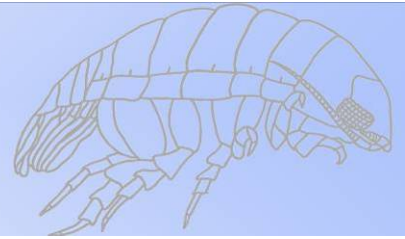


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research



e-Rapport nr. 4-2011

Marin miljøundersøkelse ved Torgerhaugen, Indre Follaffjord 2010.



Fredrik R. Staven

Anders W. Olsen

Kristin Hatlen

Per-Otto Johansen



		SAM-marin 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: 23.9.2010
Marin miljøundersøkelse ved Torgerhaugen, Indre Follafjord 2010.	Antall sider og bilag: 34
Forfatter(e):	Prosjektleder: Anders Waldemar Olsen
Fredrik Staven, Anders Olsen, Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen	Prosjektnummer: 82-9-10C

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
Marine Harvest Nord	Åpen

Abstract

Aqua Kompetanse AS has, on assignment from Marine Harvest, conducted an environmental investigation on three stations in the outer basin of Indre Foldafjord, Nord-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 (KLIF).

The results show that the content of zinc, copper and phosphorous was low in all samples. The content of TOC was very high on station 1 (close to the fish farm), high on station 2 (in the transition zone), and low on station 3 (in the remote zone). The fauna investigation showed that there was a negative stimulation of the fauna in station 1. In stations 2 and 3 there was a slight positive stimulation of the soft bottom macro-fauna. In total the results show that the investigated basin of indre Foldafjord has a very good environmental status.

Keywords:	Emneord:
Fish farm	Fiskeoppdrett
Recipient	Resipient
Benthos	Bunndyr
Sediment	Sediment

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 4-2011

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	16.2.2011	<i>P.-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	7.2.2011	<i>Anders W. Olsen</i>

INNHOOLD

1 INNLEDNING	4
1.1 Tidligere undersøkelser	4
2 MATERIALE OG METODER	5
2.1 Undersøkelsesområdet	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	7
2.2.2 Sediment (geologisk analyse).....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Akkreditering	10
2.2.5 Bunndyr	10
2.3 Produksjon	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi *)	13
3.3 Sediment	15
3.4 Kjemi	16
3.5 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	21
5 TAKK	22
6 LITTERATUR	22
7 VEDLEGG	23
7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata	23
Vedleggstabell 1. Artsliste	28
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	33

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Marine Harvest Nord, har Aqua Kompetanse AS tatt bunnprøver og hydrografiske prøver på 3 stasjoner i tilknytning til oppdrettslokaliteten Torgerhaugen i Foldafjorden, Nærøy kommune.

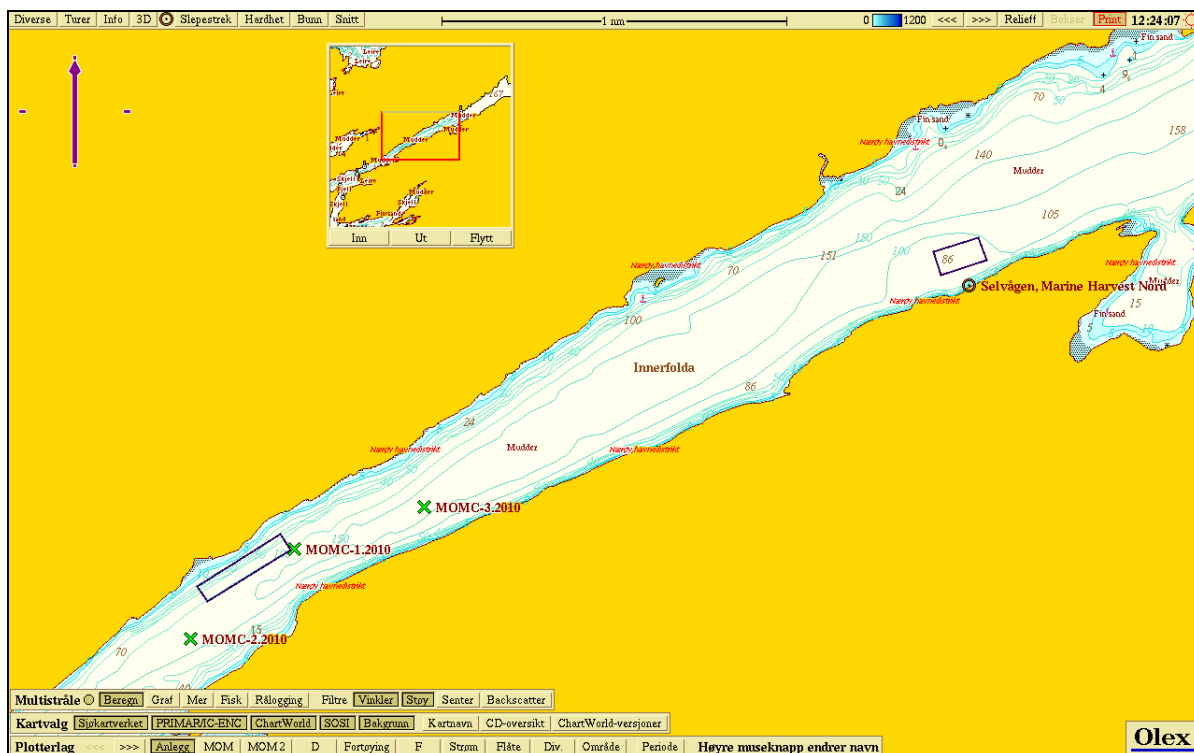
Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Uni Research, Seksjon for anvendt miljøforskning, sortert bunnprøver fra de tre stasjonene og identifisert artene i disse. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNI Miljø/SAM-Marin akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av UNI Research/SAM-Marin. Eurofins Norsk miljøanalyse AS i Moss har bestemt sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere i tre prøver. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær m.fl. 1997).

Prøvetakingen er gjennomført fra Aqua Kompetanse sin båt den 23.9.2010. Prøvetaking er gjort etter "MOMC-metodikken" som beskrevet i NS9410 og NS-EN ISO 16665. For stedsangivelse på kart, se figur 1.1.

1.1 Tidligere undersøkelser

Lokaliteten Torgerhaugen har ikke vært undersøkt med tilsvarende metodikk tidligere, men det er i forbindelse med akvakulturvirksomhet etablert en overvåkningsstasjon noe lengre inn i fjorden, ved Buvika. Denne har vært undersøkt med samme metodikk som i foreliggende undersøkelse totalt tre ganger; 2001, 2005 og 2008. I alle disse årene har det vært betydelig akvakulturvirksomhet i fjorden. Resultatene fra disse undersøkelsene har vist tilstand I i 2001 (Sandnes, O. 2001) og 2005 (Sandnes, O. 2005), og tilstand II i 2008 (Olsen m.fl. 2008). Både tilstand I og II anses å være naturlige tilstander.

Det er også tatt prøver etter samme metodikk på en stasjon i det indre bassenget, Lauvlia. Denne ble gjennomført i 2007, og gav tilstandsklasse I. Tidligere resipientundersøkelser har vist gode oksygenforhold i bunnvannet. Bunnvannet i indre Follafjord har en årviss utskiftning noe etter årsskiftet. Dette medfører at oksygenmetningen/innholdet i bunnvannet er opp mot 100 % tidlig på vinteren for så å avta noe mot sin laveste verdi like før neste utskiftning (Sandnes, O. 2007). Oksygenmetningen i bunnvannet ved overvåkningsstasjonen Lauvlia er på det laveste ca 80 %.

