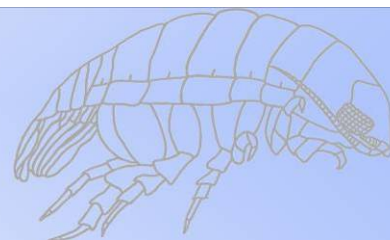


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research



e-Rapport nr. 6-2011

## *Marin miljøundersøkelse i Halsafjorden i 2010*

**Anders W. Olsen**

**Fredrik R. Staven**

**Kristin Hatlen**

**Per-Otto Johansen**



	<b>Uni Miljø - SAM-marin</b> Seksjon for anvendt miljøforskning – marin	
Seksjon for anvendt miljøforskning Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 44 05 Fax 55 58 45 25 Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA		Aqua Kompetanse 7770 Flatanger Norway Tlf: 74 28 84 30

Rapportens tittel: <b>Marin miljøundersøkelse i Halsafjorden i 2010</b>	Dato 23.5.2011
	Antall sider og bilag: 32
Forfatter(e): <b>Anders Waldemar Olsen, Fredrik R. Staven, Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen</b>	Prosjektleder: AWO
	Prosjektnummer: 98-11-10C

Oppdragsgiver: <b>Lerøy Hydrotech</b>	Tilgjengelighet: Åpen
--	--------------------------

<b>Sammendrag:</b> På oppdrag fra Lerøy Hydrotech har vi undersøkt miljøforholdene på havbunnen utenfor oppdrettsanlegget Halsabukta. Resultatene er tolket etter KLIFs klassifiseringssystem. Resultatene viser at miljøforholdene på havbunnen midtfjords er gode. Det ble funnet lite innhold av tungmetallene sink og kobber, lite innhold av fosfor, og lite innhold av TOC og organisk materiale. Dyrelivsanalysene gav tilstand I. Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet var meget høy, og fikk også tilstand I. På stasjonene i anleggets nærområde er resultatene mer usikre. Grunnet fjellbunn er innholdet i prøvene meget begrenset, og er vanskelig å tolke. Det ble ikke registrert misfarging eller lukt i disse prøvene, noe indikerer gode eller middels gode miljøforhold.
--

Emneord: Fiskeoppdrett MOMC Miljøundersøkelse Bunn dyr Hydrografi
--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 6-2011

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	23.5.2011	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	3.11.2010	<i>Anders W. Olsen</i>

## INNHOOLD

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Hydrografi .....	7
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser .....	9
2.2.5 Bunndyr.....	9
<b>2.3 Produksjon.....</b>	<b>12</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Sediment.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Kjemi.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>16</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>21</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>22</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>22</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>23</b>
<b>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</b>	<b>23</b>
<b>Vedleggstabell 1. Artsliste .....</b>	<b>28</b>
<b>Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....</b>	<b>32</b>

## 1 INNLEDNING

På oppdrag fra Lerøy Hydrotech, har Aqua Kompetanse AS undersøkt miljøforholdene på fjordbunnen utenfor oppdrettsanlegget Halsabukta i Halsafjorden, Halså kommune.

Undersøkelsen er gjennomført 3.11.2010 og totalt er det tatt bunnprøver fra en stasjon, to dyrelivsprøver og en sedimentprøve. Det er også gjennomført hydrografiske målinger. Sedimentet er analysert kjemisk for innhold av sink, kobber, fosfor og TOC. I tillegg er sedimentet også analysert for innhold av organisk materiale og kornfordeling (geologisk analyse). I de to dyrelivsprøvene er alt innhold sortert og identifisert.

Resultatene fra kjemisk analyse, geologisk analyse og dyrelivsanalyse er vurdert opp mot “Retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann”, fra KLIF (Molvær m.fl. 1997). Det er ikke kjent om det er gjort tilsvarende undersøkelser i området tidligere. Figur 1.1 viser kart over området med oppdrettsanlegget Halsabukta samt andre anlegg i nærområdet.

