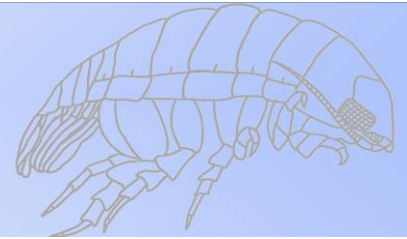


# SAM e-Rapport

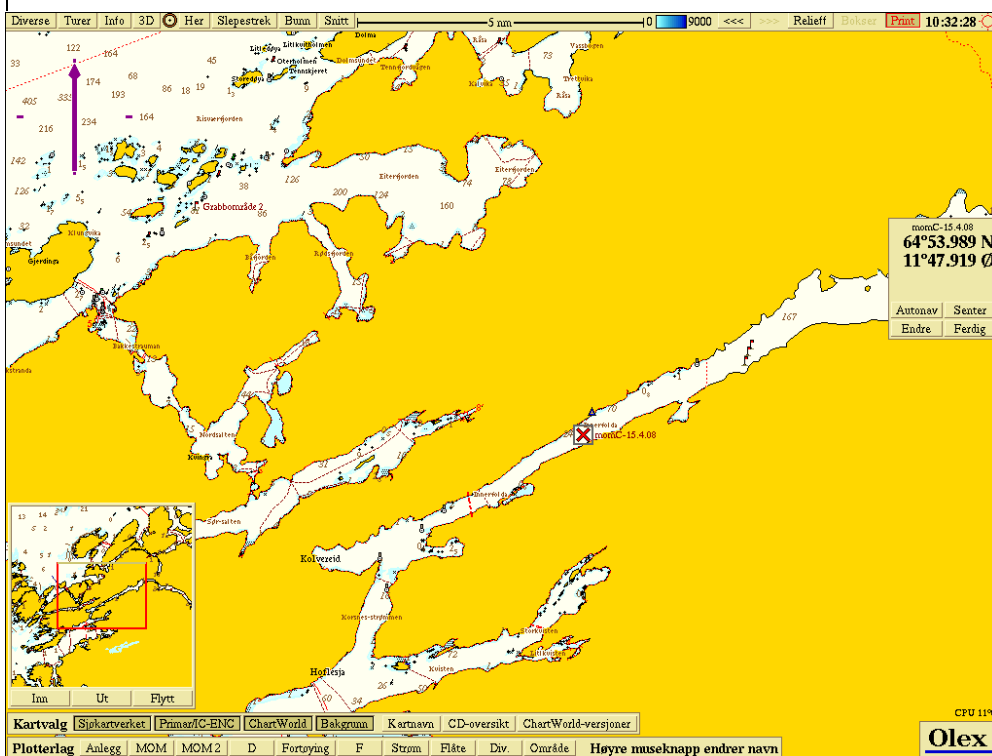
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 20-2008

## Miljøundersøkelse i Indre Follafjord i 2008

Anders W. Olsen, Maria Pettersvik Salmer, Otto K. Sandnes  
Gisle Vassenden






## SAM-marin

Seksjon for anvendt miljøforskning





UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning  
Høytteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen,  
Norway 55 58 44 64  55 58 45 25

Aqua Kompetanse AS  
7770 Flatanger, Norway  
74 28 84 30 90 94 34 93

Rapportens tittel: Miljøundersøkelse i Indre Foldafjord i 2008	Dato: 20.10.2008
	Antall sider og bilag: 31
Forfattere: Anders Waldemar Olsen, Maria P. Salmer, Otto K. Sandnes, Gisle Vassenden	Prosjektleder: Otto K. Sandnes
	Prosjektnummer: 35-4-8C
	P.nr: 801392

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS Avd. Nord	Tilgjengelighet: Åpen
------------------------------------------------------	--------------------------

Abstract: <p>On assignment from Marine Harvest Nord, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the bottom in the outer basin of Inner Foldafjord. The aim of this monitoring is to describe the environmental state of the basin 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.</p> <p>The results show that the content of both phosphorous and copper was low (class I), which also was the state for TOC. While there was a higher content of zinc (class II). The fauna experiment investigations shows that there is no environmental impact, (class II) and the oxygen levels at the bottom were very good, (class I). In total the results show that the outer basin of the Inner Foldafjord is not influenced by aquaculture activity. The results reflect natural conditions.</p>	
Keywords: Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
ISSN 1890-5153	
SAM e-Rapport nr. 20-2008	

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	29.10.2008	
Prosjektet / undersøkelsen:	20.10.2008	

## INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>4</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 .....	5
2.2.2 Sediment .....	6
2.2.3 Kjemiske analyser .....	8
2.2.4 Bunndyr .....	8
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Sediment .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Kjemi .....</b>	<b>14</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**

På oppdrag fra Marine Harvest AS avd. Nord har Aqua Kompetanse AS gjennomført en resipientundersøkelse i indre Foldafjord, Nærøy Kommune, Nord Trøndelag. Stasjonen har tidligere vært undersøkt med samme metodikk både i 2001 og i 2005. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM) sortert tre bunnprøver fra stasjonen og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse 15. april 2008. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997).