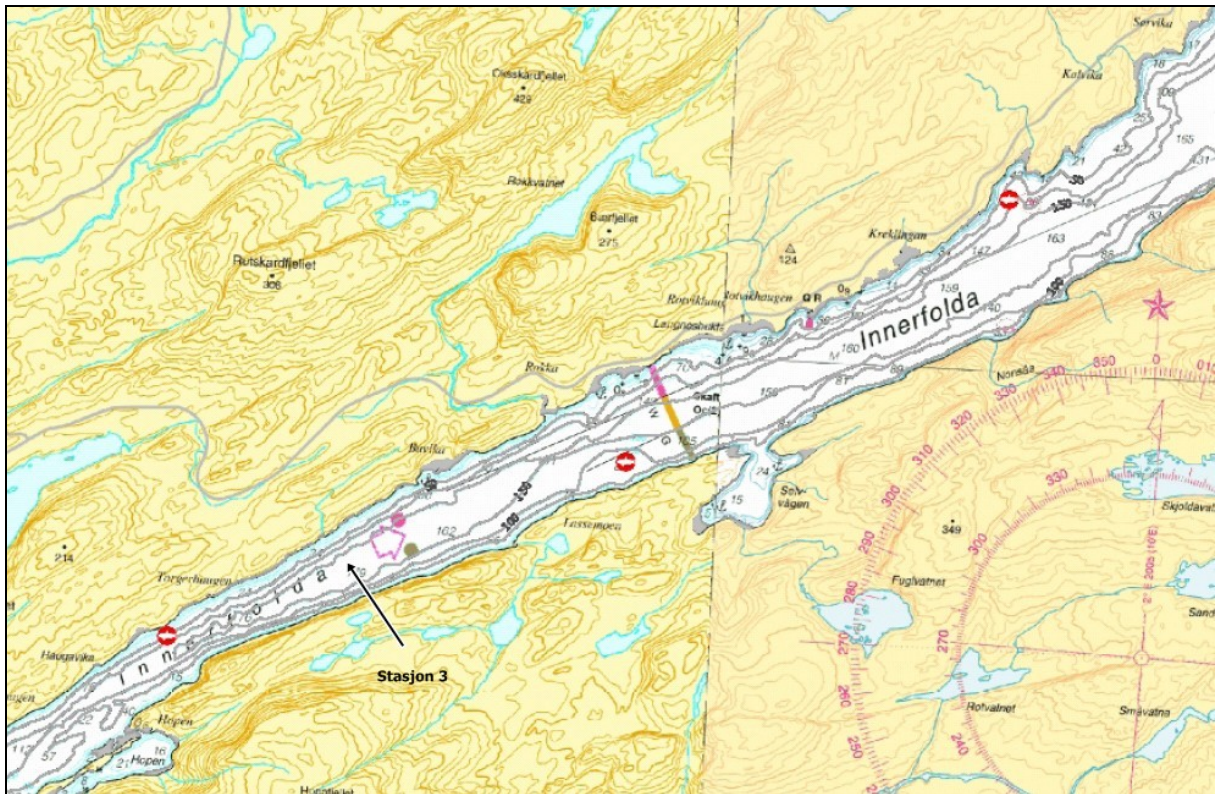


Figur 1.1. Oversiktskart med stasjonene avmerket. Stasjon 3 er lengst øst, stasjon 2 lengst vest. Langt til høyre i kartet ses matfisklokaliteten Selvågen. Kartkilde: Olex.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Indre Foldafjord strekker seg fra Kolvereid i Nærøy kommune til Kongsmoen i Høylandet kommune. Dette er en strekning på 42 km. Indre foldafjord er en terskelfjord, og innløpsterskelen vest for Kolvereid er kun 12 meter dyp. 26 km lenger inn i fjorden, ved Foldereid, er det en ny terskel. Denne er 27 meter dyp. Fjordområdet mellom Kolvereid og Foldereid utgjør det vi kaller ytre basseng av indre Foldafjord. Dypeste punkt i bassenget er ca 190 meter (stasjon 3 er tatt her). I dette ytre bassenget er det akvakultur-aktivitet på totalt tre matfiskanlegg. Torgerhaugen lengst vest, Selvågen noe lengre øst, og Storvikbukta lengst øst. For kartangivelse, se figur 2.1.

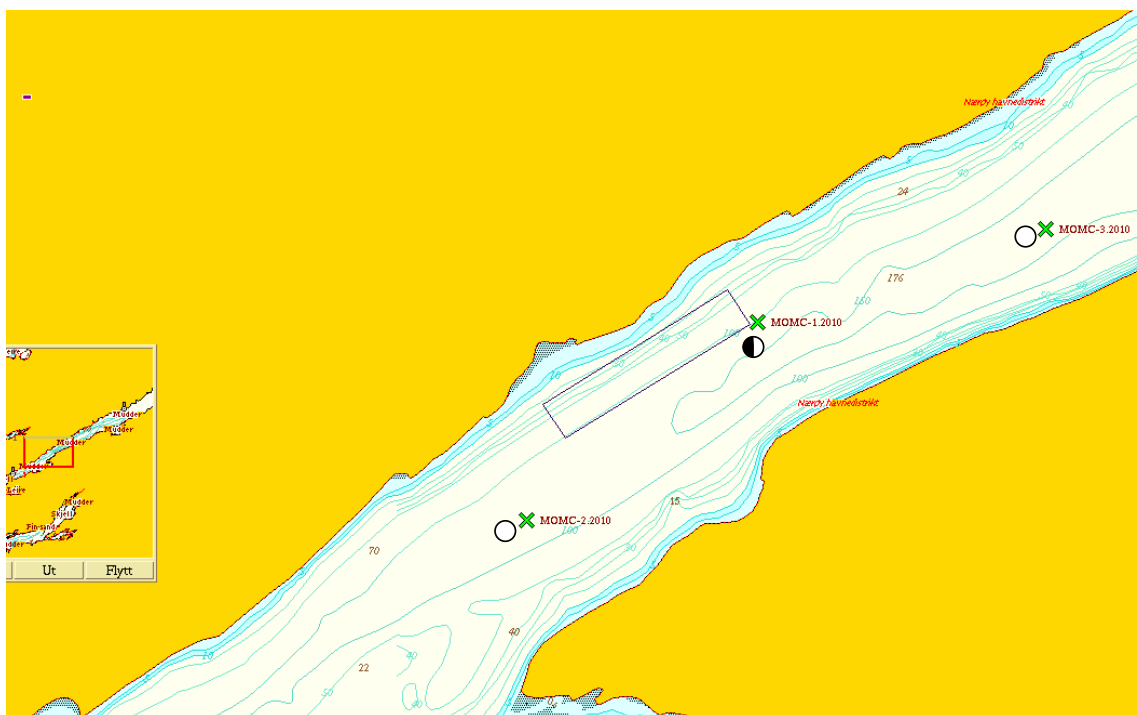


Figur 2.1. Viser de tre matfisklokalitetene i det ytre basseng i indre Folda. Ca plassering av stasjon 3 fra undersøkelsen i september 2010 er markert med pil. Kartkilde: Fiskeridirektoratet/Norge Digitalt

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingen ble gjort fra Aqua Kompetanse sin båt den 23. september 2010.

Totalt ble det tatt bunnprøver og hydrografiske prøver fra tre stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Alle prøver er tatt ved bruk av en $0,1 \text{ m}^2$ van Veen grabb etter MOMC-metodikken som nevnt i NS 9410, samt i NS-EN ISO 16665.



