

SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 4-2009

Marin miljøundersøkelse ved Lille Torsø, Hitra kommune i 2008

Anders W Olsen

Gyda Arnkværn

Per-Otto Johansen






SAM-marin

Seksjon for anvendt miljøforskning



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

Aqua Kompetanse AS
7770 Flatanger
Norway 74 28 84 30

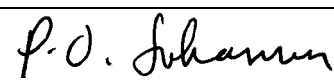

Rapportens tittel: Marin miljøundersøkelse ved Lille Torsø, Hitra kommune i 2008	Dato: 24.8.09
Forfatter(e): Anders W. Olsen, Gyda Arnkværn og Per-Otto Johansen	Antall sider og bilag: 34
	Prosjektleder:
	Prosjektnummer: 90-10-8 C

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen
---	--------------------------

<p>Abstract:</p> <p>This environmental monitoring report concerns the environmental conditions close to a salmon production farm in the municipality of Hitra, in the county of Sør-Trøndelag. The aim of this monitoring is to describe the environmental state close to this salmon farm, based on chemical- and geological sediment analyzes, analyzes of soft bottom macrofauna, and oxygen and salinity measurements. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.</p> <p>For all three stations, the results show that the content of zinc, copper and phosphorous was low (class I). The organic content in the sediment was high at one station. The benthic fauna showed low environmental impact for all three stations (class I). The content of oxygen at the bottom was a bit low (class III for Torsø2 and class II for Torsø3). The low oxygen content and the high presence of the Polychaeta <i>Polydora</i> sp., indicates some positive stimulation of the soft bottom macrofauna.</p>
--

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

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 4-2009

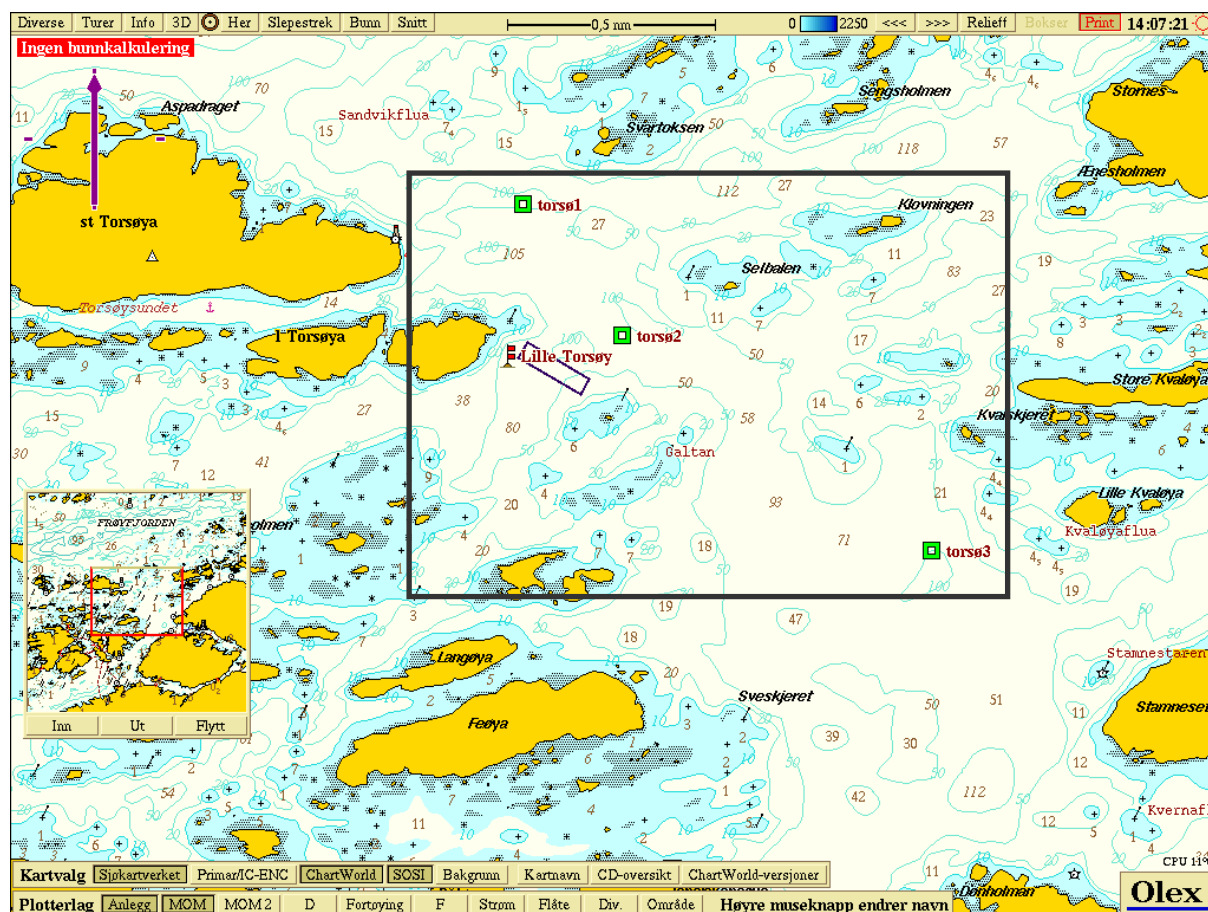
Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	7.9.2009	
Prosjektet / undersøkelsen:	04.09.09	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER	5
2.1 Undersøkelsesområdet	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	6
2.2.2 Sediment	9
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	10
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment	15
3.4 Kjemi	17
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	22
5 TAKK	22
6 LITTERATUR	23
7 VEDLEGG	24
7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata	24
Vedleggstabell 1. Artsliste	29
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi	33

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra to stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS utenfor Torsøy i Hitra kommune i Sør-Trøndelag 20. oktober 2008. Det har ikke tidligere vært tatt tilsvarende prøver i området. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i to prøver. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997). Prøvene er tatt i området øst for matfiskanlegget Lille Torsøy (se figur 2.1). Matfiskanlegget Lille Torsøy er et anlegg med stor produksjon, og disse prøvene er tatt som et vilkår fra FMST for å få utvidet produksjonen.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Firkanten viser kartutsnittet for den neste figuren. Kartkilde: Olex.