## **2 MATERIALE OG METODER**

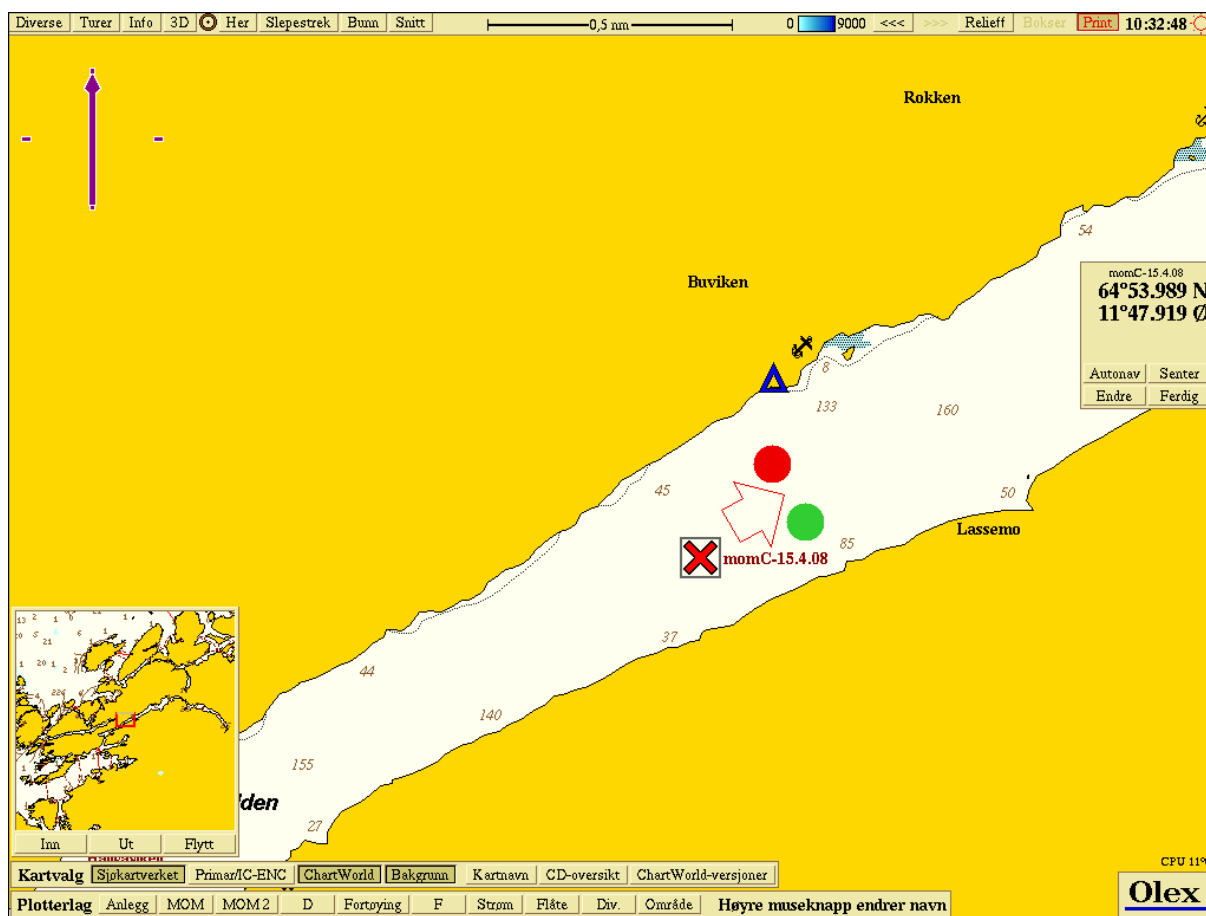
### **2.1 Undersøkellesområdet**

Indre Foldafjord strekker seg fra Kolvereid til Kongsmoen, en strekning på ca 42 km. Største dyp i det ytterste bassenget er 179 m mens innløpsterskelen er på bare 12 m. Ved Foldereid er det en ny terskel på 27 m. Bassenget mellom Kolvereid og Foldereid er ca 26 km langt. Fjorden er opp til to kilometer bred, men den er for det meste smalere enn en kilometer. Undersøkellesområdet ligger i det ytre bassenget av indre Foldafjorden. Dybden på undersøkelsesstedet er 179 meter. Tidligere undersøkelser i 2001 og 2005 har gitt en miljøtilstand etter SFTs klassifiseringssystem på I (2001) og II (2005). Tilstanden etter MOM-standarden har begge årene vært I, beste tilstand. Man konkluderte den gang med at den observerte endringen i faunaen fra 2001 til 2005 mest sannsynlig skyldtes at prøvene var tatt på ulikt dyp. Årets undersøkelse er tatt på samme sted som undersøkelsen fra 2005.

### **2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder**

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsanleggets båt den 15. april 2008. Det ble tatt prøver til fauna- og sedimentanalyse samt prøver til uorganisk- og organisk kjemiske analyser fra en

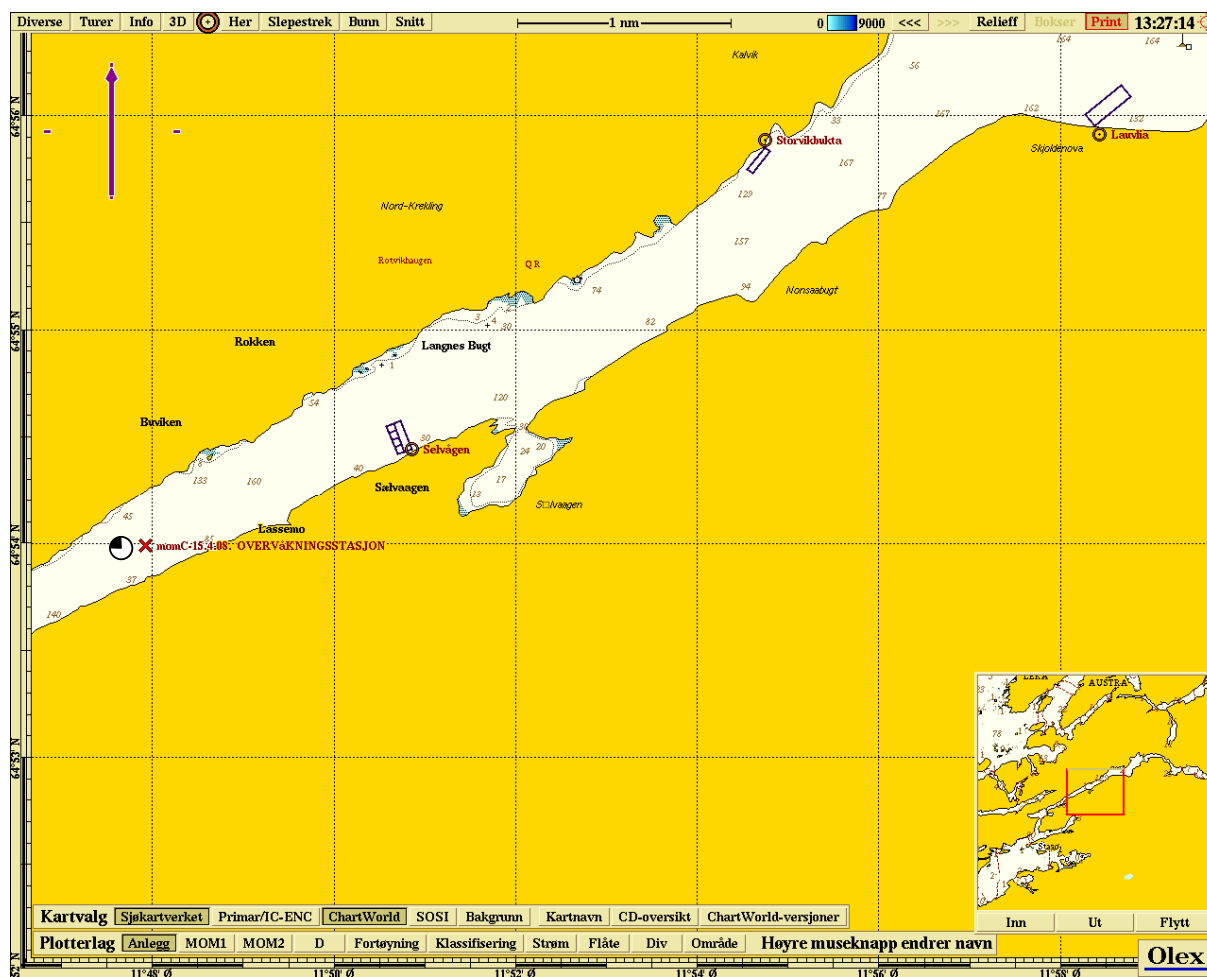
stasjon i hovedbassenget i indre Foldafjord. Det ble også tatt hydrografiske prøver (Disse ble tatt om igjen 23.6.08). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



**Figur 2.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Kartkilde: Olex.

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting 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 vannutskifting, 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 %.



