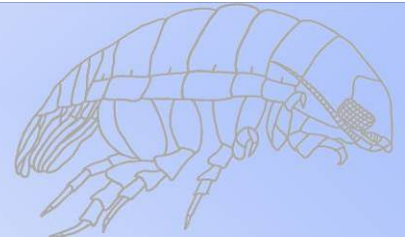


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 3-2009

## *Marin miljøundersøkelse i Hoplaffjorden i 2008*

**Gyda Arnkværn**

**Anders Waldemar Olsen**

**Per-Otto Johansen**






## SAM-marin



Seksjon for anvendt miljøforskning

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

Aqua Kompetanse AS  
7770 Flatanger  
Norway 74 28 84 30

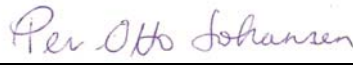

Rapportens tittel: Marin miljøundersøkelse i Hoplafjorden i 2008	Dato: 18.6.09
Forfatter(e): Anders Waldemar Olsen, Gyda Arnkværn, Per-Otto Johansen	Antall sider og bilag: 31
	Prosjektleder: Gyda Arnkværn
	Prosjektnummer: 84-9-8C

Oppdragsgiver: Åsen Settefisk	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------------	--------------------------

<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>I forbindelse med en resipientovervåkning grunnet utslipp fra et settefiskanlegg, ble det tatt fem grabbprøver på en stasjon i Hoplafjorden, Levanger kommune den 29. september 2008. Fire av disse ble undersøkt for artsammensetning, og en ble analysert for et utvalg av kjemiske parametre. I tillegg ble det målt salinitet, oksygen og temperatur i hele vannsøyla på stedet (CTD-måling).</p> <p>Stasjonen, Hop1-08 fikk tilstandsklasse II etter SFT's retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Bunnvannet hadde et oksygenivå som tilsvarte tilstandsklasse I. Mengden sink, kobber, fosfor, nitrogen og TOC, var alle innenfor tilstand I.</p> <p>Det observeres at miljøtilstanden gradvis har forbedret seg sammenlignet med prøver tatt i 2002 og 2005.</p>
--

Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
---

ISSN NR.: 1890-5153
<b>SAM e-Rapport nr. 3-2009</b>

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	22.6-2009	
Prosjektet / undersøkelsen:	22.06.09	

## INNHold

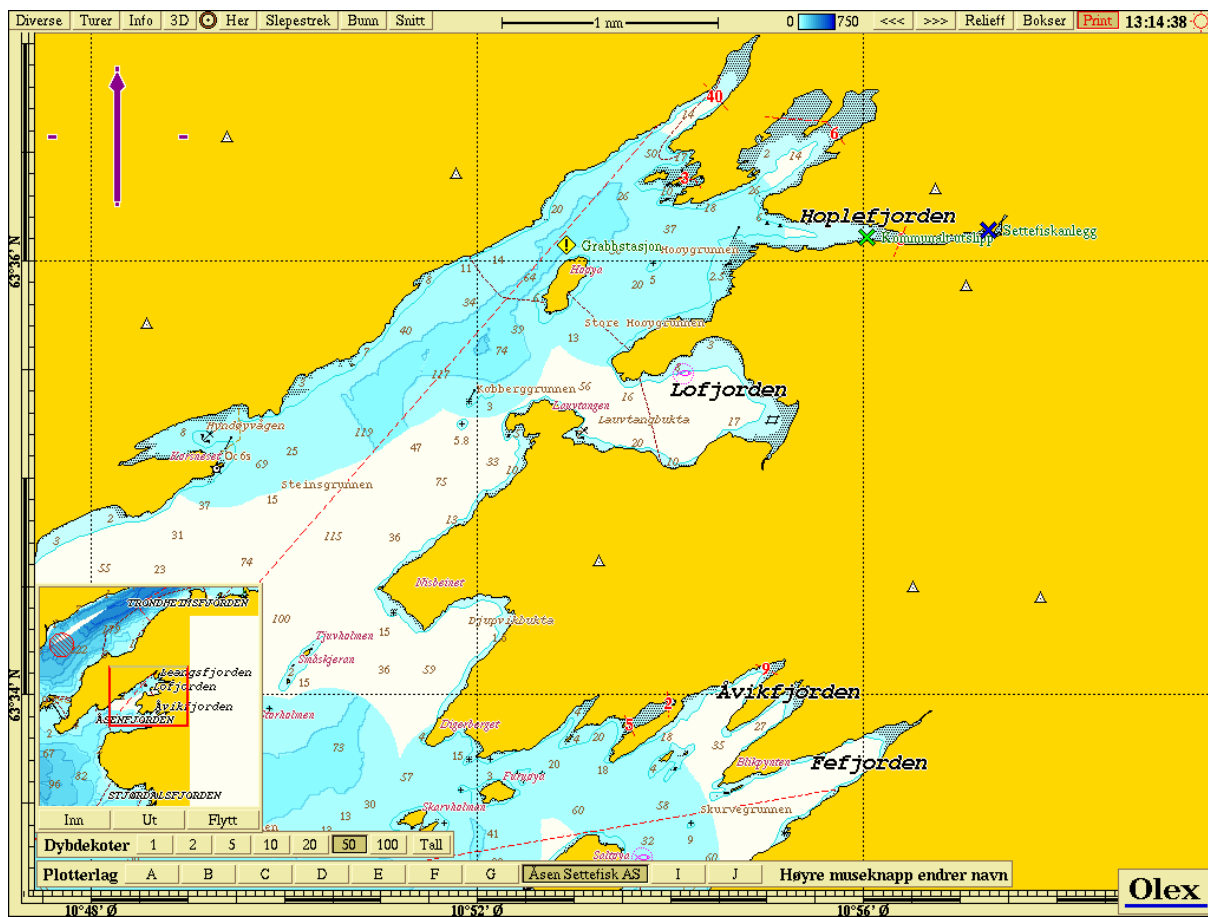
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Hydrografi .....	6
2.2.2 Sediment .....	7
2.2.4 Kjemiske analyser .....	8
2.2.4 Bunndyr .....	8
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Sediment .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Kjemi .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>15</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....</b>	<b>19</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>19</b>
<b>6 LITTERATUR .....</b>	<b>20</b>
<b>7 VEDLEGG .....</b>	<b>21</b>
<b>7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata .....</b>	<b>21</b>
Vedleggstabell 1. Artsliste .....	26
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi .....	29