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

2.2.1 Hydrografi

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

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på alle tre stasjoner, men på grunn av feil i med oksygenmålingene, er disse ikke gjengitt i rapporten. Resten av resultatene er gjengitt i figur 3.1 til 3.3. Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 23.09.10.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i september 2007. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Torger 1	64 ⁰ 53.639N 11 ⁰ 46.116Ø	125	1	5,97	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys grå/brun. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til bunndyrsanalyse. 2 prøveglass.
Torger 1	64 ⁰ 53.639N 11 ⁰ 46.116Ø	125	2	2,74	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys grå. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark og skjell. Uttak til bunndyrsanalyse. 2 prøveglass. To bomskudd
Torger 1	64 ⁰ 53.639N 11 ⁰ 46.116Ø	125	3	Ikke målt	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys grå. Ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve (sedimentprøver). 2 poser
Torger 2	64 ⁰ 53.639N 11 ⁰ 46.113Ø	156	1	5,39	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys grå/brun. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til bunndyrsanalyse. 4 prøveglass
Torger 2	64 ⁰ 53.639N 11 ⁰ 46.113Ø	156	2	2,74	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys grå. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til bunndyrsanalyse. 3 prøveglass.
Torger 2	64 ⁰ 53.639N 11 ⁰ 46.113Ø	156	3	Ikke målt	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til kjemisk og geologisk prøve (sedimentprøver). 2 poser
Torger 3	64 ⁰ 53.761N 11 ⁰ 47.002Ø	190	1	9,5	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys brun/grå. Ingen lukt. Hovedtype av større dyr i prøven var børstemark og slangestjerner. Uttak til bunndyrsanalyse. 3 prøveglass.
Torger 3	64 ⁰ 53.761N 11 ⁰ 47.002Ø	190	2	6,98	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge lys brun/grå. Ingen lukt. Hovedtype av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til bunndyrsanalyse. 4 prøveglass.
Torger 3	64 ⁰ 53.761N 11 ⁰ 47.002Ø	190	3	Ikke målt	Sediment bestående av silt og skjellsand. Ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve (sedimentprøver). 2 poser

2.2.2 Sediment (geologisk analyse)

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av kornfordeling fra tre stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764.

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

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

2.2.4 Akkreditering

De kjemiske (2.2.4) og geologiske (2.2.3) analysene er gjort akkreditert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss (Akkrediteringstest 003). Analysene av TOC er ikke gjort akkreditert men i henhold til standard NEN-EN 13137.

Bunndyrsanalysene (2.2.5) er gjennomført akkreditert av UNI Research, SAM-Marin, (akkrediteringstest 157).

2.2.5 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil det finnes få eller ingen levende arter i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². 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 m² van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinnholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn

1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Når oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

I kartet over innsamlingsområdet (fig. 2.2.) er stasjonene markert med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i

undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). 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 ₂ /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"> - Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2	<ul style="list-style-type: none"> - 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3	<ul style="list-style-type: none"> - 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m²
Miljøtilstand 4 (uakseptabelt)	<ul style="list-style-type: none"> - Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m².

2.3 Produksjon

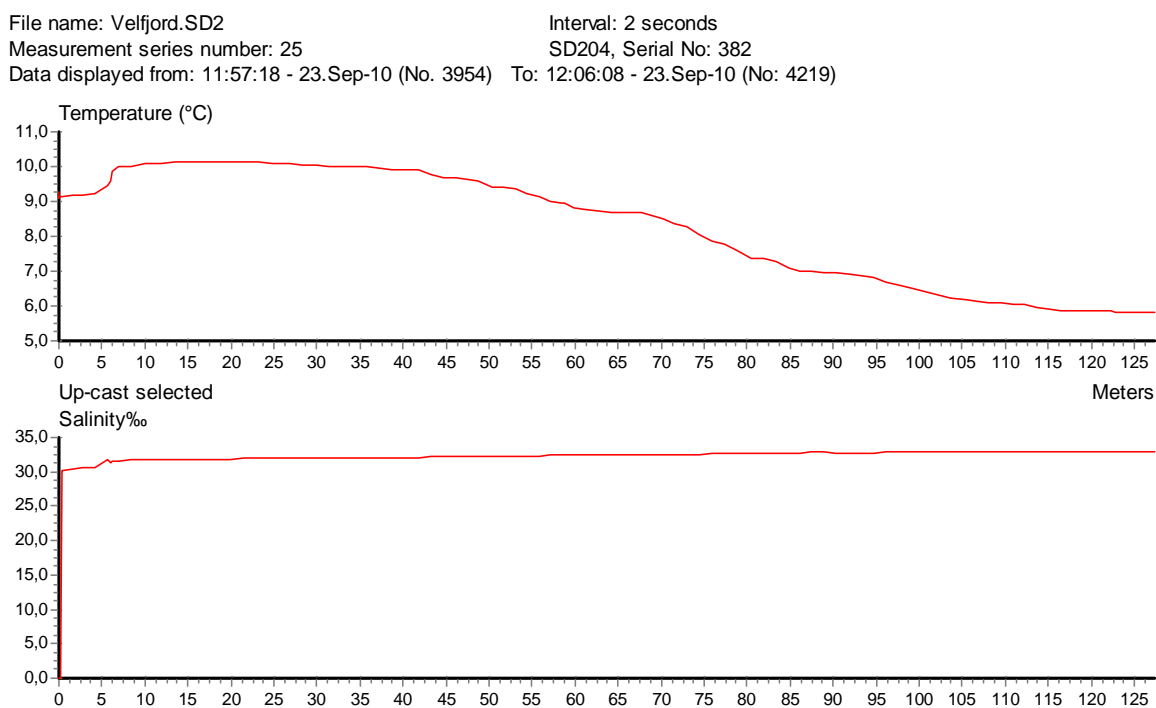
Lokaliteten Torgerhaugen har en MTB på 3120 tonn, og var inne i første produksjonssyklus under prøvetaking. Ca utføret mengde var i underkant av 2000 tonn.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi *)

Som nevnt i delkapittel 2.2.1 ble oksygenmålinger gjennomført, men grunnet feil med oksygenmåler, er disse resultatene utelatt. Resultatene fra måling av temperatur og salinitet er gjengitt i figurene 3.1 til 3.3.

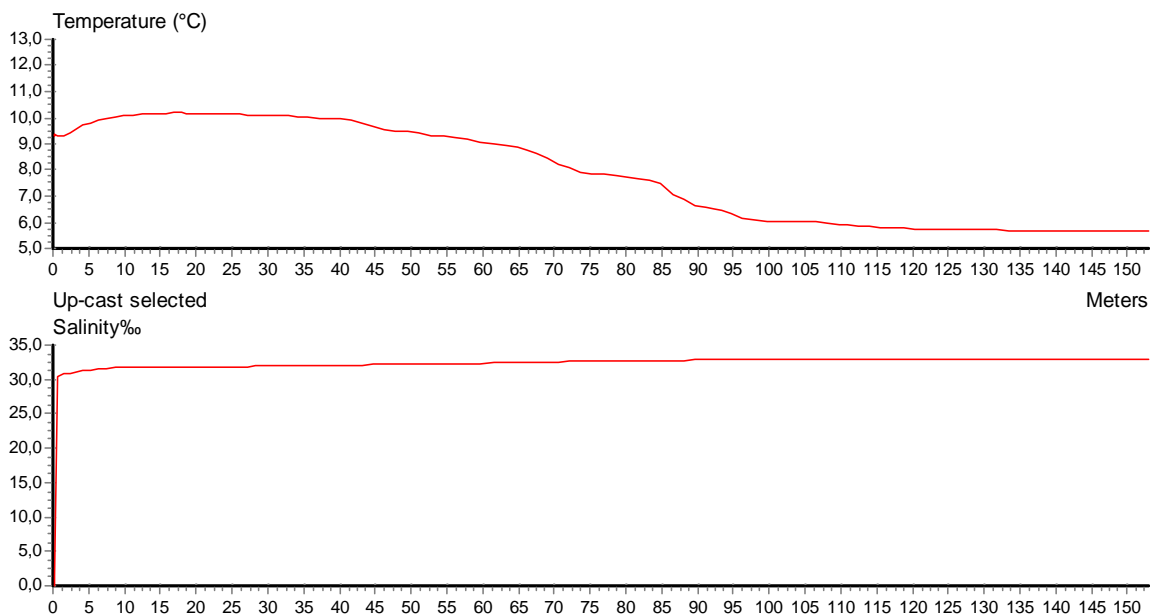
Trenden for temperaturen er den samme på alle tre målingene. I overflaten er det målt rund 10 °C. Temperaturen synker dermed jevnt nedover mot ca 6 °C på bunnen. På 190 meter er temperaturen 5,6 °C på stasjon Torger 3. Saliniteten øker jevnt nedover i dypet fra ca 30 ‰ til 33 ‰ i dypvannet. Det er ingen sjiktning i temperatur eller salinitet.



Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 125 meters dyp på stasjon Torger 1 den 23.9.2010

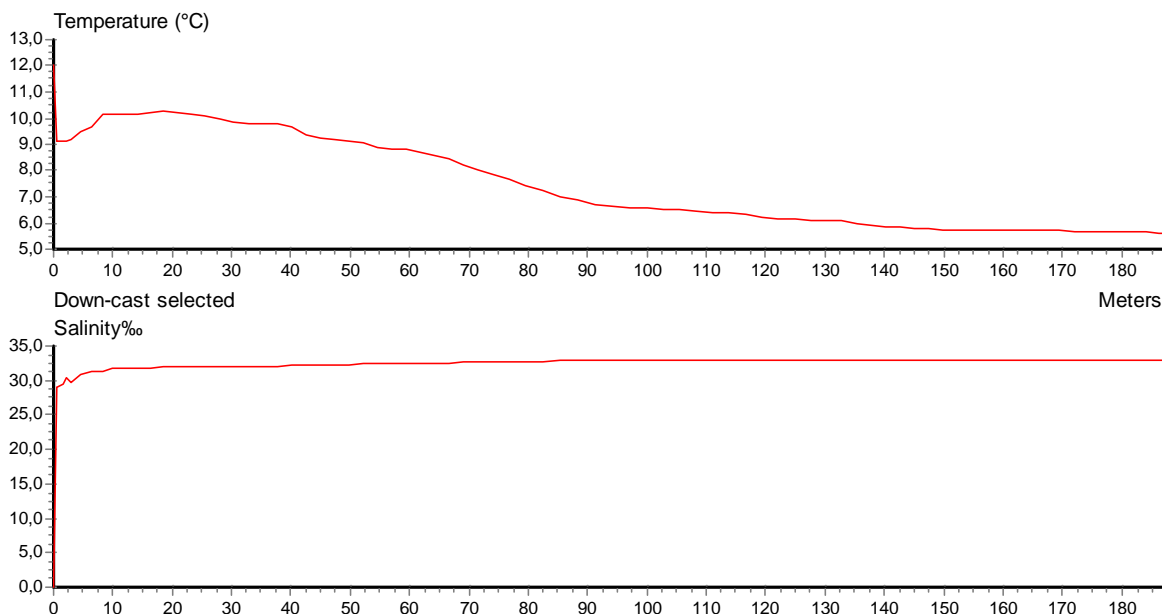
*) Filnavnet "Velfjord.SD2" skriver seg fra at det er samlet data fra flere fjorder på samme tokt.

File name: Velfjord.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 26 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 13:59:02 - 23.Sep-10 (No. 4220) To: 14:08:04 - 23.Sep-10 (No: 4491)



Figur 3.2. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 155 meters dyp på stasjon Torger 2 den 23.9.2010

File name: Velfjord.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 24 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:50:20 - 23.Sep-10 (No. 3621) To: 10:01:24 - 23.Sep-10 (No: 3953)



Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 190 meters dyp på stasjon Torger 3 den 23.9.2010

3.3 Sediment

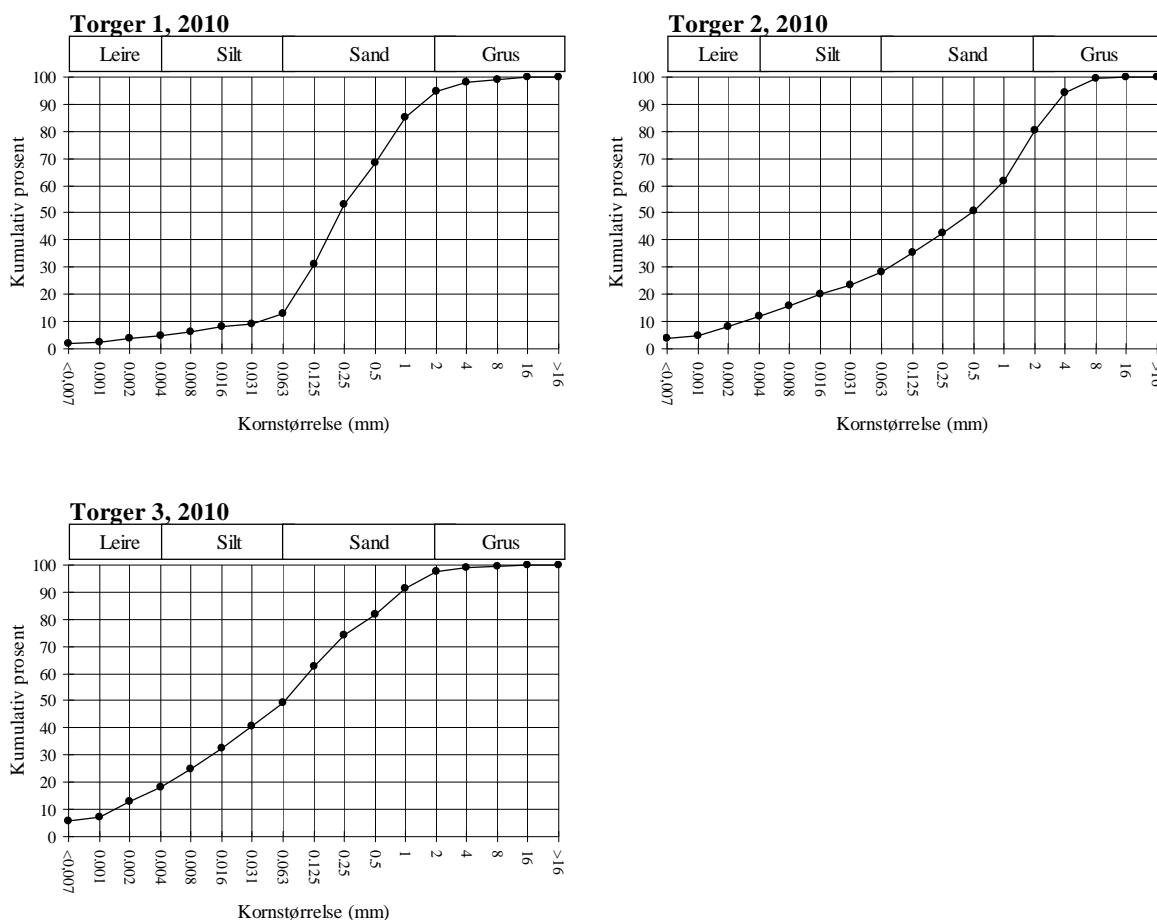
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i figur 3.4 og tabell 3.1.

