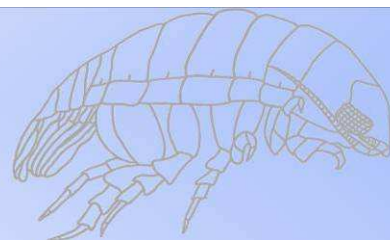


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research



e-Rapport nr. 3-2010

## *Marin miljøundersøkelse i Heggvika i Bindal kommune*



**Anders Waldemar Olsen**

**Mads Kristiansen**

**Kristin Hatlen**

**Per-Otto Johansen**



		<b>SAM-marin</b> Seksjon for anvendt miljøforskning		
Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway      Tlf: 55 58 44 65    Fax:55 58 45 25		Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30		

Rapportens tittel:	Dato: 12.4.2010
<b>Marin miljøundersøkelse i Heggvika i Bindal kommune</b>	Antall sider og bilag: 36
Forfatter(e):	Prosjektleder:
Anders Waldemar Olsen, Mads Kristiansen,	A.W. Olsen
Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen	Prosjektnummer: 9-1-10C

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
SinkaBerg-Hansen AS	Åpen

**Sammendrag:**

Denne rapporten omhandler en miljøundersøkelse i området utenfor matfiskanlegget Heggvika, i Bindal kommune. Målet med undersøkelsen har vært å beskrive miljøtilstanden ved bruk av kjemiske og geologiske sedimentanalyser samt analyser av bløtbunns makrofauna. Miljøtilstanden er satt i forhold til KLIFs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Resultatene indikerer at alle tre stasjonene er stimulert av organisk materiale. Dette medfører at tilstanden for TOC blir III for Heggvika 1, II for Heggvika 2 og 3. Diversiteten i dyrelivet er pga organisk belastning, noe redusert, men miljøtilstanden er fremdeles tilfredstillende. Stasjonen Heggvika 1 får MOM-tilstand 1, beste tilstand. Stasjonen Heggvika 2 får KLIFs tilstand II på bunndyr, mens Heggvika 3 får tilstandsklasse III.

Emneord:
Fiskeoppdrett
Resipient
Bunndyr
Sediment
Hydrografi

ISSN NR.: 1890-5153
<b>SAM e-Rapport nr. 3-2010</b>

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	14.4.2010	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	12.4.2010	<i>Anders W. Olsen</i>

## INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Hydrografi .....	7
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser .....	10
2.2.4 Bunndyr .....	10
<b>2.3 Produksjon.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Sediment.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Kjemi.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Bunndyr .....</b>	<b>18</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>23</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>23</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>24</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</b>	<b>25</b>
<b>Vedleggstabell 1. Artsliste .....</b>	<b>30</b>
<b>Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....</b>	<b>34</b>

## **1 INNLEDNING**

På oppdrag fra SinkaBerg-Hansen AS har Aqua Kompetanse gjennomført en resipientundersøkelse ved tre ulike stasjoner i området rundt lokaliteten Heggvika i Kjellfjorden, Bindal kommune, Nordland. Stasjonene har ikke tidligere vært undersøkt med gjeldende metodikk. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert seks bunnprøver fra stasjonene og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 2.2.2010. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNI-Miljø/SAM-Marins akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene ble identifisert av Tom Alvestad. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra KLIF (Molvær m.fl. 1997).

## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkellesområdet**

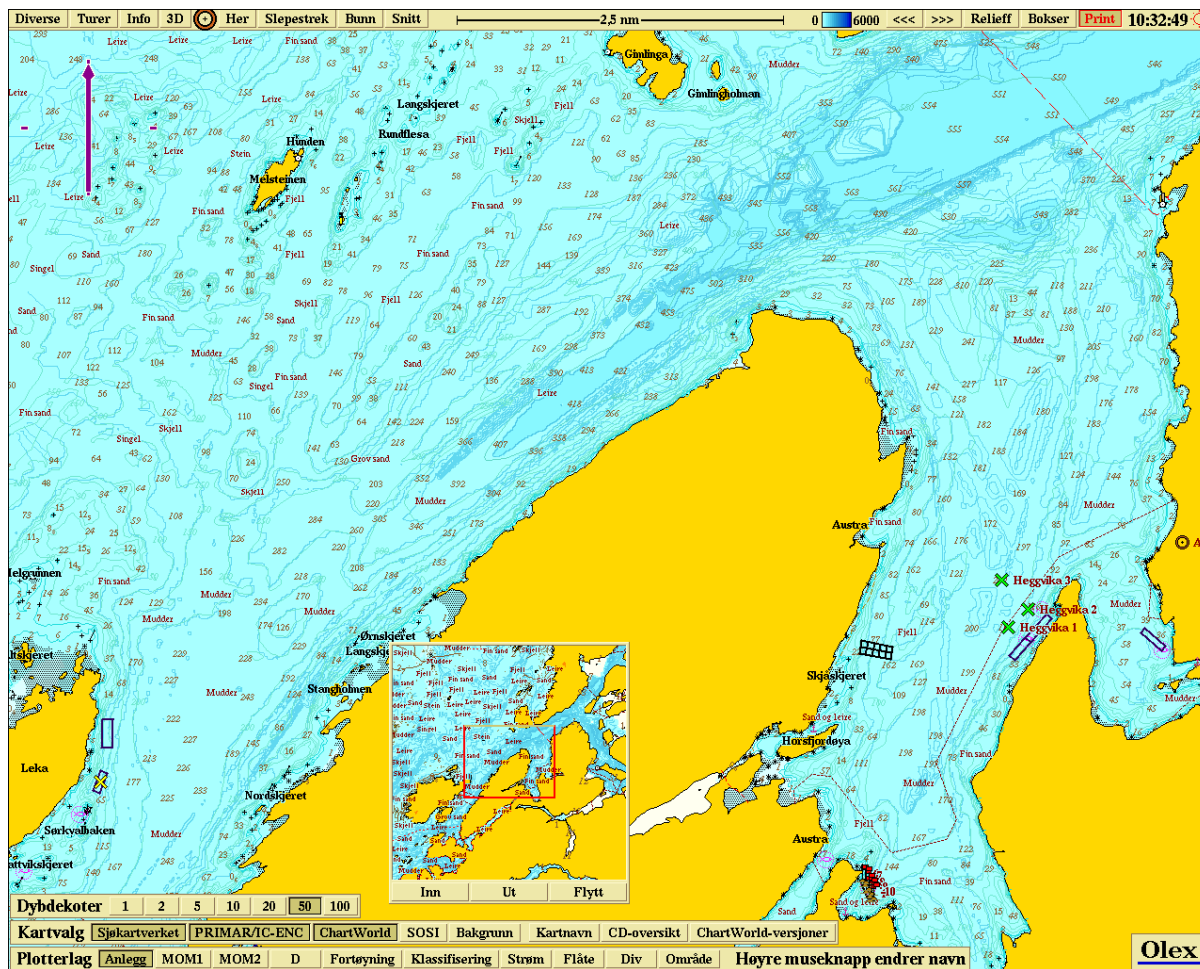
Lokaliteten Heggvika er plassert vest for Heggbærneset i Kjellfjorden, ved innløpet til Lysfjorden (Figur 2.1). Det dypeste punktet i Kjellfjorden er målt til 200 meter. Tre stasjoner i overgangs – og fjernsonen til anlegget ble valgt for miljøundersøkelsen. Første stasjon, Heggvika 1, ble tatt på 198 meters dyp, mens andre stasjon, Heggvika 2, ble tatt på 150 meters dyp. Den tredje stasjonen, Heggvika 3, ble tatt på 200 meters dyp.