**Figur 2.2.** Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonen 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.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt en sedimentprøve til analyse av organisk innhold (% glødetap).

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063mm sikt. Partikler større enn 0,063mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063mm 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.

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 15. april 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
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	1	Ca. 11,16	Finsand (silt) og leire. Grå. Olivengrønn på toppen. Ingen lukt. Børstemark. Uttak til biologiske prøver. 1 prøveglass
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	2	Full	Finsand (silt) og leire. Grå. Olivengrønn på toppen. Ingen lukt. Uttak til kjemiske/geologiske prøver. 3 prøveglass
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	3	Tom	
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	4	Tom	
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	5		Finsand (silt) og leire. Grå. Olivengrønn på toppen. Ingen lukt. Børstemark. Børstemark og gravende kråkeboller. Uttak til biologiske prøver. 1 prøveglass
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	6	Tom	
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	7	Tom	
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	8	Tom	
St. Folla 08. 15.4.08	Buvika 64°53.989N 11°47.919Ø	174	9	Full	Finsand (silt) og leire. Grå. Olivengrønn på toppen. Ingen lukt. Uttak til biologiske prøver. 1 prøveglass

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 time, Norsk Standard 4764).

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 strømmen 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**

De kjemiske analysene ble utført av AnalyCen AS (Akkreditering 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. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

### **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 m<sup>2</sup>. 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 en sikt med hulldiameter 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. Prøvene ble samlet inn av Aqua Kompetanse AS, og sendt til SAM-Marin sitt laboratorium i Bergen for videre opparbeiding. 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.

I tabell 2.2. er opplistet Statens forurensningstilsyns (SFT) retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et. al. 1997). 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).

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). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget 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	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500

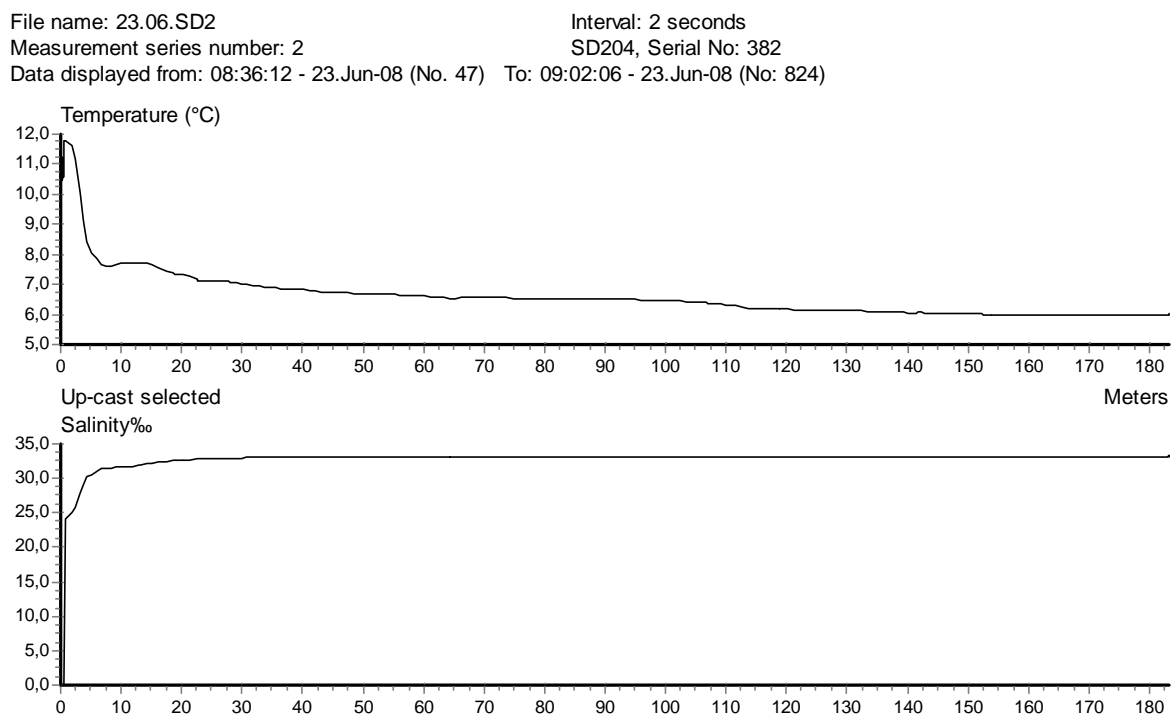
**Tabell 2.3** Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

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

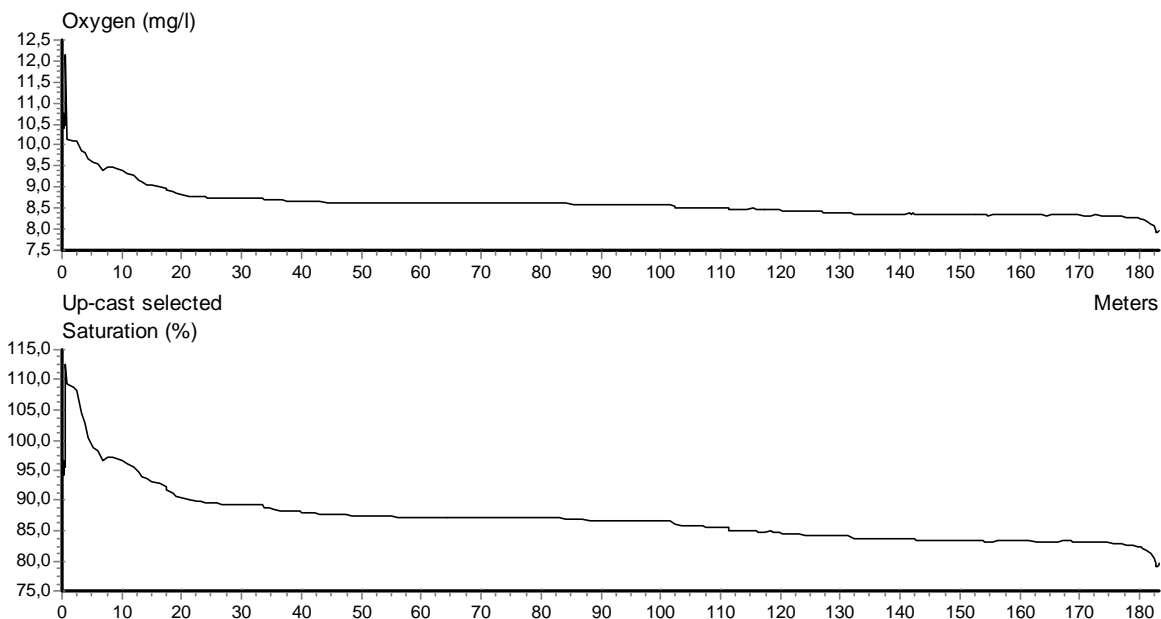
Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på stasjonen (figur 3.1 og 3.2). Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene blir overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 23.6.08.