Sedimentet på stasjon Torger 1 var grovkornet, og hadde en sandandel på 82 %. Kun 13 % av sedimentet var i leire/silt fraksjonen. 5 % var grus. Organisk innhold var 5,62 %.

På stasjon Torger 2 inneholdt sedimentet 52 % sand, 20 % grus og 28 % leire/silt. Her var det organiske innholdet 5,41 %.

På stasjon Torger 3 var innholdet i sedimentet fordelt på 48 % sand, 49 % leire/silt og 3 % grus. Sedimentet var betydelig mer finkornet enn sedimentet på de to andre stasjonene. Det organiske innholdet var ubetydelig høyere enn på de to andre, 6,16 %

Totalt sett var det organiske innholdet på alle stasjonene lavt, og innenfor det en normalt vil finne i denne typen fjorder.



Figur 3.4. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet i Foldafjorden i 2010.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene i Foldafjorden i 2010.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Torger 1	128	5,62	5	8	13	82	5
Torger 2	156	5,41	12	17	28	52	20
Torger 3	191	6,16	18	31	49	48	3

3.4 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i Foldafjorden er vist i Tabell 3.2 og Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure m.fl. 1993).

På alle tre stasjonene var som nevnt glødetap lavt, men TOC var betydelig høyere på stasjonene Torger 1 og 2. TOC-innholdet gir Torger 1 tilstandsklasse V (meget dårlig) og Torger 2 tilstandsklasse IV (dårlig). Torger 3 får tilstandsklasse I (meget god). Nivåene av fosfor, sink og kobber var lavt i alle prøver (tilstandsklasse I).

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

Stasjon	Totalt organisk carbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Torger 1	29.0	44.66	V	1.2	33.0	I	35.0	I	68.0
Torger 2	23.0	35.96	IV	0.7	50.0	I	10.0	I	61.0
Torger 3	5.9	15.08	I	0.7	62.0	I	14.0	I	60.0

3.5 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.5-3.7 og Vedleggstabell 1.

På 128 m dyp ca 20 m nordøst for anlegget, ligger Torger 1. På undersøkelsestidspunktet ble det funnet 2956 individer fordelt på 20 arter (0,2 m²). Dette er et høyt individtall i forhold til artsantallet og tyder på stimuli i form av næringsstoffer fra anlegget. Diversiteten (H') var lav (1,42) og jevnheten (J) var 0,31. *Capitella capitata* opptrer ofte i store mengder der det er dårlige miljøforhold og denne børstemarken dominerte i prøvene med 69 % av alle individer. Stasjonen fikk MOM-tilstand 2 (god) basert på antall arter og individforekomst. Diversiteten og fordelingen av arter på geometriske klasser tyder på et noe belastet bunndyrsamfunn.

Torger 2 ligger på 156 m dyp ca 220 m sørvest for anlegget. Her ble det registrert 1103 individer og 115 arter på 0,2 m². Arts- og individtallet er noe høyt med tanke på at stasjonen ligger såpass dypt og tyder på at bunnfaunaen opplever en positiv påvirkning fra anlegget. Det stemmer også overens med den høye diversiteten (H') som lå på 5,76 og gir KLIFs tilstandsklasse I, meget god.. Fordelingen av arter på geometriske klasser tyder på bedre forhold enn ved Torger 1. Alle de mest individrike artene er børstemark, men fordelingen er jevn, hvorav den mest tallrike børstemarkgruppen *Polydora* sp. utgjorde ca 8,5 % av alle individer i prøven.

Det dypeste punktet i fjorden (191 m) er omtrent 750 m nordøst for anlegget. Her ligger Torger 3. Det ble funnet 1421 dyr fordelt på 92 arter (0,2 m²) på denne stasjonen. Dette er et høyt individtall med tanke på dybden, men diversiteten er også høy (4,80) og gir dermed KLIFs tilstandsklasse I, meget god. Fordelingen av arter på geometriske klasser tyder på gode forhold og heller ikke her ble det funnet arter som dominerte nevneverdig. Den mest individrike arten var mollusken *Yoldiella lucida* og utgjorde ca 14,5 %. Blant de ti mest individrike artene fantes det 7 arter børstemark, 2 molluskarter og en art peanøttorm (*Sipuncla* indet).

Konklusjon

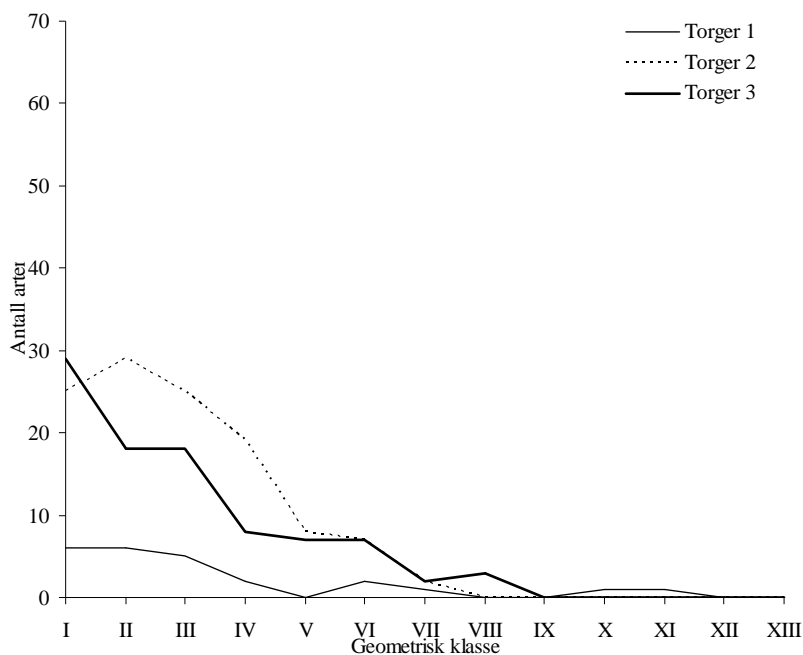
Resultatene tyder på at faunaen påvirkes av næringsstoffer i umiddelbar nærheten til anlegget, mens påvirkningen avtar lenger ute i fjorden. Stasjonen nærmest anlegget skiller seg i stor grad fra de andre to (omtrent 10 % likhet) og viser et bunnsamfunn med lav diversitet. I overgangssonen, samt ved det dypeste punktet i fjorden, bidrar trolig påvirkningen fra anlegget til å opprettholde et individ- og artsrikt samfunn, til tross for dybden.

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

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H' -max	KLIFs miljøtilstand	MOM-miljøtilstand
Torger 1	1	565	11	0.53	0.15	3.46		
	2	2391	22	1.51	0.34	4.46		
	Sum	2956	24	1.42	0.31	4.58		2
Torger 2	1	565	94	5.64	0.86	6.55		
	2	538	97	5.67	0.86	6.60		
	Sum	1103	115	5.76	0.84	6.85	I	1
Torger 3	1	755	68	4.60	0.76	6.09		
	2	666	71	4.77	0.78	6.15		
	Sum	1421	92	4.80	0.74	6.52	I	

Tabell 3.4. Geometriske klasser ved Torger i Foldafjorden i 2010.

