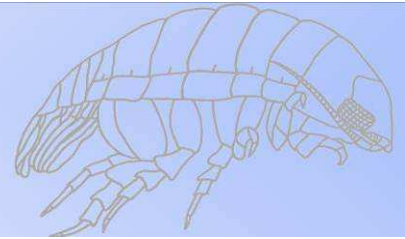


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research



e-Rapport nr. 4-2010

## *Marin miljøundersøkelse i Havsundet øst for Husøya i Bjugn kommune i 2009*



**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: <b>Marin miljøundersøkelse i Havsundet øst for Husøya i Bjugn kommune i 2009</b>		Dato: 16.04.10 Antall sider og bilag: 37	
Forfatter(e): <b>Anders Waldemar Olsen, Mads Kristiansen          Kristin Hatlen, Per-Otto Johansen</b>		Prosjektleder: Anders Waldemar Olsen Prosjektnummer: 83-9-9C	

Oppdragsgiver: <b>Marine Harvest AS, region Midt</b>	Tilgjengelighet: Åpen
---	--------------------------

**Abstract:**

On assignment from Marine Harvest AS Aqua Kompetanse AS has conducted an environmental investigation on three stations in Havsundet, in Bjugn, Sør-Trøndelag. The aim of this monitoring is to describe the environmental state of the area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna analysis, and oxygen and salinity measurements. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the content of zinc, copper, nitrogen and phosphorous was low (class I) in all samples. The content of TOC was high at stations Tarva1 and 3 (class IV) and lower at station Tarva 2 (class III). The fauna experiment investigation shows that there was no negative environmental impact on none of the investigated stations. In total the results show that the investigated basin of Havsundet has a very good environmental status, and there seem to be no pollution from human activity.

<b>Keywords:</b> Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	<b>Emneord:</b> Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
--	--

ISSN NR.: 1890-5153  <b>SAM e-Rapport nr. 4-2010</b>
--

<b>Ansvarlig for:</b>	<b>Dato</b>	<b>Signatur</b>
Faglige vurderinger og fortolkninger:	19.4.2010	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	14.3.2010	<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 .....	8
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser .....	10
2.2.4 Bunndyr .....	10
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Sediment.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Kjemi.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Bunndyr .....</b>	<b>19</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>23</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>24</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>25</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>26</b>
<b>7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</b>	<b>26</b>
Vedleggstabell 1. Artsliste .....	31
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	36

## **1 INNLEDNING**

På oppdrag fra Marine Harvest AS har Aqua Kompetanse gjennomført en resipientundersøkelse ved tre ulike stasjoner i Havsundet, Bjugn kommune, Sør-Trøndelag. Stasjonene har ikke tidligere vært undersøkt med gjeldende metodikk. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Uni Research, Seksjon for anvendt miljøforskning, sortert seks bunnprøver fra stasjonene og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse 03.09.09. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNI-Miljø/SAM-marin 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 Klima og Forurensningsdirektoratet, KLIF (Molvær m.fl. 1997).

## **2 MATERIALE OG METODER**

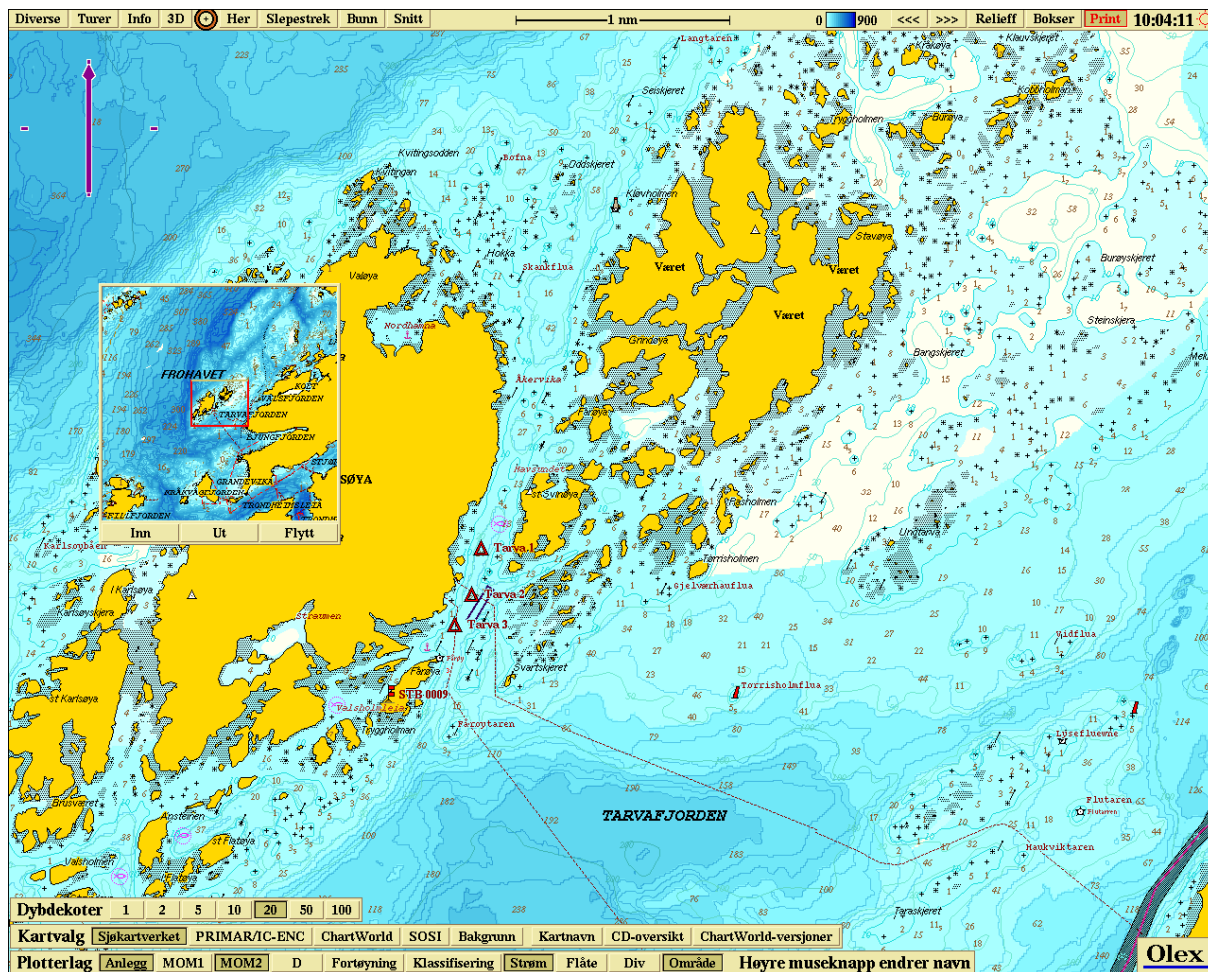
### **2.1 Undersøkellesområdet**

Undersøkellesområdet Havsundet ligger vest for Husøy ved Tarvafjorden (Figur 2.1). Det dypeste punktet i Havsundet ligger ved overgangen til Tarvafjorden og er omtrent 50 meter dypt. Tre stasjoner i overgangs – og fjernsonen til det planlagte anlegget ble valgt for miljøundersøkelsen. Første stasjon, Tarva 1, ble foretatt på 24 meters dyp 430 meter nord for det planlagte anlegget, mens andre stasjon, Tarva 2, ble foretatt på 33 meters dyp 93 meter vest for anlegget. Den tredje stasjonen, Tarva 3, ble tatt på 35 meters dyp 331 meter sørvest for det planlagte anlegget (Figur 2.2).