**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 180 meters dyp på stasjonen Folla 2008 den 23.6.08.

File name: 23.06.SD2  
 Measurement series number: 2  
 Data displayed from: 08:36:12 - 23.Jun-08 (No. 47) To: 09:02:06 - 23.Jun-08 (No: 824)

Interval: 2 seconds  
 SD204, Serial No: 382



**Figur 3.2.** Oksygeninnhold og oksygenmetning fra overflaten og til 180 meters dyp på stasjonen Folla 2008 den 23.6.08

Figur 3.1 viser at det helt i overflaten var 12 °C. Så sank temperaturen raskt ned til i underkant av 8 °C på 10 meters dyp. Deretter sank temperaturen jevnt nedover i dypet. På bunnen var temperaturen rett i underkant av 6 grader. Saltholdigheten var lav helt i overflaten, men steg raskt nedover i dypet. Fra 10 meter og nedover var saltholdigheten ganske stabil.

Ut fra figur 3.2 ser en at oksygeninnholdet sank raskt de første 20 meterne fra ca 10 mg/l i overflaten til ca 9 mg/l på 20 meters dyp. Nedover i vannmassene var det deretter en jevn nedgang i oksygenmengde og metning. På 180 meters dyp var det hele 80 % metning, og en konsentrasjon på 8 mg/l. Dette betyr at det har vært en full utskiftning av bunnvannet i løpet av våren 2008. Denne konsentrasjonen av oksygen gir dypvannet tilstandsklasse I (meget god) i forhold til SFT's klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Tabell 2.2).

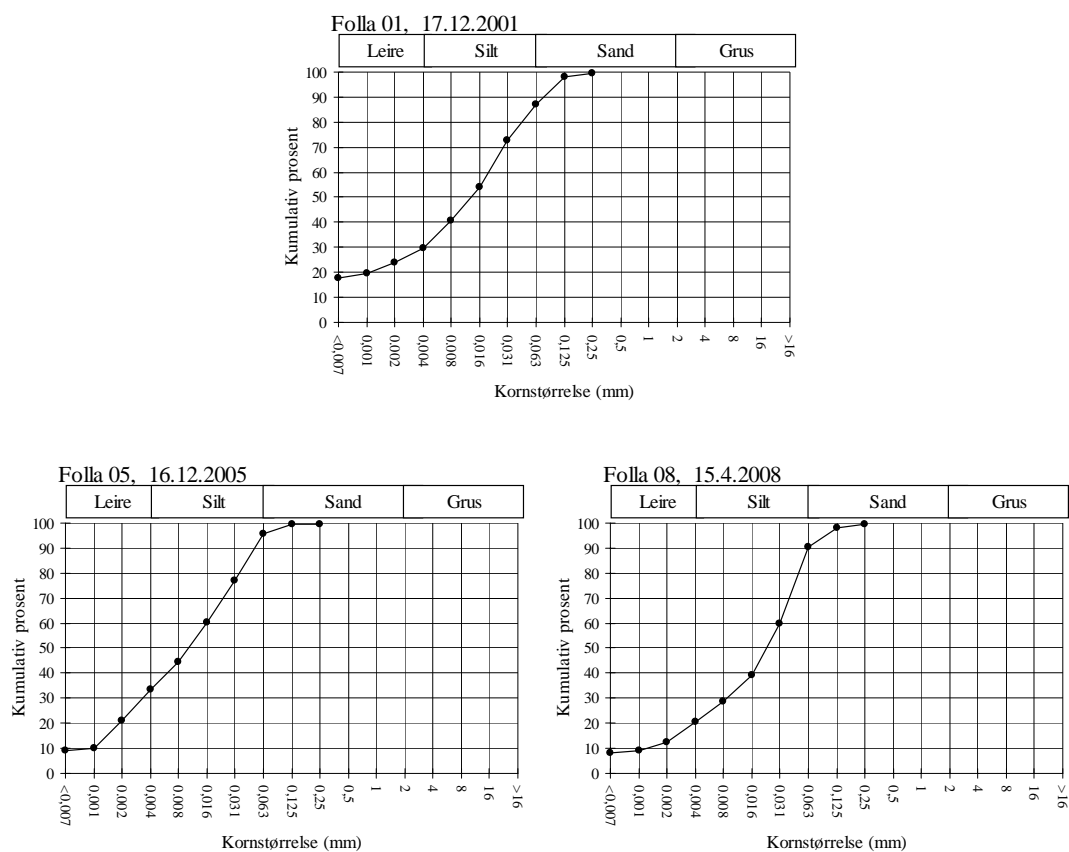
### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.3 og Tabell 3.2.

Sedimentprøven var tatt på 179 m dyp i det dypeste området i ytre basseng av indre Foldafjord. Sedimentet på stasjonene var finkornet og inneholdt henholdsvis 70 % silt, 21 % leire og 9 % sand. Sedimentet inneholdt 7,19 % organisk materiale, noe er i samsvar med tidligere undersøkelser på samme sted.

**Tabell 3.1.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og kornfordeling i Indre Foldafjord i 2001 (Folla 01), 2005 (Folla 05) og 2008 (Folla 08).

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Folla 01</b>	173	6,26	30	57	87	13	0
<b>Folla 05</b>	179	7,43	34	62	96	4	0
<b>Folla 08</b>	174	7,19	21	70	91	9	0

**Figur 3.3.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet fra Indre Foldafjord i 2001 (Folla 01), 2005 (Folla 05) og 2008 (Folla 08).

### 3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene fra stasjonen Folla 2008 er vist i Tabell 3.2 og Vedleggstabell 2. Konsentrasjonen av sink tilsvarte miljøklasse II, mens konsentrasjonene av kobber (miljøklasse I) og fosfor (1,6 g/kg) var også lave.

TOC-verdien var 1,39 g /100g i sedimentet. For å benytte SFT's tilstandsklasse på TOC, bør de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon (normaliseres). Om en benytter normaliserings-formelen får en et TOC innhold på 15,52 mg/g som tilsvarer SFT's tilstandsklasse I (Meget god).