Geometrisk klasse	Torger 1	Torger 2	Torger 3
I	6	25	29
II	6	29	18
III	5	25	18
IV	2	19	8
V	0	8	7
VI	2	7	7
VII	1	2	2
VIII	0	0	3
IX	0	0	0
X	1	0	0
XI	1	0	0
XII	0	0	0
XIII	0	0	0



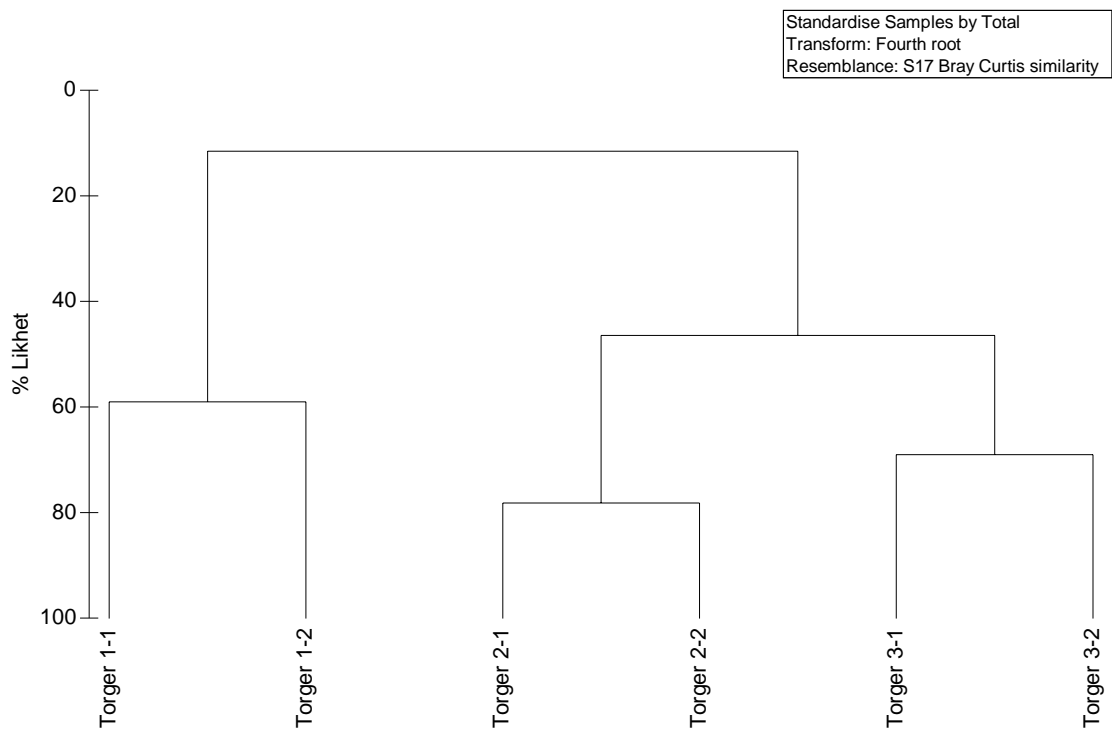
Figur 3.5. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Foldafjorden i 2010.

Tabell 3.5. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert ved Torger i 2010.

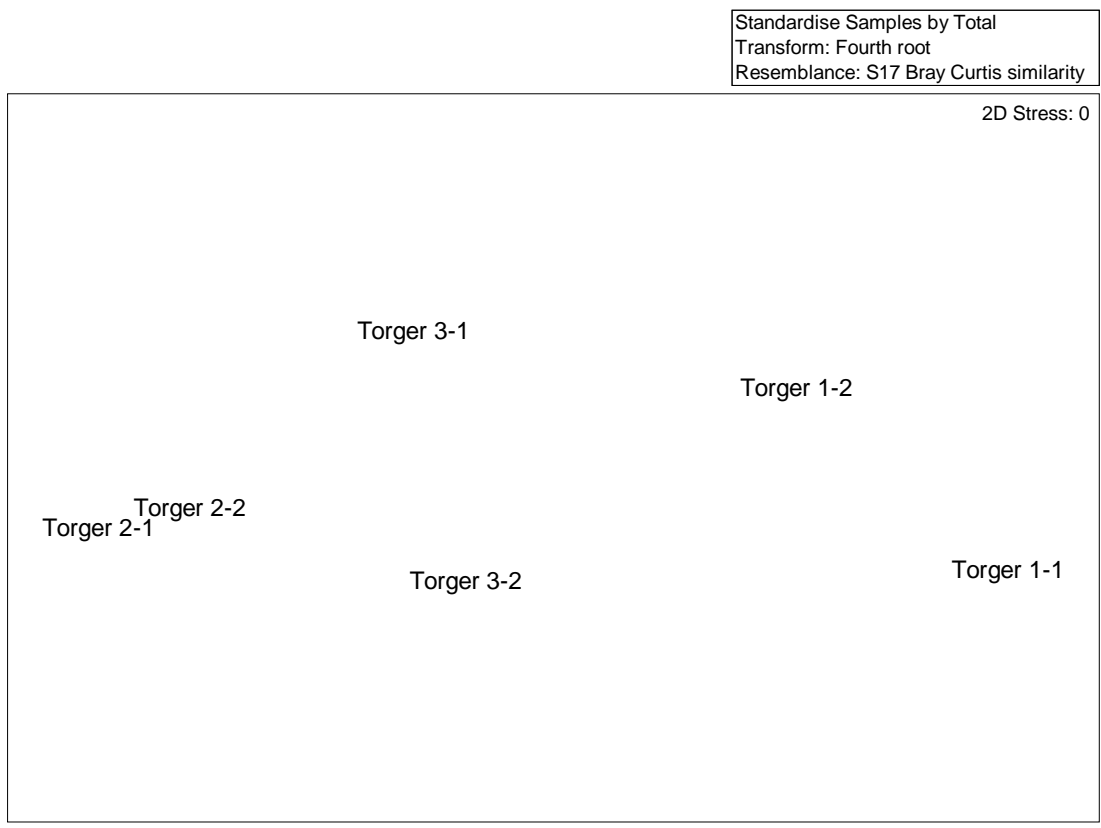
Torger 1	Ant.arter	%	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	2040	69.0	69.0
<i>Ophryotrocha</i> sp.	646	21.9	90.9
<i>Thyasira sarsii</i>	113	3.8	94.7
<i>Prionospio steenstrupii</i>	50	1.7	96.4
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	41	1.4	97.8
<i>Chaetozone</i> sp.	13	0.4	98.2
<i>Pholoe baltica</i>	11	0.4	98.6
<i>Heteromastus filiformis</i>	6	0.2	98.8
<i>Syllidae</i> indet.	5	0.2	99.0
<i>Pholoe assimilis</i>	4	0.1	99.1
<i>Phyllodoce mucosa</i>	4	0.1	99.2
<i>Asciacea</i> indet.	4	0.1	99.4

Torger 2	Ant.arter	%	Kum. %
<i>Polydora</i> sp.	93	8.4	8.4
<i>Aphelochaeta</i> sp.	83	7.5	16.0
<i>Nothria conchylega</i>	53	4.8	20.8
<i>Chaetozone</i> sp.	49	4.4	25.2
<i>Pholoe baltica</i>	48	4.4	29.6
<i>Amythasides macroglossus</i>	45	4.1	33.6
<i>Polycirrus norvegicus</i>	42	3.8	37.4
<i>Syllidae</i> indet.	32	2.9	40.3
<i>Hauciella tribullata</i>	32	2.9	43.2
<i>Ampharete falcata</i>	31	2.8	46.1

Torger 3	Ant.arter	%	Kum. %
<i>Yoldiella lucida</i>	205	14.4	14.4
<i>Aphelochaeta</i> sp.	180	12.7	27.1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	128	9.0	36.1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	103	7.2	43.3
<i>Thyasira equalis</i>	72	5.1	48.4
<i>Sipuncula</i> indet.	61	4.3	52.7
<i>Chaetozone</i> sp.	60	4.2	56.9
<i>Nothria conchylega</i>	51	3.6	60.5
<i>Pholoe baltica</i>	46	3.2	63.8
<i>Heteromastus filiformis</i>	40	2.8	66.6



Figur 3.6 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Torger i Foldafjorden i 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata.