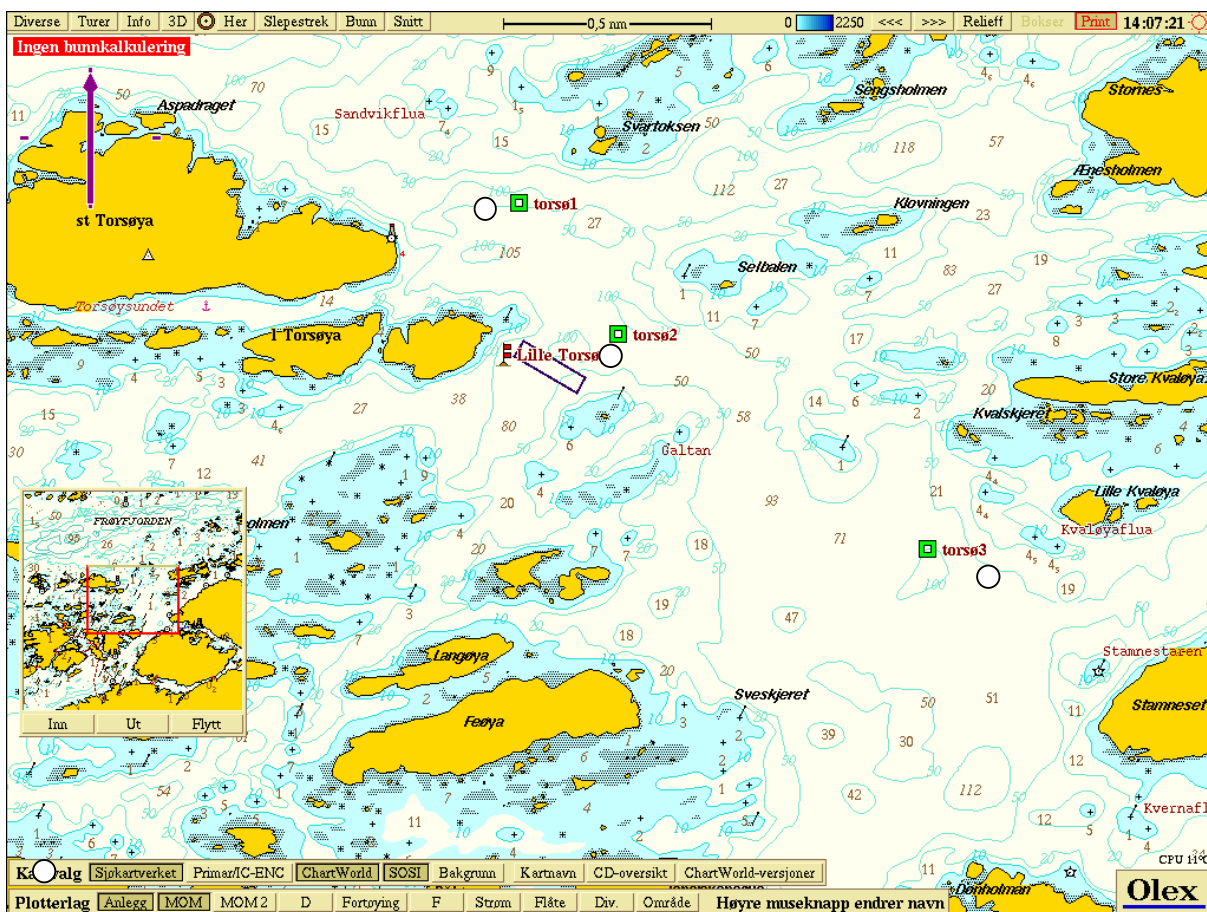
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Området kan deles inn i tre bassenger. Det ytterste, rett øst for Store Torsøy, har en maksimal dybde på 122 meter. Stasjonen Torsø1-08 er tatt her. Det midtre bassenget, rett øst for Lille Torsøy har en maksimal dybde på ca 115 meter. Stasjon Torsø2-08 er tatt her. Stasjon Torsø3-08 er tatt i det innerste bassenget, der maksimaldybden er 101 meter. Dette bassenget ligger rett vest for Lille Kvaløya.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøvene ble samlet inn fra Marine Harvest sin båt, den 20.10.08. Prøvene ble samlet med en Van veen grabb, med et areal på 0,1 m². Full grabb inneholder ca 17 liter sediment. På hver stasjon ble det tatt tre grabbprøver, en med kjemiske/geologiske prøver, og to med dyrelivsprøver. I tillegg ble det også tatt hydrografiske prøver på Torsø 3 og Torsø 2 ved bruk av en CTD-måler.



Figur 2.2. Detallskisse 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 to stasjoner (figur 3.1 til 3.4). 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 (SD200W). Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 20.10.08.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i oktober 2008. 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
Tors 1-08	63 ⁰ 36.882N 8 ⁰ 24.482Ø	122	1	15 l	Sand, skjellsand og mudder. Jevn profil. Lys brun/grå farge. pH = 7,11. Eh = - 8. Litt lukt nedover i sedimentet. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. 3 prøveglass til faunaanalyser.
Torsø1-08	63 ⁰ 36.882N 8 ⁰ 24.482Ø	122	2	15 l	Sand, skjellsand og mudder. Jevn profil. Lys brun/grå farge. Litt lukt nedover i sedimentet. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. 2 poser til kjemiske analyser og geologiske analyser (kornfordeling)
Torsø1-08	63 ⁰ 36.882N 8 ⁰ 24.482Ø	122	3	15 l	Sand, skjellsand og mudder. Jevn profil. Lys brun/grå farge. Litt lukt nedover i sedimentet. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark. 2 prøveglass til faunaanalyser.
Torsø2-08	63 ⁰ 36.564N 8 ⁰ 30.077Ø	112	1	15 l	Mykt. Silt, skjellsand, og mudder. Brungrå farge. Noe lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og piperenser. pH = 6,99. Eh = -228. 2 glass til faunanalyser.
Torsø2-08	63 ⁰ 36.564N 8 ⁰ 30.077Ø	112	2	15 l	Mykt. Silt, skjellsand, og mudder. Brungrå farge. Noe lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og piperenser. 2 poser til kjemiske analyser og geologiske analyser (kornfordeling).
Torsø2-08	63 ⁰ 36.564N 8 ⁰ 30.077Ø	112	3	15 l	Mykt. Silt, skjellsand, og mudder. Brungrå farge. Noe lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og piperenser. 2 glass til faunaanalyser.
Torsø3-08	63 ⁰ 36.057N 8 ⁰ 31.727Ø	99	1	17 l	Mykt sediment. Silt. Olivengrå farge. Normal lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og piperenser. pH = 7,16. Eh = -48. 1 prøveglass til faunaanalyser.
Torsø3-08	63 ⁰ 36.057N 8 ⁰ 31.727Ø	99	2	17 l	Mykt sediment. Silt. Olivengrå farge. Normal lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og piperenser. 2 poser til kjemiske analyser og geologiske analyser.
Torsø3-08	63 ⁰ 36.057N 8 ⁰ 31.727Ø	99	3	17 l	Mykt sediment. Silt. Olivengrå farge. Normal lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven: Børstemark og piperenser. 1 prøveglass til faunaanalyse.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra fire 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

De kjemiske analysene ble utført av AnlyCen AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885m. Analysene av totalt

organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysene av Nitrogen-Kjeldahl i sedimentet ble utført etter NS-EN 13654-1m. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

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. pH og Eh ble målt en gang på hver stasjon (se tabell 2.1).