**Tabell 3.2.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra stasjon Folla 2008 i 2008. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/100g)	Norm-alisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
<b>Folla 2008</b>	1,39	15,52	<b>I</b>	1,6	150	<b>II</b>	32	<b>I</b>	48,3

### 3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.4, Figur 3.4-3.6 og Vedleggstabell 1. På stasjon Folla 2008 ble det på 174 m dyp funnet 66 arter med til sammen 1301 individer (Tabell 3.3). Artsdiversiteten på stasjonen ble beregnet til 3,5 med en jevnhet på 0,58. Diversiteten gir stasjonen en SFT's tilstandsklasse II (God). Det var omtrent samme antall arter og individer på stasjonen i 2008 som i 2005. I 2001 var det litt flere arter og litt færre individer, noe som gav en høyere diversitet og dermed tilstandsklasse I (Meget god) i 2001.

Børstemarken *Heteromastus filiformis* var den mest tallrike arten med 355 individer som utgjorde 27,3 % av alle individene som ble funnet (Tabell 3.4). Blant de ti mest tallrike artene var det 6 arter børstemark og 4 bløtdyr, noe som tyder på gode forhold for bunnfaunaen. De geometriske klassene indikerer også gode miljøforhold (Figur 3.4).

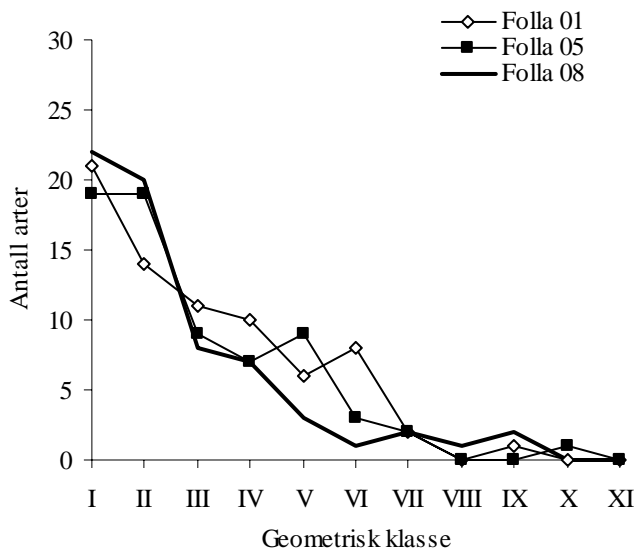
**Tabell 3.3.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Indre Foldafjord i 2001, 2005 og 2008. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Dato	Hugg nr.:	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	SFT's T.Kl.
Folla 2001	17.12.2001	1	513	55	4,31	0,75	5,78	I
		2	325	43	4,24	0,78	5,43	
		3	358	48	4,28	0,77	5,58	
		<b>Sum</b>	<b>1196</b>	<b>73</b>	<b>4,42</b>	<b>0,71</b>	<b>6,19</b>	
Folla 2005	16.12.2005	1	209	31	3,36	0,68	4,95	II
		2	712	50	3,01	0,53	5,64	
		3	361	48	3,71	0,67	5,58	
		<b>Sum</b>	<b>1282</b>	<b>69</b>	<b>3,62</b>	<b>0,59</b>	<b>6,11</b>	
Folla 2008	15.4.2008	1	85	21	3,63	0,83	4,39	II
		5	657	49	3,49	0,62	5,61	
		9	559	46	3,08	0,56	5,52	
		<b>Sum</b>	<b>1301</b>	<b>66</b>	<b>3,50</b>	<b>0,58</b>	<b>6,04</b>	

**Tabell 3.4.** De ti mest tallrike artene fra Indre Follafjord i 2001, 2005 og 2008.

Folla 2001				Folla 2005			
Arter	0,3 m <sup>2</sup>			Arter	0,3 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	332	27,8	27,8	<i>Heteromastus filiformis</i>	573	44,7	44,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	113	9,4	37,2	<i>Sabellidae</i> indet.	99	7,7	52,4
<i>Abra nitida</i>	73	6,1	43,3	<i>Polydora</i> sp.	95	7,4	59,8
<i>Lumbrineris</i> sp.	61	5,1	48,4	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	51	4,0	63,8
<i>Sabellidae</i> indet.	52	4,3	52,8	<i>Thyasira equalis</i>	48	3,7	67,6
<i>Phascolosoma</i> sp.	43	3,6	56,4	<i>Prionospio cirrifera</i>	46	3,6	71,1
<i>Synaptidae</i> indet.	43	3,6	59,9	<i>Drilonereis</i> sp.	29	2,3	73,4
<i>Eriopisa elongata</i>	37	3,1	63,0	<i>Abra nitida</i>	26	2,0	75,4
<i>Streblosoma intestinale</i>	36	3,0	66,1	<i>Diplocirrus glaucus</i>	24	1,9	77,3
<i>Caudofoveata</i> indet.	36	3,0	69,1	<i>Phascolosoma</i> sp.	21	1,6	78,9

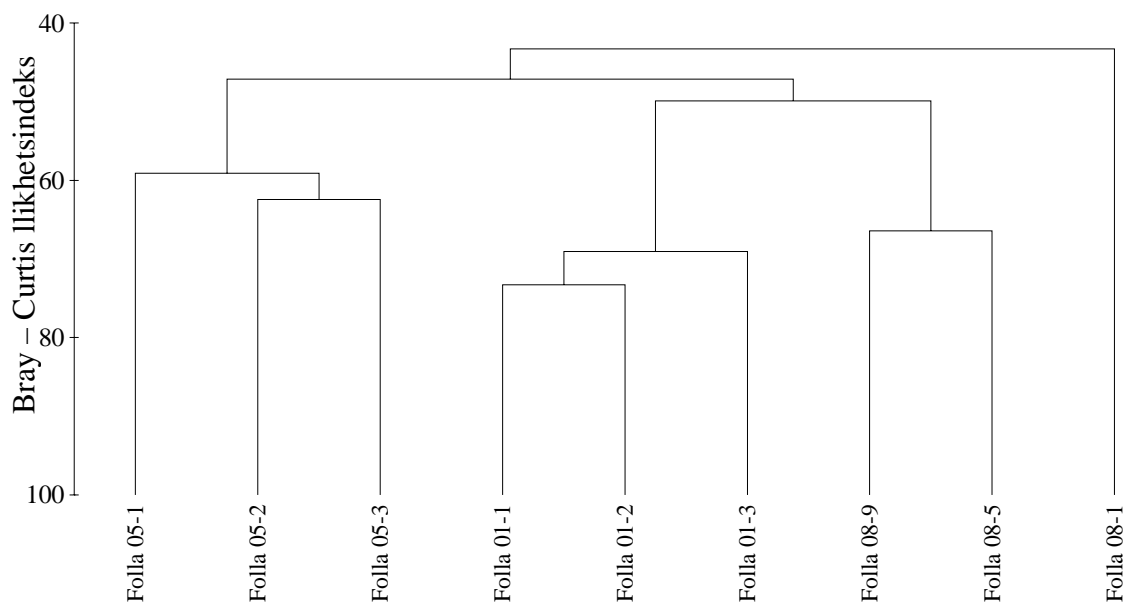
Folla 2008			
Arter	Antall	0,3 m <sup>2</sup>	
		%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	355	27,3	27,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	331	25,4	52,7
<i>Thyasira equalis</i>	148	11,4	64,1
<i>Abra nitida</i>	84	6,5	70,6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	73	5,6	76,2
<i>Drilonereis filum</i>	55	4,2	80,4
<i>Streblosoma bairdi</i>	29	2,2	82,6
<i>Caudofoveata</i> indet.	27	2,1	84,7
<i>Phylo norvegica</i>	24	1,8	86,5
<i>Yoldiella lucida</i>	13	1,0	87,5