Hovedstrømmen for området går i nordøstlig retning og munner ut i Bindalsfjorden.

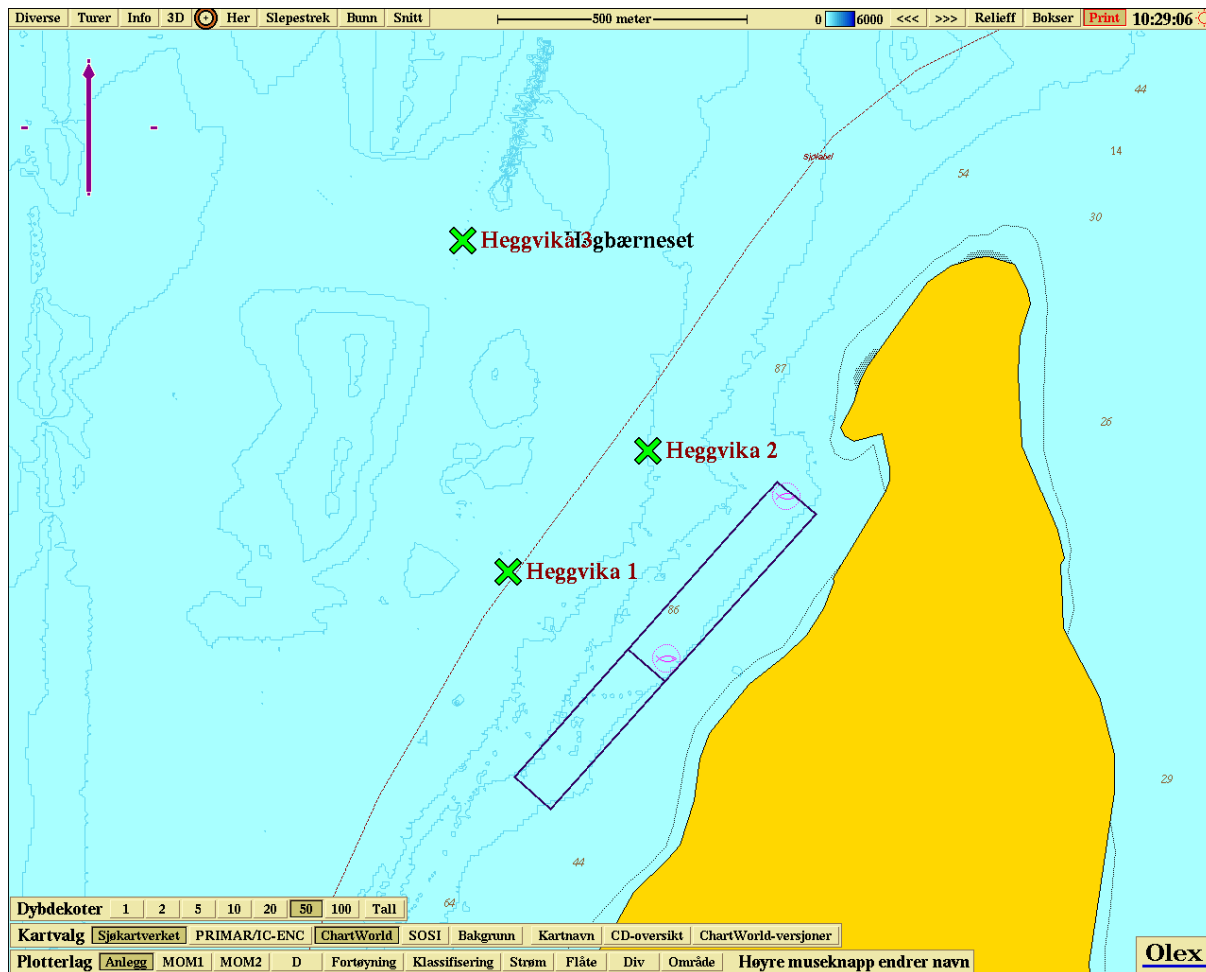
Kjellfjorden har ingen tydelige terskler.

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

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten til SinkaBerg-Hansen den 02.02.10. Det ble tatt prøver til fauna- og sedimentanalyse samt prøver til geologiske og kjemiske analyser fra tre stasjoner. Det ble også tatt hydrografiske prøver. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart over fjordsystem med anlegg og prøvestasjoner avmerket. Kartkilde: Olex.



**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 %.

### 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.

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 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.



**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 2. februar 2010. 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
Heggvika 1	65 <sup>0</sup> 07.661N 12 <sup>0</sup> 03. 905Ø	198	1	12,9	Silt og leire. Ingen sjikt eller lukt. Lys brun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Heggvika 1	65 <sup>0</sup> 07.661N 12 <sup>0</sup> 03. 905Ø	198	2	14,0	Silt og leire. Ingen sjikt eller lukt. Lys brun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Heggvika 1	65 <sup>0</sup> 07.661N 12 <sup>0</sup> 03. 905Ø	198	3	17,0	Silt og leire. Ingen sjikt eller lukt. Lys brun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,29 og Eh=44
Heggvika 2	65 <sup>0</sup> 07.793N 12 <sup>0</sup> 04.265Ø	150	1	10,6	Silt og leire. Ingen sjikt eller lukt. Lys brun/grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Heggvika 2	65 <sup>0</sup> 07.793N 12 <sup>0</sup> 04.265Ø	150	2	8,4	Silt og leire. Ingen sjikt eller lukt. Lys brun/grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Heggvika 2	65 <sup>0</sup> 07.793N 12 <sup>0</sup> 04.265Ø	150	3	12,9	Leire og silt. Lys brun/grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,27og Eh=80
Heggvika 3	65 <sup>0</sup> 08.020N 12 <sup>0</sup> 03. 787Ø	200	1	17,0	Silt og leire. Ingen lukt. Lys brun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Heggvika 3	65 <sup>0</sup> 08.020N 12 <sup>0</sup> 03. 787Ø	200	2	12,9	Silt og leire. Ingen lukt. Lys brun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Heggvika 3	65 <sup>0</sup> 08.020N 12 <sup>0</sup> 03. 787Ø	200	3	Ikke notert	Silt og leire. Ingen lukt. Lys brun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,37 og Eh=40

### 2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av AnlyCen AS (Akkreditering Test 043). Analysene av bly (Pb), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysene av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter Tecator AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

Surhetsgrad (pH) og redokspotensiale (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

### 2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn.

I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil 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 en sikt med hull diameter 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 UNI-Miljø/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 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.

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	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1	<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 har vært i drift siden 1994, og det har de siste 3 år vært produsert ca 6000 tonn fisk. Lokaliteten har en MTB på 3520 tonn.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