2.2.4 Bunndyr

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

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 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.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt, med en hulldiameter på 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved

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

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

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

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

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

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

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). 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	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500

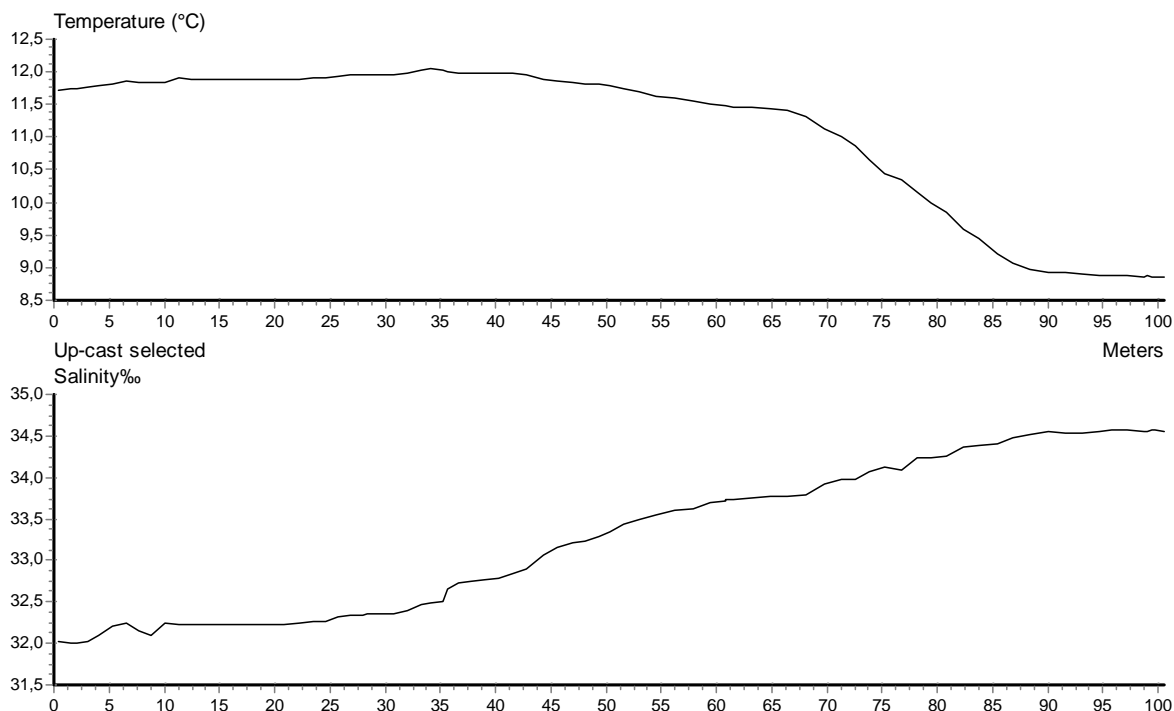
Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssone ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

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.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

File name: Torsøy2008.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 16:15:04 - 20.Oct-08 (No. 6) To: 16:20:14 - 20.Oct-08 (No: 161)

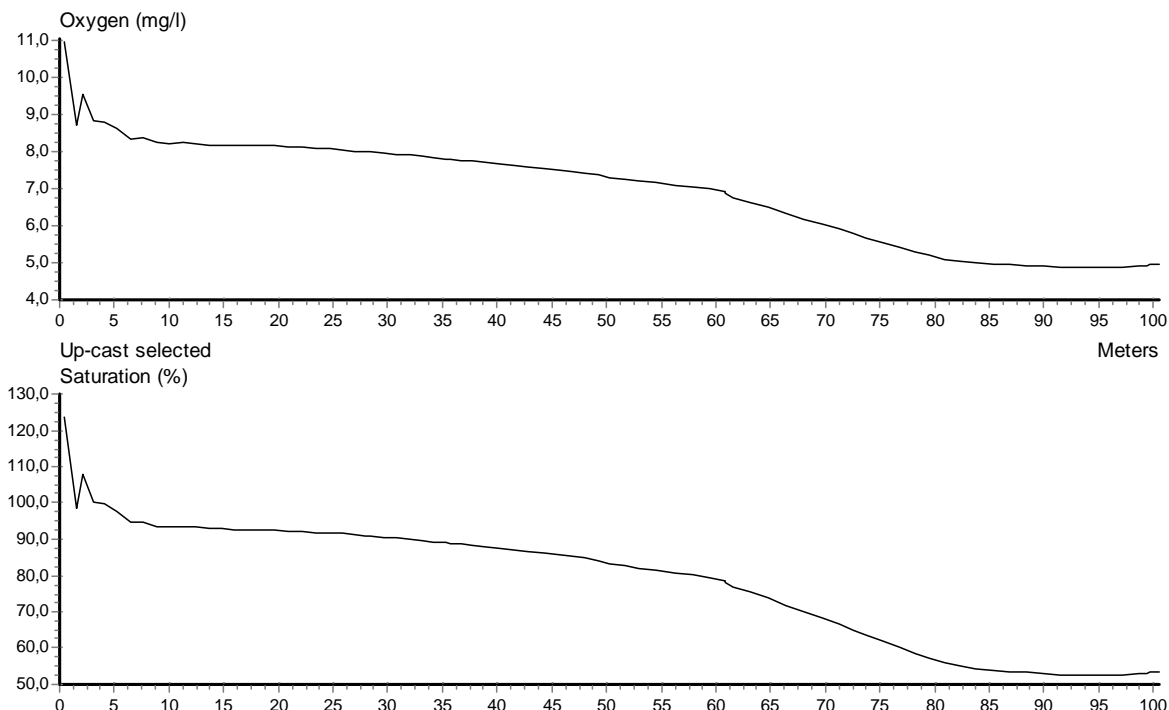


Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 99 meters dyp på stasjon Torsø3-08 den 20. Oktober 2008.

Av figur 3.1 ser en at temperaturen på stasjon Torsø3-08 er jevn fra overflaten og ned til 45 meter, før den avtar jevnt ned til ca 90 meters dyp. Derfra og ned er den stabil. Temperaturen i overflaten er 11,75 °C. På 90 meters dyp er temperaturen 8,9 °C. Helt på bunnen er temperaturen 8,85 °C. Saliniteten ser vi øker jevnt fra ca 32,0 ‰ til 32,3 ‰ på 35 meters dyp. Deretter øker saliniteten noe raskere, og på 99 meter er saliniteten lik 34,57 ‰.

