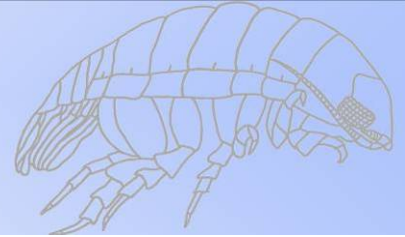


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





e-Rapport nr. 23-2012

MOM C undersøkelse ved Lille Torsøy i 2011

Fredrik R Staven
Vidar Strøm
Kristin Hatlen
Per Johannessen
Per-Otto Johansen



	SAM-Marin	 Test 157
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	


Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse ved matfiskanlegget lille Torsøy i 2011	Dato: Felt: 14.02.11 Rapport: 22.05.12 Antall sider og bilag: 44
Forfatter(e): Fredrik Staven, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, Per Johannessen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Fredrik R Staven Prosjektnummer: 102-12-11C

Oppdragsgiver: Marine Harvest, region midt	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

Abstract : On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by the fish farm lille Torsøy, which is located in Hitra, Sør-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Torsø1, which is located north of the fish farm, Torsø2A, which is located in the near zone of the fish farm, and Torsø3, which lies in the remote zone, approximately 1,7 km southeast of the fish farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the levels of phosphorus, zinc, and cobber was low (class I, very good). The total organic carbon (TOC) was high (class V, very bad) on all stations. The organic content expressed as % volatile total solids showed low organic content at Torsø2A, while the content at Torsø1 and Torsø3 was high. The sediment analysis revealed a coarse-grained sediment at Torsø2A, while the sediment at Torsø1 and Torsø3 was fine-grained. The soft bottom macro fauna investigations showed good conditions with good species diversity on Torsø1 and Torsø 3, while the conditions at the near zone station Torsø2A were bad, and showed the presence of the opportunistic polychaete *Capitella capitata*.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 23-2012
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	23.5.2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	14.12.2011	

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Aqua Kompetanse

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad og Per Johannessen

Rapportering utført av: Aqua Kompetanse og SAM-marin

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Oppdrettsbåten til Marine Harvest AS


Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse as **akkrediteringsnummer 003**

Akkreditert: Fosfor, Sink, Kobber og TS

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	"MOMC-undersøkelse ved matfiskanlegget lille Torsø i 2011"		
Rapport-nummer:	102-12-11C	Lokalitetens navn:	LilleTorsø
Lokalitetsnummer:	12392	GPS, senter i anlegg:	N63°36.338/Ø08°29.313
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Hitra
MTB-tillatelse:	5200 tonn	Driftsleder:	Robert Skarpnes
Dato undersøkelse:	14.12.2012	Dato rapport:	14.05.2012
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, Knut Staven		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Stasjon 2 (nærsonen)	Stasjon 1 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsone)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		N 63° 36.300 Ø 08° 29.517	N 63° 36.876 Ø 08° 29.508	N 63° 36.042 Ø 08° 31.724
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	27	77	60
	Antall individer:	3658	1140	657
	Jevnhet (0-1):	0,18	0,71	0,79
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		4,46 I (Svært god)	4,66 I (Svært god)
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			
	Miljøtilst. KLIF: MOM-tilstand:	Miljøtilstand 2	I (svært god) Miljøtilstand I	
Normal. TOC	TOC (mg/g):	49,38	71,80	76,08
	TOC, tilst.klasse:	V (Svært dårlig)	V (Svært dårlig)	V (Svært dårlig)
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	69,00	78,00	73,00
	Zn, tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
	P (mg/kg):	1,40	1,40	1,20
	P, kommentar:	Lavt til moderat	Lavt til moderat	Lavt til moderat
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	10,00 I (meget god)	26,0 I (meget god)	27,00 I (meget god)
Oksygen	Målt verdi (%):	90 %	90 %	90 %
	O ₂ , tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Skjellsand og mudder, ingen lukt. Børstemark.	Silt og skjellsand, mudder. Ingen lukt. Børstemark og pigghuder.	Silt, mudder, og skjellsand. Noe fjærelukt. Børstemark og slangestjerner.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

INNHOOLD

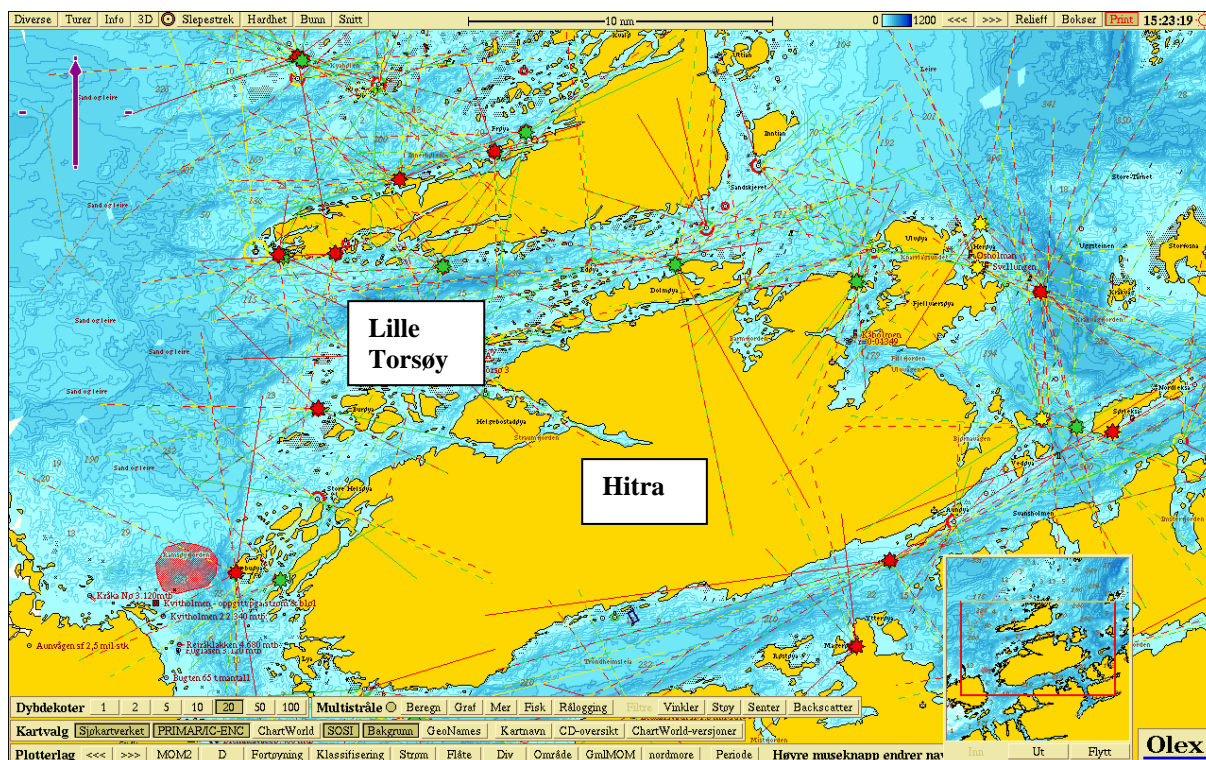
1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	8
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	18
3.3 Kjemi.....	19
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	28
5 TAKK	29
6 LITTERATUR	30
7 VEDLEGG	31
GENERELL VEDLEGGSDDEL	31
Vedleggstabell 1. Artsliste	39
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	43