## 1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert fire bunnprøver fra en stasjon og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS i Hoplafjorden, Levanger kommune i Nord-Trøndelag 29. september 2008. Det ble også tatt prøver i 2002 og 2005. Resultatene fra 2008 er sammenliknet med disse. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAM's 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).

Hoplafjorden har vært undersøkt flere ganger i forbindelse med at det ligger et settefiskanlegg med utslipp i fjorden. Anlegget ligger 1,9 nm fra stasjonen. Resipienten består av ett basseng uten noen klar terskel. Bunnen i området rundt stasjonen er flatt, og stasjonen ligger på 72 meters dyp. Hoplafjorden er å betrakte som nordligste del av Åsenfjorden, som igjen er en del av Trondheimsfjorden.

Undersøkelsen fra 2002, gav en artsdiversitet på 2,69, og tilstand III. I 2005 ble artsdiversiteten beregnet til 3,37. Tilstanden ble da II. Med tanke på bunndyrfaunaen, ble det i 2005, konkludert med at bunnen hadde hatt noe forbedring siden 2002, Alle vurderinger er gjort i følge retningslinjene i Molvær et. al. 1997.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger rett nord for Høyra. Her er dypeste sted i bassenget. Bassenget ”deles” av tre fjorder; Hoplafjorden, Leangsfjorden, og Sundalsfjorden. Stasjonen ligger på 72 meters dyp, området rundt er relativt flatt. Det er ingen klare terskler i området. I Hoplafjorden er det både utslipp fra settefiskanlegg og et kommunalt kloakkutslipp, som dreneres ut i bassenget.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra kystvaktens båt den 29. September 2008. Det ble tatt prøver og utført CTD registreringer fra en stasjon. Detaljerte opplysninger om stasjonen er gitt i Tabell 2.1.



**Figur 2.2.** Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonen 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.

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

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Hop1-08	Hoplafjorden 63 <sup>0</sup> 36.073 N 10°52.926 Ø	72	1	17	Leire. 2 cm løsere lag på toppen. Deretter fastere. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark, slangestjerner. Uttak til faunaanalyse. pH = 7,00. Eh = -105
Hop1-08	Hoplafjorden 63 <sup>0</sup> 36.073 N 10°52.926 Ø	72	2	17	Leire. 2 cm løsere lag på toppen. Deretter fastere. Uttak til kjemisk/geologisk prøve
Hop1-08	Hoplafjorden 63 <sup>0</sup> 36.073 N 10°52.926 Ø	72	3	17	Leire. 2 cm løsere lag på toppen. Deretter fastere. Hovedtyper av større dyr i prøven: Slangestjerner, børstemark. Uttak til faunaanalyse
Hop1-08	Hoplafjorden 63 <sup>0</sup> 36.073 N 10°52.926 Ø	72	4	17	Leire. 2 cm løsere lag på toppen. Deretter fastere. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark, slangestjerner. Uttak til faunaanalyse
Hop1-08	Hoplafjorden 63 <sup>0</sup> 36.073 N 10°52.926 Ø	72	5	17	Leire. 2 cm løsere lag på toppen. Deretter fastere. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark, slangestjerner. Uttak til faunaanalyse

### 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 %.

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på en stasjon (figur 3.1). 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 ble 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 29.09.08.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra en grabb. 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 %. 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 timer) (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 strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H<sub>2</sub>S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.



#### 2.2.4 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av AnlyCen AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885m. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysene av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter NS-EN 13654-1m. 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 det finnes få eller ingen levende arter 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.