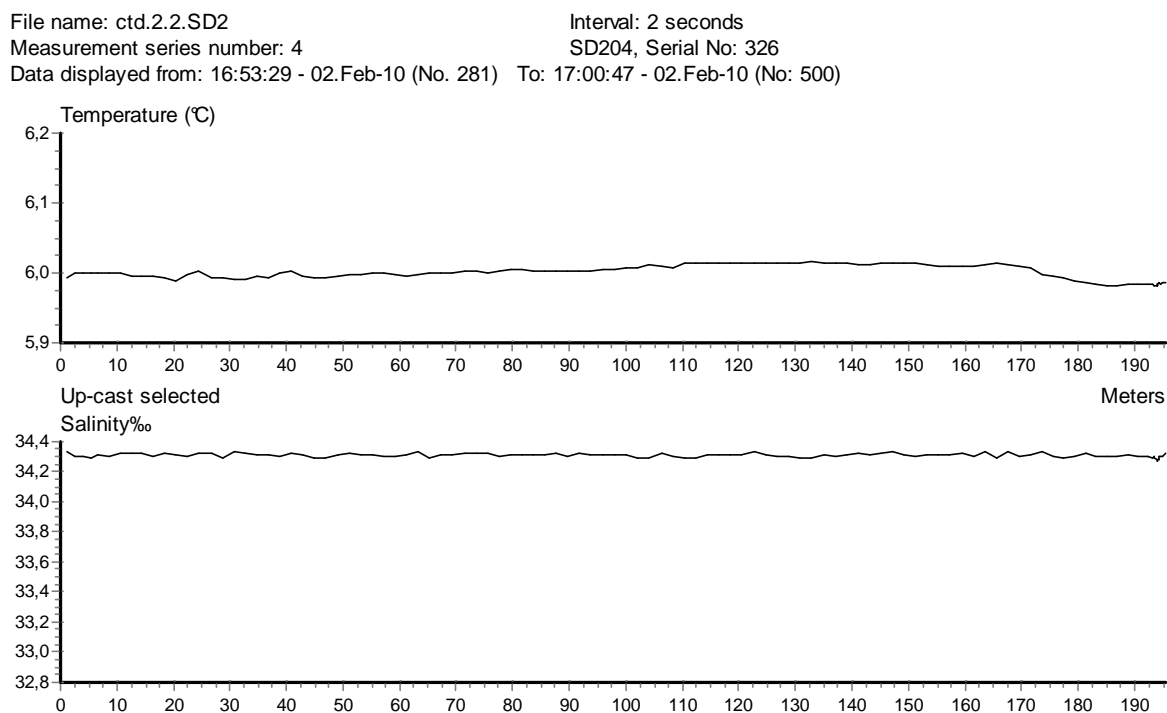
Det ble målt hydrografi på alle tre stasjonene. På samtlige stasjoner var temperaturen jevnt 6,0 °C (figur 3.1, 3.3 og 3.5) fra overflatevannet og ned til bunnvannet. Saliniteten var også jevn, med 34 ‰ i hele vannsøyla (figur 3.1, 3.3 og 3.5).

Oksygenivået (figur 3.2) i overflaten på stasjon 1 var 9,17 mg/l med en metning på 92,2 %. Oksygenivået falt deretter gradvis ned til 8,68 mg/l og en metning på 87,2 %. Omregnet til ml/l gir dette oksygenverdier av bunnvannet på 6,11 ml/l. Dette gir KLIF's tilstand I for bunnvannet.

På stasjon 2 var oksygenivået (figur 3.4) i overflaten 8,93 mg/l med en metning på 89,6 %. Oksygenivået falt deretter raskt ned til 8,75 mg/l og en metning på 88,0 %. Omregnet til ml/l gir dette et bunnvann med 6,16 ml/l oksygen. Disse verdiene gir KLIF's tilstand I for bunnvannet.

På stasjon Heggvika 3 var oksygenivået (figur 3.6) i overflaten 8,93 mg/l med en metning på 89,8 %. Oksygenivået falt deretter raskt ned til 8,75 mg/l og en metning på 88,0 %.

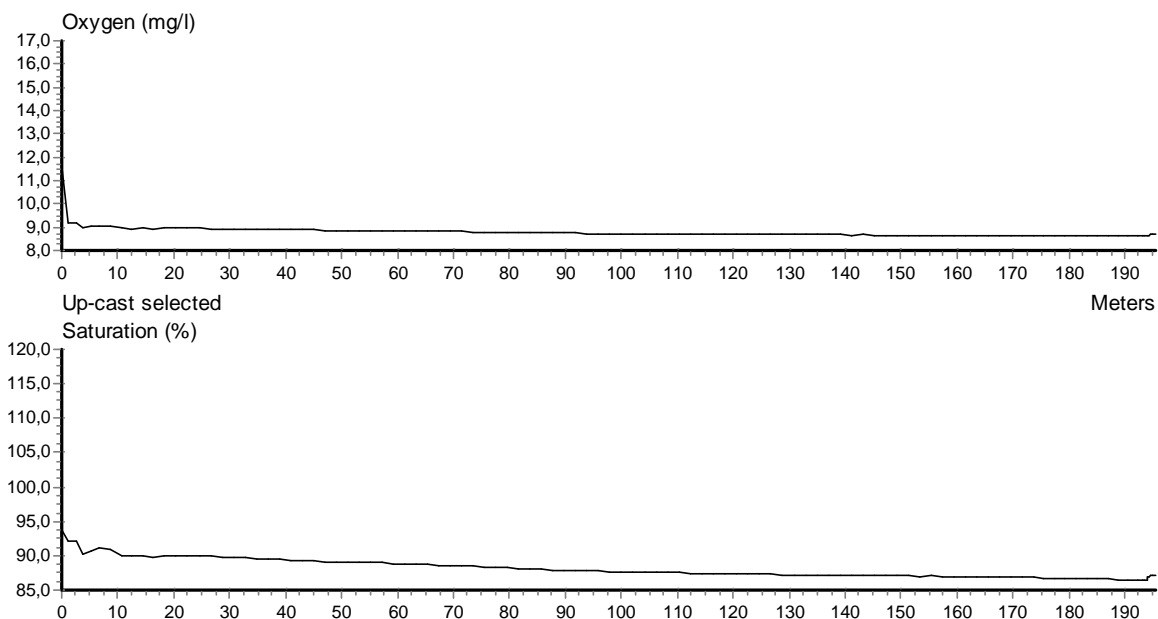
Omregnet til ml/l gir dette et bunnvann med 6,16 ml/l oksygen. Disse verdiene gir KLIF's tilstand I for bunnvannet.



**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 198 meters dyp på stasjon Heggvika 1 den 2. februar 2010.

File name: ctd.2.2.SD2  
Measurement series number: 4  
Data displayed from: 16:51:35 - 02.Feb-10 (No. 224) To: 17:03:09 - 02.Feb-10 (No: 571)

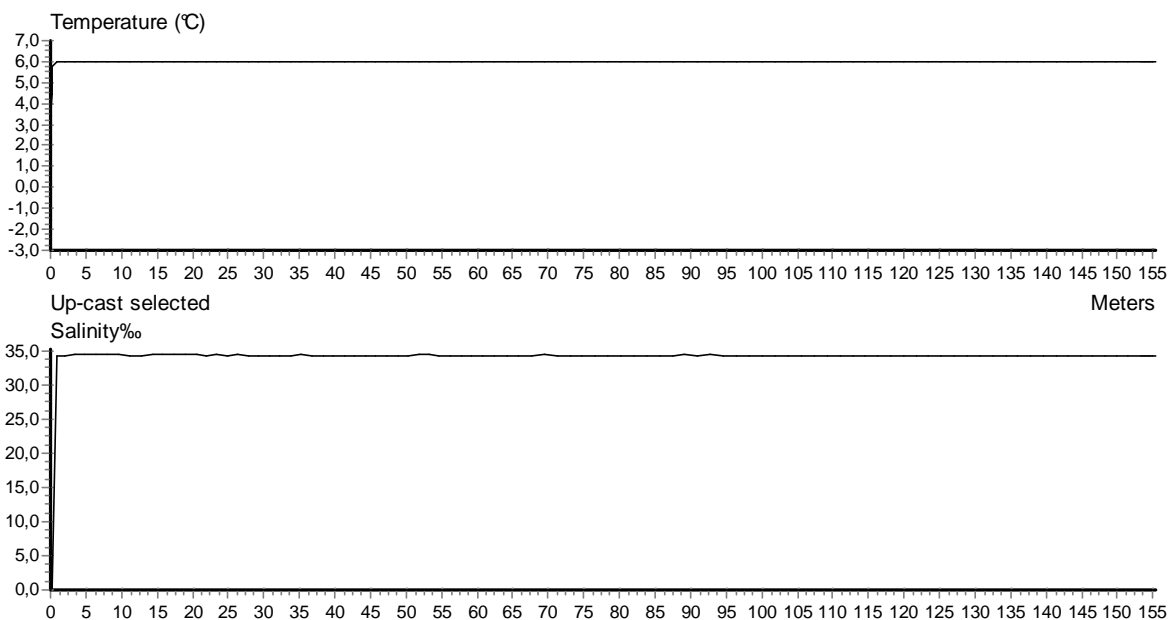
Interval: 2 seconds  
SD204, Serial No: 326



**Figur 3.2.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 198 meters dyp på stasjon Heggvika 1 den 2. februar 2010.