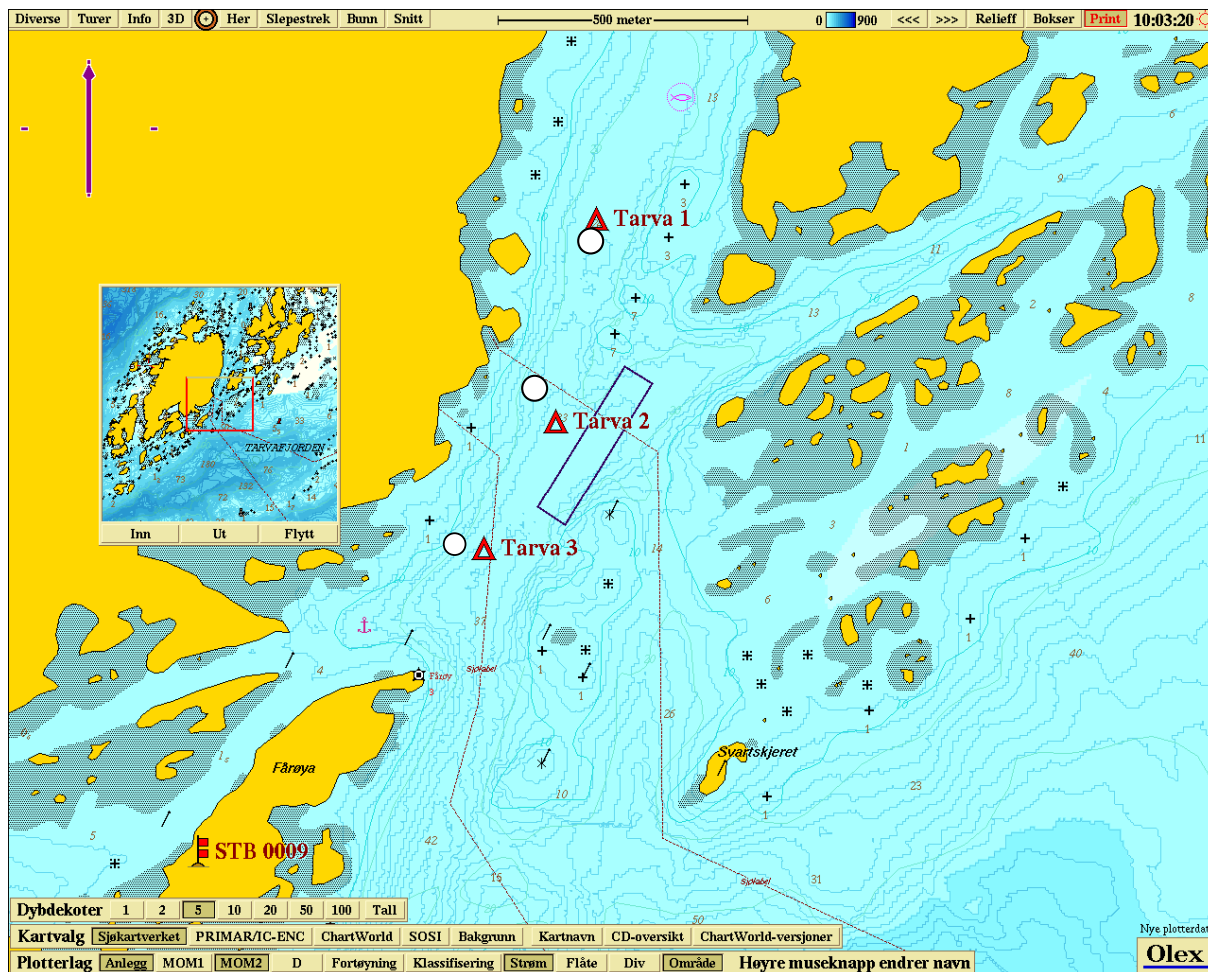
Havsundet er uten tydelige terskler der havbunnen skråner fra nordlig til sørlig retning, dypest i sør, og munner ut i Tarvafjorden.

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

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdragsgivers fartøy den 3.9.2009. 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 ( $105^{\circ} C$  i ca. 20 timer) og brenning ( $550^{\circ} C$  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 ( $H_2S$ ). 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 3. september 2009. 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
Tarva 1	63 <sup>0</sup> 48.209N 09 <sup>0</sup> 26.453Ø	24	1	2,7	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 3 glass.
Tarva 1	63 <sup>0</sup> 48.209N 09 <sup>0</sup> 26.453Ø	24	2	2,7	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 2 glass.
Tarva 1	63 <sup>0</sup> 48.209N 09 <sup>0</sup> 26.453Ø	24	3	2,7	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,48 og Eh=-30
Tarva 2	63 <sup>0</sup> 47.990N 09 <sup>0</sup> 26.354Ø	33	1	2,7	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Tarva 2	63 <sup>0</sup> 47.990N 09 <sup>0</sup> 26.354Ø	33	2	2,7	Skjellsand og grus. Ingen lukt. Grå farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Faunaprøve, 1 glass.
Tarva 2	63 <sup>0</sup> 47.990N 09 <sup>0</sup> 26.354Ø	33	3	Ikke målt	Leire og silt. Grå farge. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: ingen observert. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,58 og Eh=40
Tarva 3	63 <sup>0</sup> 47.852N 09 <sup>0</sup> 26. 179Ø	35	1	3,6	Skjellsand, silt og grus. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 1 glass.
Tarva 3	63 <sup>0</sup> 47.852N 09 <sup>0</sup> 26. 179Ø	35	2	2,7	Skjellsand, silt og grus. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerne. Faunaprøve, 1 glass.
Tarva 3	63 <sup>0</sup> 47.852N 09 <sup>0</sup> 26. 179Ø	35	3	Ikke målt	Skjellsand, silt og grus. Ingen lukt. Gråbrun farge. Hovedtyper av større dyr i prøven: børstemark og slangestjerne. Geologisk/kjemisk prøve, 2 glass. pH=7,47 og Eh=50

### 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 Bakke et al (2007) og 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 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>

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Det ble målt hydrografi på alle tre stasjonene. På stasjon 1 var temperaturen 14,2 °C i overflata. Fra overflata og ned til bunnen sank temperaturen gradvis ned til 14,1 (Figur 3.1). Saliniteten var 33 ‰ i hele vannsøyla (Figur 3.1).

Oksygenivået (Figur 3.2) i overflaten på stasjon 1 var 8,18 mg/l med en metning på 97,9 %. Oksygenivået falt deretter gradvis ned til 7,75 mg/l og en metning på 92,5 %. Omregnet til ml/l gir dette oksygenverdier av bunnvannet på 5,46 ml/l. Dette gir KLIF's tilstand I for bunnvannet.

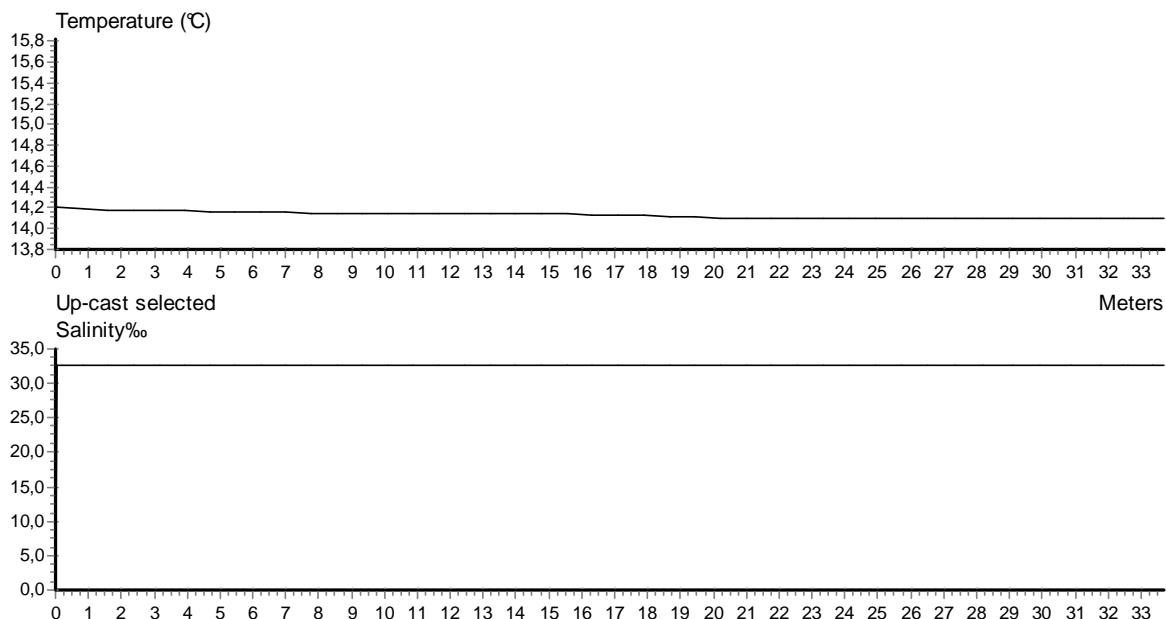
På stasjon 2 var temperaturen i overflata 14,2 °C. Fra overflata og ned mot bunnen sank temperaturen gradvis ned til 14,1 °C (Figur 3.3). Saliniteten var 33 ‰ i hele vannsøyla (Figur 3.3).