Grabbinnholdet 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. 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 bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepserdyr 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; Bakke et al. 2007) (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 (fig. 2.2.) 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 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	150-360	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).

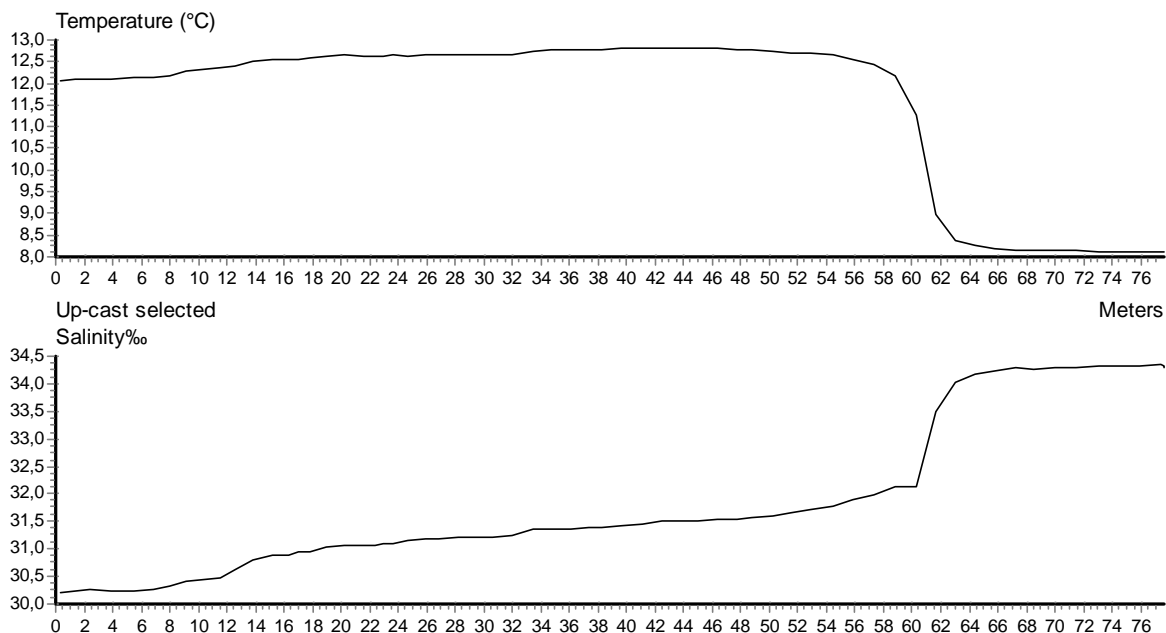
Miljøtilstand 1	- Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2	- 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - Mer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

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

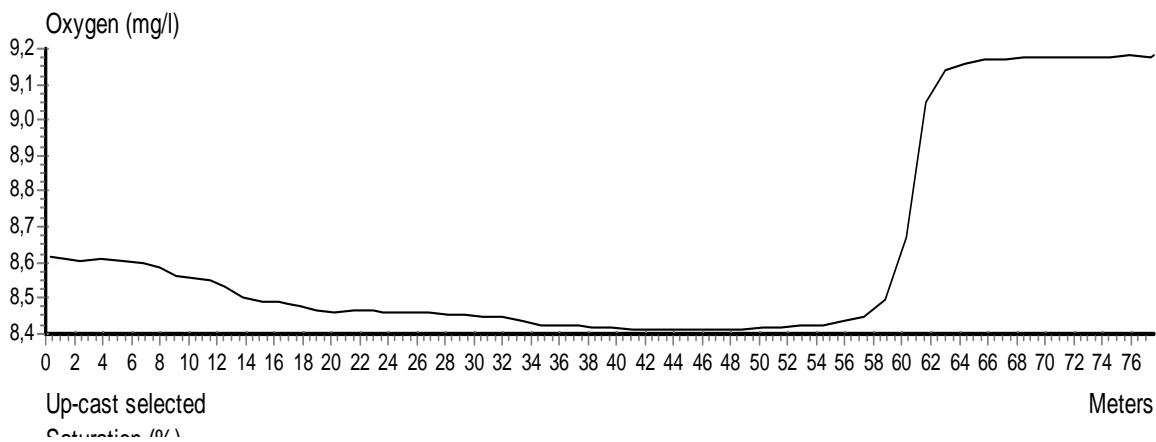
Saliniteten gikk gradvis opp fra 30,23 ‰ på 1 meters dyp til 32,12 ‰ på 60 meters dyp. Mellom 60 og 70 meter gjorde saliniteten et hopp til 34,28 ‰ (se figur 3.1), for deretter å holde seg stabil ned til bunnen. Temperaturen økte gradvis fra 12,075 °C på 1 meters dyp til 12,805 °C på 40 meters dyp. Deretter avtok temperaturen jevnt ned til 60 meters dyp, for deretter å avta raskt ned til 70 meters dyp. På 70 meters dyp var temperaturen 8,140 °C (Figur 3.1). Oksygeninnholdet sank jevnt nedover i dypet fra 8,61 mg/l på 1 meters dyp til 8,42 mg/l på 50 meters dyp. Mot bunnen økte oksygeninnholdet mye i forhold til verdiene lenger oppe i vannsøylen. På 70 meters dybde var innholdet 9,18 ml/l (Figur 3.2). Dette gir tilstandsklasse I (meget god) etter SFT's retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997).