File name: ctd.2.2.SD2  
Measurement series number: 6  
Data displayed from: 20:02:55 - 02.Feb-10 (No. 947) To: 20:14:37 - 02.Feb-10 (No: 1298)

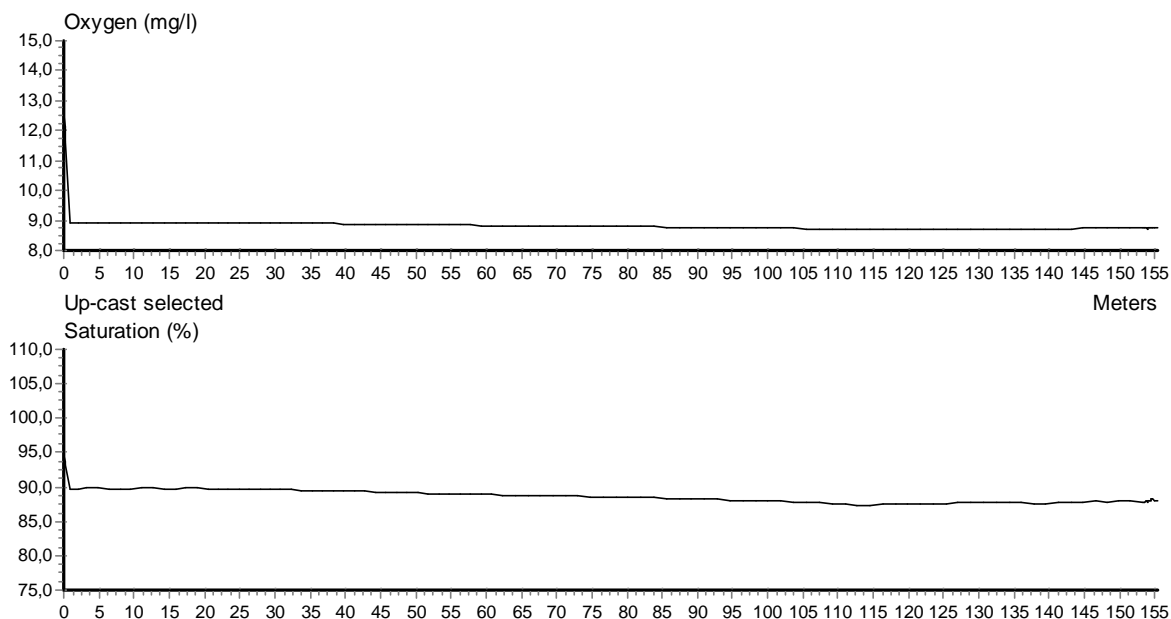
Interval: 2 seconds  
SD204, Serial No: 326



**Figur 3.3.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 150 meters dyp på stasjon Heggvika 2 den 2. februar 2010.

File name: ctd.2.2.SD2  
Measurement series number: 6  
Data displayed from: 20:02:55 - 02.Feb-10 (No. 947) To: 20:14:37 - 02.Feb-10 (No: 1298)

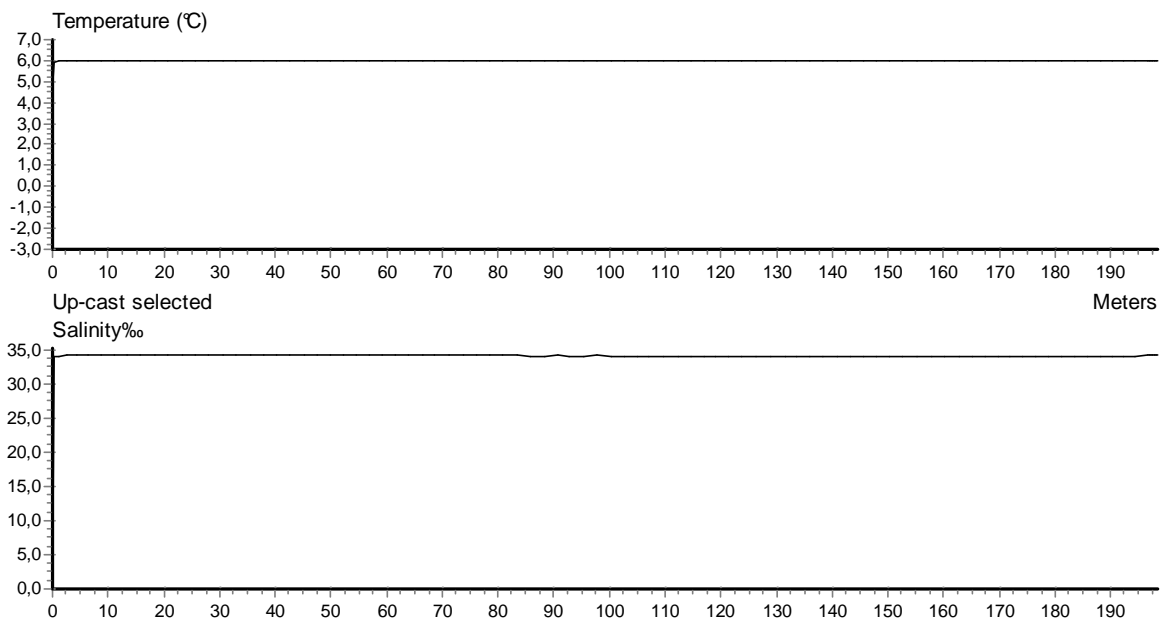
Interval: 2 seconds  
SD204, Serial No: 326



**Figur 3.4.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 150 meters dyp på stasjon Heggvika 2 den 2. februar 2010.

File name: ctd.2.2.SD2  
Measurement series number: 5  
Data displayed from: 18:15:35 - 02.Feb-10 (No. 572) To: 18:28:03 - 02.Feb-10 (No: 946)