Figur 3.7. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Torger i Foldafjorden i 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en marin miljøundersøkelse i forbindelse med etablering av oppdrettsanlegget Torgerhaugen i indre Foldafjord, i Nærøy kommune, Nord-Trøndelag. I undersøkelsen er det tatt bunnprøver samt hydrografiske prøver på tre stasjoner i ytre basseng. Stasjon 1 (Torger 1) er tatt i nærsone til anlegget. Stasjon Torger 2 er i overgangssone, mens stasjon Torger 3 er i fjernsone til anlegget. Fra alle tre stasjoner er det tatt prøver av bunndyrsfauna, samt sedimentprøver. Bunndyrsprøvene er analysert akkreditert hos UNI Research, SAM-marin og klassifisert i henhold til KLIFs standard (Molvær m.fl. 1993) og MOM-standarden (NS9410). Sedimentet er analysert for innhold av fosfor, kobber, sink, organisk innhold, TOC og kornfordeling. De kjemiske analysene er gjennomført akkreditert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS.

Resultatene er oppsummert i tabell 4.1 nedenfor.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultater

Stasjon	KLIF tilstand bunndyr	MOM tilstand bunndyr	Tilstand kobber	Tilstand sink	Tilstand TOC
Torger 1	-	2	I	I	V
Torger 2	I	1	I	I	IV
Torger 3	I	-	I	I	I

Resultatene viser en tydelig påvirkning på faunaen tett på anlegget. Lenger unna ser derimot faunaen ut til å få en svak positiv stimulans av næringsstoffer fra driften.

Denne undersøkelsen bekrefter resultatene fra tidligere undersøkelser lengre inn i fjorden, der stasjoner fra fjernsone fra oppdrettsanlegg har blitt undersøkt: Driften på anleggene har ikke hatt negativ effekt på bunnforholdene i dypområdene. Da vi vet at bunnvannet i indre Follafjord skiftes ut en gang i året, bidrar dette til bedre nedbrytning av næringsstoffer fra oppdrettsanleggene. Hittil, kan en ikke si at fjordens bæreevne med tanke på oppdrett er overskredet. Det anbefales fremdeles en jevnlig overvåking av bunnmiljøet i fjorden.

5 TAKK

Vi takker Marine Harvest nord for oppdraget. Prøveinnsamlingen ble gjennomført av Anders W. Olsen og Fredrik R. Staven fra Aqua Kompetanse AS. Sedimentanalysene er gjennomført av Hanne-Monika Reinback ved Eurofins Norsk miljøanalyse AS i Moss. Bunndyrene er identifisert av Tom Alvestad og Per Johannesen ved UNI Resarch/SAM Marin, Bergen.

6 LITTERATUR

- Aure m.fl. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93 (*NIVA Rapport 2827*). 100 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665. 2006. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2005). *Norges Standardiseringsforbund*.
- Olsen, A.W, Salmer, M.P, Sandnes, O.K, og Vassenden, G. 2008. Miljøundersøkelse i Indre Follafjord i 2008. SAM e-rapport nr. 18-2008. *Rapport fra Aqua Kompetanse AS og UNIFOB/SAM-Marin*
- Sandnes, O. 2007. Marine Harvest Nord, Avd. Krekling. Overvåkning av vannutskifting i Indre Follafjord 2005 – 2007. Rapport nr. 39-6-7. *Rapport fra Aqua Kompetanse AS*
- Sandnes, O. 2006. Fjord Seafood ASA. Resipienttilstand i Indre Follafjords hovedbasseng, Desember 2005. Rapport nr. 107-12-5 C. *Rapport fra Aqua Kompetanse AS*
- Sandnes, O. 2001. Fjord Seafood ASA. Resipienttilstand i Indre Follafjords hovedbasseng. Desember 2001. Rapport nr. 45-6-2. *Rapport fra Aqua Kompetanse AS*

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 m²), 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

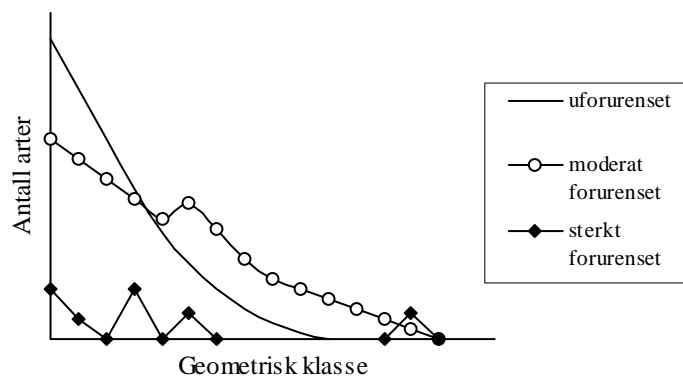
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer,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

Vedlegg SF-SAM-505.3

BENTHOS ARTSLISTE

Seksjon for anvendt miljøforskning



**SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)**
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS, Pb. 66, 7700 Flatanger
Prosjekt nr.: 803984
Prøvetaksingssted (område): Foldafjorden, Nærøy, Nord-Trøndelag
Dato for prøvetaking: 23.9.2010
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: ingen
Artene er identifisert av: Tom Alvestad (under opplæring) og Per Johannessen

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

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

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

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:4 sider.

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

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

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Torger 1	Torger 1	Torger 2	Torger 2	Torger 3	Torger 3
	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010
	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.		+	+	+	+	
* Hydrozoa indet.		+	+	+	+	+
* ANTHOZOA						
Actiniaria indet.			1	1		1
Paraedwardsia sp.			2	3		
* PLATYHELMINTES indet.						1
* NEMERTINI indet.			6	4	11	8
* NEMATODA indet.	1	4	40	115	192	191
POLYCHAETA						
Paramphinome jeffreysii		2	6	2	52	76
Aphrodita aculeata			0/1			
Laetmonice filicornis			0/3		0/10	1
Polynoidae indet.			6	4		
Harmothoe aspera				1		
Pholoe assimilis		4				
Pholoe baltica		11	26	22	19	27
Pholoe pallida					27	8
Phyllodocidae indet.			3			
Phyllodoce groenlandica		2	0/1	2		
Phyllodoce mucosa	2	2				
Sige oliveri			3	3/2		
Lacydonia sp.						1
Sige fusigera	1		2	1	1/1	10/2
Eulalia sp.						0/1
Protomystides exigua			0/1	1	0/2	
Eteone longa		2				
Gyptis rosea				2		
Kefersteinia cirrata			1	3		
Nereimyra punctata			3	9	1	
Microphthalmus sp.		2				
Syllidae indet.		5	14	18	1	
Exogone sp.			5	6	3	
Nereidae indet.			0/2	0/3		
Ceratocephale loveni					2	1
Sphaerodorum flavum				1	4	1/1
Glycera alba					1/1	
Glycera lapidum			0/3	1/4	0/2	
Goniada maculata			1	1		
Nothria conchylega			21/1	28/3	24/6	15/6
Eunice pennata			4	3/2		0/1
Lumbrineridae indet.				1		1
Drilonereis filum				0/6	0/7	0/8
Ophryotrocha sp.	1	645				
Orbinia sp			1			
Phylo norvegica						1
Malacoceros fuliginosa	15	24/2				
Polydora sp.			45	48	4	22
Prionospio steenstrupii	6	44				
Prionospio cirrifera				1	5	1
Prionospio dubia			2	1	3	1
Scolecopsis korsuni			1			2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Torger 1	Torger 1	Torger 2	Torger 2	Torger 3	Torger 3
	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010
	1	2	1	2	1	2
Spiophanes kroeyeri			5/5	0/4	0/4	0/1
Apistobranchnus tenuis					1	
Spiophanes wigleyi			3/1	0/3		
Aricidea catherinae			2	1	2	
Aricidea sp.			4	1		
Levinsenia gracilis			5		9	13
Paraonis sp.			2			
Aphelochaeta sp.	1	2	44	39	105	75
Chaetozone sp.	6	7	29	20	29	31
Cirratulus cirratus		2				
Cossura longocirrata					3	1
Macrochaeta polyonyx					1	
Macrochaeta clavicornis				1		
Brada villosa					0/2	1/2
Diplocirrus glaucus			3	1/1	63	40
Pherusa flabellata						0/1
Ophelina sp.						0/1
Lipobranchnus jeffreysii			14	12/2		2
Axiokebuia sp.				4		
Scalibregma inflatum			3/3	0/4		3/2
Scalibregma sp		1	1		1	
Capitella capitata	527	1513				0/6
Heteromastus filiformis	2	4	4	6	20	20
Notomastus latericeus			9/1	14/1	3	1
Asychis biceps				0/8	1	
Maldanidae indet.			1	4	3	2
Myriochele oculata			1	3		1
Myriochele cf. danielsseni				1		
Pectinaria auricoma		1			1	1
Ampharete falcata			15	12/4		0/8
Sabellides octocirrata				2	0/2	2
Anobothrus gracilis			5/1	5	0/1	
Amythasides macroglossus			22	23	4	
Melinna cristata						1
Melinna elisabethae			7/3	7/6	1	1
Terebellidae indet.			0/8	0/9	0/2	0/4
Eupolymnia nebulosa			1			
Pista malmgreni						1/3
Thelepus cincinnatus				1		
Streblosoma bairdi					1	3
Streblosoma intestinale			1/1	0/1	3/18	5/7
Polycirrus latidens					1	
Polycirrus norvegicus			25	17	1	
Amaeana trilobata			4	3		
Hauciella tribullata			18	14		2
Trichobranchnus roseus			2/1	1/3		
Terebellides stroemi			5	5		1
Sabellidae indet.			18	11	3	11
Euchone sp.			2	1		
OLIGOCHAETA indet.			6	9	5	1
ECHIURA						