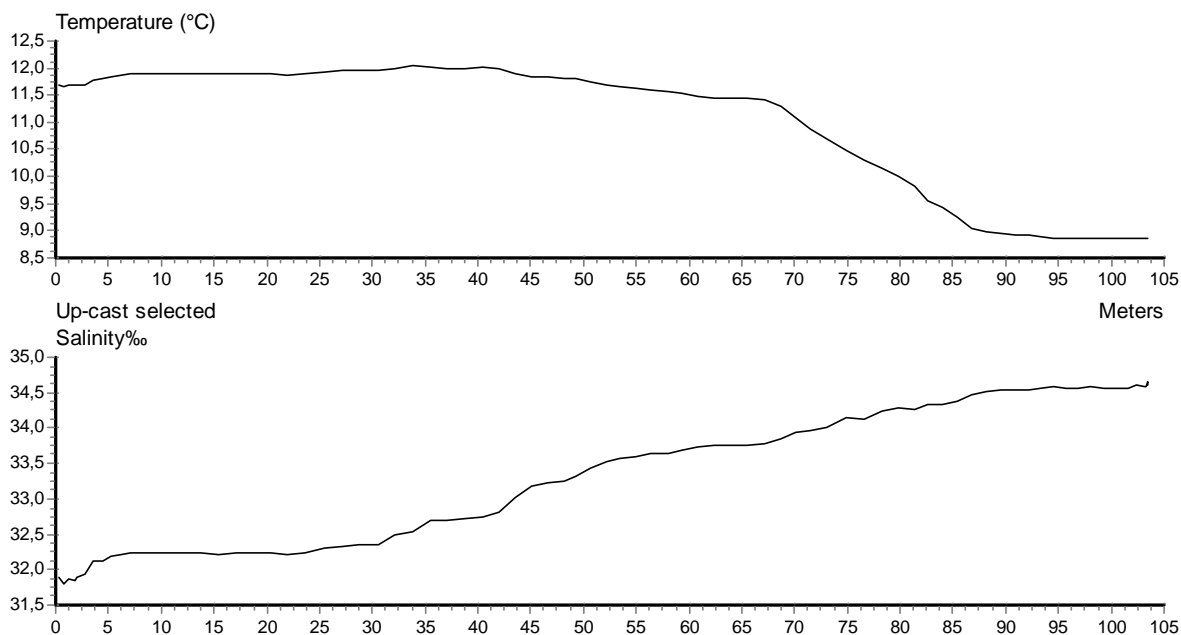
Oksygeninnholdet i vannet synker fra 11 mg/l i overflaten til 4,95 mg/l på 99 meters dyp (se figur 3.2). Dette tilsvarer en konsentrasjon lik 3,61 ml/l, noe som gir tilstandsklasse II (god) for bunnvannet. (Se tabell 2.2).

File name: Torsøy2008.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 16:15:04 - 20.Oct-08 (No. 6) To: 16:20:14 - 20.Oct-08 (No: 161)



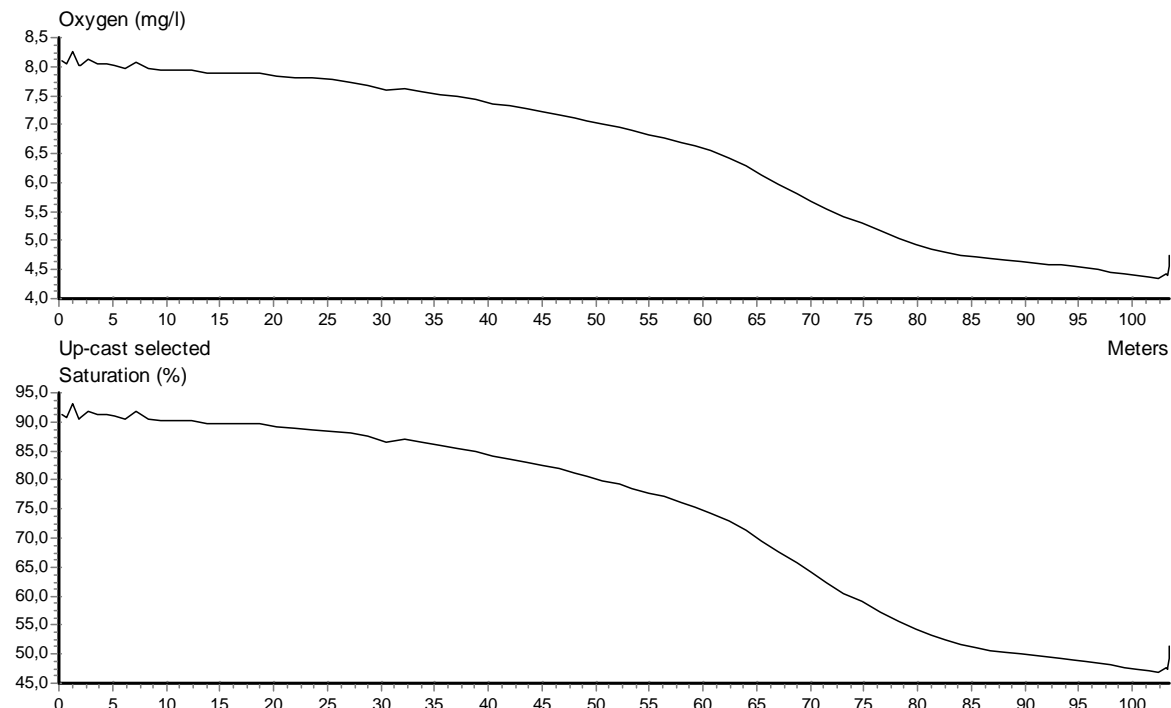
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 99 meters dyp på stasjon Torsø3-08 den 20. Oktober 2008.

File name: Torsøy2008.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 16:27:20 - 20.Oct-08 (No. 176) To: 16:33:36 - 20.Oct-08 (No: 364)



Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 105 meters dyp på stasjon Torsø2-08 den 20. Oktober 2008

File name: Torsøy2008.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 16:27:20 - 20.Oct-08 (No. 176) To: 16:33:36 - 20.Oct-08 (No. 364)