File name: hopla2.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 9 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:20:51 - 29.Sep-08 (No. 683) To: 12:24:23 - 29.Sep-08 (No: 789)



**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 76 meters dyp på stasjon Hop1-08 den 29. september 2008.

File name: hopla2.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 9 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 12:20:51 - 29.Sep-08 (No. 683) To: 12:24:23 - 29.Sep-08 (No: 789)

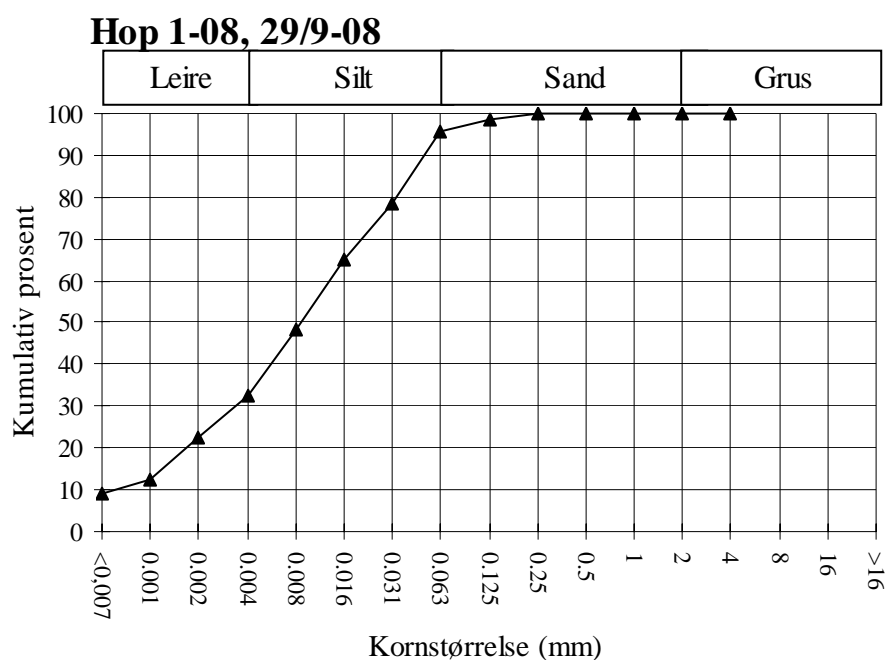


**Figur 3.2.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 76 meters dyp på stasjon Hop1-08 den 29. september 2008.

### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.9 og Tabell 3.2.

Sedimentprøven fra stasjon Hop1-08 1 ble tatt på 72 m i det dypeste området av Hoplafjorden. Sedimentet på Hop1-08 var finkornet og inneholdt 96 % leir/silt og 4 % sand i september 2008. Disse tallene samsvarer godt med analysene fra 2002, der prøvene var tatt på samme dyp. Da var 99 % av sedimentet leire/silt, mens 1 % var sand. I 2005 ble prøvene tatt på 77 meters dyp, og en fikk da et noe grovere sediment i prøven. Glødetapet ble i 2008 beregnet til 6,11 % (Tabell 3.2). I 2002 og 2005 var dette henholdsvis 6,2 og 5,7 %.



**Figur 3.9.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Hoplafjorden i 2008.

**Tabell 3.2.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene i Hoplafjorden i 2008.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Hop 1-08</b>	72	6,11	32	63	96	4	0

### 3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i Hoplafjorden er vist i Tabell 3.3 og Vedleggstabell 2. Det var 1,6g TOC/100g i sedimentet. For å benytte SFT's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993). Om en benytter normaliserings-formelen får en et TOC innhold på 2,32 mg/g som tilsvarer SFT's tilstandsklasse I (meget god). Konsentrasjonene av metallene sink og kobber var lave på stasjonen og lå i tilstandsklasse I (ubetydelig forurenset). Konsentrasjonene av både fosfor og nitrogen i sedimentet var lave.

**Tabell 3.3.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Hoplafjorden 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)	Nitrogen- Kjeldahl (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
<b>Hop 1-08</b>	1,6	2,32	<b>I</b>	0,81	<2,1	110	<b>I</b>	22	<b>I</b>	46,9