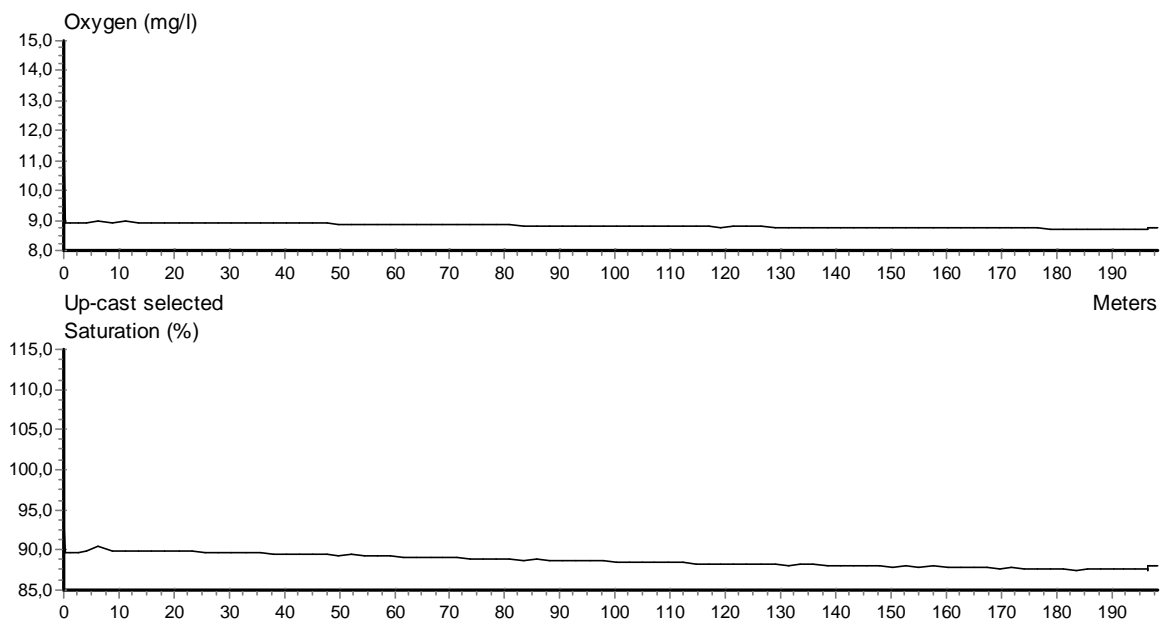
Interval: 2 seconds  
SD204, Serial No: 326



**Figur 3.5.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 200 meters dyp på stasjon Heggvika 3 den 2. februar 2010.

File name: ctd.2.2.SD2  
Measurement series number: 5  
Data displayed from: 18:15:35 - 02.Feb-10 (No. 572) To: 18:28:03 - 02.Feb-10 (No: 946)

Interval: 2 seconds  
SD204, Serial No: 326

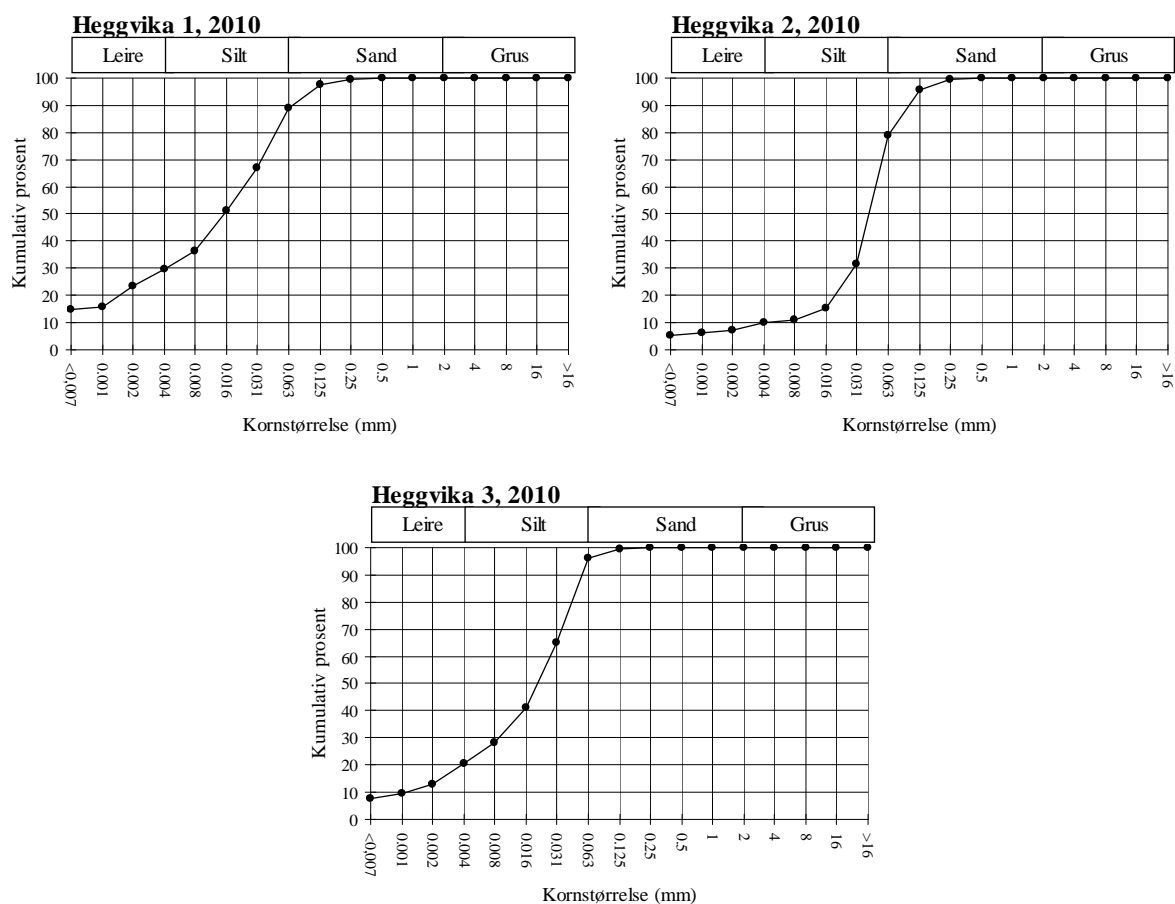


**Figur 3.6.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 98 meters dyp på stasjon Heggvika 3 den 2. februar 2010.

### 3.3 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.7 og Tabell 3.2. Sedimentet fra Heggvika 1 hadde et organisk innhold på 8,11 %. Andelen leire og silt var 89 %, og andelen sand var 11 %. Heggvika 2 hadde et organisk innhold på 4,59 %. Andelen leire og silt var totalt 79 %. 21 % var sand. Heggvika 3 hadde et organisk innhold på 7,54 %. Andelen leire og silt var 96 %. 4 % var sand.





**Figur 3.7.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Heggvika i 2010.

**Tabell 3.2.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Heggvika, 2010.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Heggvika 1</b>	198	8.11	30	59	89	11	0
<b>Heggvika 2</b>	150	4.59	10	69	79	21	0
<b>Heggvika 3</b>	200	7.54	21	76	96	4	0

### 3.4 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i Heggvika er vist i Tabell 3.3 og Vedleggstabell 2. TOC-verdien på stasjonen Heggvika 1 var 27,8 mg/g, noe som tilsvarer tilstandsklasse III. Mengdene fosfor, sink og kobber var alle innenfor tilstandsklasse I. Mengden tørrstoff var 48 %. På stasjonen Heggvika 2 var mengden TOC 20,3 mg/g, noe som

tilsvarende tilstandsklasse II. Innholdet av sink, kobber og fosfor var også her lavt, og innenfor tilstandsklasse I. Mengden tørrstoff var 57 %. På stasjonen Heggvika 3 var innholdet av TOC 18 mg/g, noe som gir tilstandsklasse II. Mengdene av fosfor, sink og kobber var også her lave, og gav tilstandsklasse I. Mengden tørrstoff var 47 %.

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 et al. 1993). Om en benytter normaliseringsformelen får man de tallene som er oppgitt ovenfor, samt i Tabell 3.3.

**Tabell 3.3.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Heggvika i 2010. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
<b>Heggvika 1</b>	22	27,8	<b>III</b>	0,95	91	<b>I</b>	18	<b>I</b>	48
<b>Heggvika 2</b>	12	20,3	<b>II</b>	1,00	51	<b>I</b>	12	<b>I</b>	57
<b>Heggvika 3</b>	18	21,4	<b>II</b>	0,86	78	<b>I</b>	15	<b>I</b>	47

### 3.5 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.10-3.12 og Vedleggstabell 1.

Heggvika 1 ligger på 198 m dyp, hvor bunnen inneholder 89 % leire og silt. Det ble funnet 1700 individer fordelt på 59 arter på 0,2 m<sup>2</sup>. Dette gir en diversitetsindeks (H') på 3,0. Børstemarkgruppen *Polydora* sp. dominerte med ca 52 % av alle individer. Stasjonen har en meget god miljøtilstand, ifølge MOM-klassifiseringen (tilstandsklasse 1).