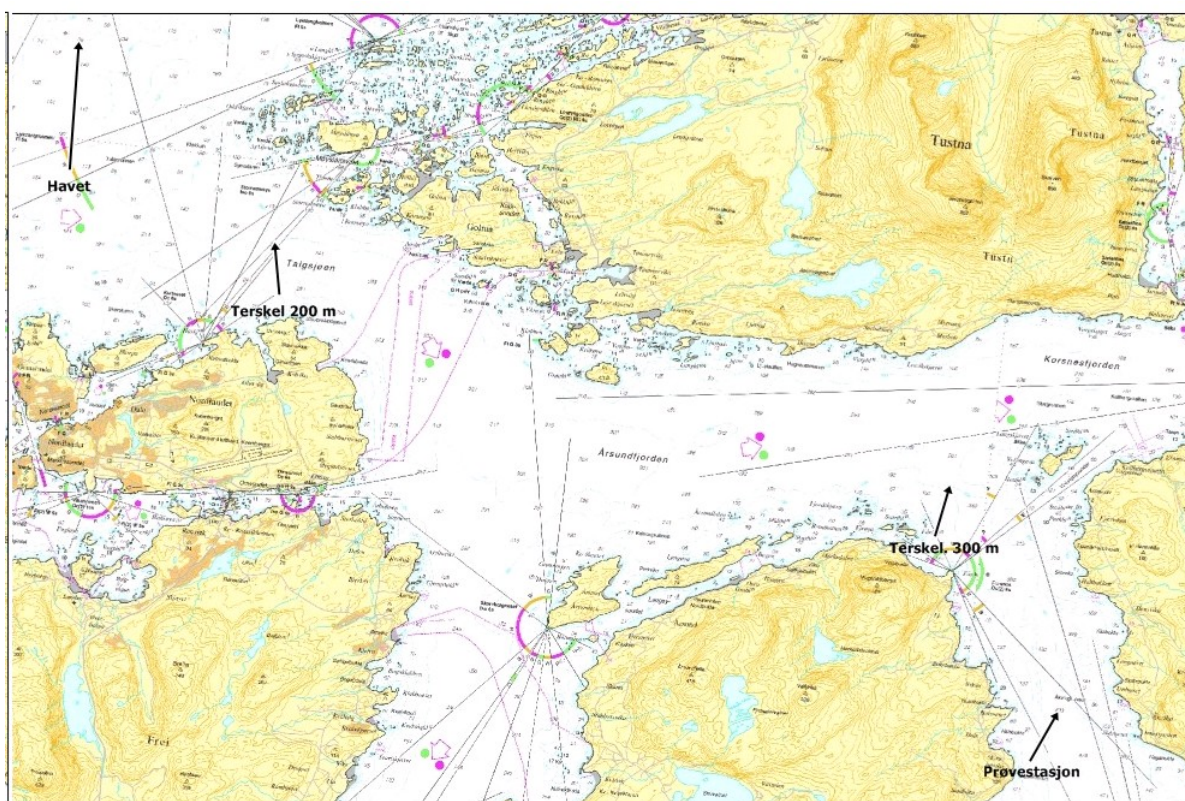


**Figur 1.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet og andre oppdrettsanlegg avmerket. Kartkilde: Olex.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger nord i Halsafjorden. Halsafjorden strekker seg fra Korsnesfjorden i nord og inn til Todalsfjorden i sør, en strekning på over 40 km. Halsafjorden kan neppe anses som en terskelfjord, da “terskelen” ved Korsnesfjorden er ca 300 m dyp. Heller ikke fjordområdene utenfor kan anses å være terskelfjorder. Ytterste terskel mot storhavet, er 200 meter dyp. Se kart, figur 2.1.



**Figur 2.1.** Oversikt over prøveområdet og tilhørende fjordsystemer og terskler

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingen ble gjort fra oppdrettsbåten til Lerøy Hydrotech den 3.11.2010

Bunnprøvene er tatt med bruk av en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb etter “MOMC” metodikken, som beskrevet i NS9410 samt i NS-EN ISO 16665.

Da stasjon 1 og 2 var over bratt skrånende fjellbunn ble mengden sediment i disse meget begrenset. De er likevel analysert med tanke på artsdiversitet. På stasjon 3, var grabben full under prøvetaking. På stasjon 3 er det i tillegg tatt hydrografiske prøver.

Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Figur 2.2 gir en grafisk oversikt over stasjonene.

**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i november 2011. 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
Halsa 1	63°04.676N 08°08.972Ø	305	1	0	Inneholdt bare strø. Ingen lukt. Lys grå farge. Innhold over på prøveglass.
Halsa 1	63°04.676N 08°08.972Ø	305	2	0	Inneholdt bare strø. Ingen lukt. Lys grå farge. Innhold over på prøveglass
Halsa 1	63°04.676N 08°08.972Ø	305	3	0	Inneholdt bare strø. Ikke tilstrekkelig til kjemisk/geologisk analyse.
<b>Ett prøveglass (blandet prøve)</b>					
Halsa 2	63°04.809N 08°09.048Ø	242	1	0	Inneholdt kun strø. Ingen lukt, Lys grå farge. Innhold over på prøveglass
Halsa 2	63°04.809N 08°09.048Ø	242	2	0,25	Tynt lag med silt. Lys grå farge. Observert børstemark og slangestjerne. Innhold over på prøveglass
Halsa 2	63°04.809N 08°09.048Ø	242	3	0	Inneholdt kun strø. Ikke tilstrekkelig til kjemisk/geologisk analyse
<b>Ett prøveglass (blandet prøve)</b>					
Halsa 3	63°05.179 N 08°09.309Ø	498	1	11,7 l	Silt og skjellsand. Farge lys grå. Ingen lukt. Observerte slangestjerner. Innhold over på prøveglass. 1 glass totalt
Halsa 3	63°05.179 N 08°09.309Ø	498	2	9,5	Silt og skjellsand. Farge lys grå. Ingen lukt. Observerte slangestjerner. Innhold over på prøveglass. 1 glass totalt.
Halsa 3	63°05.179 N 08°09.309Ø	498	3	Ikke målt	Sedimentprøve til kjemisk og geologisk analyse. 2 poser. Hydrografiske prøver



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

### 2.2.1 Hydrografi

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

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på stasjon 3 (figurene 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, og det ble senket ned og halt 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.

### **2.2.2 Sediment**

Det ble tatt sedimentprøver fra stasjon 3. Disse ble analysert for innhold av sink, kobber, fosfor, TOC og tørrstoff (kjemisk prøve). Kornfordeling og innhold av organisk materiale ble også bestemt (geologisk prøve).

Partikkelfordelingen (kornfordelingen) 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 ( $H_2S$ ). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### **2.2.3 Kjemiske analyser**

Sedimentet ble analysert for innhold av sink, kobber, TOC, fosfor og tørrstoff. Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført i henhold til NEN-EN 13137.