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra tre stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS ved oppdrettslokaliteten Lille Torsøy, Hitra kommune i Sør-Trøndelag 14. desember 2011. Det ble også tatt prøver her i 2008, og resultatene fra 2011 er sammenlignet med disse. Opparbeiding av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametre ble bestemt i en prøve fra alle tre stasjoner.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene rundt oppdrettsanlegget. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer i resipienten, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna, og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Kartkilde: Olex.

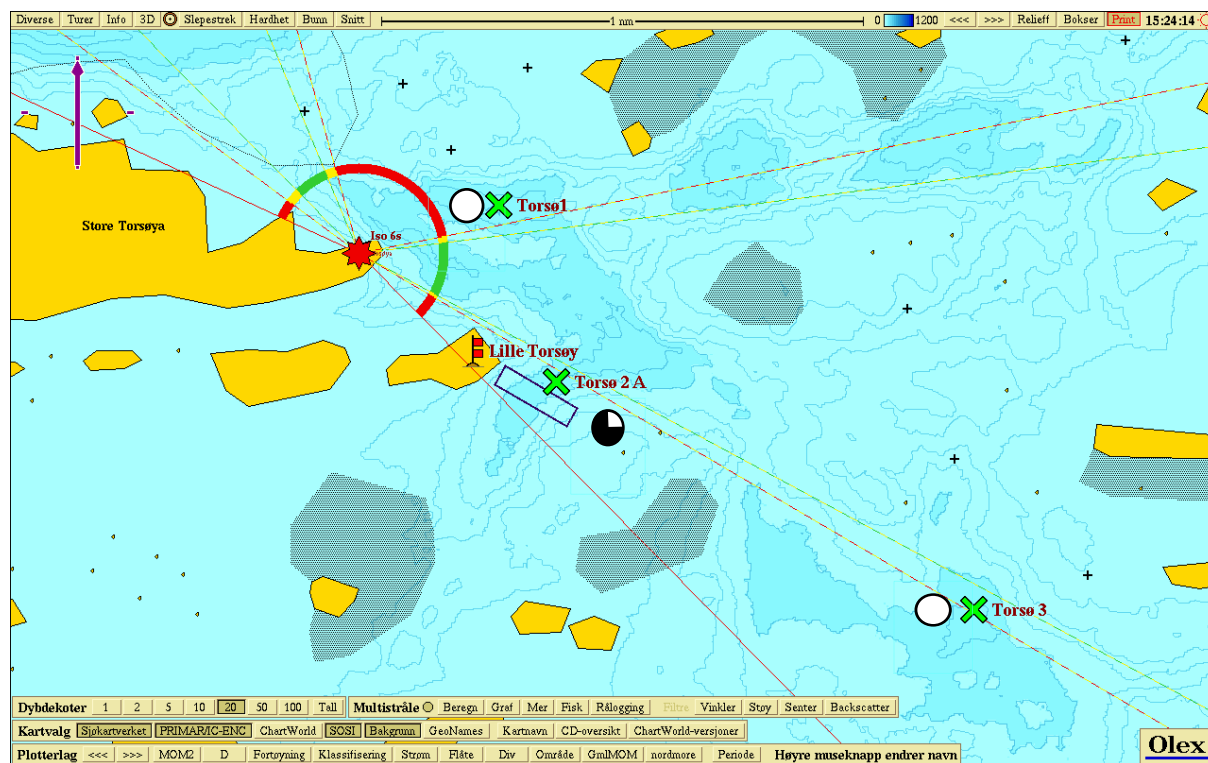
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger sør for Frøyfjordleia ved øya Hitra i Sør-Trøndelag (Figur 2.1 og 2.2). Det ble tatt prøver i nærsonen, overgangssonen, og fjernsonen til oppdrettsanlegget. Området kan deles inn i tre bassenger. Det ytterste, rett øst for Store Torsøy, har en maksimal dybde på 122 meter. Stasjonen Torsø1 er tatt her, og ligger cirka 600 meter nord for anlegget. Denne stasjonen fungerer som overgangssonestasjon. Det midtre bassenget, rett øst for Lille Torsøy har en maksimal dybde på cirka 115 meter. Her ble det tatt en stasjon i 2008, men denne gangen er stasjonen Torsø 2A flyttet nærmere oppdrettsanlegget slik at den fungerer som en nærsonestasjon. Stasjon Torsø 3 er tatt i det innerste bassenget, cirka 1,7 km sørøst for anlegget. Der er maksimaldybden 101 meter. En slik plassering, med én prøvetakingsstasjon både nord og sør for anlegget, mener vi er hensiktsmessig da strømmålinger i området har vist at det er ulike hovedretninger på strømmen.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest AS den 14. desember 2011. Det ble tatt prøver og utført CTD registreringer fra tre stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



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 (figur 3.1 til 3.6). 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 bearbejdet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 14.12.11.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i 14. desember 2012. 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
St. Torsø 1 14.12.11	Torsøya 63°36.876 N 08°29.508 Ø	118	1	12,85	Silt, skjellsand, og mudder. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark og pigghuder. Faunaprøve.
			2	12,85	Silt, skjellsand, og mudder. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark og pigghuder. Faunaprøve.
			3	12,85	Silt, skjellsand, og mudder. Lys brun farge. Ingen lukt. Børstemark og pigghuder. Kjemi/geologi prøve.
St. Torsø 2A 14.12.11	Torsøya 63°36.300 N 08°29.517 Ø	65	1	5,39	Skjellsand og mudder, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark. Faunaprøve.
			2	5,39	Skjellsand og mudder, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark. Faunaprøve.
			3	5,39	Skjellsand og mudder, lys grå farge. Ingen lukt. Børstemark. Kjemi/geologi prøve.
St. Torsø 3 14.12.11	Torsøya 63°36.042 N 08°31.724 Ø	100	1	14,0	Silt, mudder og skjellsand. Lys/brun farge, noe fjærelukt. Børstemark og slangestjerner. Faunaprøve.
			2	14,0	Silt, mudder og skjellsand. Lys/brun farge, noe fjærelukt. Børstemark og slangestjerner. Faunaprøve.
			3	14,0	Silt, mudder og skjellsand. Lys/brun farge, noe fjærelukt. Børstemark og slangestjerner. Kjemi/geologi prøve.