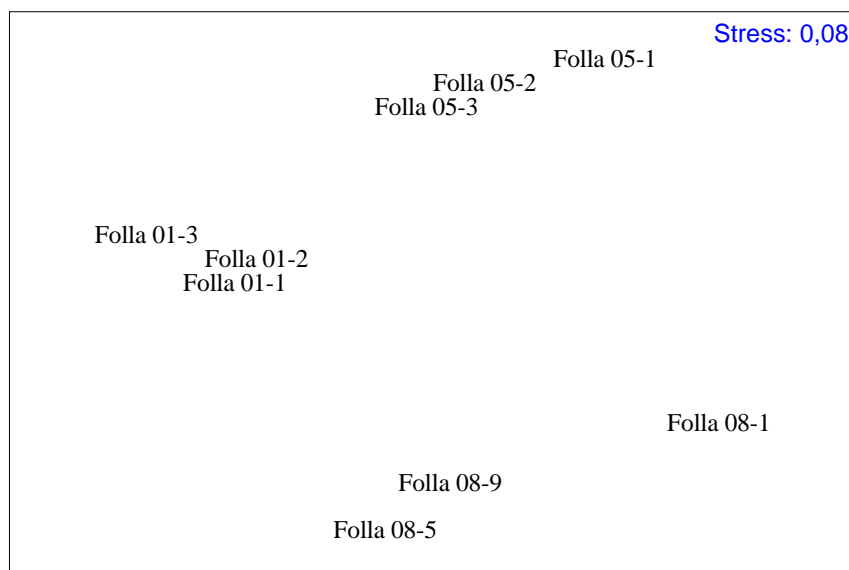
**Figur 3.4.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Indre Foldafjord i 2001, 2005 og 2008.

Det var forholdsvis stor faunaforskjell mellom de tre grabbhuggene i 2008 (Figur 3.5). De to siste huggene var forholdsvis like (66 % likhet), og disse to huggene grupperer seg i clusteranalysen sammen med Folla 2001 og Folla 2005 på omtrent 50 % likhet. Det første hugget på Folla 2008 skiller seg ut og har bare 43 % likhet til de andre prøvene. I MDS-plottet ser vi også at første hugget på Folla 2008 skiller seg litt ut, men hugget er mer lik de andre huggene i 2008 enn på prøvene fra 2001 og 2005 (Figur 3.6).





**Figur 3.5.** Dendrogram som viser likheten (Bray-Curtis) mellom prøvene fra Indre Follafjord i 2001, 2005 og 2008. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Analysene er basert på Bray-Curtis similaritets-indeks. Folla 01-1 er første hugg fra 2001 osv.



**Figur 3.6.** MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver/stasjoner fra Indre Follafjord i 2001, 2005 og 2008. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Analysene er basert på Bray-Curtis similaritets-indeks. Stressfaktor 0,08. Folla 01-1 er første hugg fra 2001 osv.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på en stasjon i sjøen i det ytterste bassenget, i indre Foldafjord, Nærøy kommune. Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Marine Harvest AS, avd. Nord. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 15.4.08 og 23.6.08.

Innholdet av sink var i tilstandsklasse II (God), mens kobber (tilstandsklasse I - Meget god). Konsentrasjonene av fosfor (1,6 g/kg) og TOC (15,52 mg/g) var også lave.

De hydrografiske undersøkelsene viser at det er gode oksygenforhold på bunnen. En konsentrasjon på 7,96 mlO<sub>2</sub>/l (5,6 mg/l) gir SFTs tilstandsklasse I (Meget god). Dette er meget tilfredsstillende resultater med tanke på at dette er en terskelfjord med flere grunne terskler.

Artene som ble funnet i 2008 indikerer gode forhold på stasjonen. Det var mange arter og individer og diversiteten gav miljøtilstand II (god) etter SFT's tilstandsklasser. Det finns flere eksempler på at upåvirkede kyst- og fjordområder har tilstandsklasse II, og dette må derfor karakteriseres som naturlig.

Tidligere undersøkelser fra 2001 og 2005 har ikke gitt indikasjoner på at miljøtilstanden har blitt påvirket av oppdrettsvirksomheten i fjorden. Heller ikke årets undersøkelser tyder på dette.

## 5 TAKK

Vi takker Odd Arne Berg på båten til oppdrettsanlegget for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Anders Waldemar Olsen og Maria Pettersvik Salmer. Sedimentanalysene ble utført av Grethe Arnestad. Bunnprøvene ble sortert av R. Tveiten og F. Lie. Bunndyrene ble identifisert av P. Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- 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

### 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.

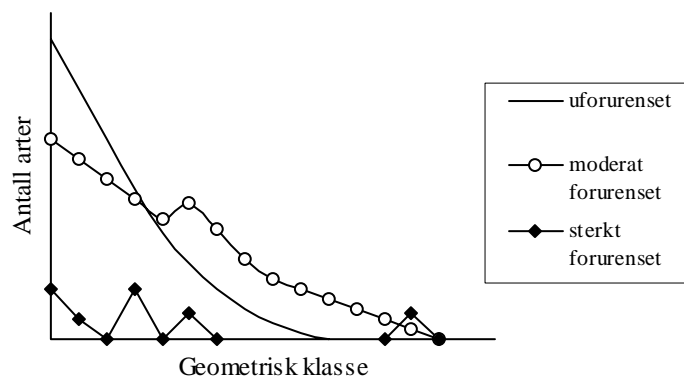
#### Geometriske klasser

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 toppe og nullverdier (Figur v1).