### 3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.10-3.11 og Vedleggstabell 1.

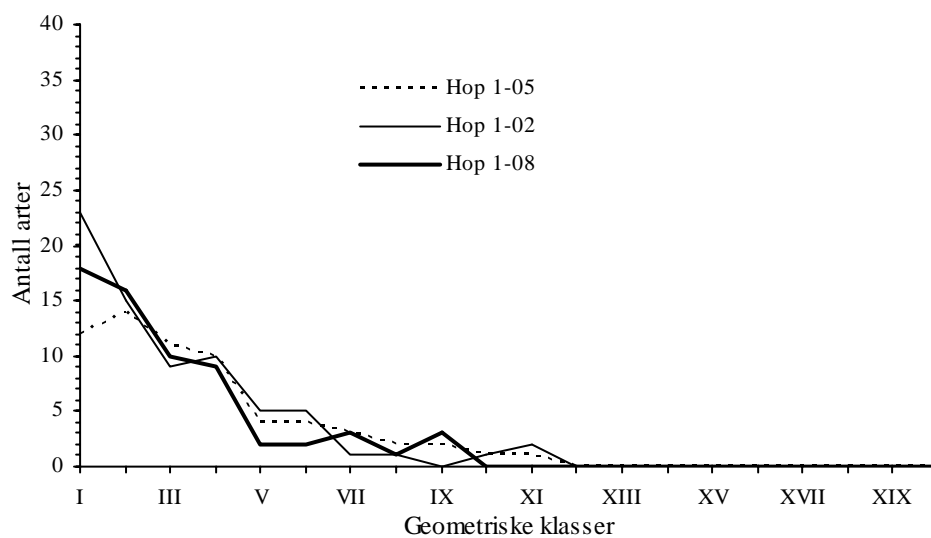
I Hoplafjorden ble det tatt prøver på stasjon Hop 1 den 29. september 2008. Artsdiversiteten i 2008 var 3,7 med jevnhet 0,61 og tilsvarte tilstandsklasse II (god). Dette er den samme tilstandsklassen som stasjonen fikk i 2005. På denne stasjonen ble det i 2008 funnet 64 arter og 1886 individer på 0,4 m<sup>2</sup>. Artsantallet var det samme i 2008 som i 2005. Individantallet hadde imidlertid blitt redusert i forhold til i 2002 og 2005 på et like stort prøveareal. Grafen for de geometriske klassene viste bare mindre endringer i forhold til tidligere.

Mengden av den vanligste arten, børstemarken *Heteromastus filiformis*, var redusert i 2008 (22,8 %) i forhold til i 2005 (37,5 %) og 2002 (31,2 %). Faunasammensetningen mellom de enkelte huggene på stasjonen viste en likhet på ca 61 % i 2008. Likheten mellom faunaen i 2008 og de to tidligere undersøkelsene var 54 %. Både mds- og clusteranalysen viser at det hadde skjedd en tydelig endring av faunaen fra 2005 til 2008. Det fortsatt høye artsantallet og synkende individantallet kan indikere at de observerte endringene går i retning av en redusert miljøbelastning i 2008 i forhold til 2002 og 2005. Anlegget rapporterer at de i 2006 la om produksjonen til større antall, men lavere gjennomsnittsvekt på smolten. Dette har ført til en mindre total produsert biomasse, og dermed også et noe lavere utslipp. Det er derfor mulig at bedringen i tilstand skyldes redusert miljøbelastning.

**Tabell 3.4.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer). Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997).

År/Stasjon	Prøve nr.:	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	SFT's Tilstandskl.
Hop 1-02	sum	4384	72	2.69	0.44	6.17	III
Hop 1-05	sum	3837	64	3.37	0.56	6.00	II
	1	253	30	3.47	0.71	4.91	
	3	326	33	3.85	0.76	5.04	
	4	669	41	3.09	0.58	5.36	
	5	638	40	3.58	0.67	5.32	
Hop 1-08	sum	1886	64	3.67	0.61	6.00	II