Heggvika 2 ligger på 150 m dyp og bunnen inneholder leire og silt (79 %). På 0,2 m ble det funnet 2197 individer fordelt på 84 arter. Det høye individtallet fører til en diversitetsindeks (H') på 3,35, som gir ifølge KLIF (Klima og forurensningsdirektoratet) sin klassifisering tilstandsklasse II (god). *Polydora* sp. dominerte med 51 % av alle individene.

På 200 m dyp ligger Heggvika 3, hvor bunnen innholder leire og silt (96 %). Her ble det funnet 1270 individer og 46 arter. Dette gir en diversitetsindeks ( $H'$ ) på 2,84 og tilstandsklasse III (mindre god). Også her dominerte *Polydora* sp. , med 49 % av alle individ. Grafen over geometriske klasser, viser at det her finnes et veldig lavt antall arter med få individer. Den har også en serie knekker som tyder på en forstyrret artsfordeling. Det må ellers bemerkes at fjordbasseng med mye tilførsel av organisk materiale fra naturens side, kan ha miljøtilstand III, uten menneskelig påvirkning.

Børstemarkgruppen *Polydora* sp. dominerte og utgjorde omtrent halvparten av antallet individer ved samtlige stasjoner. Denne børstemarkgruppen er robust og kan derfor opptre i store mengder under dårlige miljøforhold. Cluster- og MDS-analysene viser at Heggvika 2, som er den grunneste stasjonen, skiller seg noe fra de øvrige. Fordelingen av arter innen de geometriske klassene, peker mot en viss påvirkning, spesielt ved Heggvika 3. Denne stasjonen, som ligger på det dypeste punktet i fjorden, har høyest andel leire og silt i sedimentet og er også stasjonen som scorer dårligst innen tilstandsklassene.

### Konklusjon

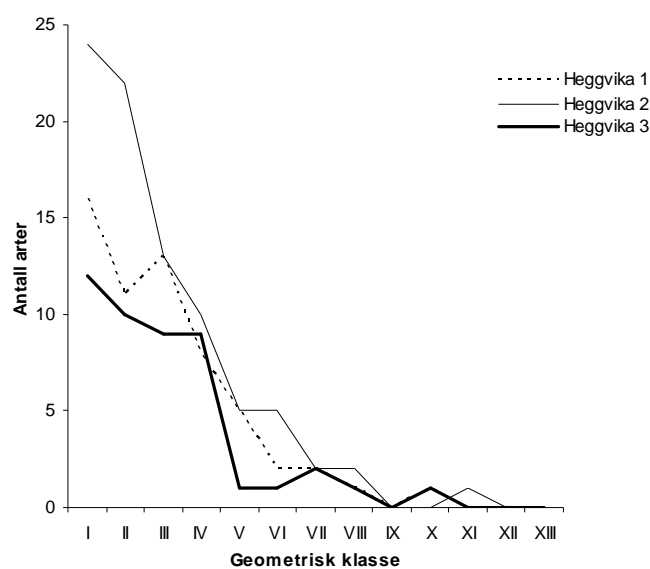
Den skjeve fordelingen av arter og det høye antallet av individer, tyder på at bunnmiljøet i fjorden er noe påvirket av organisk stimuli, men at bunntilstanden fortsatt er tilfredsstillende.

**Tabell 3.4.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet ( $H'$  max) for hver enkelt prøve (huggnummer) i Heggvika i 2010. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet ( $H'$ ) (MOLVÆR et al. 1997).

	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Diversitet ( $H'$ )	Jevnhet (J)	$H'$ -max	KLIF's TK	MOM- miljøtilstand
Heggvika 1	1	839	43	2.81	0.52	5.43		
	2	861	51	3.10	0.55	5.67		
	<b>Sum</b>	<b>1700</b>	<b>59</b>	<b>3.01</b>	<b>0.51</b>	<b>5.88</b>		<b>I</b>
Heggvika 2	1	1324	66	3.37	0.56	6.04		
	2	873	55	3.12	0.54	5.78		
	<b>Sum</b>	<b>2197</b>	<b>84</b>	<b>3.35</b>	<b>0.52</b>	<b>6.39</b>	<b>II</b>	
Heggvika 3	1	659	36	2.84	0.55	5.17		
	2	611	37	2.75	0.53	5.21		
	<b>Sum</b>	<b>1270</b>	<b>46</b>	<b>2.84</b>	<b>0.51</b>	<b>5.52</b>	<b>III</b>	

**Tabell 3.5.** Geometriske klasser i Heggvika i 2010.

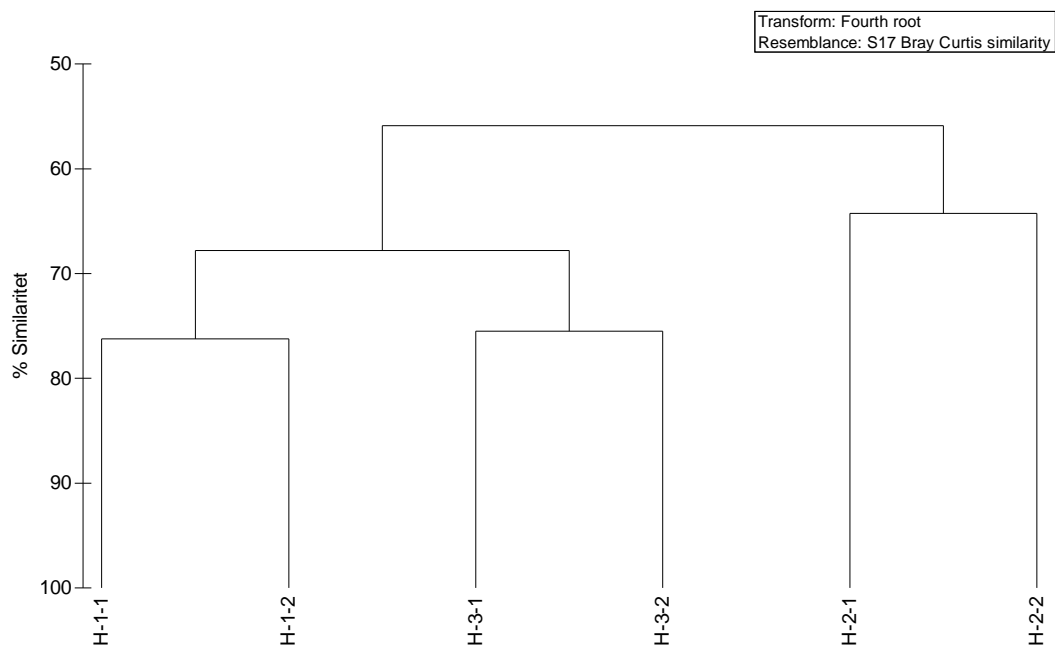
Geometrisk klasse	Heggvika 1	Heggvika 2	Heggvika 3
I	16	24	12
II	11	22	10
III	13	13	9
IV	8	10	9
V	5	5	1
VI	2	5	1
VII	2	2	2
VIII	1	2	1
IX	0	0	0
X	1	0	1
XI	0	1	0