Oksygenivået (Figur 3.4) i overflata på stasjon 2 var 8,21 mg/l med en metning på 98,1 %. Oksygenivået falt raskt de første meterne ned til 8,13 mg/l og en metning på 97,1 %. Fra overflatevannet og ned mot bunnen sank oksygenverdiene gradvis ned til 7,69 mg/l med en metning på 91,8 %. Omregnet til ml/l gir dette et bunnvann med 5,42 ml/l oksygen. Disse verdiene gir KLIF's tilstand I for bunnvannet.

På stasjon 3 var temperaturen i overflata 14,2 °C. Fra overflata og ned mot bunnen sank temperaturen gradvis ned til 14,1 °C (Figur 3.5). Saliniteten var 33 ‰ i hele vannsøyla (Figur 3.5).

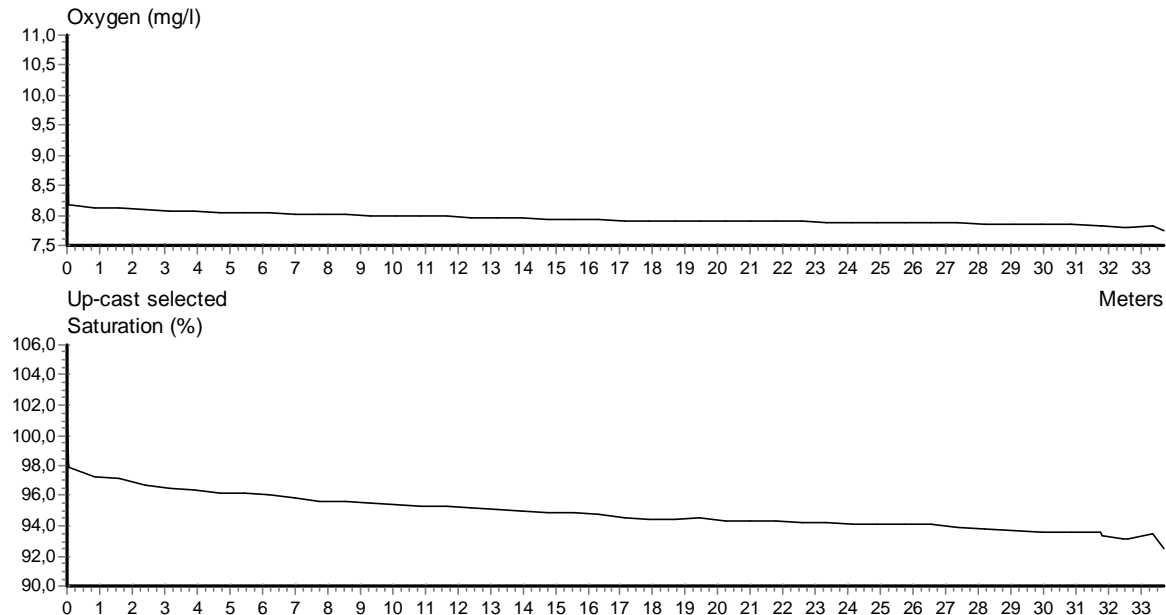
Oksygenivået (Figur 3.6) i overflata på stasjon 3 var 8,24 mg/l med en metning på 98,3 %. Fra overflatevannet og ned mot bunnen sank oksygenverdiene gradvis ned til 7,87 mg/l med en metning på 94,0 %. Omregnet til ml/l gir dette et bunnvann med 5,54 ml/l oksygen. Disse verdiene gir KLIF's tilstand I for bunnvannet.

File name: Tarva09.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 7 SD204, Serial No: 326  
 Data displayed from: 18:05:19 - 03.Sep-09 (No. 2108) To: 18:08:43 - 03.Sep-09 (No: 2210)



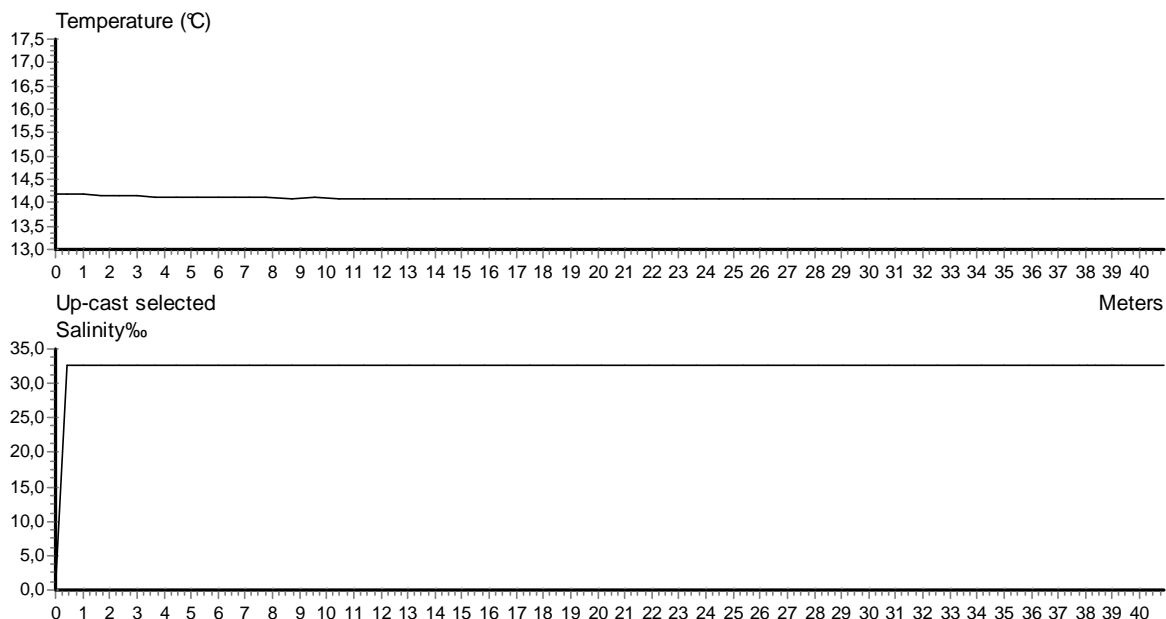
**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 24 meters dyp på stasjon Tarva 1 den 3. september 2009.

File name: Tarva09.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 7 SD204, Serial No: 326  
 Data displayed from: 18:05:19 - 03.Sep-09 (No. 2108) To: 18:08:43 - 03.Sep-09 (No: 2210)



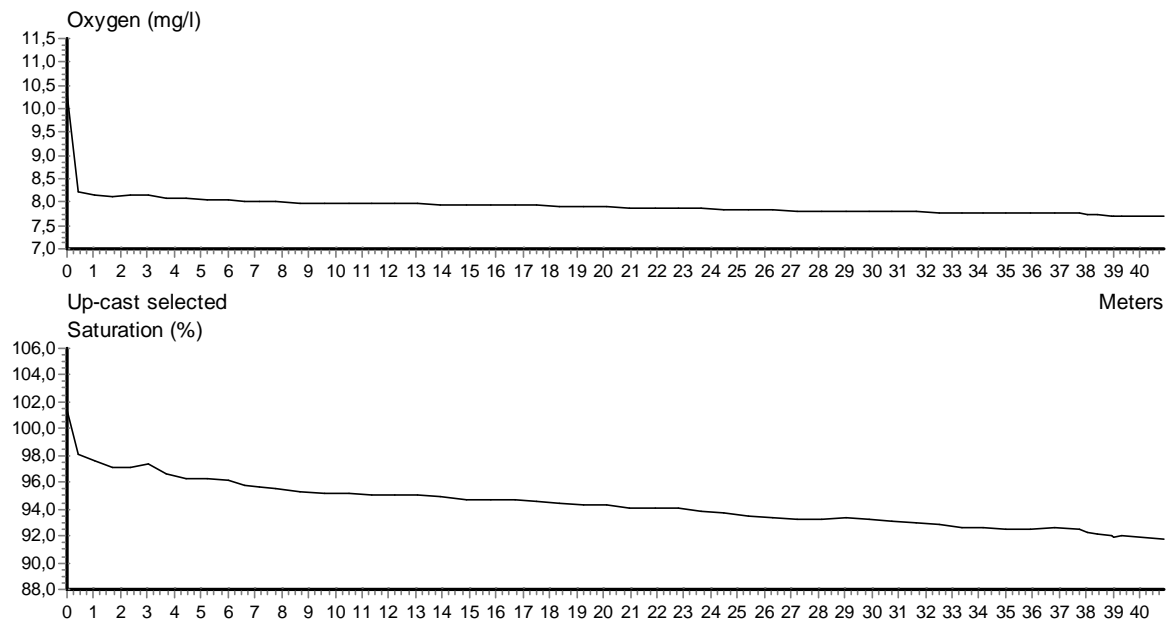
**Figur 3.2.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 24 meters dyp på stasjon Tarva 1 den 3. september 2009.