**Figur 3.10.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Hoplafjorden.

**Tabell 3.5.** Geometriske klasser fra Hoplafjorden i 2002, 2005 og 2008.

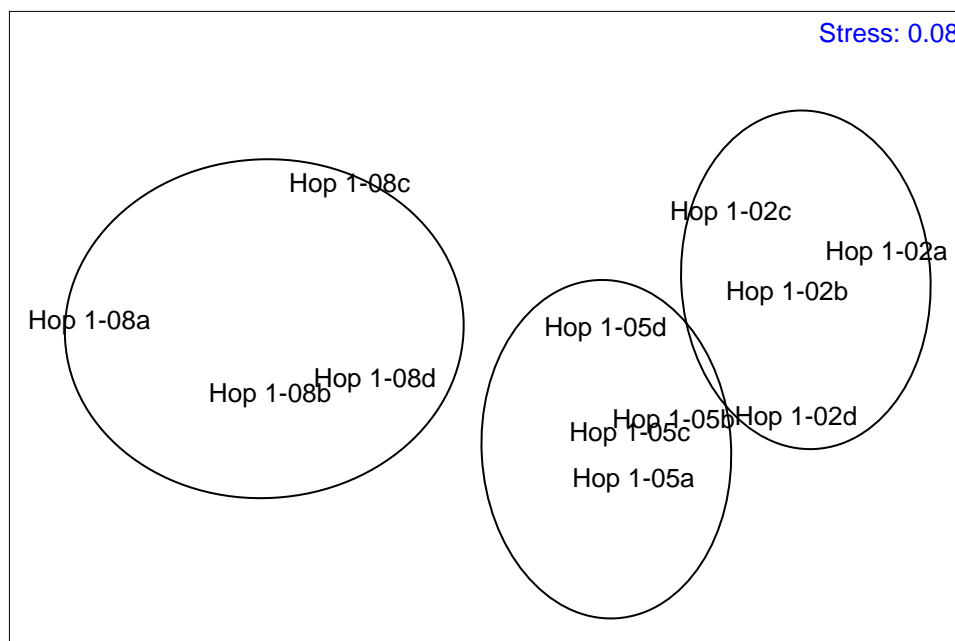
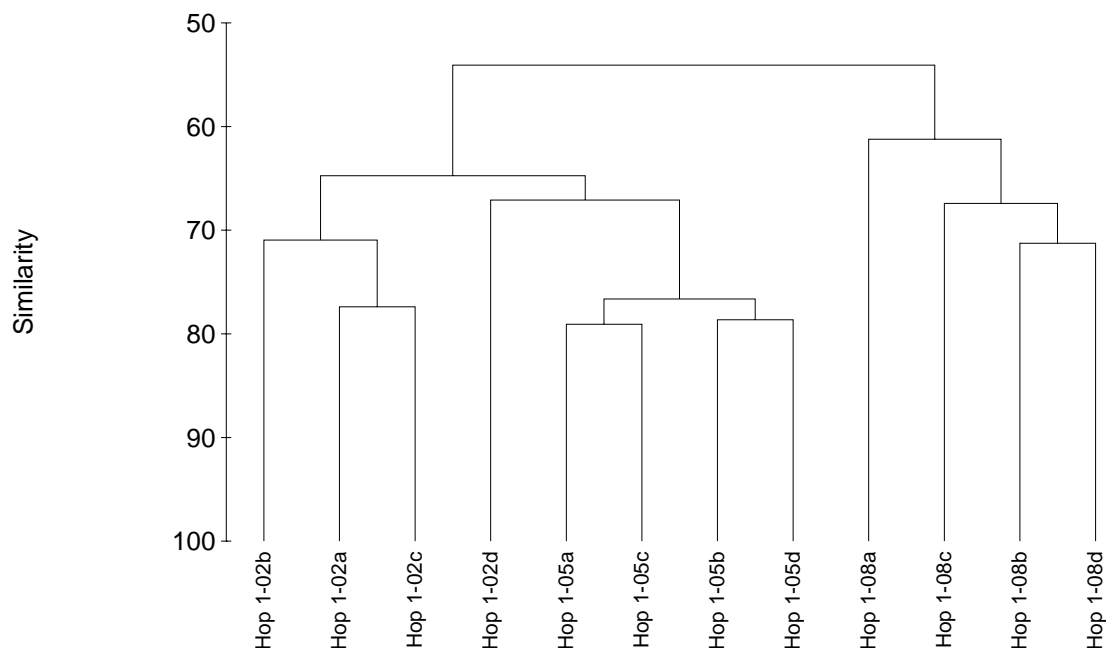
	Hop 1-05	Hop 1-02	Hop 1-08
I	12	23	18
II	14	15	16
III	11	9	10
IV	10	10	9
V	4	5	2
VI	4	5	2
VII	3	1	3
VIII	2	1	1
IX	2	0	3
X	1	1	0
XI	1	2	0
XII	0	0	0
XIII	0	0	0
XIV	0	0	0
XV	0	0	0
XVI	0	0	0
XVII	0	0	0
XVIII	0	0	0
XIX	0	0	0
XX	0	0	0

**Tabell 3.6.** De mest tallrike artene som ble identifisert i Hoplafjorden i 2002, 2005 og 2008

Hop 1 - 2002				Hop 1 - 2005			
				0,4 m <sup>2</sup>			
Arter	Antall	Prosent	kum %	Arter	sum	%	kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	1199	31.2	31.2	<i>Heteromastus filiformis</i>	1646	37.5	37.5
<i>Abra nitida</i>	826	21.5	52.8	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1456	33.2	70.8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	404	10.5	63.3	<i>Abra nitida</i>	514	11.7	82.5
<i>Diplocirrus glaucus</i>	275	7.2	70.5	<i>Chaetozone setosa</i>	144	3.3	85.8
<i>Myriochele oculata</i>	237	6.2	76.6	<i>Thyasira equalis</i>	69	1.6	87.3
<i>Chaetozone setosa</i>	216	5.6	82.3	<i>Diplocirrus glaucus</i>	49	1.1	88.5
<i>Amphiura chiajei</i>	98	2.6	84.8	<i>Amphiura filiformis</i>	46	1.0	89.5
<i>Amphiura filiformis</i>	75	2.0	86.8	<i>Amphiura chiajei</i>	45	1.0	90.5
<i>Scalibregma inflatum</i>	72	1.9	88.7	<i>Myriochele oculata</i>	42	1.0	91.5
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	38	1.0	89.7	<i>Prionospio cirrifera</i>	37	0.8	92.3