### **2.2.4 Akkreditering**

De kjemiske (2.2.4) analysene er gjort akkreditert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss (Akkrediteringstest 003). Analysene av TOC er ikke gjort akkreditert men i henhold til standard NEN-EN 13137.

Bunndyrsanalysene (2.2.5) og de geologiske analysene (2.2.3) er gjennomført akkreditert av UNI Research, SAM-Marin, (akkrediteringstest 157).

### **2.2.5 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.

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 tilsetting av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra 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 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, nå KLIF) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 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). Når oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær m.fl. (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 m.fl. (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	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minst 20 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5-19 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.</li> </ul>
Miljøtilstand 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 til 4 arter av makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup></li> </ul>
Miljøtilstand 4 (uakseptabelt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingen makrofauna (&gt; 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.</li> </ul>

## 2.3 Produksjon

Lokaliteten Halsabukta har en MTB på 4680 tonn. Det er ukjent hvor mye som var utfôret på undersøkelsesdato. Lokaliteten er relativt ny og har ikke vært i drift lenge.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Det er målt hydrografi på den dypeste stasjonen i Halsafjorden, stasjon 3.

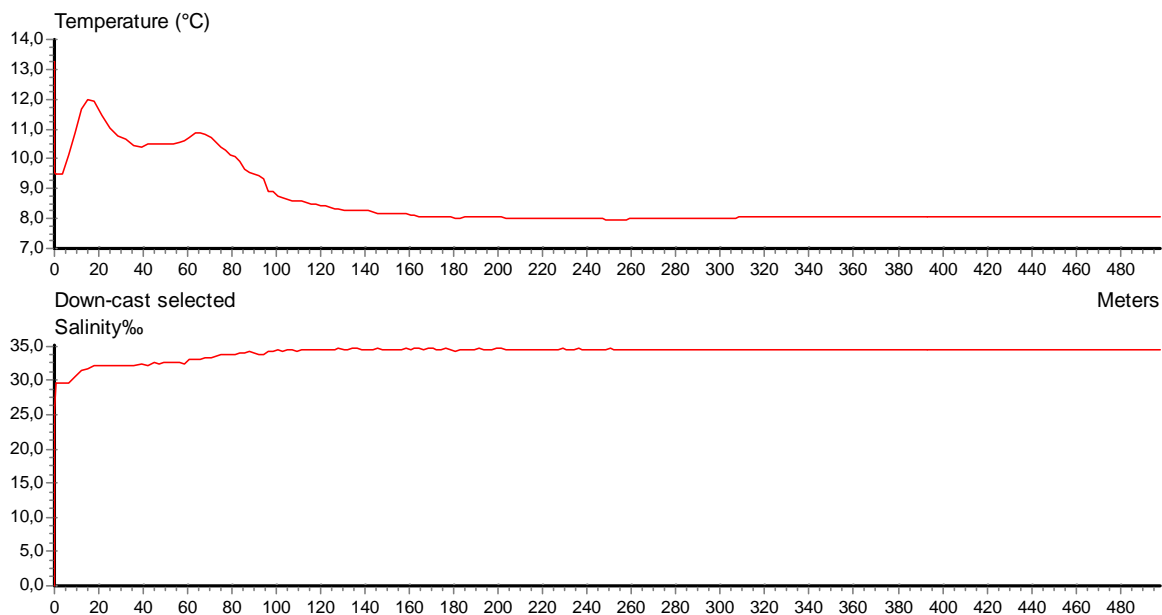
Resultatene viser at temperaturen økte fra 9,5 °C i overflaten (0,5 meter) og ned til 12 °C på 15 meters dyp. Derfra og ned til 275 meter sank temperaturen jevnt til 8 °C. Fra 275 meters dyp og ned til bunnen på 498 meter holdt temperaturen seg stabil rundt 8 °C.

Saliniteten økte jevnt fra 29,7 ‰ i overflaten til 34,5 ‰ på 120 meters dyp. Derfra og ned lå saliniteten jevnt på 34,5 ‰. Se figur 3.1 og 3.2 for grafisk fremstilling av temperatur og salinitet.

Oksygeninnholdet i overflatevannet var 9,19 mg/l. Oksygenmetningen var 97,36 %.