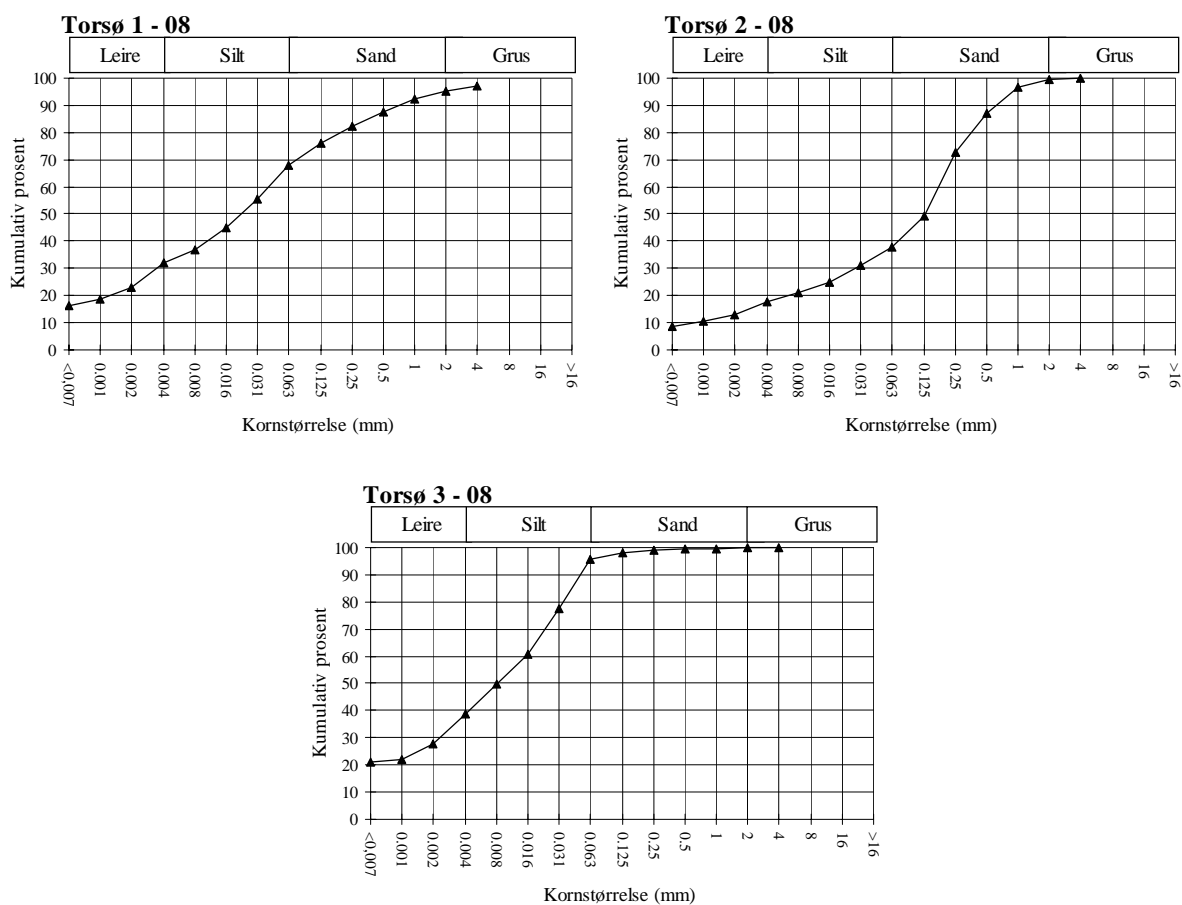
Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og ned til 105 meters dyp på stasjon Torsø2-08 den 20. Oktober 2008.

Temperaturen på stasjonen Torsø 2-08 øker fra 11,67 °C i overflaten til 12,0 °C på 40 meters dyp. Deretter avtar temperaturen ned til 8,86 °C på 100 meters dyp. Saliniteten øker noe ujevnt fra 31,84 ‰ i overflaten til 34,57 ‰ på 100 meters dyp. (Figur 3.3).

I følge figur 3.4 er oksygenmengden i overflaten 8,17 mg/l. Innholdet av oksygen avtar jevnt mot bunnen, og er 4,40 mg/l på bunnen. Dette tilsvarer 3,21 ml/l, noe som gir tilstandsklasse III, mindre god.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.9 og Tabell 3.2. Sedimentet fra Torsø1-08 var noe finkornet. 68 % var leire/silt, 27 % var sand, og 5 % var grus. Innholdet av organisk materiale var 13,27 %. Sedimentet fra Torsø2-08 var vesentlig grovere, og hadde 62 % innhold av sand, og 28 % innhold av silt/leire. Organisk innhold var 8,49 %. Sedimentet fra Torsø3-08 var veldig finkornet. 96 % av sedimentet bestod av silt/leire, og 4 % bestod av sand. Det organiske innholdet på stasjon Torsø 3 var høyere enn det som er vanlig i norske fjorder (20,5 %).



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

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Torsø 1-08	122	13,27	32	36	68	27	5
Torsø 2-08	112	8,49	18	20	38	62	0
Torsø 3-08	99	20,5	39	57	96	4	0

3.3 Kjemi

Det ble tatt kjemiske analyser på alle tre stasjonene. Innholdet av organisk karbon var henholdsvis 3,9 gram/100 g, 2,2 gram/100 g, og 6,4 gram/100 g. For å benytte SFT's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres, dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes for dette, baserer seg på lokaliteter som ligger utaskjærs (Aure et. al.1993) og kan være uegnet for kystfarvann. Etter denne omregningen blir verdiene for normalisert TOC henholdsvis 44,8, 33,2 og 64,7 mg/g. Ingen av sedimentprøvene hadde høyt innhold av tungmetaller. Både mengden sink, kobber og fosfor var innenfor tilstandsklasse I for samtlige stasjoner. Mengden tørrstoff var heller ikke høyt, men innenfor tilstandsklasse I.

Tabell 3.3. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Torsø i 2008. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Molvær et al. 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/100g)	Norm- alisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
Torsø 1-08	3,9	44,8	IV-V	0,81	52	I	14,0	I	35,8
Torsø 2-08	2,2	33,2	III	0,68	37	I	9,6	I	45,8
Torsø 3-08	6,4	64,7	V	1,10	70	I	24,0	I	23,6

3.4 Bunndyr

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

På stasjon Torsø 1, i den dypeste delen av bassenget, ble det funnet 85 arter/1218 individer på 0,4 m². Artsantallet var meget høyt på denne stasjonen og fikk diversitet 4,77 med jevnhet 0,74 og dette plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (meget god). Grafen for de geometriske klassene hadde en knekk som indikerer en viss miljøpåvirkning. Vanligst forekommende var børstemarkgruppen *Polydora* sp. (19,1 %) som ofte opptrer i stort antall der det er organisk tilførsel.

Stasjon Torsø 2 ligger på 112 m dyp nærmest oppdrettsanlegget. På denne stasjonen ble det registrert 47 arter/389 individer på 0,4 m² og fikk diversitet 4,15 med jevnhet 0,75. Stasjonen fikk SFT's tilstandsklasse I (meget god) og MOM-tilstand 1. Grafen for de geometriske klassene hadde to knekker som indikerer en viss miljøpåvirkning. Den vanligst forekommende arten/gruppen var også her *Polydora* sp. (21,1 %).

Den grunneste stasjonen, Torsø 3, lå på 99 m dyp og hadde 66 arter/1410 individer på 0,4 m². Artsantallet og individantallet var høyt på denne stasjonen som fikk diversitet 4,18 med jevnhet 0,69. Dette gir stasjonen i tilstandsklasse I (meget god). Den vanligst forekommende arten/gruppen var *Polydora* sp. (23,0 %) som på de to andre stasjonene.