Hop 1-2008			
0,4 m <sup>2</sup>			
	Antall	Prosent	kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	430	22.8	22.8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	354	18.8	41.6
<i>Myriochele oculata</i>	271	14.4	55.9
<i>Diplocirrus glaucus</i>	194	10.3	66.2
<i>Chaetozone sp.</i>	116	6.2	72.4
<i>Amphiura filiformis</i>	112	5.9	78.3
<i>Amphiura chiajei</i>	64	3.4	81.7
<i>Scalibregma inflatum</i>	48	2.5	84.3
<i>Thyasira equalis</i>	48	2.5	86.8
<i>Abra nitida</i>	24	1.3	88.1



**Figur 3.11** Dendrogram fra clusteranalyse (øverst) og Mds-plott (nederst) av bunnfaunaresultatene fra stasjonene i Hoplafjorden i 2002, 2005 og 2008. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen Hop 1-08a menes første hugg fra stasjon Hop 1 i 2008. Stressverdien fra Mds-plottet er 0,08.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en miljøundersøkelse i Hoplafjorden, i Levanger kommune, Nord-Trøndelag. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 29. september 2008. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på en stasjon.

Tidligere, er det gjennomført to tilsvarende undersøkelser på samme sted ; i september 2002 og september 2005. I 2002 fikk resipienten tilstandsklasse III etter SFT`s klassifisering, og i 2005, fikk resipienten tilstand II

Sedimentet ble analysert kjemisk og geologisk, for å finne andelen organisk materiale (% glødetap) og mengdene av fosfor, sink, kobber og nitrogen. Det ble utført kornfordelingsanalyse av sedimentet fra stasjonen. Sedimentet i Hoplafjorden inneholdt 96 % leir/silt, og 4 % sand. Det organiske innholdet var 2,32 mg/kg (normalisert). Finkornet sediment, og lavt glødetap, slik som i dette tilfelle er vanlig for norske fjordbassenger. Analysene av sink, kobber, nitrogen og fosfor gav heller ingen uvanlige verdier. Konsentrasjonene av alle disse, var innenfor tilstandsklasse I (se tabell 3.3 og 2.2).

Bunndyrsundersøkelsen i 2008 gav en artsdiversitet på 3,7 med en jevnhet på 0,61. Dette tilsvarer tilstandsklasse II i SFT`s klassifiseringssystem. I forhold til i 2005 og 2002, har antallet individer gått ned og artsdiversiteten har økt. De to mest tallrike børstemarkarten *Heteromastus filiformis*, og *Paramphinome jeffreysii* var mindre dominerende i 2008 enn i 2005. Disse funnene gir en indikasjon på at miljøbelastningen har blitt noe mindre fra 2002 og frem til 2008.

#### 5 TAKK

Takk til de ansatte på kystvaktens båt K/V Njord, som var behjelpelige under toktet. Innsamling av prøvene ble gjennomført av Gyda Arnkværn og Anders Waldemar Olsen fra Aqua Kompetanse AS. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannesen. De kjemiske og geologiske prøvene ble analysert av Anna A. Kubberød, AnalyCen, Moss.

## 6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Bredvold G, Kallquist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. *SFT-veiledning* nr. 2229/2007. 12 s.
- 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

### 7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata

#### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden.

Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

#### Geometriske klasser

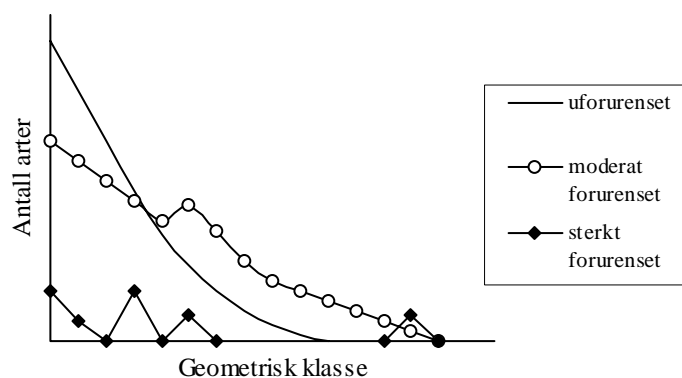
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray & Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I

et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

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

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



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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Ut fra indeksen kan

miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

### **Diversitet og jevnhet**

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

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

der:  $p_i = n_i/N$ ,  $n_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

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

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

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

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrsprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område



med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

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

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

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

## Litteratur til Generelt Vedlegg

- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, 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**  
**Prosjekt nr.: 801392**  
**Prøvetakingssted (område): Hoplalfjorden**  
**Dato for prøvetaking: 29. september 2008**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen**  
**Artene er identifisert av: Per Johannessen**

