2)												
Sum			4									
Korr.sum (0,22)			0,88									
Tilstand (prøve)			1									
Tilstand (Gruppe III) <input type="text"/>												
II & III	Middelverdi (Gruppe II & III)		1									
	Tilstand (prøve)			1								
Tilstand (Gruppe II & III) <input type="text"/>												

**LOKALITETENS MIDDELSTILSTAND**

**Signatur:** Gisle Vassenden

## Vedleggstabell 2. 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: Lokalitet Hetteneset, Vindafjord kommune**

**Dato for prøvetaking: 20. desember 2007 og 21. februar 2008**

**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 2 sider.

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

Signatur:   
Signaturberettiget

S 1/2	Stasjon:	Vind1	Vind1	Het 1	Het 1
	Dato:	20.12.07	20.12.07	21.2.08	21.2.08
Arter	Hugg nr.:	1	2	1	2
* PORIFERA indet.					
* HYDROZOA indet.		+	+	+	+
ANTHOZOA indet.					
Protoptilum thomsoni					1
Cerianthidae indet.					1
Cerianthus lloydii		3	4		
* NEMERTINI indet.		3		1	1
* NEMATODA indet.					1
POLYCHAETA					
Aphrodita aculeata		0/1			
Neoleanira tetragona		1	1	1	
Ophiodromus flexuosus					1
Nephtys longosetosa					1/1
Glycera lapidum			1		
Paradiopatra fiordica				4/2	4/1
Paradiopatra quadricuspis			1	3	3
Lumbrineridae indet.		1		4	10
Lumbrineris scopa				1	
Phylo norvegica					1
Prionospio dubia					0/1
Spiophanes wigleyi					2/1
Spiochaetopterus bergensis				1	2
Aricidea suecia				1	
Levinsenia gracilis					4/1
Paraonis sp.			2		
Aphelochaeta sp.				8	7
Cirratulus caudatus					1/2
Diplocirrus glaucus				1	1
Heteromastus filiformis		10	15/1	18	10
Notomastus latericeus				1	0/1
Clymenura borealis				3	1
Rhodine gracilor				1	
Anobothrus gracilis				0/1	
Amythasides macroglossus				16	61/2
Sosanopsis wireni					1
Amage auricula			1	1	
Melythasides laubieri		10	22/1	2	
Terebellides stroemi				5	9
SIPUNCULA indet.					1
Sipunculus norvegicus					1
Onchnesoma steenstrupi		2	3	1	2
Nephasoma cf. minutum				8	10
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus		23	35		
* Calanus hyperboreus				12	7
* Metridia longa				1	
* Heterorhabdus norvegicus		1			
* Amphipoda indet.					1
Eriopisa elongata		2		7	7/1

S 2/2	Stasjon:	Vind1	Vind1	Het 1	Het 1
	Dato:	20.12.07	20.12.07	21.2.08	21.2.08
Arter	Hugg nr.:	1	2	1	2
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.					2
Solenogastres indet.					1
Nucula tumidula		1/3	0/1	3/1	3/1
Yoldiella lucida		2		1	
Yoldiella philippiana		1			
Thyasira obsoleta		2	0/1		1
Thyasira equalis		6/2	2/2	4/1	5
Thyasira ferruginea				4	1/1
Montacuta ferruginosa		5/3	10/3		
Abra longicallis		1			1
Kelliella abyssicola		0/2	4/4	24/2	8/1
Entalina tetragona				1	3
* BRYOZOA					
* Bryozoa grenet					+
ECHINODERMATA					
Amphilepis norvegica		2/6	0/6	0/7	1/9
Brissopsis lyrifera		7	5		
* CHAETOGNATHA indet.			2		
* VARIA			+		+

### Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

	Het 1	Vind1
I	18	7
II	9	5
III	5	3
IV	7	4
V	3	2
VI	1	1
VII	1	0
VIII	0	

## Vedleggstabell 4. Analysebevis

# Analyserapport

Moss

UNIFOB AS  
Gisle Vassenden  
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
Høyteknologisenteret  
5020 Bergen

AnalyCen 

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



<b>Kundenummer</b>	8183600-1244612	<b>Prøvemottak</b>	05.03.2008
<b>Prøvetyp</b>	Sedimentprøve	<b>Analyserapport klar</b>	12.03.2008
<b>Oppdragsmerket</b>	prosjektnr 801368, ref 07/08 Stedkode 611101 (Vind, Herøy, Lind og Het)		
<b>Sted for prøvetaking</b>	Herøy		

Lab.nr.		NOV007385-08	NOV007386-08	NOV007387-08	NOV007388-08
Merket		Vind 4, 3.hugg	Herøy 1, 3.hugg	Lind 1, 3.hugg	Het 1, 2.hugg
Tatt ut		21.02.08	21.02.08	21.02.08	21.02.08
Parameter	Enhet	21.02.2008	21.02.2008	21.02.2008	21.02.2008
Totalt Organisk Karbon	g/100g	2.6	1.0	7.1	2.3
Tørrestoff	%	33.2	65.9	38.1	42.7
Fosfor, P	g/kg TS	0.84	1.9	42	0.77
Sink, Zn	mg/kg TS	120	55	600	130
Kobber, Cu	mg/kg TS	17	8.8	990	17

Grethe Arnestad  
Cand.Mag

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

# 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>	8183600-1211502	<b>Prøvemottak</b>	03.01.2008
<b>Prøvetyp</b>	Sedimentprøve	<b>Analyserapport 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

<b>Parameter</b>	<b>Enhet</b>				
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

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



# Analyserapport

Moss

AnalyCen 

UNIFOB AS  
Gisle Vassenden  
Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
Høyteknologisenteret  
5020 Bergen

Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



<b>Kundenummer</b>	8183600-1244612	<b>Prøvemottak</b>	05.03.2008
<b>Prøvetyp</b>	Sedimentprøve	<b>Analyserapport klar</b>	12.03.2008
<b>Oppdragsmerket</b>	prosjektnr 801368, ref 07/08 Stedkode 611101 (Vind, Herøy, Lind og Het)		
<b>Sted for prøvetaking</b>	Herøy		

Lab.nr.  
Merket  
Tatt ut

Parameter	Enhet	Måleu.	Ref/Metode	
			basert på	Lab
Totalt Organisk Karbon	g/100g	±15%	AJ 31	
Tørrestoff	%	±15%	NS 4764-1	○
Fosfor, P	g/kg TS	±20%	NS-EN ISO 11885	○
Sink, Zn	mg/kg TS	±15%	NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	mg/kg TS	±20%	NS-EN ISO 11885	○

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