Faunasammensetningen var relativt lik mellom huggene på hver stasjon og lå på ca 76 % for Torsø 1 og Torsø 3 og på 58 % for stasjon Torsø 2. På stasjon Torsø 2 var sammensetningen i fauna noe mer ulik de to andre stasjonene og hadde bare 48 % likhet med disse to.

Konklusjon

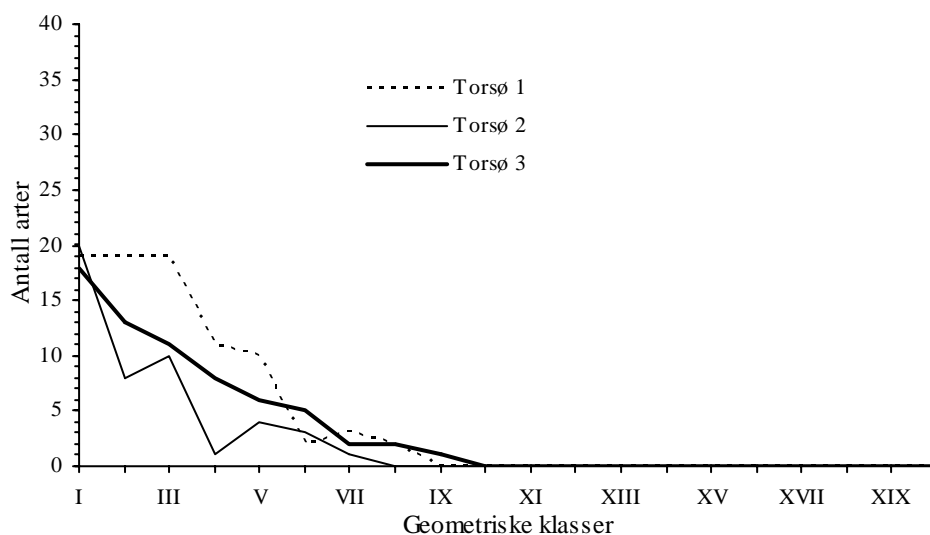
Tilstanden til bunnfaunen var meget god (tilstandsklasse I) på de tre stasjonene. Faunaen var dominert av børstemarkgruppen *Polydora* sp. på alle tre stasjonene. Det ble funnet få arter bunnlevende krepsdyr i prøvene, mens bløtdyrene var rikelig representert. Helhetsinntrykket er at det er gode forhold, og at bunnfaunaen er positivt stimulert av organisk tilførsel.

Tabell 3.4. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Torsø i 2008. Klassifisering av miljøforholdene (tilstandsklasse) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997).

Stasjon	Prøve nr.:	Dyp (m)	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H' -max	SFT's Tilstandskl.
Torsø 1	1		511	66	4.78	0.79	6.04	I
	3		707	72	4.59	0.74	6.17	
	sum	122	1218	85	4.77	0.74	6.41	
Torsø 2	1		138	29	3.81	0.78	4.86	I
	3		251	37	4.00	0.77	5.21	
	sum	112	389	47	4.15	0.75	5.55	
Torsø 3	1		737	53	4.19	0.73	5.73	I
	3		673	52	4.03	0.71	5.70	
	sum	99	1410	66	4.18	0.69	6.04	

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Torsø i 2008.

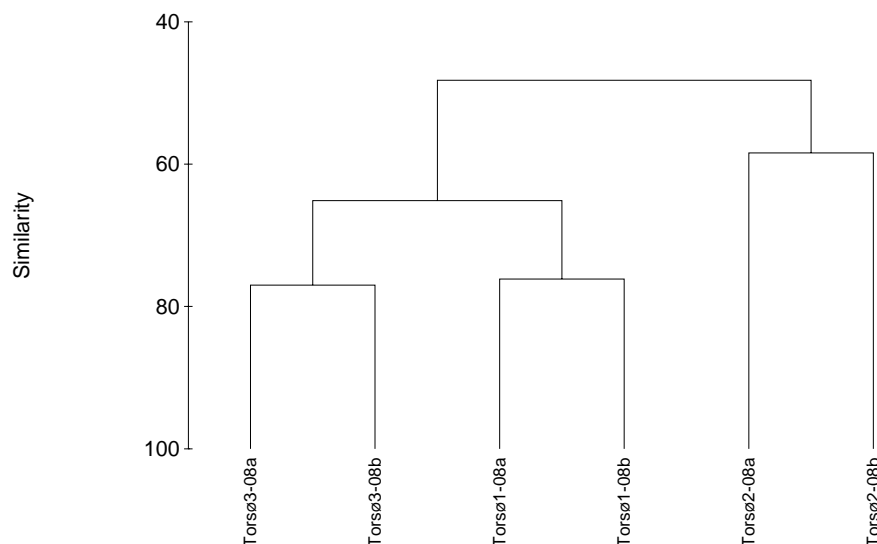
Geometrisk klasse	Torsø 1	Torsø 2	Torsø 3
I	19	20	18
II	19	8	13
III	19	10	11
IV	11	1	8
V	10	4	6
VI	2	3	5
VII	3	1	2
VIII	2	0	2
IX	0	0	1
X	0	0	0

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

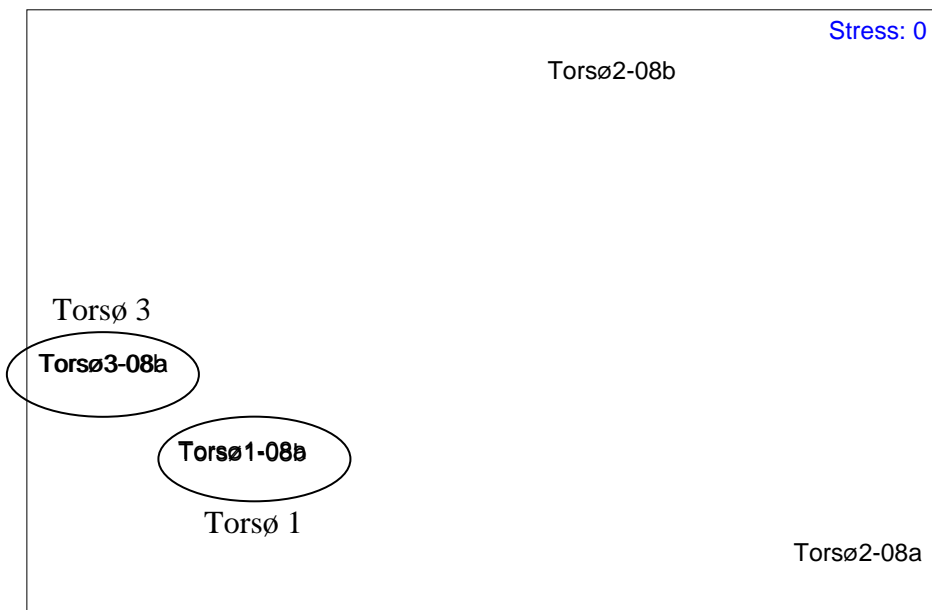
Tabell 3.6. De mest tallrike artene som ble identifisert i Torsø i oktober 2008.