2.2.3 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og 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 sediment-overflaten, og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.4 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter NS-EN-13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i KLIF's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

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.

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

Klima og Forurensningsdirektoratet (KLIF, tidligere SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (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 Svært god (I) til Meget dårlig (V). I tillegg brukes indeksene NQI1 og NQI2, som også tar hensyn til artenes sårbarhet (beregnet vha AMBI). Dette er en internasjonal standard som er implementert etter det nye vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 1:2009). 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).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Klassifisering av miljøtilstand (Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet 1:2009). Normalisert TOC er korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

			Tilstandsklasse				
			I	II	III	IV	V
Parameter	Måleenhet		Meget/ svært god	God	Moderat/ mindre god	Dårlig	Meget / svært 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 (H)		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1		>0,72	0,63 -0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Normalisert TOC	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.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

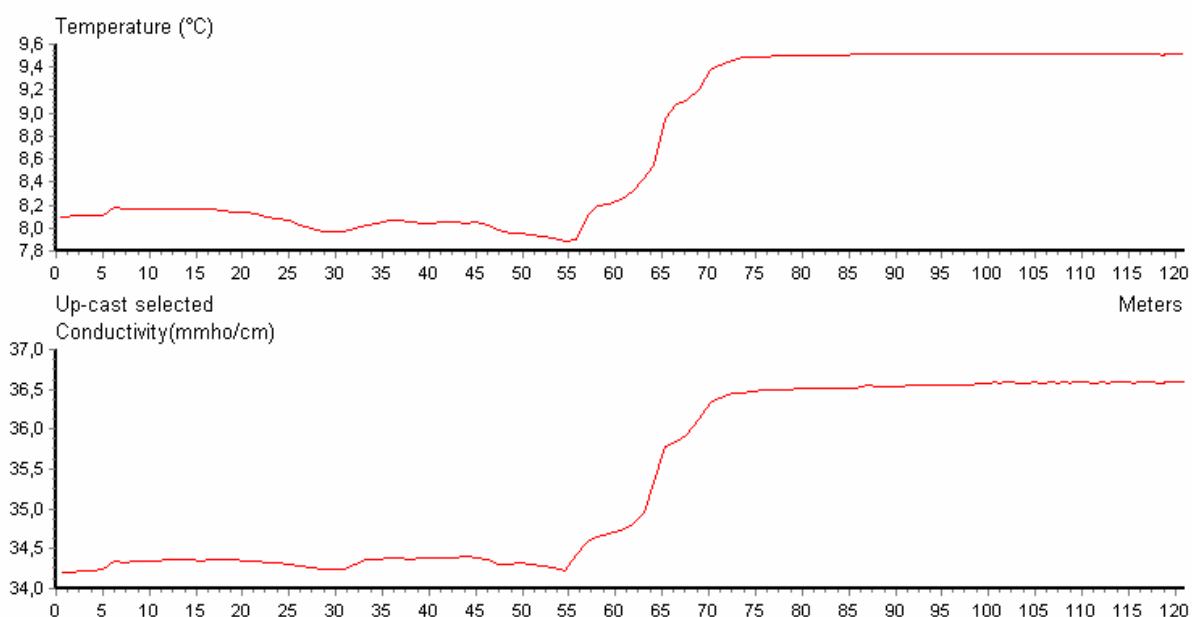
Temperatur, saltholdighet, og oksygen ble målt fra overflaten og nedover i vannsøylen ved alle tre prøvetakingsstasjoner. Resultatene er presentert i figurene 3.1-3.6.

Ved stasjon Torsø 1 lå temperaturen i overkant av 8 °C fra overflaten og nedover til cirka 60-70 meter, hvor temperaturen økte til 9,5 °C. Videre nedover i vannsøylen lå den stabilt på rundt 9,5 °C. Saltholdighetsmålingen viser at den lå på rundt 34 ‰ ned til 60-70 meters dybde, hvor den økte til 36,5 ‰. Vannsøylen hadde et oksygeninnhold på 8,60 mg/l i overflaten, som sank gradvis nedover i vannsøylen til 8,00 mg/l ved bunnen. Metningen lå i underkant av 90 % nedover i dypet.

Ved stasjon Torsø 2A sank temperaturen gradvis fra rundt 8,0 °C ved overflaten til 7,4 °C ved bunnen. Saltholdighetsmålingen viser at den lå på rundt 34,2 ‰ i overflaten, og at den sank ned mot 33,5 ‰ ved bunnen. Vannsøylen hadde et oksygeninnhold som lå jevnt rundt 8,5 mg/l. Metningen lå jevnt rundt 90 %.