File name: Tarva09.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 326  
 Data displayed from: 17:20:55 - 03.Sep-09 (No. 1996) To: 17:24:37 - 03.Sep-09 (No: 2107)



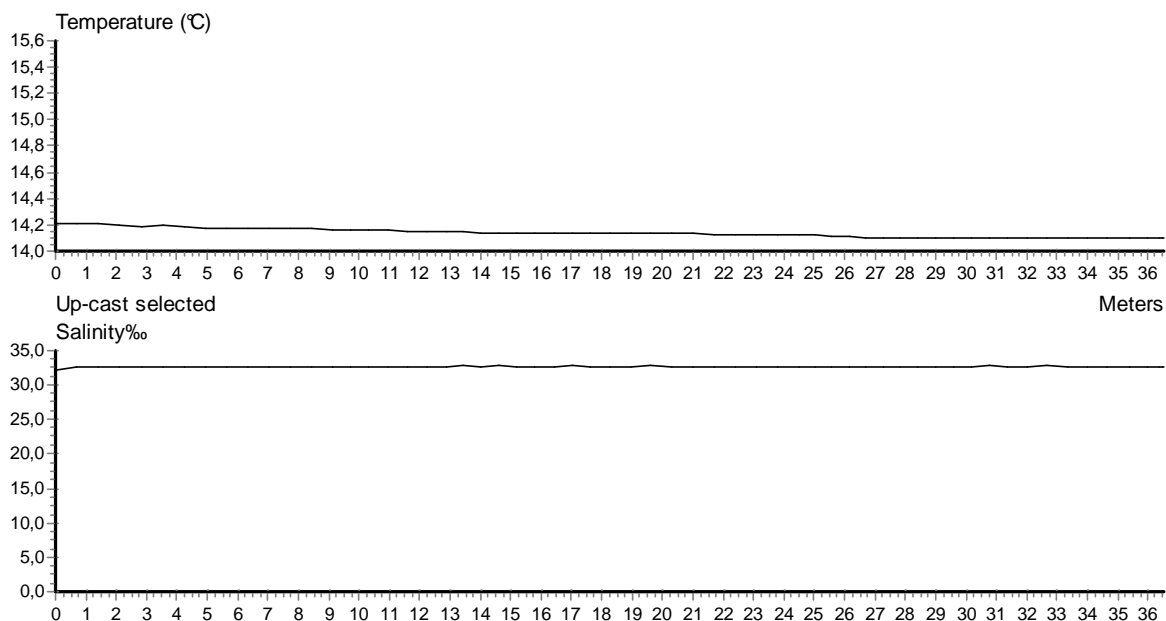
**Figur 3.3.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 33 meters dyp på stasjon Tarva 2 den 3. september 2009.

File name: Tarva09.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 326  
 Data displayed from: 17:20:55 - 03.Sep-09 (No. 1996) To: 17:24:37 - 03.Sep-09 (No: 2107)



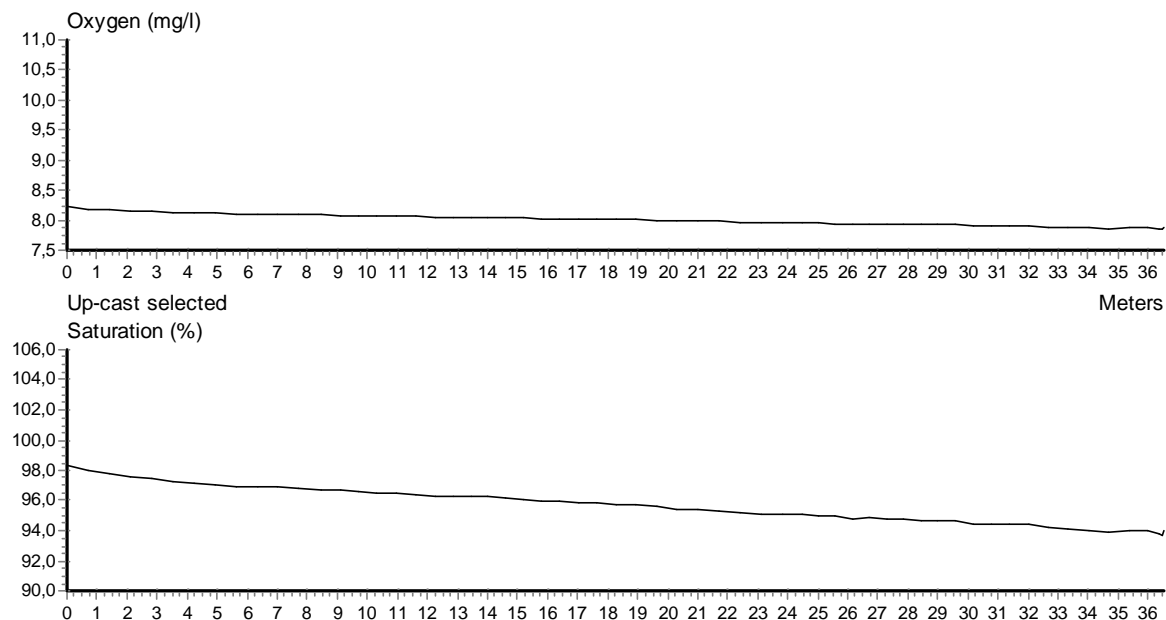
**Figur 3.4.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 33 meters dyp på stasjon Tarva 2 den 3. september 2009.

File name: Tarva09.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 8 SD204, Serial No: 326  
 Data displayed from: 18:10:30 - 03.Sep-09 (No. 2211) To: 18:14:00 - 03.Sep-09 (No: 2316)



**Figur 3.5.** Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 35 meters dyp på stasjon Tarva 3 den 3. september 2009.

File name: Tarva09.SD2 Interval: 2 seconds  
 Measurement series number: 8 SD204, Serial No: 326  
 Data displayed from: 18:10:30 - 03.Sep-09 (No. 2211) To: 18:14:00 - 03.Sep-09 (No: 2316)