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

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



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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. 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 brakkevann 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:

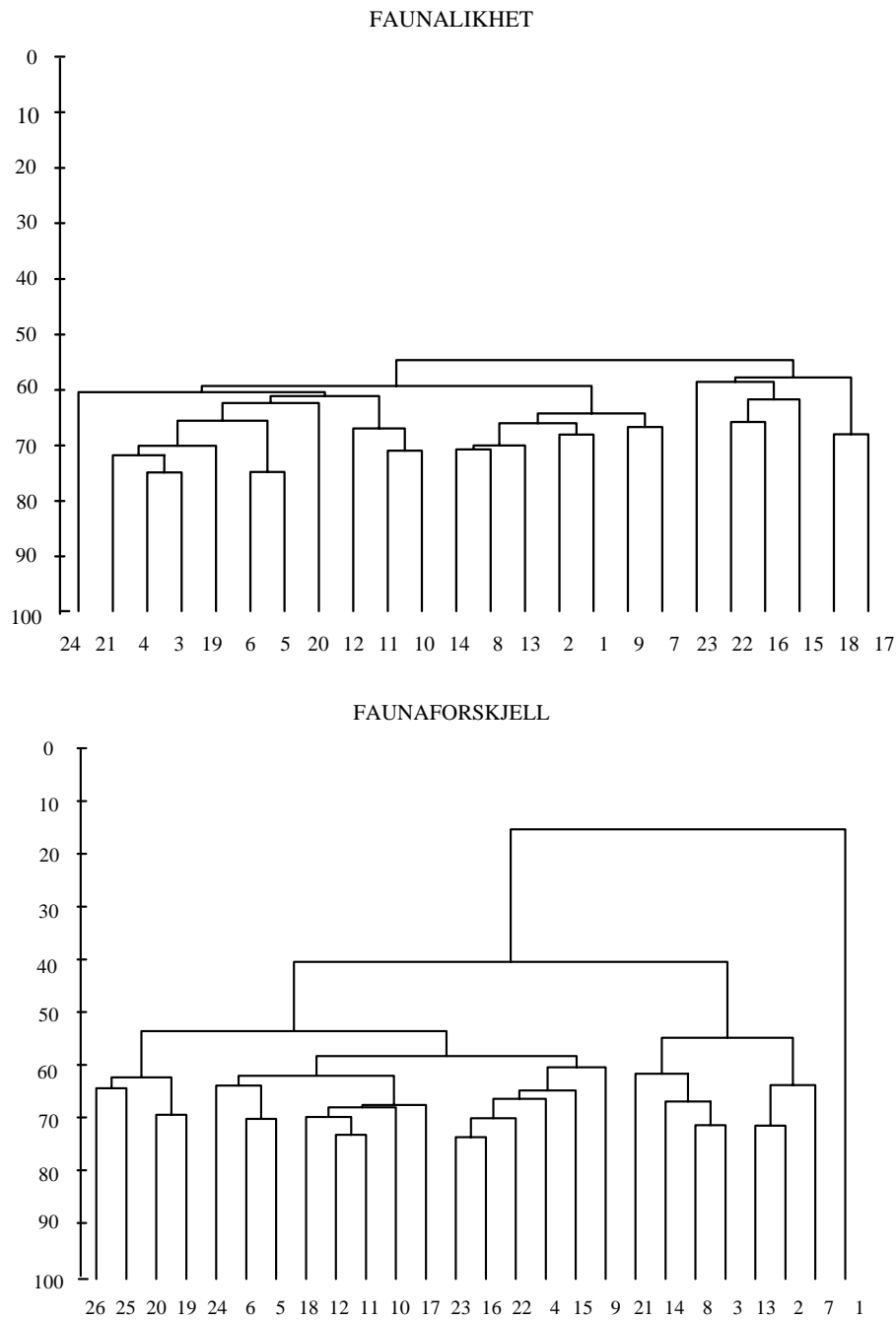
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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.

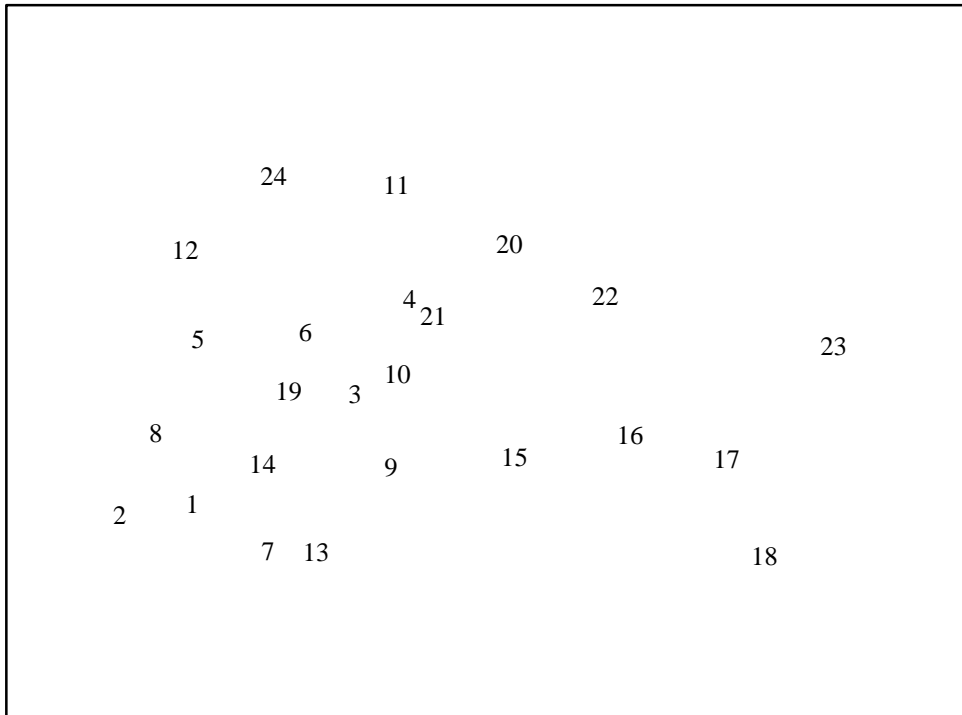
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet.