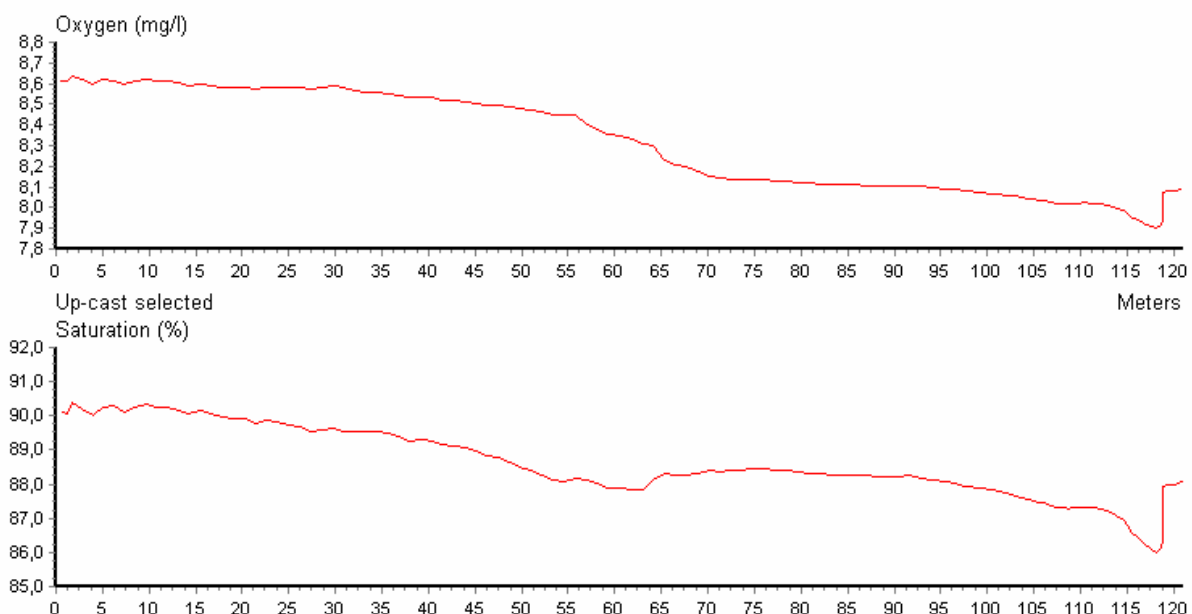
Ved stasjon Torsø 3 steg temperaturen fra 7,7 °C ved overflaten til over 9 °C ved 100 meters dybde. Saltholdigheten steg nedover i vannsøylen fra 33,8 ‰ ved overflaten til 35,8 ‰ ved bunnen. Oksygeninnholdet sank gradvis fra 8,7 mg/l ved overflaten til 6,8 mg/l ved bunnen. Metningen lå jevnt i underkant av 90 %.

File name: Desember 2011.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 21 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:31:54 - 14.Dec-11 (No. 2378) To: 12:38:14 - 14.Dec-11 (No: 2568)



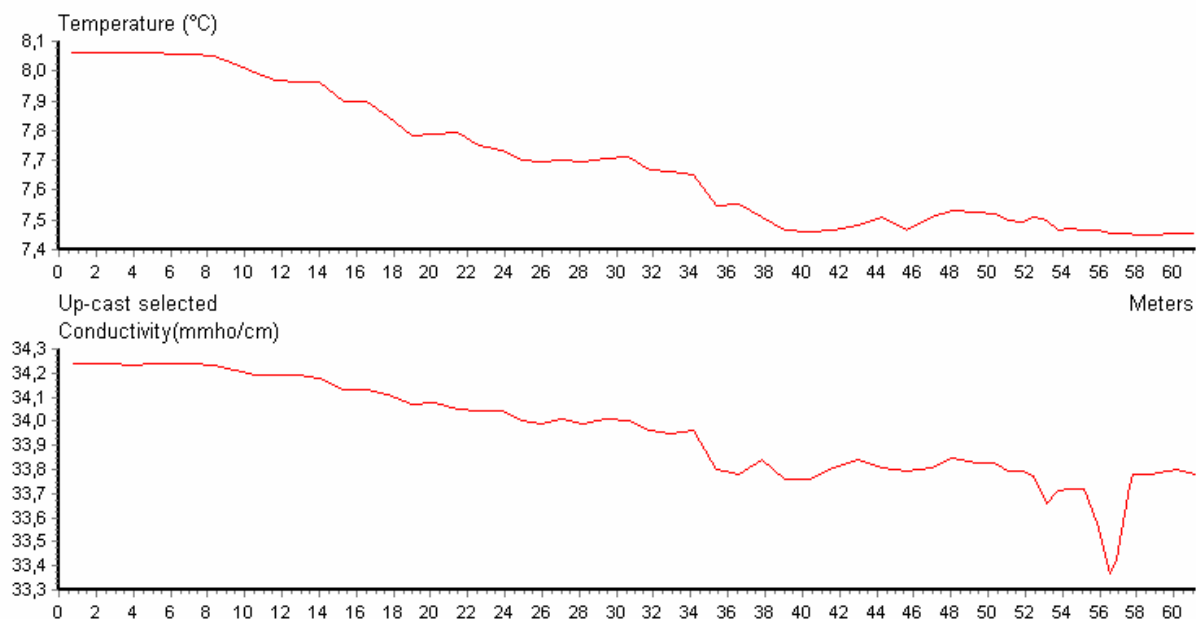
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 120 meters dyp på stasjon Torsø 1 den 14. desember 2011.

File name: Desember 2011.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 21 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:31:54 - 14.Dec-11 (No. 2378) To: 12:38:14 - 14.Dec-11 (No: 2568)



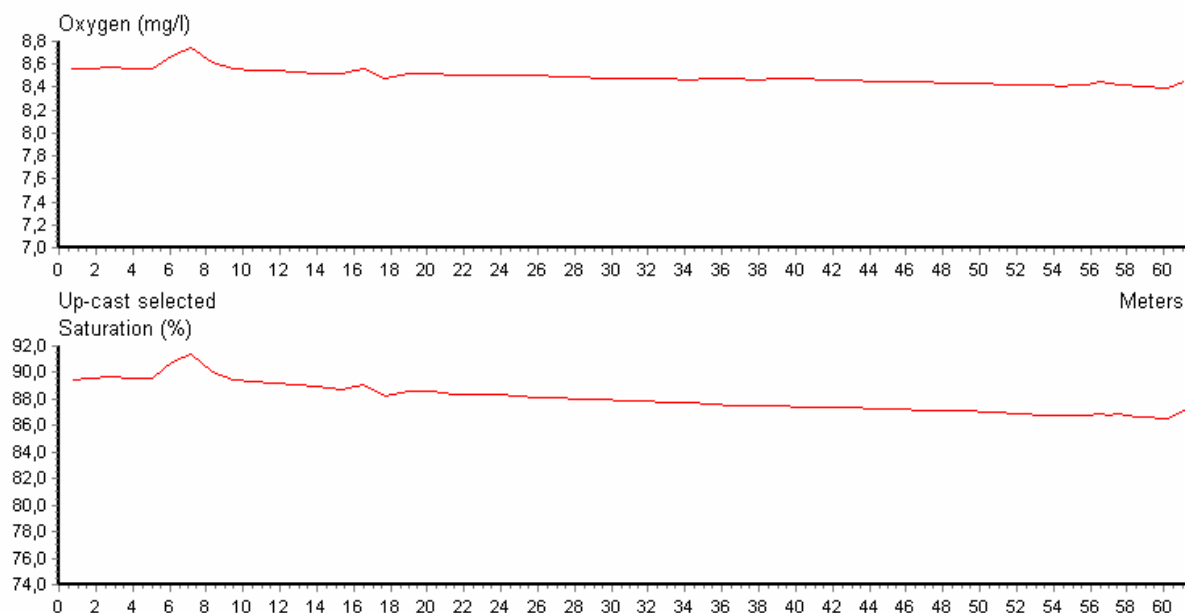
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 120 meters dyp på stasjon Torsø 1 den 14. desember 2011.