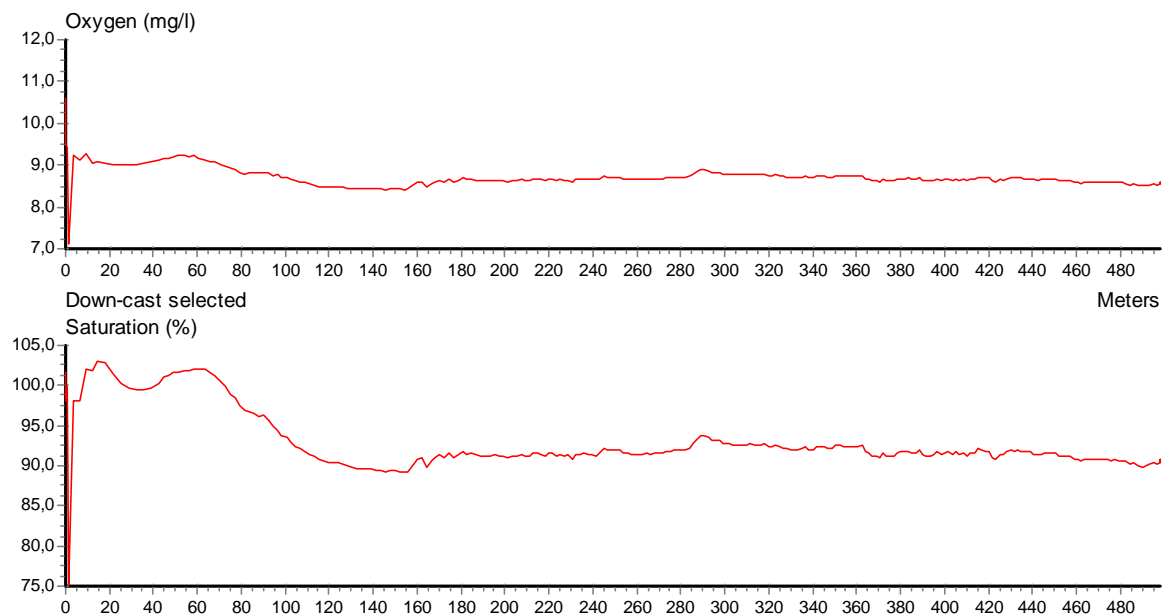
Oksygeninnholdet holdt seg jevnt ned til ca 60 meter, da det begynte å falle. Ved 150 meter dybde hadde innholdet sunket til 8,42 mg/l. Mellom 150 meter og ned til 300 meter økte oksygeninnholdet litt igjen. På 300 meter var innholdet 8,79 mg/l. Ned mot bunnen på 498 meter var det ett lite fall i oksygenmengden igjen. Oksygeninnholdet på 498 meters dyp var 8,55 mg/l. Oksygenkonsentrasjonen her var 90,34 %. Et oksygeninnhold på 8,5 mg/l tilsvarer ett innhold i ml/l på ca 5,98. Dette gir bunnvannet i Halsafjorden, tilstandsklasse I i følge KLIFs retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997).

File name: Velfjord.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 31 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 14:08:47 - 03.Nov-10 (No. 4502) To: 14:38:09 - 03.Nov-10 (No: 5383)



**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 498 meters dyp på stasjon 3 den 3.11.10

File name: Velfjord.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 31 SD204, Serial No: 382  
 Data displayed from: 14:08:47 - 03.Nov-10 (No. 4502) To: 14:38:09 - 03.Nov-10 (No: 5383)



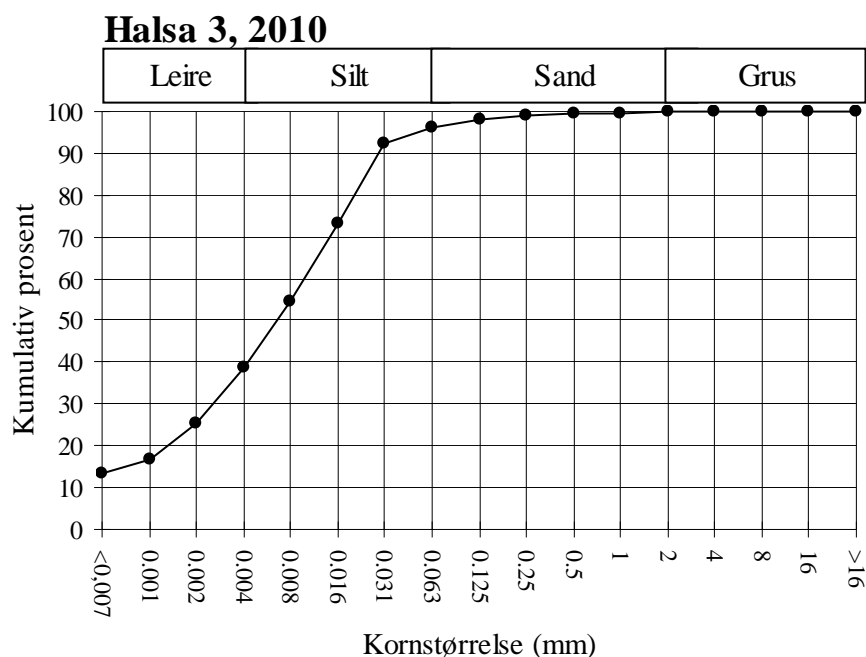
**Figur 3.2.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 498 meters dyp på stasjon 3 den 3.11.10

### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.3 og Tabell 3.1.

Sedimentprøven på stasjon Hals 3 hadde et innhold av leire og silt på 96 %, herav 39 % leire.

Innholdet av sand var 4 %. Organisk innhold (prosent glødetap) var lavt, 5,5 %.



**Figur 3.3.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøven som ble innsamlet i Halsafjorden i 2010.

**Tabell 3.1.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjon Hals 3 i Halsafjorden i 2010.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Halsa 3</b>	497	5.5	39	57	96	4	0

### 3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet fra Halså 3 er vist i Tabell 3.2 og Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF'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 m.fl. 1993).

På stasjonen Halså 3 var innholdet av organisk karbon 12,7 mg/g, noe som gir tilstandsklasse I etter KLIFs klassifiseringsveileder. Innholdet av sink og kobber var også innenfor tilstandsklasse I. Innholdet av fosfor var 0,6 g/kg tørrstoff, noe som er et lavt nivå.

**Tabell 3.2.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet i Halsåfjorden i 2010. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt organisk carbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Halså 3	12.0	12.7	I	0.6	45.0	I	11.0	I	61.0

### 3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.4-3.5 og Vedleggstabell 1. Ved anlegget og i overgangssonen var det bratt fjellskråning som gjorde det vanskelig å få gode bunnprøver. De to grabbhuggene ble derfor slått sammen på disse to stasjonene. Det må således tas hensyn til dette i vurderingen av disse to stasjonene.