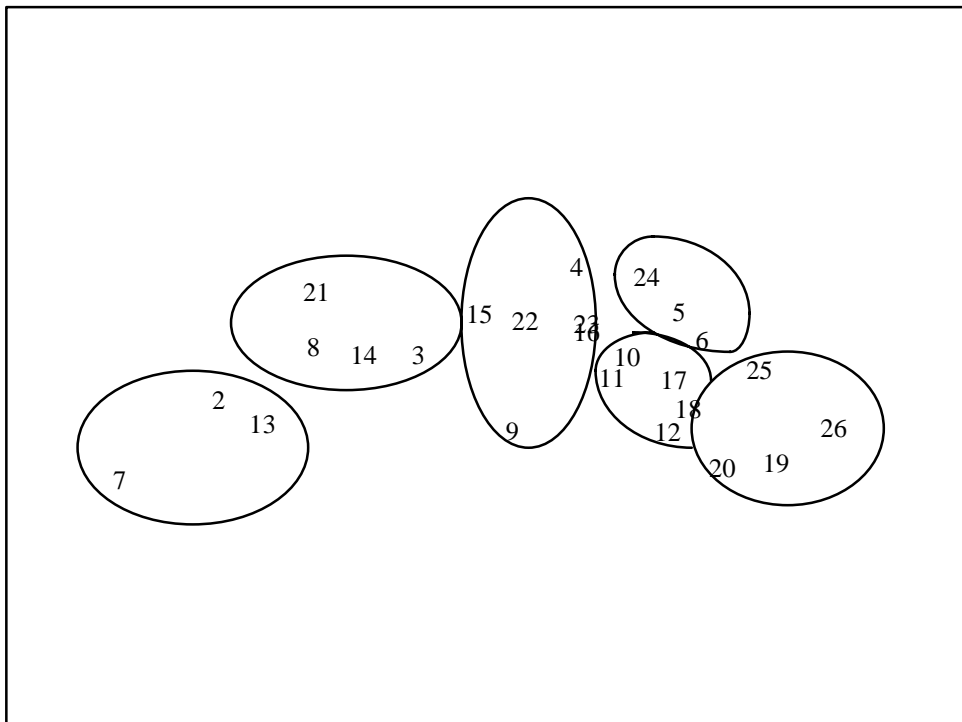
**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.



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. 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): Aqua Kompetanse, 7770 Flatanger**

**Prosjekt nr.: 801392**

**Prøvetakssted (område): Indre Follafjord, Nærøy kommune**

**Dato for prøvetaking: 15.4.2008**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse**

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

**Artene er identifisert av: Per Johannessen UNIFOB AS, Seksjon for anvendt miljøforskning**

**Metode:** Materialet er opparbeidet og identifisert 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**

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

S 1/2	Stasjon:	Folla 2008	Folla 2008	Folla 2008
	Dato:	14.04.2008	14.04.2008	14.04.2008
Arter	Hugg nr:	1	5	9
* ANTHOZOA				
Virgularia mirabilis				0/1
Pennatula phosphorea				0/1
Edwardsia sp.			1	1
* NEMERTINI indet.		3	5	9
* NEMATODA indet.			1	1
POLYCHAETA				
Paramphinome jeffreysii		5	191/20	105/10
Aphrodita aculeata			0/2	
Laetmonice filicornis			0/1	
Pholoe baltica			0/1	0/2
Sige fusigera			1/1	
Ophiodromus flexuosus			2	2
Syllidae indet.			1	
Exogone sp.				1
Eunereis elittoralis			1	
Aglaophamus malmgreni			0/1	0/1
Glycera rouxii		1		2
Goniada maculata				1
Lumbrineridae indet.		1		
Drilonereis filum		19	19	17
Phylo norvegica		0/1	12/1	10
Prionospio dubia		1	1	4
Apistobranchnus tullbergi			1	2
Levinsenia gracilis			1	3
Aphelochaeta sp.		3	6	2
Chaetozone sp.			3	5
Diplocirrus glaucus		5	40/8	15/5
Scalibregma inflatum			1	
Heteromastus filiformis		13	98/9	205/30
Notomastus latericeus		1/1	2	1
Praxillella gracilis				1
Myriochele oculata			6	3
Pectinaria auricoma				1
Pectinaria belgica			1/1	
Samytha sexcirrata			1	
Melinna cristata			1	
Amphitritides gracilis			1	0/1
Streblosoma bairdi		4/2	11/2	10
Streblosoma intestinale		1	2/1	0/1
Amaeana trilobata		0/1		1
Trichobranchnus roseus				1
Terebellides stroemi		2		1
Sabellidae indet.			1	
SIPUNCULA				
Sipuncula indet.			10	
Phascolion strombus			2/1	0/2

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

S 2/2	Stasjon:	Folla 2008	Folla 2008	Folla 2008
	Dato:	14.04.2008	14.04.2008	14.04.2008
Arter	Hugg nr:	1	5	9
CRUSTACEA				
* Calanus finmarchicus				1
* Eudorella hirsuta				1
* Tanaidacea indet.			1	
* Amphipoda indet.		1	1	
Eriopisa elongata		1/1	0/1	0/1
MOLLUSCA				
Caudofoveata indet.		3	14	10
Solenogastres indet.			1	
Euspira montagui		0/1		1
Haliella stenostoma			1	2
Cylichna alba			2	0/1
Yoldiella lucida		1	5/1	5/1
Yoldiella lenticula			2	2
Yoldiella nana				1
Yoldiella propinqua				1
Thyasira sarsii		3	4/3	
Thyasira equalis		11/2	54/30	39/12
Thyasira ferruginea			2	
Thyasira pygmaea			1	
Montacuta ferruginosa			3	
Parvicardium minimum			2	
Abra nitida		1	49/6	26/2
Cuspidaria obesa			1	1
ECHINODERMATA				
Amphiura chiajei			0/6	0/2
Amphiura filiformis				0/1
Ophiura sp.			0/1	
Brisaster fragilis			2	
Brissopsis lyrifera				1
Synaptidae indet.				2
* PISCES egg.			1	2
* VARIA			+	+

## Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi

## 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>Lab.nr.</b>	NOV015420-08
<b>Kundenr.</b>	8183600-1284510
<b>Prøvtype</b>	Sedimentprøve
<b>Oppdragets merking</b>	Prosjektnr. 801392, ref 19/08
<b>Sted for prøvetaking</b>	Folla
	<b>Tatt ut</b> 28.04.2008
	<b>Prøvemottak</b> 14.05.2008
	<b>Analyserapport klar</b> 22.05.2008
<b>Merket</b>	Folla 08, 2. hugg, 28.04.08

Parameter	Resultat	Enhet	Måleu.	Ref/Metode baser	Lab
Fosfor, P	1.6	g/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	○
Sink, Zn	150	mg/kg TS	± 15 %	NS-EN ISO 11885 m	○
Kobber, Cu	32	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	○
Totalt Organisk Karbon	1.39	g/100g	± 15 %	AJ 31	Analycen Ås ○
Tørrstoff	48.3	%	± 15 %	NS 4764-1	○

  
Grethe Arnestad  
Cand.Mag

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

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

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 – <a href="http://www.analycen.se">www.analycen.se</a>		
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 – <a href="http://www.analycen.dk">www.analycen.dk</a>		
F	Vesterballevej 4., 7000 Fredericia, Danmark	Tlf.: +45 75 94 50 30
Lantmännen Analycen OY, Finland – <a href="http://www.analycen.fi">www.analycen.fi</a>		
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

### Målesikkerhet

Utvidet relativ målesikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i.

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

For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet.

Metodeoversikt og målesikkerhet 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 oppfylder 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