File name: Desember 2011.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 23 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 14:07:07 - 14.Dec-11 (No. 2705) To: 14:10:21 - 14.Dec-11 (No: 2802)

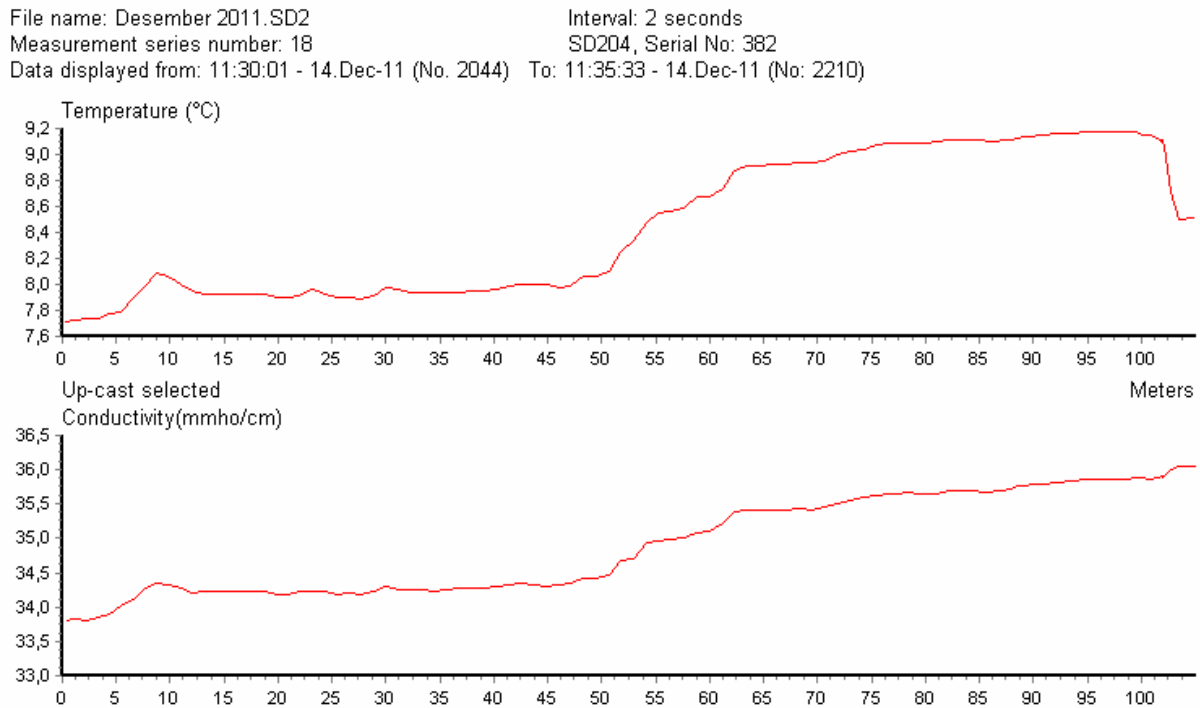


Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 60 meters dyp på stasjon Torsø 2A den 14. desember 2011.

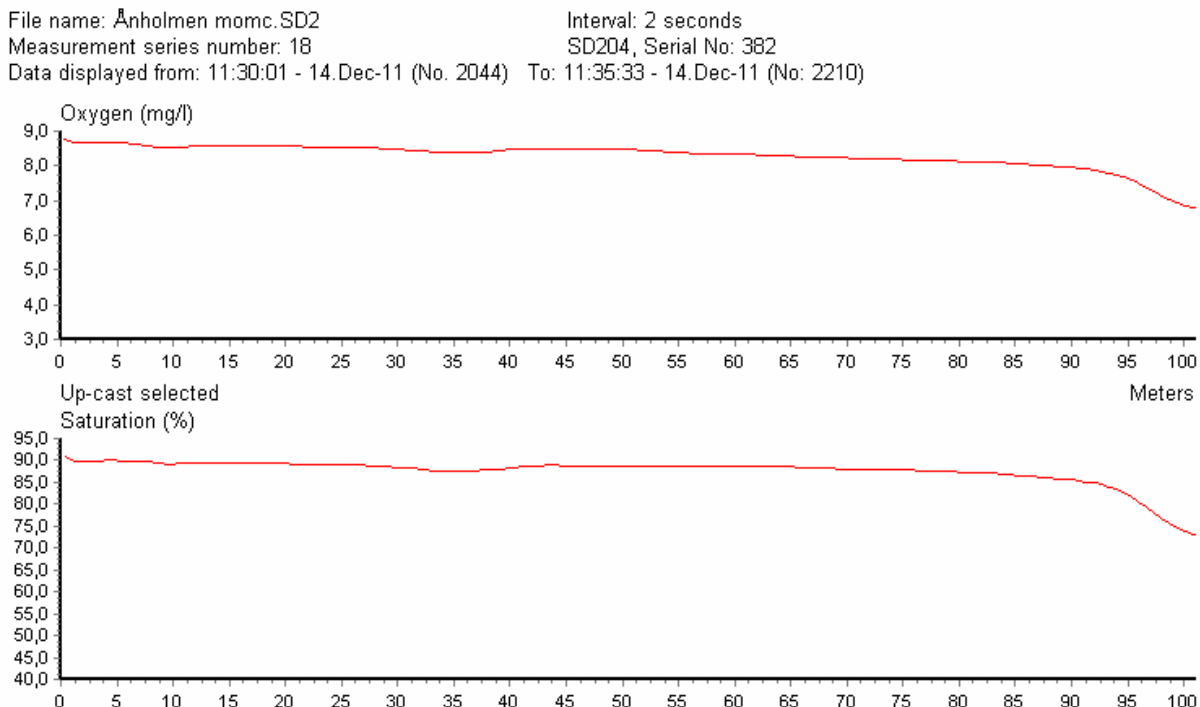
File name: Desember 2011.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 23 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 14:07:07 - 14.Dec-11 (No. 2705) To: 14:10:21 - 14.Dec-11 (No: 2802)



Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 60 meters dyp på stasjon Torsø 2A den 14. desember 2011.