Halså 1 ligger i oppdrettsanleggets nærsone på 242 meters dyp. Her ble det registrert ti individer av ti forskjellige arter på 0,2m<sup>2</sup>. Dette gir en diversitet (H') på 3,32 og en jevnhet (J) på 1,00. Disse ti artene bestod av fire børstemark (*Polychaeta*), fire bløtdyr (*Mollusca*), en tangloppe (*Amphipoda*) og en pølseorm (*Sipuncula*). Kombinasjonen av lavt arts- og individtallet gir MOM miljøtilstand på 3 ("dårlig").

Halså 2 ligger i anleggets overgangssone på 305 meters dyp. Her ble det registrert 30 individer fordelt på 17 arter (0,2m<sup>2</sup>). Diversiteten (H') var 3,84 og jevnheten (J) var 0,94. Børstemarken *Ampharete lindstroemi* hadde 5 individer, noe som utgjorde ca 17 % av det



totale antallet. Deretter fulgte to børstemarkarter (*Polychaeta*) og en skjellart (*Mollusca*) med tre individer hver. Stasjonen får MOM-miljøtilstand 2 ("god").

I fjærnsjonen ligger Hals 3 på 497 m dyp. I dette området, som også er fjordens dypeste, ble det registrert 696 individer og 71 arter. Dette gir en diversitet ( $H'$ ) på 5,05, en jevnhet ( $J'$ ) på 0,82 og dermed KLIFs tilstandsklasse I ("Meget god"). Av de 71 artene, utgjorde børstemarken *Heteromastus filiformis* 10,1 % (70 individ). Børstemarkgruppen *Aphelochaeta* sp. var den nest mest individrike arten, med 50 individer og ca 7 % av total mengde dyr.

Fordelingen av antall arter på geometriske klasser tyder på en relativt god fordeling på Hals 3, mens det begrensede antall arter på Hals 1 og Hals 2, gir en graf som tyder på mer forstyrrelse. Clusteranalysen peker også på en større likhet mellom Hals 1 og 2 enn med Hals 3.

### Konklusjon

Resultatene viser at forholdene på undersøkelsestidspunktet var gode i det dypeste området av fjorden. Prøvene fra hvert av grabbhuggene i nærsonen og intermediærsonen inneholdt lite materiale på grunn av bratt fjellbunnskråning og ble slått sammen.

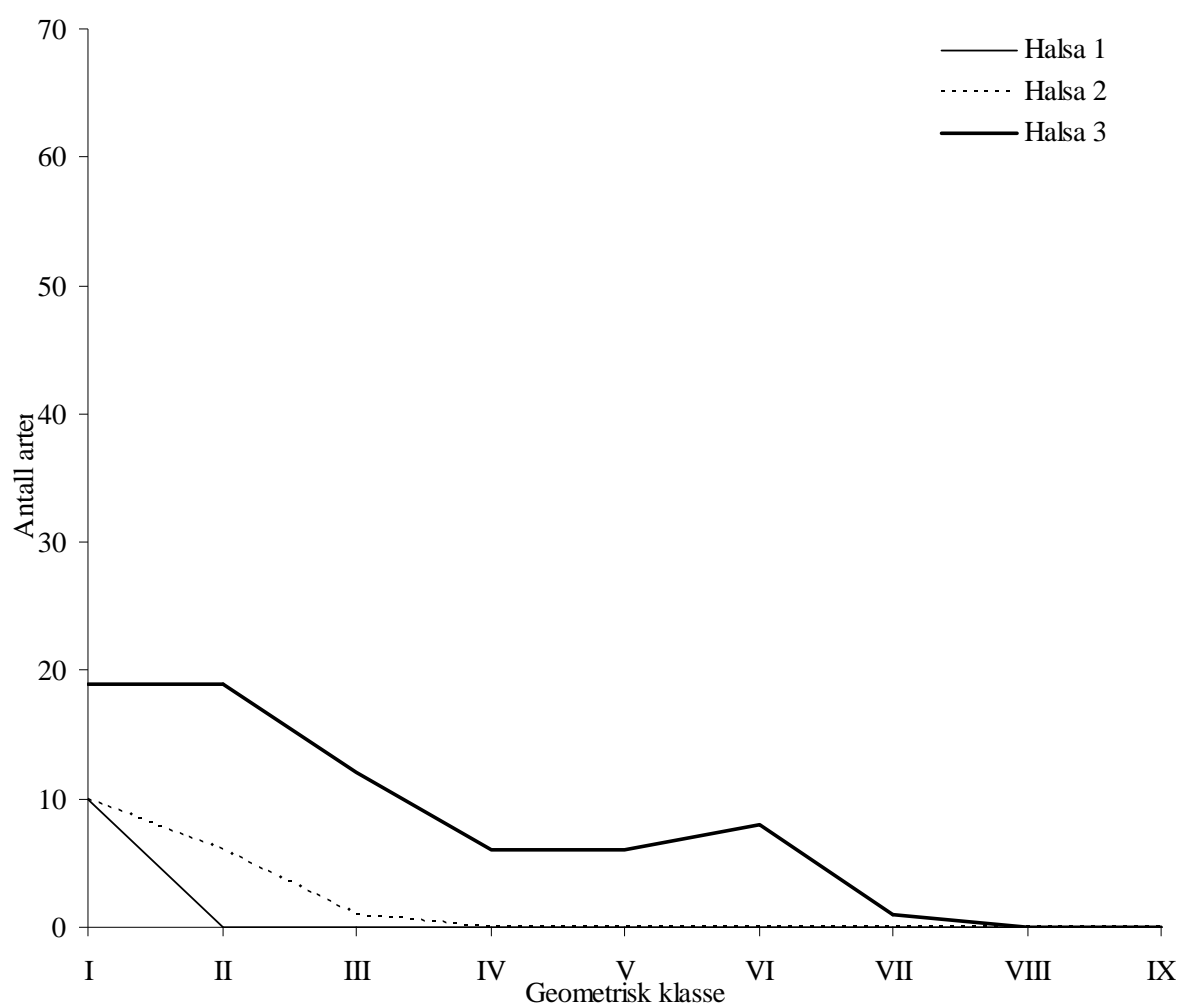
**Tabell 3.3.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet ( $H'$  max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Hals i 2010. Klassifisering av miljøforholdene (KLIF's tilstandsklasse og MOM-miljøtilstand) basert på artsdiversitet ( $H'$ ) (MOLVÆR et al. 1997) og Norsk Standard.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet ( $H'$ )	Jevnhet ( $J'$ )	$H'$ -max	KLIFs miljøtilstand	MOM-miljøtilstand
Hals 1*	1 + 2	10	10	3.32	1.00	3.32		3*
Hals 2*	1 + 2	30	17	3.84	0.94	4.09		2*
Hals 3	1	351	54	4.87	0.85	5.75		
	2	345	55	4.95	0.86	5.78		
	<b>sum</b>	<b>696</b>	<b>71</b>	<b>5.05</b>	<b>0.82</b>	<b>6.15</b>	<b>I</b>	