**Figur 3.10.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Heggvika i 2010.

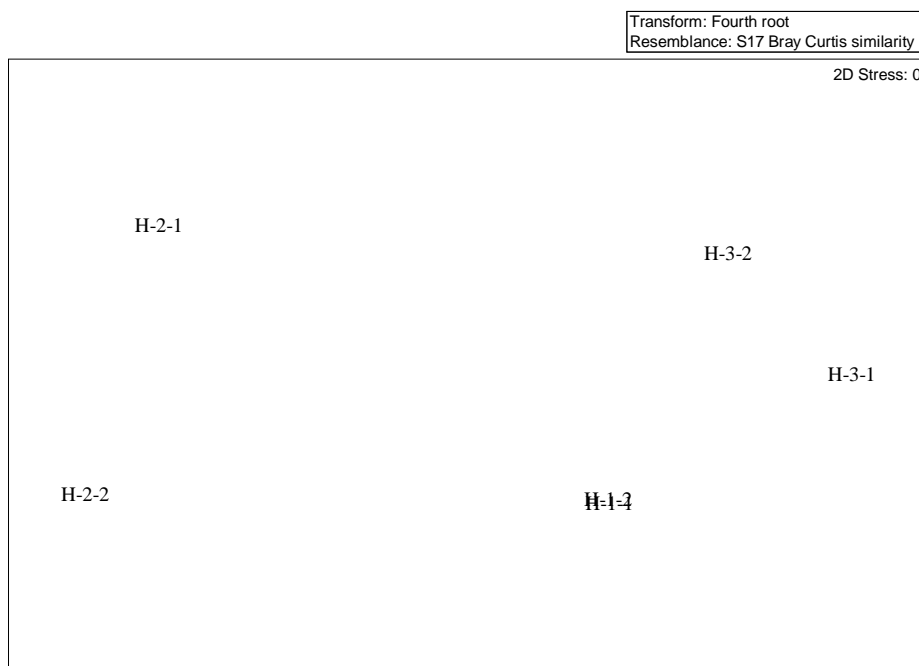
**Tabell 3.6.** De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert ved i Heggvika i februar 2010.

Heggvika 1 Arter	02.02.2010 0.2m <sup>2</sup>			Heggvika 2 Arter	02.02.2010 0.2m <sup>2</sup>		
	Antall	Prosent	Kum. %		Antall	Prosent	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	880	51.8	51.8	<i>Polydora</i> sp.	1120	51.0	51.0
<i>Notomastus latericeus</i>	200	11.8	63.5	<i>Notomastus latericeus</i>	133	6.1	57.0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	112	6.6	70.1	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	133	6.1	63.1
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	112	6.6	76.7	<i>Prionospio cirrifera</i>	121	5.5	68.6
<i>Myriochele oculata</i>	35	2.1	78.8	<i>Spiophanes kroeyeri</i>	78	3.6	72.1
Maldanidae indet.	32	1.9	80.6	<i>Thyasira equalis</i>	59	2.7	74.8
<i>Thyasira equalis</i>	31	1.8	82.5	<i>Mendicula feruginosa</i>	45	2.0	76.9
<i>Prionospio cirrifera</i>	28	1.6	84.1	<i>Chaetozone</i> sp.	43	2.0	78.8
<i>Thyasira sarsii</i>	28	1.6	85.8	<i>Pectinaria auricoma</i>	35	1.6	80.4
<i>Maldane sarsi</i>	21	1.2	87.0	Maldanidae indet.	33	1.5	81.9
<i>Terebellides stroemi</i>	21	1.2	88.2				

Heggvika 3 Arter	02.02.2010 0.2m <sup>2</sup>		
	Antall	Prosent	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	625	49.2	49.2
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	196	15.4	64.6
<i>Notomastus latericeus</i>	107	8.4	73.1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	99	7.8	80.9
<i>Thyasira equalis</i>	39	3.1	83.9
Maldanidae indet.	30	2.4	86.3
<i>Prionospio cirrifera</i>	15	1.2	87.5
<i>Adontorhina similis</i>	14	1.1	88.6
<i>Caudofoveata indet.</i>	12	0.9	89.5
<i>Parvicardium minimum</i>	10	0.8	90.3



**Figur 3.11** Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Heggvika, tatt 02. februar 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med H 3-2 menes Heggvika stasjon tre, andre hugg.



**Figur 3.12.** MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Heggvika, tatt 02. februar 2010. 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 H 1-2, menes Heggvika stasjon en, andre hugg.

## 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved ett matfiskanlegg utenfor Heggvika, i Kjellfjorden, Bindal kommune. Totalt er det tatt ni grabbprøver fra tre stasjoner i området vest/nordvest for anlegget i Heggvika. Fra hver stasjon er det analysert en sedimentprøve (kjemisk og geologisk analyse) og to dyrelivsprøver. Det er i tillegg tatt hydrologiske prøver på hver stasjon. Resultatene viser at ingen av stasjonene hadde forhøyete verdier verken av fosfor, kobber eller sink. Bunnvannet på alle stasjonene hadde høyt innhold av oksygen, og tilstanden for bunnvannet var I på alle stasjonene. Det var et noe forhøyet innhold av organisk materiale på de tre stasjonene, noe som gav tilstandsklasse III for Heggvika 1, og tilstandsklasse II for de to andre stasjonene. Faunaprøvene viste tilstandsklasse II (god) og III (mindre god) for henholdsvis Heggvika 2 og Heggvika 3. Heggvika 1, som lå nærmest anlegget fikk beste tilstand etter MOM-standarden (tilstand 1).

Den skjeve fordelingen av arter og det høye antallet av individer, tyder på at bunnmiljøet i fjorden er påvirket av organisk stimuli, men at bunntilstanden fortsatt er tilfredsstillende.

**Tabell 4.1.** Oppsummering av resultatene

Stasjon	Tilstand TOC	Tilstand dypvann	Tilstand bunndyr	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand fosfor
Heggvika 1	III	I	I*	I	I	I
Heggvika 2	II	I	II	I	I	I
Heggvika 3	II	I	III	I	I	I

\*etter MOM-standarden

## 5 TAKK

Vi takker ansatte fra SinkaBerg-Hansen AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på firmaets båt. På toktet deltok Anders Waldemar Olsen. Sedimentanalysene ble utført av Grethe Arnestad ved Eurofins, Moss. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, ved Uni Research, Bergen.

## 6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Eek E, Helland A, Hylland K, Kibsgaard A, Källqvist T, Oen A, Ruus A. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. *SFT-veiledning* nr. 2229/2007. 12s
- 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. 2007. 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

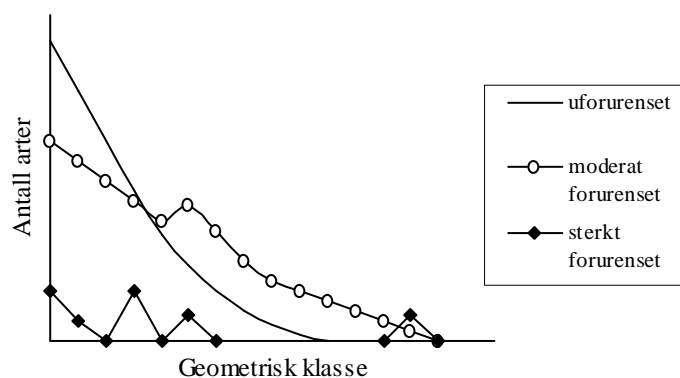
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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. 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, 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.: 803984**  
**Prøvetakingssted (område): Heggvika i Bindalen**  
**Dato for prøvetaking: 02. februar 2010**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen**  
**Artene er identifisert av: Tom Alvestad**