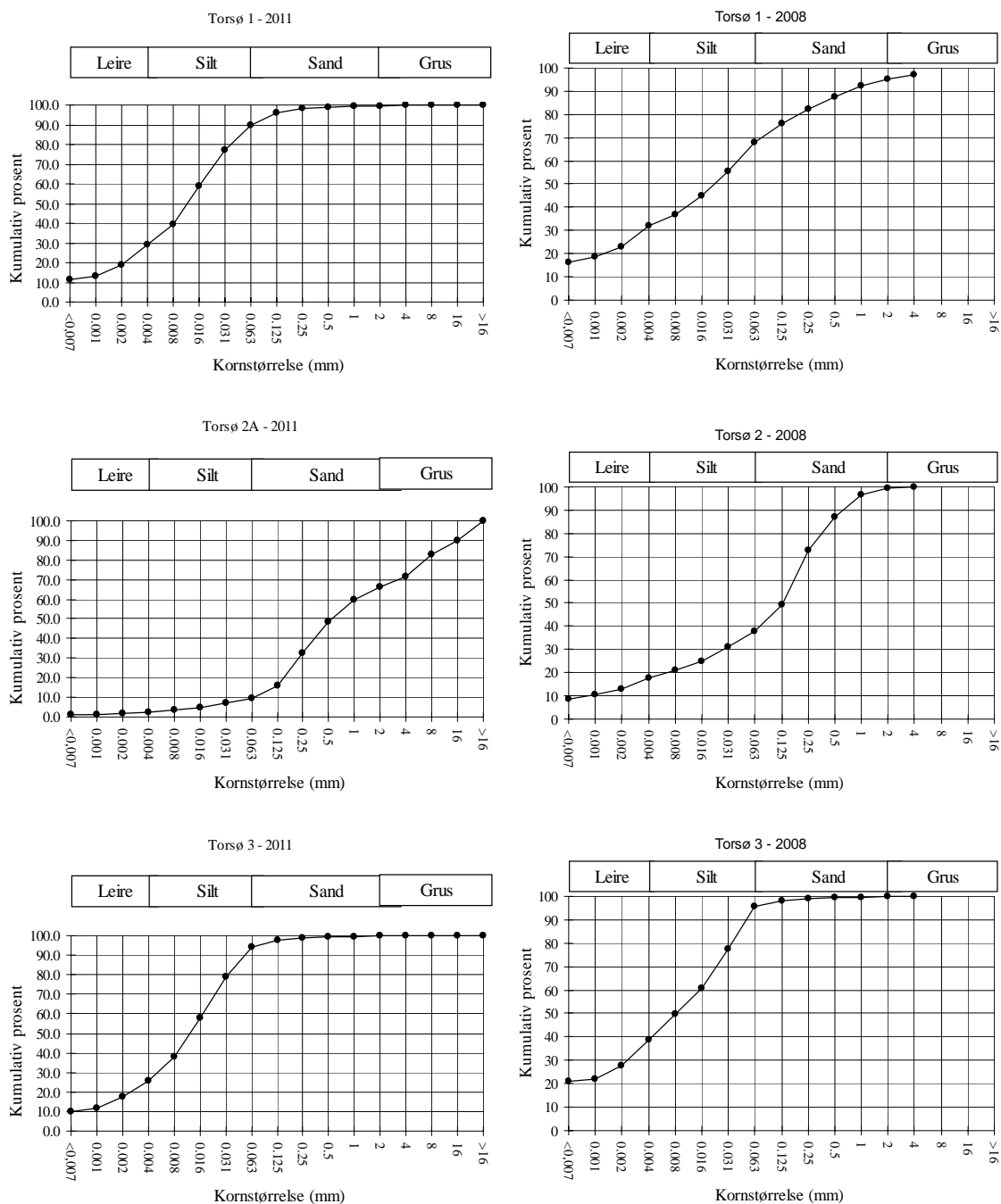
Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 100 meters dyp på stasjon Torsø 3 den 14. desember 2011.



Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 100 meters dyp på stasjon Torsø 3 den 14. desember 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.7 og Tabell 3.1. Stasjon Torsø 2A besto hovedsakelig av partikler i den mer grovkornede del av skalaen. Sedimentet besto av 2,59 % leire, 6,84 % silt, 57,06 % sand, og 33,52 % grus. De to andre stasjonene besto av mer finfordelte partikler. Torsø 1 besto av 29,07 % leire, 60,62 silt, 9,95 % sand, og 0,36 % grus. Torsø 3 besto av 25,82 % leire, 68,52 % silt, 5,39 % sand, og 0,26 % grus.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Lille Torsøy i 2011 og 2008.

Tabell 3.1. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Lille Torsøy i 2011 og 2008.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Torsø 2	2008	112	8,49	17,76	20,18	37,94	61,63	0,43
Torsø 2A	2011	65	6,95	2,59	6,84	9,43	57,06	33,52
Torsø 1	2008	122	13,27	31,91	35,89	67,81	27,24	4,95
	2011	118	22,15	29,07	60,62	89,69	9,95	0,36
Torsø 3	2008	99	20,50	38,71	56,82	95,53	4,34	0,14
	2011	100	22,45	25,82	68,52	94,35	5,39	0,26

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved lille Torsøy 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 et al. 1993).

Glødetapet er lavt ved stasjon Torsø 2A, mens det må karakteriseres som høyt på stasjon Torsø 1 og Torsø 3. For TOC er det organiske innholdet høyt på alle tre stasjoner, og høyest på Torsø 1 og Torsø 3. Alle stasjonene får derfor tilstand V (Svært dårlig). Konsentrasjonene av sink og kobber var lave på samtlige stasjoner og gir tilstand I (Meget god). Nivået av fosfor var lavt til moderat ved alle tre stasjoner.

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Lille Torsøy i 2011 og 2008. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	År	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Torsø 2	2008	2.20	33.20	III	0.68	37.00	I	9.60	I	45.80
Torsø 2A	2011	33.00	49.38	V	1.40	69.00	I	10.00	I	55.00
Torsø 1	2008	3.90	44.80	IV-V	0.81	52.00	I	14.00	I	35.80
	2011	70.00	71.80	V	1.40	78.00	I	26.00	I	27.00
Torsø 3	2008	6.40	64.70	V	1.10	70.00	I	24.00	I	23.60
	2011	75.00	76.08	V	1.20	73.00	I	27.00	I	26.00

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.8-3.10 og Vedleggstabell 1.