\*) Prøvene fra stasjon Hals 1 og Hals 2, inneholdt lite materiale og er slått sammen.

**Tabell 3.4.** Geometriske klasser fra Halså i 2010.

Geometriske klasser	Halsa 1	Halsa 2	Halsa 3
I	10	10	19
II	0	6	19
III	0	1	12
IV	0	0	6
V	0	0	6
VI	0	0	8
VII	0	0	1
VIII	0	0	0
IX	0	0	0

**Figur 3.4.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Halså i 2010.

**Tabell 3.5.** De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert fra Halså i 2010.

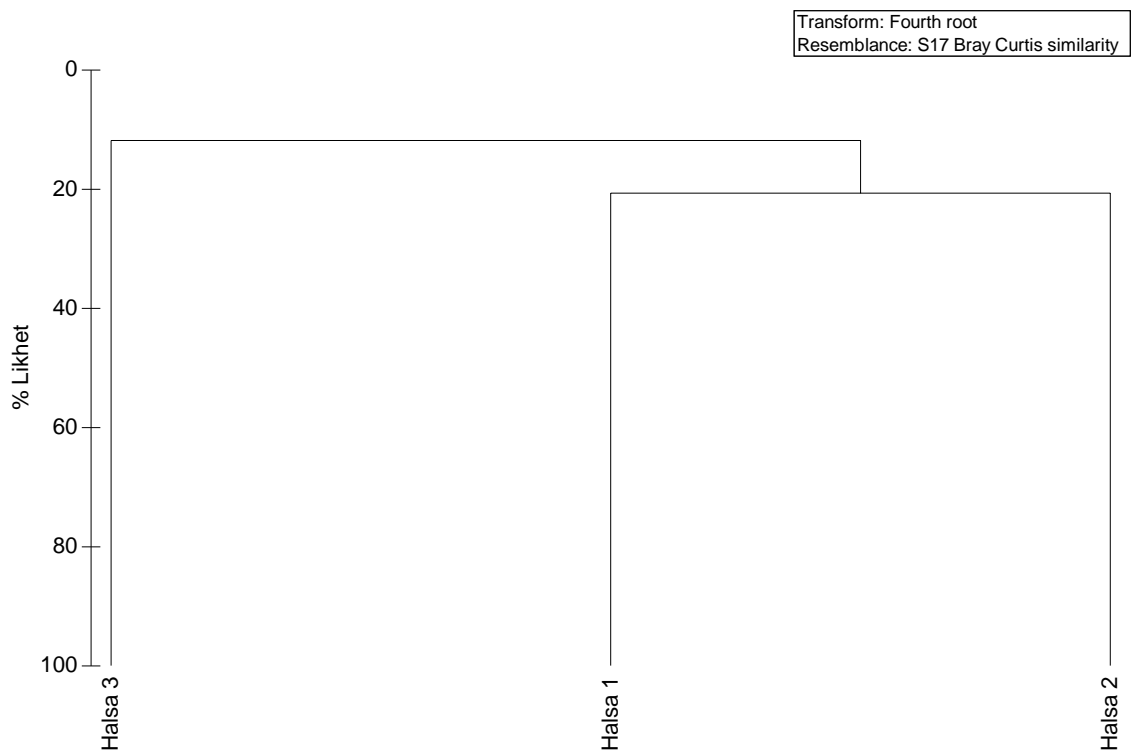
Halså 1	0,2m <sup>2</sup>	Ant. ind.	%	Kum %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		1	10.0	10.0
<i>Exogone</i> sp.		1	10.0	20.0
<i>Levinsenia gracilis</i>		1	10.0	30.0
<i>Heteromastus filiformis</i>		1	10.0	40.0
<i>Nephasoma</i> cf. <i>minutum</i>		1	10.0	50.0
<i>Parascelidae</i> indet.		1	10.0	60.0
<i>Yoldiella lucida</i>		1	10.0	70.0
<i>Yoldiella</i> cf. <i>philippiana</i>		1	10.0	80.0
<i>Thyasira obsoleta</i>		1	10.0	90.0
<i>Mendicula feruginosa</i>		1	10.0	100.0