**Figur 3.6.** Oksygeninnhold fra overflaten og til 35 meters dyp på stasjon Tarva 3 den 3. september 2009.

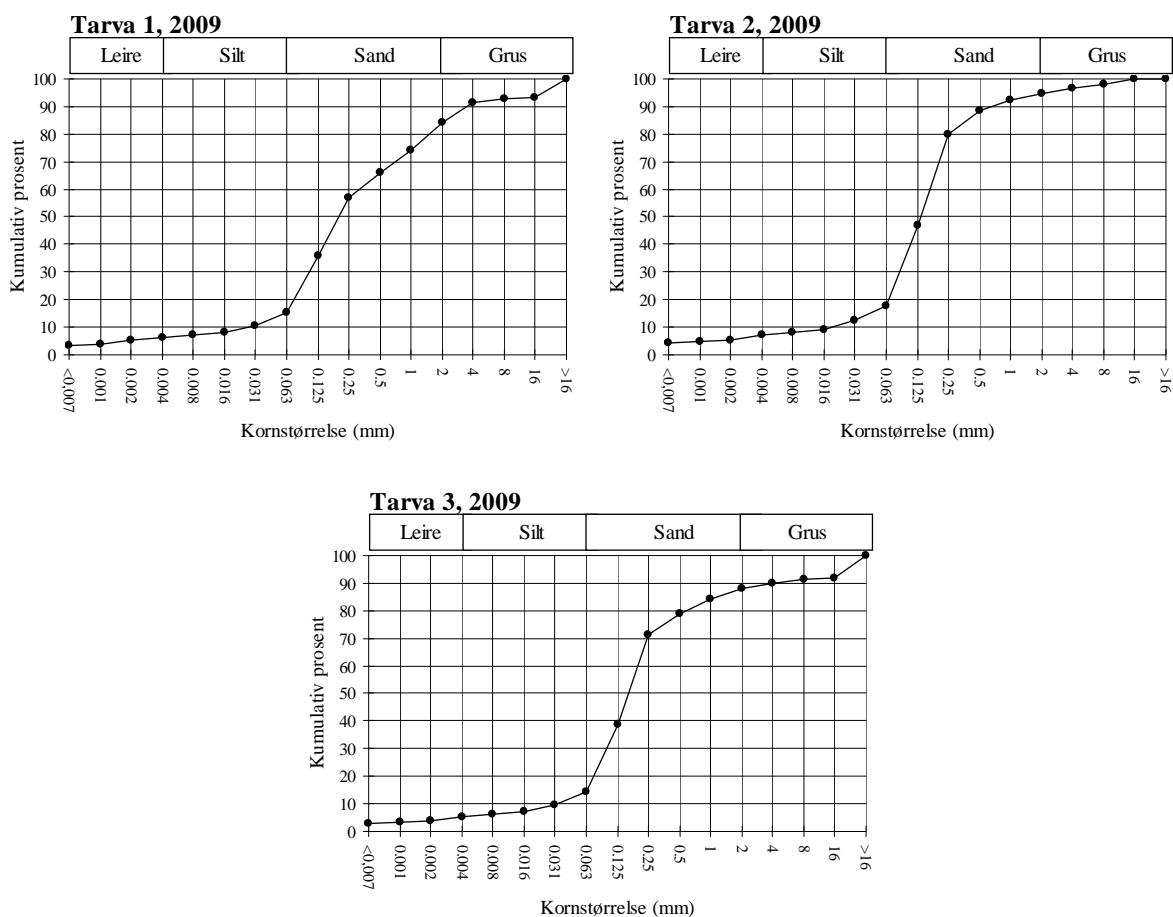


### 3.2 Sediment

Sedimentet fra Tarva 1 hadde et organisk innhold på 3,92 %. Andelen sand var 69 %, andelen grus var 16 %, og andelen silt og leire var totalt 15 %.

Sedimentet fra Tarva 2 hadde 5,95 % organisk innhold. Andelen sand var 77 %, andelen grus var 5 %, og andelen leire og silt var totalt 18 %.

Sedimentet fra Tarva 3 hadde 5,65 % organisk innhold. Andelen sand var 73 %, andelen grus var 12 %, og andelen leire og silt var 15 %. Se figur 3.7 og tabell 3.2 for detaljer.



**Figur 3.7.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Tarva i 2009.

**Tabell 3.2.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Tarva, 2009.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Tarva 1</b>	24	3,92	6	9	15	69	16
<b>Tarva 2</b>	33	5,95	7	11	18	77	5
<b>Tarva 3</b>	35	5,65	5	9	15	73	12

### 3.3 Kjemi

Sedimentet fra Tarva 1 hadde et TOC innhold på 40,1, mg/g, noe som tilsvarer KLIF's tilstandsklasse IV, dårlig. Innholdet av fosfor, nitrogen Kjeldahl var lave og sink og kobber innenfor tilstandsklasse I. Andelen tørrstoff var 66,2 %.

Sedimentet fra Tarva 2 hadde et TOC innhold på 33,8 mg/g, noe som tilsvarer KLIF's tilstandsklasse III, mindre god. Innholdet av fosfor, nitrogen Kjeldahl var lave og kobber og sink var innenfor tilstandsklasse I. Andelen tørrstoff var 58,4 %.

Sedimentet fra Tarva 3 hadde et TOC innhold på 38,5 mg/g. Dette gir tilstandsklasse IV, dårlig. Fosfor, nitrogen Kjeldahl var lave og sink og kobber var i tilstandsklasse I. Andelen tørrstoff var 64,9 %.

For at KLIF's tilstandsklasse skal kunne brukes i forhold til TOC, må verdiene av TOC normaliseres, dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som brukes til dette er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs. Dette må tas hensyn til når en benytter data fra fjorder (Aure m.fl. 1993).

**Tabell 3.3.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Tarva i 2009. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Nitrogen Kjeldahl (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
<b>Tarva 1</b>	25	40,1	<b>IV</b>	0,33	1,5	19	<b>I</b>	6,0	<b>I</b>	66,2
<b>Tarva 2</b>	19	33,8	<b>III</b>	0,48	1,7	23	<b>I</b>	7,2	<b>I</b>	58,4
<b>Tarva 3</b>	23	38,5	<b>IV</b>	0,34	1,5	16	<b>I</b>	5,7	<b>I</b>	64,9

### 3.5 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.8-3.10 og Vedleggstabell 1.

Tarva 1 ligger lengst nord i fjorden, på 24 m dyp. Bunnen består av sand (69 %) med noe leire og silt (16 %) og noe grus (16 %). På 0,2m<sup>2</sup> ble det funnet 1219 individer fordelt på 100 arter. Dette gir en diversitetsindeks H' på 4,87 og en jevnhet J på 0,73. Ifølge SFTs tilstandsklasser basert på diversitet, er fordelingen av bunndyr meget god (tilstandsklasse 1). Dette støttes av figuren over de geometriske klassene. De mest vanlige bunndyrene ved stasjonen, var individer av børstemarkgruppen *Polydora* (16 %). Det ble også funnet relativt mange individer av de to børstemarkene *Myriochele oculata* (13 %) og *Melinna elisabethae* (12 %).

Tarva 2 ligger like nordøst for det tiltenkte anlegget. Stasjonen har en dybde på 33 m og bunnen består hovedsakelig av sand (77 %), med noe silt (11 %). Her ble det funnet 824 individer og 58 arter på 0,2m<sup>2</sup>. Dette er det laveste arts- og individantallet blant de tre stasjonene og gir en diversitetsindeks H' på 3,74 og en jevnhet J på 0,64, hvilket gir tilstandsklasse II, God. Børstemarken *Myriochele oculata* (24 %) var mest tallrik ved Tarva 2, med børstemarkgruppen *Polydora* (9 %) på andre plass.

Tarva 3 ligger på 35 m dyp, like sørøst for det tiltenkte anlegget. Bunnen består også her av sand (73 %), med noe leire og silt (14 %) og grus (12 %). På 0,2m<sup>2</sup> ble det funnet 1096 individer fordelt på 96 arter. Dette gir en diversitetsindeks H' på 4,46 og en jevnhet J på 0,68. Ifølge SFTs klassifiseringen basert på diversitet, får stasjonen dermed tilstandsklasse I (meget god). Børstemarken *Myriochele oculata* (25 %) og deretter mollusken *Thyasira flexuosa* (13 %) var mest vanlige ved Tarva 3.

Grafen over fordelingen av geometriske klasser tyder på gode forhold og det ble ikke påvist forurensing av tungmetaller ved noen av stasjonene. Andre hugg ved Tarva 2 skiller seg noe ut ved at det ble funnet nokså få arter (25 stk). Dette synes også i de multivariate figurene.

### Konklusjon

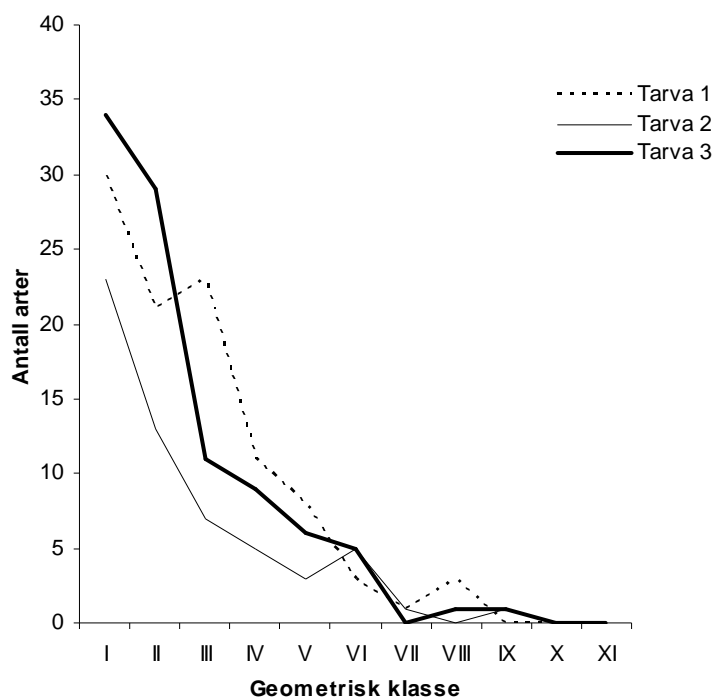
Bunnforholdene er gode ved alle tre stasjonene og diversiteten og artsantallet var høyt ved Tarva 1 og 3.