I 2011 var det i utgangspunktet tatt prøver fra tre stasjoner som hver bestod av to grabbhugg. Resultatene viser imidlertid at variasjonene mellom de to huggene tilhørende Torsø 2A, er så stor at disse to huggene bør behandles som to stasjoner. Disse kalles derfor Torsø 2A1 og Torsø 2A2. Sum-verdier for samlestasjonen Torsø 2A i 2011 vil likevel oppgis. På grunn av flytting av stasjonen, er ikke Torsø 2 fra 2008 direkte sammenlignbar med Torsø 2A fra 2011.

Torsø 2A ligger på 65 m dyp på nordsiden av anlegget Lille Torsøy. På delstasjonen Torsø 2A1 ble det registrert 286 individer fordelt på 25 arter. Dette gir diversiteten (H') 3,44, som betegnes som "God". Basert på arts- og individtall, samt prosentvis fordeling av disse, får stasjonen MOM-tilstanden 1 (Meget god). Indeksene NQI1 og NQI2 er definert på bakgrunn av ømfintlighet og artsmangfold og gir Torsø 2A1 tilstanden "God-Moderat". Børstemark *Mediomastus fragilis* var den mest individrike arten og utgjorde 33 % av totalt antall individ i prøven. Blant de elleve mest individrike artene, fantes det kun børstemark.

På delstasjonen Torsø 2A2 ble det funnet 3372 individer fordelt på 6 arter. Diversiteten (H') var her "Svært dårlig" (0,25) og MOM-tilstanden 3 (Dårlig). Indeksene NQI1 og NQI2 ga stasjonen tilstanden "Svært dårlig". Børstemarken *Capitella capitata* dominerte stasjonen med 96 % av alle individer. Dette er en art som ofte finnes i store mengder i områder med svært mye organisk avfall. På stasjonen ble det ellers funnet fire andre børstemarkarter og et individ av nakensnegl.

Stasjonen Torsø 2A hadde til sammen 3658 individer og 27 arter. Diversiteten (H') var 0,83 (Svært dårlig), MOM-tilstanden var 2 (God) og NQI1 og NQI2 ga stasjonen tilstanden "Moderat". Selv om de to delstasjonene her er slått sammen, dominerte børstemarken *Capitella capitata* med 89 % av alle individer. Figur 3.4 viser de store forskjellene mellom Torsø 2A1 og Torsø 2A2. Samtidig viser figuren at forholdene ved den beste av de to delstasjonene (Torsø 2A1) ikke er veldig gode. Stasjonen kan ikke sammenlignes med st. 2 fra 2008, da den er flyttet.

I overgangssonen ca 600 m nord for anlegget ligger Torsø 1 på 118 m dyp. Her ble det registrert 1140 individer av bunnfauna, fordelt på 77 arter. Individtallet er noe høyt og kan tyde på en positiv gjødslingseffekt fra anlegget. Diversiteten ($H' = 4,46$) gir tilstanden "Svært god" etter KLIF's klassifisering. Indeksene NQI1 og NQI2 beskriver også tilstanden som "Svært god". Stasjonen får også MOM-tilstanden 1 (Meget god). Skjellet *Thyasira sarsii* var mest individrik i prøvene, med 23 % av totalt antall individer. Dette er en art som trives godt i sediment med noe organisk materiale. Blant de ti mest individrike artene, fantes det til sammen åtte børstemarkarter og to skjellarter. De geologiske resultatene tyder på at prøvene ikke er tatt fra eksakt samme område i 2008 og 2011. Sammenlignet med 2008 har diversiteten sunket noe, mens verdiene tilhørende NQI1 og NQI2 har blitt bedre. Figur 3.4 viser en god fordeling av arter innen de ulike geometriske klassene i 2011 og at fordelingen er like god eller bedre sammenlignet med resultatene fra 2008. Alt i alt tyder faunaresultatene på at forholdene er gode på stasjon Torsø 1 og at de er relativt uendret siden 2008.

Fjernstasjonen, Torsø 3, ligger 1,7 km sørøst for anlegget, på 100 m dyp. Her ble det funnet 657 individer fordelt på 60 arter. Dette er et normalt antall individer og arter. Diversiteten (H') på stasjonen var "Svært god" (4,66) etter KLIF, og NQI1 og NQI2 gir også stasjonen tilstanden "Svært god". Børstemarkfamilien *Polydora* hadde flest individer og utgjorde 23 % av totalt antall individer i prøvene. Ellers fantes det seks andre børstemarkarter og tre skjellarter blant de ti mest individrike artene på stasjonen. Dette tyder på et nokså diversifisert faunasamfunn. Diversiteten har økt noe siden 2008 og indeksene NQI1 og NQI2 indikerer også et bedre arts mangfold. I grafen som viser fordelingen av arter innen geometriske klasser ser man at kurven fra 2011 er jevnere enn grafen fra 2008. En hakkete graf kan ofte være et tidlig varsel på dårlige forhold og resultatene tyder derfor igjen på en bedring siden 2008.

De multivariate analysene viser at det er riktig å dele opp Torsø 2A i to stasjoner ettersom de ligger langt fra hverandre i MDS-plottet (Figur 3.6 b) og likheten mellom de to delstasjonene er på 3 prosent (Figur 3.6 a). Torsø 2A fra 2011 har kun i overkant av 20 % likhet med Torsø 2 fra 2008, noe som trolig påvirkes mest av at stasjonen er flyttet (Figur 3.5 a). Ellers har stasjonene en likhet på rundt 60 %, hvor det er litt større likhet mellom årstall enn stasjonsnavn.