Torsø 1				Torsø 2			
20.10.08		0,4 m ²		20.10.08		0,4 m ²	
Arter	Antall	Prosent	kum.%	Arter	Antall	Prosent	kum.%
Polydora sp.	233	19.1	19.1	Polydora sp.	82	21.1	21.1
Heteromastus filiformis	174	14.3	33.4	Thyasira flexuosa	52	13.4	34.4
Paramphinome jeffreysii	77	6.3	39.7	Thyasira sarsii	36	9.3	43.7
Thyasira sarsii	77	6.3	46.1	Paramphinome jeffreysii	34	8.7	52.4
Diplocirrus glaucus	73	6.0	52.1	Myriochele oculata	24	6.2	58.6
Abra nitida	51	4.2	56.2	Heteromastus filiformis	22	5.7	64.3
Thyasira equalis	32	2.6	58.9	Diplocirrus glaucus	21	5.4	69.7
Scalibregma inflatum	27	2.2	61.1	Owenia borealis	16	4.1	73.8
Chaetozone sp.	26	2.1	63.2	Abra nitida	13	3.3	77.1
Prionospio cirrifera	25	2.1	65.3	Pista cristata	7	1.8	78.9

Torsø 3			
20.10.08		0,4 m ²	
Arter	Antall	Prosent	kum.%
Polydora sp.	325	23.0	23.0
Heteromastus filiformis	195	13.8	36.9
Thyasira sarsii	160	11.3	48.2
Scalibregma inflatum	102	7.2	55.5
Abra nitida	76	5.4	60.9
Paramphinome jeffreysii	51	3.6	64.5
Diplocirrus glaucus	49	3.5	67.9
Pholoe baltica	48	3.4	71.3
Thyasira equalis	48	3.4	74.8
Amaeana trilobata	38	2.7	77.4



Figur 3.11 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra stasjonene ved Torsø i 2008. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,2 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen Torsø 3-08a menes første hugg fra stasjon Torsø 3 i 2008.



Figur 3.11. Mds-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene i Torsø i 2008. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,2 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Med forkortelsen Torsø 3-08a menes første hugg fra stasjon Torsø 3 i 2008. Stressverdien fra Mds-plottet er 0. I øverste figuren er de to huggene på Torsø 1 og 3 sammenfallende og i den nederste figuren er Torsø 2 utelatt.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av tre stasjoner ved matfiskanlegget Lille Torsøy i Hitra kommune, Sør-Trøndelag. Undersøkelsen er gjennomført etter oppdrag fra Marine Harvest AS. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på kjemiske og geologiske undersøkelser, samt bunndyrsundersøkelser. Prøvene ble tatt etter MOM C-metodikken (NS 9423), den 20. Oktober 2008. Det ble også tatt hydrografiske undersøkelser på to av stasjonene.

Lokaliteten er tidligere ikke undersøkt med tilsvarende metodikk.

Resultatene viste at sedimentet på alle stasjonene inneholdt normalt mye organisk materiale med unntak av Torsø 3 hvor det var noe forhøyede verdier. Innholdet av tungmetaller var innenfor tilstandsklasse I. Sedimentprøvene fra de tre stasjonene var noe ulike med tanke på grovhet. Torsø3-08 var mest finkornet, mens Torsø2-08 var mest grovkornet. Faunaanalysene gav alle stasjonene tilstand I etter SFT's klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et. al. 1997). Tilstand I er vanlig å finne i upåvirkete områder i fjord eller kystfarvann. Det var likevel noen tegn til organisk stimulans av stasjonene. Alle stasjonene var nemlig dominert av børstemarkgruppen *Polydora* sp., som ofte opptrer i stort antall der det er organisk tilførsel. Dette inntrykket kan bekreftes ut fra oksygenmålingene, som viser noe lavt innhold av oksygen i bunnvannet på stasjonene Torsø3-08 og Torsø2-08 (se figurene 3.2 og 3.4).

Tabell 4.1. Sammendrag av resultatene

Stasjon	Dyp	Tilstand bunndyr	Tilstand dypvann	Tilstand sink	Tilstand kobber
1	122	I	Ikke målt	I	I
2	112	I	III	I	I
3	99	I	II	I	I

5 TAKK

Vi takker Marine Harvest, for lån av båt med fører. På toktet deltok Gyda Arnkværn og Anders W. Olsen. Sedimentanalysene ble utført av Marianne Isebakke ved AnalyCen i Moss. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke T, Bredveld G, Kallquist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. *SFT-veiledning* nr. 2229/2007. 12 s.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 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

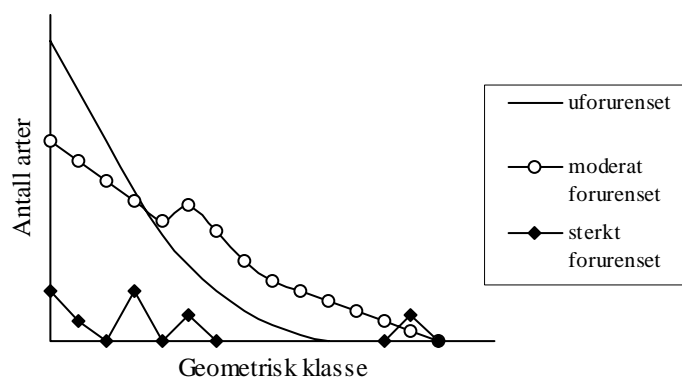
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 uforurenede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, $H'_{\max} (= \log_2 S)$, er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

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

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

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

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

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

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

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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02 20 pp.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication.* - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. Artsliste



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
**SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)**
Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse
Prosjekt nr.: 801392
Prøvetakingssted (område): Torsø, Hitra kommune
Dato for prøvetaking: 20.10.2008
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen
Artene er identifisert av: Per Johannessen

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9423 og interne standard forskrifter.

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

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

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

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av 3 sider.