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Torger 1	Torger 1	Torger 2	Torger 2	Torger 3	Torger 3
	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010
	1	2	1	2	1	2
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.			1	3	41	20
Phascolion strombus			2	1	5	13
Onchnesoma steenstrupi					1	
CRUSTACEA						
* Copepoda indet.				1		
* Calanus finmarchicus			1			
* Temora longicornis					1	
* Verruca stroemi				11		
* Philomedes lilljeborgi				1		
Leptostylis ampullacea			1	1		
* Leucon sp					0/2	0/3
Leucon nasicoides			1			
* Eudorella emarginata					1	
* Eudorella truncatula					1	4
* Diastylis sp.					1/2	0/2
* Diastylis tumida	1					
* Diastylis biplicata						1
* Campylaspis cf. verrucosa					1	
* Tanaidacea indet.			1		20	8
* Janira maculosa			2/3	3/2		
* Desmosomidae indet.					1	
* Pleurogonium inerme					1	
* Amphipoda indet.	1		33	43	3	7
* Caprellidae indet.	4	9				
Eriopisa elongata			2			
* Euphausiacea indet.					1	
* Decapoda larve					0/1	0/2
* PYCNOGONIDA indet.			1		1	
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.			4	1	15	5
Leptochiton alveolus			3/3	5/3		
Leptochiton asellus			1	1		
Acanthochitona facicularis				0/1		
Anatoma crispata			1	1		
Puncturella noachina			1	1/1		
Lepeta caeca				0/1		
Skenea basistriata			1	1		
Skenea trochoides			1	2		
Alvania cimicoides			1	1		
Euspira pallida		1				
Diaphana minuta					1	
Philine quadrata			1			
Philine scabra						1
Cylichna alba			1	1		
Cylichna umbilicata						3
Nucula nucleus		0/1	1/3	1/1		
Nuculana minuta			5/1	6/1		
Yoldiella lucida					64/52	56/33
Yoldiella nana				1	1/7	6/1
Yoldiella philippiana			2/1	0/1		1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Torger 1	Torger 1	Torger 2	Torger 2	Torger 3	Torger 3
	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010	23.09.2010
	1	2	1	2	1	2
Dacrydium ockelmanni			2/1	1		
Musculus niger				2		
Crenella decussata			1/1	2/2		
Modiolula phaseolina			3/5	6		
Modiolus modiolus			1/5	0/5		
Bathyarca pectunculoides				1		
Similipecten similis			1			
Thyasira flexuosa			1			
Thyasira obsoleta			0/1			1
Thyasira sarsii	0/3	31/79		4/2	0/5	8/14
Thyasira equalis			11/7	3/2	17/31	10/14
Mendicula feruginosa			2/1	2	4/2	2/1
Adontorhina similis			2	1	5	7
Tridenta montagui			2/2	1		
Astarte sulcata			1/2		3	
Parvicardium minimum					1	1
Abra nitida					1/1	1
Timoclea ovata			1			
Lyonsia norvegica	0/1					
Cuspidaria obesa					2/1	0/1
Dentalium entalis			1	2		
Macandrevia cranium			8/5	5/2		
* PHORONIDA indet.			1			
* BRYOZOA						
Alcyonidium indet			0/3	0/1		
* Bryozoa skorpeformet			+	+		
ECHINODERMATA						
Astropecten irregularis					0/1	
* Ophiuroidea indet.	+					
Ophiopholis aculeata			1			
Amphipholis squamata			3/2	1		2
Amphiura chiajei					10/4	5/1
Amphiura filiformis					1	1
Amphilepis norvegica				2		
Ophiura robusta				1		
Ophiura sarsi					1	
Pseudothyone raphanus					4	1
Ocnus lacteus						0/1
Synaptidae indet.			1	4	6	13
* Siboglinum ekmani				+		
ENTEROPNEUSTA indet.			6	2	1	1
ASCIDIACEA						
Ascidiacea indet.		4		1	1	
Vertebrata						
* PISCES 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
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
5006 BERGEN
Attn: Uni Miljø

AR-10-MM-017235-01



EUNOMO-00022279

Prøvemottak: 15.10.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 15.10.2010-03.11.2010
Referanse: OPD:803984/Torger.
Stedskode:611101

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2010-10150223	Prøvetakingsdato: 23.09.2010
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Torger 1	Analysestartdato: 15.10.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Total tørrstoff	68 % 15% NS 4764 0.02
Kobber (Cu)	35 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Sink (Zn)	33 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Fosfor (P)	1200 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 1
* Totalt organisk karbon (TOC)	29 g/kg tv In acc. with NEN-EN 13137

Prøvenr.: 439-2010-10150224	Prøvetakingsdato: 23.09.2010
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Torger 2	Analysestartdato: 15.10.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Total tørrstoff	61 % 15% NS 4764 0.02
Kobber (Cu)	10 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Sink (Zn)	50 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Fosfor (P)	710 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 1
* Totalt organisk karbon (TOC)	23 g/kg tv In acc. with NEN-EN 13137

Prøvenr.: 439-2010-10150225	Prøvetakingsdato: 23.09.2010
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver
Prøvemerkning: Torger 3	Analysestartdato: 15.10.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Total tørrstoff	60 % 15% NS 4764 0.02
Kobber (Cu)	14 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Sink (Zn)	62 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Fosfor (P)	700 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 1
* Totalt organisk karbon (TOC)	5.9 g/kg tv In acc. with NEN-EN 13137

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-10-MM-017235-01



EUNOMO-00022279

 **eurofins**
Kop til:
Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Moss 03.11.2010

Hanne-Monica Reinback

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

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