**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 godkjennelse fra SAM.

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

	Hop 1-08	Hop 1-08	Hop 1-08	Hop 1-08
Type beskrivelse	1	3	4	5
* <b>Hydrozoa indet.</b>				+
<b>ANTHOZOA</b>				
Virgularia mirabilis			1	1
* <b>PLATYHELMINTES indet.</b>		1		2
* <b>NEMERTINI indet.</b>	1		1	1
* <b>NEMATODA indet.</b>	2		1	9
<b>POLYCHAETA</b>				
Panthalis oerstedii			1	
Paramphinome jeffreysii	16/7	11/3	105/87	96/29
Polynoidae indet.		2	1	1
Harmothoe nodosa			1/11	
Pholoe baltica	0/1	2	4	
Pholoe pallida	3	3	2	4/2
Ophiodromus flexuosus		1	3	2
Glyphohesione klatti		1		2
Ceratocephale loveni	1			1
Sphaerodorum flavum			2	
Glycera alba	3	1/1	1	2/1
Glycera rouxii		1		
Goniada maculata	2	1	1	1
Drilonereis filum				1
Polydora sp.			1	8
Prionospio cirrifera			1	1
Spio sp.	1			
Spiophanes kroeyeri		2		0/1
Aphelochaeta sp.				3
Chaetozone sp.	6	51	9	50
Brada villosa		1	0/1	
Diplocirrus glaucus	51/1	54/2	28/7	46/5
Pherusa falcata			0/1	1
Scalibregma inflatum	2	7	7	29/3
Capitella capitata				1/1
Heteromastus filiformis	71	38	180	141
Maldane sarsi	1	4		5
Rhodine loveni			1	
Myriochele oculata	30	40	120	81
Pectinaria auricoma		2/2	3	2
Pectinaria koreni		0/1	0/1	2/1
Eclysippe vanelli	1			
Terebellides stroemi			1	4/1
Sabellidae indet.	1			

	Hop 1-08	Hop 1-08	Hop 1-08	Hop 1-08
Type beskrivelse	1	3	4	5
<b>SIPUNCULA</b>				
Sipuncula indet.			3	
Phascolion strombus			0/1	
<b>CRUSTACEA</b>				
* Bradyidius sp.				3
* Asterope mariae			1	
* Leucon nasica		3		1
* Eudorella emarginata		1		1
* Eudorella truncatula		1	3	1
* Diastylis cornuta			1	2
* Diastylis biplicata	1	2	1	1
* Brachydiastylis resima			1	
* Tanaidacea indet.				1
* Amphipoda indet.	3	3	5	2
* Caprellidae indet.	1			
<b>MOLLUSCA</b>				
Caudofoveata indet.				1
Eulimella ventricosa			1	1
Odostomia acuta	0/2	2/3	2	
Diaphana minuta			1	
Philine scabra	2	3/2	2	0/2
Nudibranchiata indet.	1			
Ennucula tenuis		1		0/1
Nuculana pernula	1			
Mytilidae indet.		0/2	0/1	
Delectopecten vitreus				0/1
Heteranomia squamula				0/1
Thyasira equalis	11	12/1	14/1	7/2
Mendicula feruginosa	3	3	1	
Montacuta ferruginosa	1/3			
Mysella bidentata		1		
Parvicardium scabrum			0/1	
Abra nitida	1/4	0/2	4/3	0/10
Glossus humanus			0/1	
Cuspidaria abbreviata		1/1		1/2
Antalis occidentale	1			
* <b>Bryozoa skorpeformet</b>	+		+	+
<b>ECHINODERMATA</b>				
Amphiura chiajei	5/4	10/10	9/7	11/8
Amphiura filiformis	6/2	15/15	4/19	33/18
Amphilepis norvegica	1		1	
Ophiura affinis		3/2		1/1
Ophiura carnea	1/2	2	2/2	4/1
Brissopsis lyrifera	2			0/1
Synaptidae indet.	2	4	8	2
* <b>CHAETOGNATHA indet.</b>		1	1	

## 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



Lab.nr.	NOV042830-08				
Kundenr.	8183600-1376362				
Prøvtype	Sedimentprøve				
Oppdragets merking	Stedskode 611101				
Sted for prøvetaking	Hopla				
	Tatt ut	16.10.2008			
	Prøvemottak	16.10.2008			
	Analysereport klar	30.10.2008			
Merket	Hopla 08				
Parameter	Resultat	Enhet	Måleu.	Ref/Metode baser	Lab
Tørrestoff	46.9	%	± 15 %	NS 4764-1	O
TOC i lufttørket prøve	1.6	g/100g	± 15 %	AJ 31	As
* Nitrogen- Kjeldahl	<2.1	g/kg TS	± 10 %	NS-EN 13654-1 m	O
Fosfor, P	0.81	g/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O
Sink, Zn	110	mg/kg TS	± 15 %	NS-EN ISO 11885 m	O
Kobber, Cu	22	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O

Anna A Kubberød  
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 Bakteriologisk avdeling, Postboks 3055, 1506 Moss, Norge Tlf.: +47 69 27 98 20

Eurofins AB, Sverige – [www.eurofins.se](http://www.eurofins.se)

K Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige Tlf.: +46 44 28 11 00  
L Box 737, 531 17 Lidköping, Sverige Tlf.: +46 51 08 87 00  
U Pegasus lab, Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige Tlf.: +46 18 68 10 80

### 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. Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i NS-EN ISO 17025. 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