**Tabell 3.4.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet ( $H'$  max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Tarva i 2009. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet ( $H'$ ) (MOLVÆR et al. 1997).

	Hugg nr.	Antall individer	Antall arter	Divesitet ( $H'$ )	Jevnhet (J)	$H'$ -max	SFT's TK
Tarva 1	1	696	78	4,73	0,75	6,29	
	2	523	75	4,79	0,77	6,23	
	<b>Sum</b>	<b>1219</b>	<b>100</b>	<b>4,87</b>	<b>0,73</b>	<b>6,64</b>	<b>I</b>
Tarva 2	1	142	25	3,24	0,70	4,64	
	2	682	49	3,60	0,64	5,61	
	<b>Sum</b>	<b>824</b>	<b>58</b>	<b>3,74</b>	<b>0,64</b>	<b>5,86</b>	<b>II</b>
Tarva 3	1	406	67	4,48	0,74	6,07	
	2	690	75	4,26	0,68	6,23	
	<b>Sum</b>	<b>1096</b>	<b>96</b>	<b>4,46</b>	<b>0,68</b>	<b>6,58</b>	<b>I</b>

**Tabell 3.5.** Geometriske klasser ved Tarva i 2009.

Geometrisk klasse	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 3
I	23	34	30
II	13	29	21
III	7	11	23
IV	5	9	11
V	3	6	8
VI	5	5	3
VII	1	0	1
VIII	0	1	3
IX	1	1	0

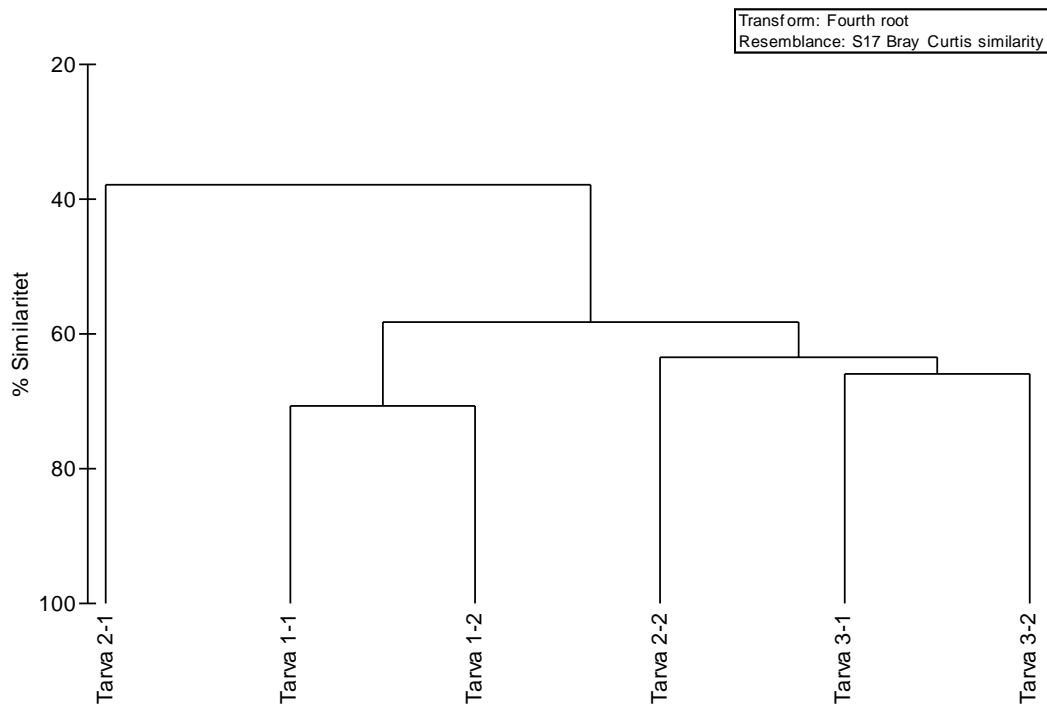


**Figur 3.8.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Tarva i 2009.

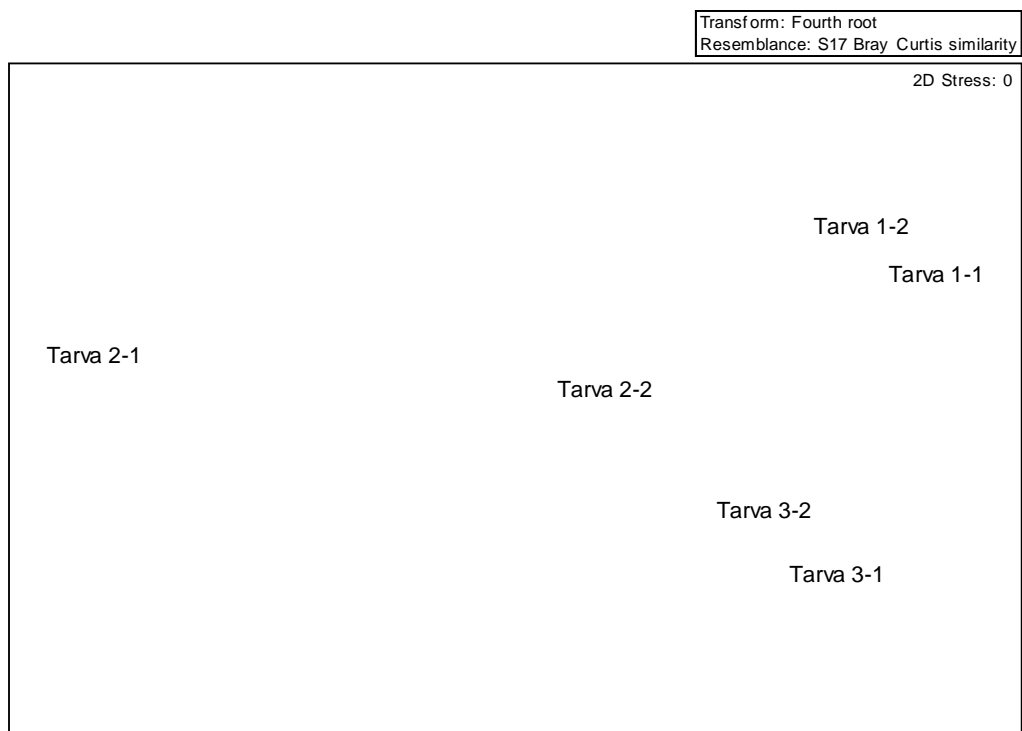
**Tabell 3.6.** De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert ved Tarva i september 2009.

Tarva 1	17.08.2009			0.2m <sup>2</sup>			Tarva 2	17.08.2009			0.2m <sup>2</sup>				
Arter	Antall	Prosent	Kum. %	Arter	Antall	Prosent	Kum. %	Arter	Antall	Prosent	Kum. %	Arter	Antall	Prosent	Kum. %
Polydora sp.	195	16.0	16.0	Myriochele oculata	290	23.8	23.8	Polydora sp.	110	9.0	32.8	Thyasira flexuosa	58	4.8	37.6
Myriochele oculata	154	12.6	28.6	Polydora sp.	110	9.0	32.8	Thyasira flexuosa	58	4.8	37.6	Prionospio cirrifera	56	4.6	42.2
Melinna elisabethae	148	12.1	40.8	Thyasira flexuosa	58	4.8	42.2	Prionospio cirrifera	56	4.6	42.2	Thyasira sarsii	37	3.0	45.2
Prionospio cirrifera	95	7.8	48.6	Thyasira sarsii	37	3.0	45.2	Thyasira sarsii	37	3.0	45.2	Phyllodoce mucosa	34	2.8	48.0
Thyasira flexuosa	42	3.4	52.0	Phyllodoce mucosa	34	2.8	48.0	Phyllodoce mucosa	34	2.8	48.0	Owenia borealis	33	2.7	50.7
Pholoe baltica	32	2.6	54.6	Owenia borealis	33	2.7	50.7	Owenia borealis	33	2.7	50.7	Pholoe baltica	22	1.8	52.5
Paraonidae indet.	32	2.6	57.3	Pholoe baltica	22	1.8	52.5	Pholoe baltica	22	1.8	52.5	Diplocirrus glaucus	20	1.6	54.1
Polynoidae indet.	28	2.3	59.6	Diplocirrus glaucus	20	1.6	54.1	Diplocirrus glaucus	20	1.6	54.1	Paraonidae indet.	17	1.4	55.5
Sabellidae indet.	28	2.3	61.9	Paraonidae indet.	17	1.4	55.5	Paraonidae indet.	17	1.4	55.5				
Aphelochaeta sp.	27	2.2	64.1												
Labidoplax buskii	27	2.2	66.3												