Halså 2	0,2m <sup>2</sup>	Ant. ind.	%	Kum %
<i>Ampharete lindstroemi</i>		5	16.7	16.7
<i>Yoldiella</i> cf. <i>philippiana</i>		3	10.0	26.7
<i>Ampharetidae</i> indet.		3	10.0	36.7
<i>Terebellidae</i> indet.		3	10.0	46.7
<i>Nephasoma</i> cf. <i>minutum</i>		2	6.7	53.3
<i>Mendicula feruginosa</i>		2	6.7	60.0
<i>Ophiura sarsi</i>		2	6.7	66.7
<i>Capitella capitata</i>		1	3.3	70.0
<i>Mugga wahrbergi</i>		1	3.3	73.3
<i>Trichobranchidae</i> indet.		1	3.3	76.7
<i>OLIGOCHAETA</i> indet.		1	3.3	80.0
<i>Sipuncula</i> indet.		1	3.3	83.3
<i>Euspira montagui</i>		1	3.3	86.7
<i>Nucula tumidula</i>		1	3.3	90.0
<i>Adontorhina similis</i>		1	3.3	93.3
<i>Abra nitida</i>		1	3.3	96.7
<i>Kelliella abyssicola</i>		1	3.3	100.0

Halså 3	0,2m <sup>2</sup>	Ant. ind.	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>		70	10.1	10.1
<i>Aphelochaeta</i> sp.		50	7.2	17.2
<i>Thyasira equalis</i>		45	6.5	23.7
<i>Clymenura borealis</i>		44	6.3	30.0
<i>Mendicula feruginosa</i>		41	5.9	35.9
<i>Aricidea catherinae</i>		36	5.2	41.1
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>		34	4.9	46.0
<i>Levinsenia gracilis</i>		33	4.7	50.7
<i>Thyasira obsoleta</i>		32	4.6	55.3
<i>Nephtys incisa</i>		27	3.9	59.2



**Figur 3.5** Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Halsafjorden i 2010. Analysene er utført på stasjonsnivå med to hugg, hvor hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på havbunnen i nærheten av oppdrettsanlegget Halsabukta, i Halsafjorden, Møre og Romsdal. Formålet har vært å undersøke miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, og bunndyrsundersøkelser ble gjennomført den 3.11.2010. Det ble tatt bunnprøver ved bruk av en van Veen grabb på tre stasjoner. På en av stasjonene ble det også tatt en hydrografisk prøve.

Sedimentanalysene viste gode forhold for alle undersøkte stoffer. Bunndyrsprøvene viste gode forhold på stasjon 3. Forholdene på stasjon 1 og 2 er usikre, pga. lite analyseinnhold i grabbprøvene. Det ble ikke registrert noe lukt eller misfarging av sedimentet på stasjonen i nærsonen (Halsa 1), noe som gir en indikasjon på gode miljøforhold.

Resultatene er oppsummert i tabell 4.1.

**Tabell 4.1.** Oppsummering av resultatene fra Halsafjorden

Stasjon	Tilstand MOM	Tilstand KLIF	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand bunnvann	Tilstand TOC
Halsa 1	3*	X	X	X	X	X
Halsa 2	2*	X	X	X	X	X
Halsa 3	X	I	I	I	I	I

\*lite innhold i prøvene. Må tolkes med forsiktighet.

Forholdene på undersøkelsestidspunktet var gode i det dypeste området av fjorden. Prøvene fra nærsonen og intermediærsonen er vanskelig å tolke, da disse inneholdt for lite materiale.

## 5 TAKK

Vi takker Lerøy Hydrotech for oppdraget, og utlån av båt med båtfører til utføring av undersøkelsen. Fra Aqua Kompetanse AS deltok Fredrik R. Staven og Anders W. Olsen. Sedimentanalysene er gjennomført av Marianne Isebakke fra Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Per-Otto Johansen ved Uni Research

## 6 LITTERATUR

- Aure m.fl. 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.
- 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*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665. 2006. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2005). *Norges Standardiseringsforbund*.

## 7 VEDLEGG

### 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

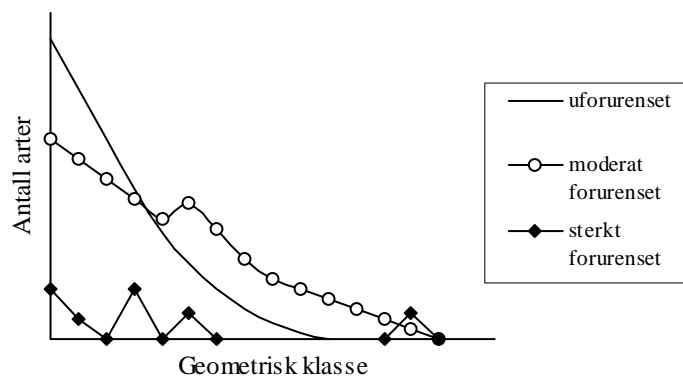
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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. Utfra indeksen kan



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

### Diversitet og jevnhet

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

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

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

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

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

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

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et 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 (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, Théliin, 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

Vedlegg SF-SAM-505.4

**BENTHOS ARTSLISTE**

SAM-Marin



**SAM-Marin**  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse as**  
**Prosjekt nr.: 803984**  
**Prøvetakingssted (område): Halsafjorden**  
**Dato for prøvetaking: 3.11.2010**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetans as**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: For lite sediment i grabbhuggene fra to stasjoner**  
**Artene er identifisert av: Tom Alvestad (opplæring) og Per Johannessen**

**Metode:** Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

**Opplysninger om merker i artslisten:**

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

+ i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

/ i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).

cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.

\* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

\* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

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

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

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Stasjon	Halsa 1	Halsa 2	Halsa 3	
	Dato	03.11.2010	03.11.2010	03.11.2010	03.11.2010
Hugg		1 + 2	1 + 2	1	2
* PORIFERA indet.		+		+	
* Hydrozoa indet.			+		+
* NEMERTINI indet.				+	5
* NEMATODA indet.		1	2	7	11
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii		1		0/7	0/10
Aphrodita aculeata				0/2	0/1
Pholoe baltica				0/1	
Nereimyra punctata				3	0/1
Exogone sp.		1		1	1
Ceratocephale loveni				2	
Nephtys incisa				12/4	6/5
Glycera lapidum				1	1/2
Paradiopatra quadricuspis				1/1	1/4
Eunice pennata				0/1	
Lumbrineridae indet.				16	4
Dorvilleidae indet.					2
Phylo norvegica				2	
Laonice bahusiensis					2/1
Prionospio cirrifera				1	
Scolecopsis korsunovi					1
Spiophanes kroeyeri				0/2	0/5
Spiochaetopterus bergensis				22	12
Aricidea catherinae				19/4	13
Levinsenia gracilis		1		13	20
Aphelochaeta sp.				23	27
Chaetozone sp.				1	
Macrochaeta polyonyx				1	
Diplocirrus glaucus					0/3
Pherusa flabellata					1
Scalibregma inflatum				1/4	0/3
Capitella capitata			0/1		
Heteromastus filiformis		1		31	39
Notomastus latericeus				1	1
Clymenura borealis				12/14	10/8
Asychis biceps				1/1	1
Rhodine gracilor					1
Myriochele heeri					6
Ampharetidae indet.			0/3		
Ampharete lindstroemi			0/5		
Sabellides octocirrata				0/1	2
Anobothrus gracilis				0/1	
Mugga wahrbergi			1		
Melinna albicincta					1/2
Terebellidae indet.			0/3		
Pista malmgreni				2	
Pista lornensis					1
Streblosoma intestinale				1	0/2
Polycirrus latidens				1/1	3
Amaeana trilobata				1/4	0/1
Trichobranchidae indet.			0/1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Stasjon	Halsa 1	Halsa 2	Halsa 3	Halsa 3
	Dato	03.11.2010	03.11.2010	03.11.2010	03.11.2010
Hugg		1 + 2	1 + 2	1	2
Trichobranchus roseus				1/2	1/1
Terebellides stroemi				3/7	3/8
Euchone sp.				1	1
OLIGOCHAETA indet.			1		3
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.			1	2	7
Phascolion strombus				0/1	
Onchnesoma steenstrupi				11	14
Nephasoma cf. minutum		1	2		
CRUSTACEA					
* Copepoda indet.					1
* Calanus finmarchicus				1	
* Vargula norvegica				1	1
* Philomedes lilljeborgi					1
* Diastylis cornuta					1
* Diastylodes serrata			1		
* Cycloaspis longicaudata					1
* Tanaidacea indet.				1	
Parasellidae indet.		1			
* Amphipoda indet.				6	3
Calocarides coronatus				0/1	
* Munida sp.				0/1	
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.				3	6
Solenogastres indet.					1
Cryptonatica affinis					0/1
Euspira montagui			0/1		0/4
Philine quadrata					0/1
Nucula tumidula			1	6/4	4/1
Yoldiella lucida		1		3/1	
Yoldiella nana					1/1
Yoldiella cf. philippiana		0/1	2/1		
Delectopecten vitreus				0/1	
Thyasira obsoleta		1		10/11	6/5
Thyasira equalis				10/9	16/10
Mendicula feruginosa		1	2	9/9	10/13
Adontorhina similis			1		
Abra longicallus				1/2	3/2
Abra nitida			1		
Kelliella abyssicola			1	2	2
Cuspidaria lamellosa					0/1
Cuspidaria obesa				0/1	
Dentalium sp.					0/2
Entalina tetragona				6/1	1
ECHINODERMATA					
Amphipholis squamata				1/2	
Amphilepis norvegica				2/8	1/6
Ophiura carnea				1	1/2
Ophiura sarsi			1/1	0/1	1/1
* POGONOPHORA					
* Siboglinum ekmani				+	+

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Stasjon	Halsa 1	Halsa 2	Halsa 3	Halsa 3
	Dato	03.11.2010	03.11.2010	03.11.2010	03.11.2010
Hugg		1 + 2	1 + 2	1	2
ENTEROPNEUSTA indet.				1	

## Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



**Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss**  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 23 40

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

**AR-10-MM-018622-01**



**EUNOMO-00024124**

Prøvemottak: 16.11.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.11.2010-24.11.2010  
Referanse: 803984 Hasla

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2010-11160074	Prøvetakingsdato:	03.11.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristin Hatlen		
Prøvemerkning:	Stasjon 3	Analysestartdato:	16.11.2010		
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
Total tørrstoff	61	%	15%	NS 4764	0.02
Kobber (Cu)	11	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	45	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	610	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	12	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Moss 24.11.2010

-----  
Marianne Isebakke

ASM

Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1