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

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

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

	Torsø1-08	Torsø1-08	Torsø2-08	Torsø2-08	Torsø3-08	Torsø3-08
Artsliste Torsø 2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008
	1	3	1	3	1	3
* PORIFERA indet.	+					
* Hydrozoa indet.	+				+	
Anthozoa						
Virgularia mirabilis	1	3/1	1	2/1	2/1	
Cerianthus lloydii				1		
Edwardsia sp.		1	1			1
* PLATYHELMINTES indet.						1
* NEMERTINI indet.	20	24	8	10	7	14
* NEMATODA indet.	2	3		1		
Polychaeta						
Paramphinome jeffreysii	37	37/3	12	22	18	32/1
Aphrodita aculeata		0/1				
Polynoidae indet.		2			6	2
Pholoe baltica	8/1	10/2	2	2	25/5	13/5
Pholoe pallida	1	2				
Sthenelais limicola	1	1				
Phyllodoce citrina						1
Phyllodoce groenlandica	2					
Phyllodoce rosea					1	
Eumida bahusiensis	3	1/1				1
Eulalia sp.		1				
Eteone longa	1					
Sige fusigera		4/1		1	2	
* Tomopteris sp.						1
Syllidae indet.	1	2	1		5	2
Exogone sp.	1	1				
Nephtys hombergi		0/1				
Sphaerodorum flavum		1	1			
Glycera alba	3	4		1	4	2
Goniada maculata	3/1	3/1			2	
Lumbrineridae indet.	7	16		2	7	5
Protodorvillea kefersteini				1		
Scoloplos armiger					1	1
Polydora sp.	76	157	17	65	146	179
Prionospio cirrifera	14	11		1	16	4
Prionospio fallax	1	3			4	2
Scolecopsis corsuni	2	2		1		1
Spiophanes kroeyeri	1	1			2	1
Apistobranchus tullbergi	1/1	8/3			0/5	4/2
Spiochaetopterus typicus	2	4			17/1	8
Aricidea suecia		1				
Levinsenia gracilis	3	12	1		2	
Paraonis sp.	1	1			2	
Aphelochaeta sp.	2	4		1		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

	Torsø1-08	Torsø1-08	Torsø2-08	Torsø2-08	Torsø3-08	Torsø3-08
Artsliste Torsø 2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008
	1	3	1	3	1	3
Chaetozone sp.	10	16	1	3	3	
Brada villosa						1
Diplocirrus glaucus	24/5	36/8	4	12/5	11/15	15/8
Pherusa falcata						1
Polyphysia crassa					0/2	1/2
Scalibregma inflatum	6/9	4/8			36/17	42/7
Heteromastus filiformis	86	88	2	20	120/9	66
Notomastus latericeus	7/2	8	1	3	9/3	6/3
Praxillella affinis	6/3	5/3				
Maldane sarsi	6	2	1	5		6
Myriochele oculata	10	8	12	12		
Owenia borealis	5	5/1	8	8		
Pectinaria koreni			0/1	1/1	1/1	0/2
Ampharete falcata	4/1				11/2	10/4
Ampharete finmarchica	2/1	1/1		2		
Ampharete lindstroemi	5/1	1	4	2	2	3
Sabellides octocirrata		1	1			1
Anobothrus gracilis	1	4/2		5	4/2	2/1
Mugga wahrbergi					3	
Amythasides macroglossus	1	1				
Sosanopsis wireni	2					
Samytha sexcirrata		1				
Melinna cristata	4/3	2/1	1/1		2/6	2/11
Melinna elisabethae				1		
Paramphitrite tetrabanchia						0/1
Eupolymnia nesidensis		5				
Pista cristata	2	3	2	4/1		1
Streblosoma bairdi	1				1	
Streblosoma intestinale	1					
Polycirrus medusa	3	2			10/1	5
Polycirrus norvegicus		2/5		1		
Amaeana trilobata	5/1	6/3			11/5	16/6
Trichobranchus roseus	3	1			1	
Terebellides stroemi	10/2	3/1			1	1
Sabellidae indet.	3				5	1
Jasmineira sp.	2					
Sipuncula						
Phascolion strombus		1/1	1			
Crustacea						
* Calanus finmarchicus	1					
* Anomalocera patersoni		1				
* Amphipoda indet.	1					
* Hyperiididae indet.			1			
* Euphausiacea indet.		2		2		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

	Torsø1-08	Torsø1-08	Torsø2-08	Torsø2-08	Torsø3-08	Torsø3-08
Artsliste Torsø 2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008	20.10.2008
	1	3	1	3	1	3
* PYCNOGONIDA indet.		1				
Mollusca						
Caudofoveata indet.	2	8	1	1	7	3
Solenogastres indet.		1				
Euspira montagui					1	1
Oenopota trevelliana					0/1	
Melanella monterosatoi				1		
Raphitoma echinata				1		
Taranis moerchi	0/1					
Philina scabra	2	1	1	2	1	1
Cylichna cylindracea					1/1	2
Nudibranchiata indet.						1
Ennucula tenuis	2	3/1	4/2		0/2	3/1
Nuculana minuta	1					
Yoldiella philippiana	4/2	2			1	1
Mytilidae indet.	0/1	0/2	0/1			
Modiolula phaseolina		0/1				
Limatula gwyni	0/2			1		
Myrtea spinifera	2					
Thyasira flexuosa	3/2	6	31/4	15/2	2	6/1
Thyasira sarsii	6/12	17/42	7/7	9/13	26/48	23/63
Thyasira equalis	11/3	13/5		3	26/1	18/3
Mysella bidentata		2				
Phaxas pellucidus						0/1
Abra nitida	15/5	30/1		13	32/7	35/2
Abra prismatica		1				
Arctica islandica		0/1				
Corbula gibba	0/1		2		2	2
Antalis occidentale	0/1	1/1				
Pulsellum lofotense	14	8			1	
* PHORONIDA indet.			1	1		
* Bryozoa skorpeformet	+					
Echinodermata						
Asteroidea indet.				0/1		
Amphiura chiajei	4/1	6/4	2	2	2/5	2/4
Amphiura filiformis		0/1		1	1	
Synaptidae indet.						8
Pogonoophora						
* Siboglinum fiordicum		+		+		
ENTEROPNEUSTA indet.	2	2			1	
* CHAETOGNATHA indet.		1				
* Hemichordata						
* Pterobranchia indet.	+	+				
* VARIA	+		+	+		

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi

Analyserapport

Moss

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

AnalyCen 

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (1)

Kundenummer	8183600-1387372	Prøvemottak	04.11.2008
Prøvetyyp	Sedimentprøve	Analysereport klar	18.11.2008
Oppdragsmerket	Stedskode: 611101. Sedimentprøver mottatt 4/11-08		
Sted for prøvetaking	Torsø		

Lab.nr. Merket Tatt ut	Parameter	Enhet	NOV047192-08	NOV047193-08	NOV047194-08	Måleu. basert på	Ref/Metode	Lab
			Torsø 1-08 03.11.2008	Torsø 2-08 03.11.2008	Torsø 3-08 03.11.2008			
	Kobber, Cu	mg/kg TS	14	9,6	24	±20%	NS-EN ISO 11885	O
	Sink, Zn	mg/kg TS	52	37	70	±15%	NS-EN ISO 11885	O
	Fosfor, P	g/kg TS	0,81	0,68	1,1	±20%	NS-EN ISO 11885	O
	TOC i lufttøket prøve	g/100g	3,9	2,2	6,4	±15%	AJ 31	As
	Tørrestoff	%	35,8	45,8	23,6	±15%	NS 4764-1	O

Marianne Isebakke

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – 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

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