Tarva 3	03.09.2009			0.2m <sup>2</sup>			
Arter	Antall	Prosent	Kum. %	Arter	Antall	Prosent	Kum. %
Myriochele oculata	301	24.7	24.7	Myriochele oculata	301	24.7	24.7
Thyasira flexuosa	158	13.0	37.7	Thyasira flexuosa	158	13.0	37.7
Polydora sp.	63	5.2	42.8	Polydora sp.	63	5.2	42.8
Prionospio cirrifera	54	4.4	47.3	Prionospio cirrifera	54	4.4	47.3
Diplocirrus glaucus	46	3.8	51.0	Diplocirrus glaucus	46	3.8	51.0
Pholoe baltica	42	3.4	54.5	Pholoe baltica	42	3.4	54.5
Labidoplax buskii	34	2.8	57.3	Labidoplax buskii	34	2.8	57.3
Owenia borealis	30	2.5	59.7	Owenia borealis	30	2.5	59.7
Melinna elisabethae	30	2.5	62.2	Melinna elisabethae	30	2.5	62.2
Thyasira sarsii	25	2.1	64.2	Thyasira sarsii	25	2.1	64.2



**Figur 3.9** Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Tarva, tatt 3. september 2009. 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 Tarva 2-1 menes Tarva stasjon 2, første hugg.



**Figur 3.10.** MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Tarva, tatt 3. september 2009. 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 Tarva 3-2, menes Tarva stasjon tre, andre hugg.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene på tre stasjoner i Havsundet ved Husøya i Bjugn kommune. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra oppdrettsselskapet Marine Harvest ASA. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 3. september 2009. Det ble tatt bunnprøver etter MOM C-metodikken (NS 9423) og registrert hydrografi på to stasjoner. På samtlige stasjoner ble også kornfordelingsanalyse utført.

Det har tidligere ikke blitt utført tilsvarende undersøkelser på de aktuelle stedene i fjorden.

Kornfordelingsanalyser ble utført av sedimentet fra alle stasjonene. Sedimentet på alle stasjonene var relativt likt med en andel sand på henholdsvis 69, 77, og 73 %. Andelen grus var henholdsvis 16 %, 5 % og 12 %. Andelene leire og silt var henholdsvis 15, 18 og 15 %.

De kjemiske analysene viste at innholdet av nitrogen Kjeldahl og fosfor var lave og kobber og sink var innenfor tilstandsklasse I for samtlige prøver. Innholdet av TOC var høyt for Tarva 1 og 3 (klasse IV), mens det for Tarva 2 var noe mindre (klasse III). Det organiske innholdet (glødetapet) var lavt på alle stasjonene. Da det ikke er noen kjente menneskeskapte forurensningskilder i området, må man anta at det høye nivået av organisk karbon er representativt for den naturlige tilstanden i Havsundet.

Hydrografiske analyser viste høy metning og konsentrasjon av oksygen i hele vannsøylen. Bunnvannet på samtlige stasjoner fikk KLIF's tilstandsklasse I.

**Tabell 4.1.** Sammendrag av resultatene (I=Meget god, II=God, III=Mindre god, V=Meget dårlig)

Stasjon	Dyp	Tilstand bunndyr	Tilstand sink	Tilstand kobber	Tilstand TOC
Tarva 1	24	I	I	I	IV
Tarva 2	33	II	I	I	III
Tarva 3	35	I	I	I	IV

Analyser av dyrelivsprøvene viste høy diversitet og jevnhet på samtlige stasjoner. Lavest artsantall, diversitet og jevnhet ble funnet på Tarva 2. Men her viste de multivariate analysene at det var stor forskjell mellom de to grabbhuggene. Dette kan forklare det noe lave artstallet i

forhold til de to andre stasjonene. Stasjonen får tilstandsklasse II. Dette er likevel å betrakte som naturlig tilstand, da mange upåvirkede områder langs norskekysten har denne tilstanden. De to andre stasjonene får tilstandsklasse I på bakgrunn av Shannon Wiener Indeks for diversitet (se tabell 3.4). Bunnforholdene er gode ved alle tre stasjonene og diversiteten og artsantallet var høyt ved Tarva 1 og 3.

## **5 TAKK**

Vi takker mannskapet fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt ombord på firmaets båt. På toktet deltok Anders Waldemar Olsen samt personell fra Marine Harvest ASA. Sedimentanalysene ble utført ved Eurofins i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad ved Uni Research, Bergen.



## 6 LITTERATUR

- Bakke T., Breedveld G., Källqvist T., Oen A., Eek E., Ruus A., Kibsgaard A., Helland A. og Hylland K. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Statens forurensningstilsyn 2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- 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. 2008. 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

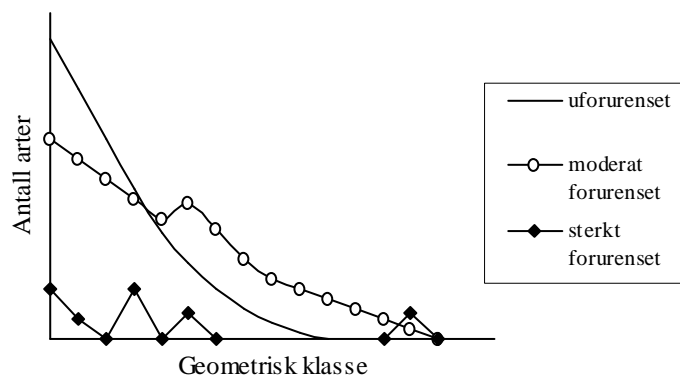
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 bunndyrsprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område

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

**Tabell v2.** Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra arts mangfold 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.: 802450**  
**Prøvetakingssted (område): Tarva i Havsundet**  
**Dato for prøvetaking: 3. september 2009**  
**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 4 sider.

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

Signatur:.....*P.O. Johansen*.....  
Signaturberettiget

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Tarva 2009	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.						
* Cliona sp.	+			+		
* HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.	+	+			+	
* ANTHOZOA						
Cerianthus lloydii	2				1	
Edwardsia sp.	2	2	1	1	1	2
Actinidae indet.		2				
* PLATYHELMINTES indet.					1	
* NEMERTINI indet.	13	8	2	13	10	7
* NEMATODA indet.	8	7	5	4	4	4
PRIAPULIDA						
Priapulus caudatus				2	1	
ANNELIDA						
POLYCHAETA						
Paramphinome jeffreysii			1			
Polynoidae indet.	17	11	1		2	2
Pholoe baltica	20	12	9	13	12	30
Sthenelais limicola	1					
Phyllodoceidae indet.		2		1		
Paranaitis sp.					1	
Phyllodoce groenlandica	2	2		3	4/1	7/1
Phyllodoce mucosa			7/23	1/3		0/1
Eteone sp.						1
Eteone longa	2	3	5	6	1	1/1
Nereimyra punctata	4	2	1			
Syllidae indet.	2		1	2		1
Exogone sp.	2	12		4		1
Eunereis elittoralis					1	
Nephtys hombergi	1	0/2	1/1	3	0/1	4/4
Nephtys paradoxa					0/1	
Sphaerodoropsis philippi						2
Sphaerodoropsis sp	3	1				
Glycera lapidum	3/4	0/7				0/2
Goniada maculata	1	3		1	6	1
Nothria conchylega	1				1	
Lumbrineridae indet.	8	3		1	1	
Dorvilleidae indet.			1			
Protodorvillea kefersteini	1					
Orbinia sp	1/2					
Scoloplos armiger		2/3		3/3	3	5/1
Aonides paucibranchiata	1	1				
Laonice bahusiensis		0/2		1/1		
Polydora sp.	85	110		110	8	55
Prionospio cirrifera	54	41		56	16	38
Spio sp.	1			3		1
Spiophanes kroeyeri					1	
Paraonidae indet.	15	17	4	13	3	9
Aricidea sp.	14	3		1		1
Aphelochaeta sp.	11	16		4	1	3
Chaetozone sp.	8	6	2	2	2	2



## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Tarva 2009	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
<i>Cirratulus cirratus</i>				3	1/1	
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	2	3				1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	2/1	1	1	19	20/2	24
<i>Therochaeta flabellata</i>				1	3	
<i>Ophelina acuminata</i>		1		1		
<i>Ophelina cylindricauda</i>	0/1	3				
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>	0/1					0/1
<i>Scalibregma inflatum</i>		1				
<i>Capitella capitata</i>				1		
<i>Notomastus latericeus</i>	6/3	14/3	0/3	2/10	3/1	1/1
<i>Praxillella affinis</i>	1					
Maldanidae indet.		2	2	8	3	17
<i>Myriochele oculata</i>	102	52	50	240	100	201
<i>Owenia borealis</i>	8/11	3/2		5/28	9/7	8/6
<i>Pectinaria auricoma</i>	8	4		1	1	2
<i>Pectinaria koreni</i>						0/1
<i>Ampharete falcata</i>	2					0/1
<i>Ampharete lindstroemi</i>	10/4	9		8	6/1	8
<i>Sabellides borealis</i>				1		
<i>Sabellides octocirrata</i>	6	5			3	4
<i>Sosane sulcata</i>	4/1	1/2		2	2	0/1
<i>Anobothrus gracilis</i>					3	
<i>Lysippides fragilis</i>	1					
<i>Amphicteis gunneri</i>				1		4
<i>Eclysippe vanelli</i>	0/4	0/3				
<i>Samytha sexcirrata</i>					1/1	0/1
<i>Melinna elisabethae</i>	107	41	3	8/3	13	17
<i>Amphitrite cirrata</i>	2					
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	2/4				1	2/1
<i>Pistella lornensis</i>	0/2	1				
<i>Streblosoma intestinale</i>	1/2	0/1	1		3/2	2/1
<i>Polycirrus latidens</i>					1	
<i>Polycirrus norvegicus</i>	7	4		2	1	
<i>Trichobranchus roseus</i>	8	7		3/2	3	5
<i>Terebellides stroemi</i>	2/1	1/1		2	2	1
Sabellidae indet.	16	12		1	2	18
<i>Euchone</i> sp.		2				
<i>Hydroides norvegica</i>		3/1				
SIPUNCULA						
<i>Sipuncula</i> indet.	2	4			1	1
<i>Phascolion strombus</i>	1				1	2
ARTHROPODA						
CRUSTACEA						
* <i>Calanus finmarchicus</i>	2	15				
* Cypridinidae indet.					4	1
* <i>Nebalia bipes</i>						1
* <i>Cumella pygmaea</i>		1				
* <i>Eudorella truncatula</i>		2				4
* <i>Diastylis cornuta</i>						2
* <i>Diastylis lucifera</i>			1			
* <i>Natatolana borealis</i>		1				

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Tarva 2009	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* Amphipoda indet.	11	21	2	7	12	20
* Caprellidae indet.			1		1	
* Decapoda larve					0/1	
* Brachyura indet	0/1					
* Galathea sp.						0/1
* Anapagurus laevis	1					
* PYCNOGONIDA indet.	1	1			1	
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.	3	3		3	9	4
Leptochiton asellus	1/2	0/1				2
Lacuna vincta		1				
Turitella communis	3/1				1	
Aporrhais pespelecani	1					
Euspira pulchella	1			1		1
Euspira montagui	1				1	
Oenopota sp	1					
Ondina divisa						1
Diaphana minuta						2
Philine scabra	1/4	1/3		1/1	4	4/1
Philine sp.		0/1				
Cylichna cylindracea	1	0/2	0/1	3/2	6/2	7/2
Cylichna umbilicata					1	2
Nudibranchiata indet.	0/2					
Nuculana minuta						1/1
Mytilidae indet.					0/3	
Crenella decussata					1	2
Modiolus modiolus	0/1	0/1				
Chlamys sp.	0/1					
Hyalopecten similis	1				1	0/1
Palliolum tigerinum		2				
Lucinoma borealis	0/2	0/1	0/1			1
Thyasira flexuosa	13/11	6/12	7/4	25/22	45/22	67/24
Thyasira obsoleta					1	
Thyasira sarsii		0/1	5/3	15/14	5/5	6/9
Thyasira equalis		1				
Devonia perrieri		1				
Mysella bidentata					1	
Acanthocardia echinata						1
Parvicardium minimum		1		1		2
Parvicardium ovale	3	2			2	2
Phaxas pellucidus					1/1	
Macoma calcarea						1
Gari fervensis		0/1				1/1
Dosinia lincta						0/3
Venerupis rhomboides		0/1				
Timoclea ovata	1				2	0/1
Corbula gibba				1		1
Hiatella sp.	1	1				
Thracia convexa						0/2
Thracia sp.	0/1	0/1	0/1			
Cochlodesma praetenu					1	0/1

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

Artsliste Tarva 2009	Tarva 1	Tarva 1	Tarva 2	Tarva 2	Tarva 3	Tarva 3
	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009
Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Lyonsia norvegica		0/1			2	0/1
* PHORONIDA indet.		+	2	1		2
* BRYOZOA						
* Bryozoa skorpeformet	+					
ECHINODERMATA						
Asteroidea indet.		0/1				
* Ophiuroidea indet.				+		
Ophiopholis aculeata		0/1				
Amphiura chiajei					2/1	1
Amphiura filiformis			0/1			2
Ophiura affinis	1/3	0/2				
Ophiura sp.						1
Echinocyamus pusillus					1	
Pseudothyone raphanus		3			1	
Ocnus lacteus	1					
Labidoplax buskii	14	13		3	15	19
Leptosynapta sp.	3	1				
* POGONOPHORA indet.						
* Siboglinum fiordicum	+		+	+		+
ENTEROPNEUSTA indet.	3	2				
* CHAETOGNATHA indet.		3			+	
CHORDATA						
Ascidiacea indet.	10	3	1		2	3
* VARIA	+	+		+	+	

## Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi

## Analyserapport

Moss

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



Rapport utført av  
akkreditert laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Side 1 (1)

Kundennummer	8183600-1558609	Prøvemottak	24.09.2009
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	09.10.2009
Oppdragsmerket	802450 / 83-9-9C ref 17/09 (Tarva)		
Sted for prøvetaking	Tarva		

Lab.nr.		NOV058170-09	NOV058171-09	NOV058172-09			
Tatt ut		03.09.2009	03.09.2009	03.09.2009			
Merket		Tarva 1-09, 3.hugg	Tarva 2-09, 3.hugg	Tarva 3-09, 3.hugg			
Parameter	Enhet				Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Torrstoff	%	66.2	58.4	64.9	±15%	NS 4764-1	○
*Total organisk karbon, TOC	g/kg TS	25	19	23		NEN-EN 13137	Analytico
*Nitrogen- Kjeldahl	g/kg TS	1.5	1.7	1.5	±10%	NS-EN 13654-1 m	○
Fosfor, P	g/kg TS	0.33	0.48	0.34	±20%	NS-EN ISO 11885	○
Sink, Zn	mg/kg TS	19	23	16	±15%	NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	mg/kg TS	6.0	7.2	5.7	±20%	NS-EN ISO 11885	○

Bjørn Tore Kildahl  
Lab.leder

*Denne rapport er elektronisk signert!*

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon (+47) 09440

Analyse vurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserporten

## Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

### Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – [www.analycen.no](http://www.analycen.no)

- |   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| O | Postboks 3055, 1506 Moss, Norge                          | Tlf.: +47 69 27 98 00 |
| Y | Bakteriologisk avdeling, Postboks 3055, 1506 Moss, Norge | Tlf.: +47 69 27 98 20 |

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

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

### Måleusikkerhet

Utvidet relativ måleusikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i. For flere av analysene varierer måleusikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet. For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet. Metodeoversikt og måleusikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

### Øvrige forklaringer

- \* Ikke akkreditert av AnalyCen AS
- m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner. Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

### Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering. Virksomheten ved laboratoriene oppfyller kravene i NS-EN ISO 17025. Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt. Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

Hovedadministrasjon for AnalyCen AS, Norge; Moss. Foretaksnr.: NO 973 191 896  
MVA