**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 3 sider.

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

Signatur:.....*P-O. Johann*.....  
Signaturberettiget

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Heggvika 2010	Heggvika 1	Heggvika 1	Heggvika 2	Heggvika 2	Heggvika 3	Heggvika 3
Dato	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010
Hugg nr.	1	2	1	2	1	2
* PLATYHELMINTES indet.						1
* NEMERTINI indet.	9	10	19	9	9	6
* NEMATODA indet.			4	3	3	2
POLYCHAETA						
Paramphinome jeffreysii	31	81	74	59	41	58
Polynoidae indet.	1		1			
Pholoe baltica	2		2	1		
Pholoe pallida		1	1			
Phyllodoce groenlandica			1			
Phyllodoce rosea				2		
Eumida ockelmanni				2		
Eteone longa			1			
Nereimyra punctata			2	1		
Synelmis klatti						1
Exogone sp.	3	6	9	4	2	6
Ceratocephale loveni		2			1	
Nephtys longosetosa		1		1		
Nephtys paradoxa			2			
Nephtys spp.	0/1	0/1				
Glycera lapidum	6	8	2			2
Nothria sp			1/2	0/1		
Paradiopatra quadricuspis				1		
Lumbrineridae indet.	1	3	7	3		2
Drilonereis filum	1			1		
Orbinia sp					2	
Phylo norvegica	4	2		1	3	6
Scoloplos armiger			1/1			
Polydora sp.	470	410	660	460	315	310
Prionospio cirrifera	18	10	75	46	2	13
Scolecopsis corsuni		1	1	1		
Spiophanes kroeyeri	38	74	35	43	104	92
Apistobranchnus tenuis				2		
Aricidea sp.		2	2		1	
Levinsenia gracilis		2	1		3	
Paraonis sp.		1				
Aphelochaeta sp.	1			4		2
Chaetozone sp.	5	2	27	16	2	2
Diplocirrus glaucus	2	2	10	6	1	1
Pherusa falcata			1			
Scalibregma inflatum	0/1	0/2		4		
Capitella capitata			1			
Notomastus latericeus	1/98	5/96	15/69	2/47	2/67	3/35
Clymenura borealis		1	9	3	3	1
Chirimia biceps	4	3	2	3	2	1
Maldane sarsi	9	12			4	2
Maldanidae indet.	15	17	18	15	17	13
Myriochele heeri	10	2				
Myriochele oculata	25	10		1		
Owenia borealis			1			
Pectinaria auricoma	2	3	16	19		1
Pectinaria koreni		1	5	2		

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artstliste Heggvika 2010	Heggvika 1	Heggvika 1	Heggvika 2	Heggvika 2	Heggvika 3	Heggvika 3
Dato	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010
Hugg nr.	1	2	1	2	1	2
Ampharete falcata		1		2		
Sabellides octocirrata		4	4	3	1	
Anobothrus gracilis			2	3		
Mugga wahrbergi			2			
Eclysippe vanelli			3/5	3	4	3
Melinna cristata	1					
Melinna elisabethae						1
Terebellidae indet.			20	10		
Artacama proboscidea	0/3	0/10				
Pista bansei				0/1		
Nicolea zostericola				2		
Streblosoma intestinale	0/1		9/4	10/6		
Polycirrus latidens			3	3	1	1
Trichobranchus roseus		2	1			
Terebellides stroemi	6	15	1	1	3	2
Sabellidae indet.	5	5	7	6	2	6
* HIRUDINEA indet.						
ECHIURA						
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.	4	1	1	1		
Phascolion strombus			3			
Onchnesoma steenstrupi			2	10		
CRUSTACEA						
* Calanoida indet	1	2				2
* Cypridina megalopsis			1	3		
* Macrocypris minna			1	1		
* Eudorella emarginata			2		1	
* Eudorella truncatula	1	2		5		
* Diastylis tumida			1			
* Campylaspis rubicunda			1			
* Tanaidacea indet.		2	4	6	8	4
* Gnathia sp.			1	1		
* Amphipoda indet.	1		5	8	3	5
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.	2		18	9	6	6
Gasreopoda juv indet					0/1	
Trophon barvicensis				0/1		
Taranis moerchi				0/1		
Odostomia sp.			2			
Diaphana minuta		1				
Philine quadrata						1
Philine scabra	2	3	7/3			1
Philine sp.				1		
Cylichna cylindracea			1			
Cylichna umbilicata			7	1		
Nudibranchiata indet.				1		
Ennucula tenuis			1/1			
Yoldiella lucida	1	2	1	5	2	2
Yoldiella nana	1	1	0/6	0/1	2	4
Delectopecten vitreus			0/1			
Thyasira obsoleta	6/2	3/2	0/14		2/3	1/1



Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artliste Heggvika 2010	Heggvika 1	Heggvika 1	Heggvika 2	Heggvika 2	Heggvika 3	Heggvika 3
Dato	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010	02.02.2010
Hugg nr.	1	2	1	2	1	2
Thyasira sarsii	5/14	3/6	3/12		2/3	1/2
Thyasira equalis	11/4	8/8	30/29		18/5	14/2
Axinulus croulinensis		1	5/1			
Mendicula feruginosa	2/3	5/4	16/9	20	1/3	
Adontorhina similis	0/6	0/2			9	5
Astarte sulcata	2/2		0/1		1/6	0/1
Parvicardium minimum	2	2	5	2	6/2	1/1
Abra nitida	2	1/2	4/12	3/12	0/1	0/2
Kelliella abyssicola	2	5				0/1
Hiatella sp.			1			
Cuspidaria abbreviata					1/1	
* BRYOZOA						
* Bryozoa grenet	+				+	
ECHINODERMATA						
Asteroidea indet. juv	0/1	0/1	0/2	0/1		
OPHIUROIDEA indet.			0/1	0/2		
Amphiura filiformis			0/4			
Ophiura affinis		1			1	
Ophiura carnea			2/1			
HOLOTUROIDEA						
Labidoplax buskii			2			1
* POGONOPHORA indet.						
* Siboglinum fiordicum			+			
* Siboglinum ekmani	+	+	+		+	+
* Siboglinum sp.		1				
* CHORDATA						
ASCIDIACEA						
Ascidiacea indet.				1		
* VARIA			+			

## 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  
SAM-marin  
5006 BERGEN  
Attn: Erling Heggøy

**AR-10-MM-002625-01**



**EUNOMO-00008748**

Prøvemottak: 12.02.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 12.02.2010-25.02.2010  
Referanse: 803984/9-1-10C ref:  
2/10. Sted 611101.

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>439-2010-02120157</b>	Prøvetakingsdato:	02.02.2010		
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Heggvika 1	Analysedato:	12.02.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
* Totalt organisk karbon (TOC)	<b>22</b>	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1
Total tørrstoff	<b>48</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	<b>950</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	<b>18</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	<b>91</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05

Prøvenr.:	<b>439-2010-02120158</b>	Prøvetakingsdato:	02.02.2010		
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Heggvika 2	Analysedato:	12.02.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
* Totalt organisk karbon (TOC)	<b>12</b>	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1
Total tørrstoff	<b>57</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	<b>1000</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	<b>12</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	<b>51</b>	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05

## Tegnforklaring:

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-10-MM-002625-01



EUNOMO-00008748



Prøvenr.:	439-2010-02120159	Prøvetakingsdato:	02.02.2010		
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	Heggvika 3	Analysedato:	12.02.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
* Totalt organisk karbon (TOC)	18	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1
Total tørrstoff	47	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	860	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	78	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05

**Kopi til:**

Uni Miljø (sam-marin@uni.no)

Moss 25. februar 2010

Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units

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 2 av 2

## 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 oppfylder 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