Huggene på nærstasjonen viser hvor viktig det er at prøvene blir tatt i umiddelbar nærhet til anlegget. Her kan det være så store forskjeller over små områder at en fortøyning i selve

anlegget kan være lurt ved prøvetaking. Forholdene var svært dårlige ved den ene av de to prøvene tatt på nærstasjonen, mens den andre viste bedre forhold. Begge prøvene hadde dårligere forhold enn prøvene tatt i 2008, men dette skyldes trolig en forflytning av stasjonen. På stasjonene undersøkt i overgangssonen og fjernsonen var forholdene svært gode og var enten like eller bedre sammenlignet med forholdene i 2008.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet og jevnhet for hver enkelt prøve fra Torsø i 2011 og 2008. Torsø 2 fra 2008 og Torsø 2A fra 2011 kan ikke sammenlignes direkte pga endring av posisjon, men kan gi en pekepinn på utviklingen. I tillegg er de to huggene fra Torsø 2A i 2011 presentert som egne stasjoner pga store variasjoner. Klassifisering av miljøtilstanden (TK) er basert på flere diversitetsmål: Shannon-Wiener diversitet (H'), NQI1, NQI2 og AMBI som angitt i Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann (se generelt vedlegg for nærmere forklaringer), samt MOM tilstand fra NS 9410. Blå: Svært god, Grønn: God, Gul: Moderat, Orange: Dårlig og Rød: Svært dårlig.

Stasjon	Dato / År	Hugg	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	KLIF TK	Jevnhet (J)	AMBI	NQI1	NQI2	MOM TK
Torsø 2A1	14.12.2011	1	286	25	3.44		0.74	3.00	0.62	0.57	1
Torsø 2A2		2	3372	6	0.25		0.10	5.99	0.23	0.09	3
		Sum	3658	27	0.83		0.18	4.49	0.34	0.20	2
Torsø 2	20.10.2008	1	138	29	3.81		0.78				
		3	252	38	4.02		0.77				
		Sum	390	48	4.17		0.75	2.78	0.69	0.64	1
Torsø 1	14.12.2011	1	436	49	4.36		0.78				
		2	704	67	4.28		0.71				
		Sum	1140	77	4.46	Svært god	0.71	2.38	0.74	0.69	1
Torsø 1	20.10.2008	1	511	66	4.78		0.79				
		3	707	72	4.59		0.74				
		Sum	1218	85	4.77		0.74	2.99	0.70	0.67	1
Torsø 3	14.12.2011	1	351	48	4.42		0.79				
		2	306	48	4.68		0.84				
		Sum	657	60	4.66	Svært god	0.79	2.65	0.72	0.70	-
Torsø 3	20.10.2008	1	737	53	4.19		0.73				
		3	673	52	4.03		0.71				
		Sum	1410	66	4.18		0.69	3.17	0.66	0.61	-

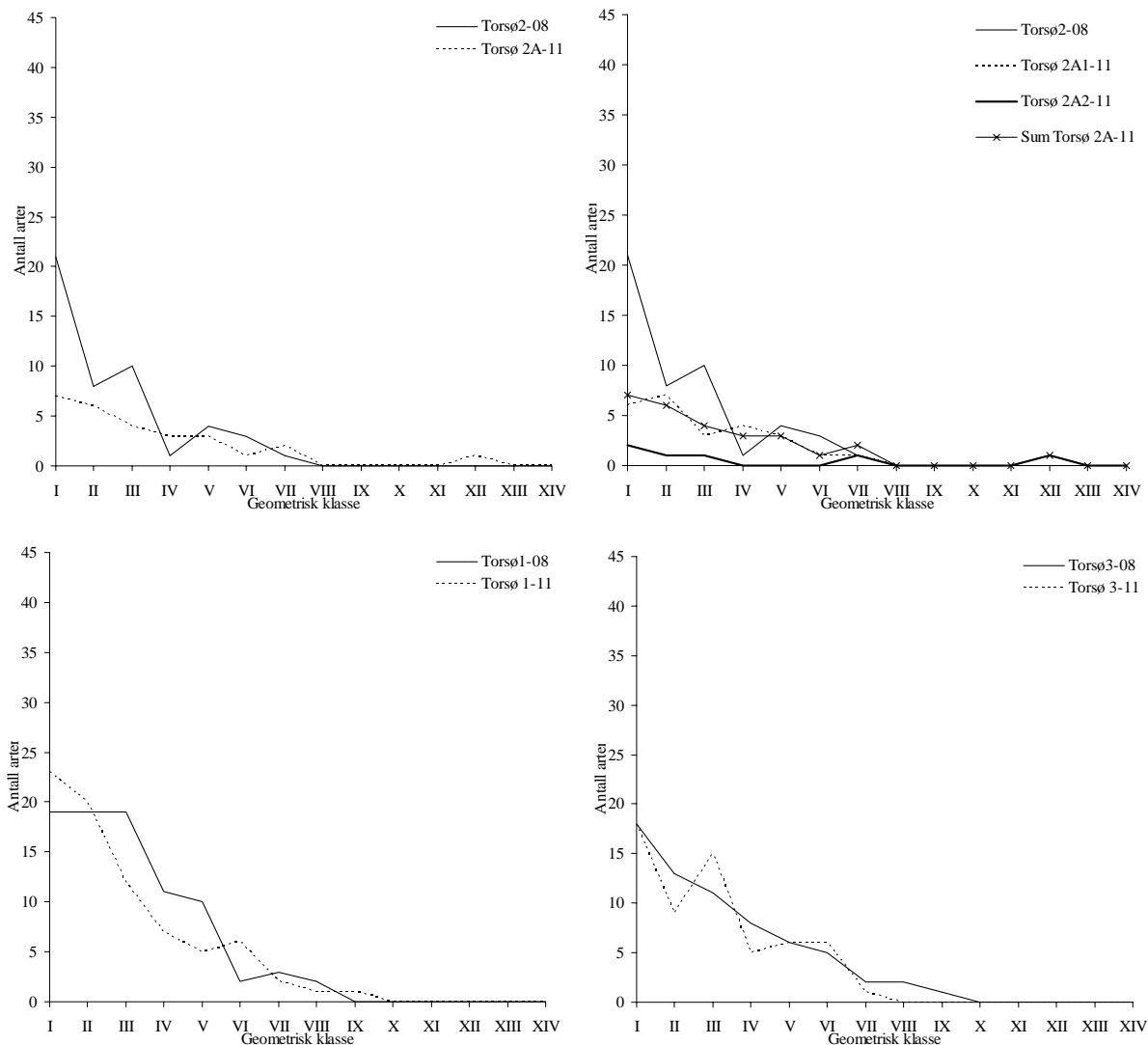
I – Svært god II - God III – Moderat IV – Dårlig V – Svært dårlig

Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Lille Torsø i 2008 og 2011. Pga flytting av stasjonen, kan ikke Torsø 2 fra 2008 sammenlignes direkte med Torsø 2A fra 2011. I tillegg er de to huggene fra Torsø 2A i 2011 presentert som egne stasjoner pga store variasjoner.

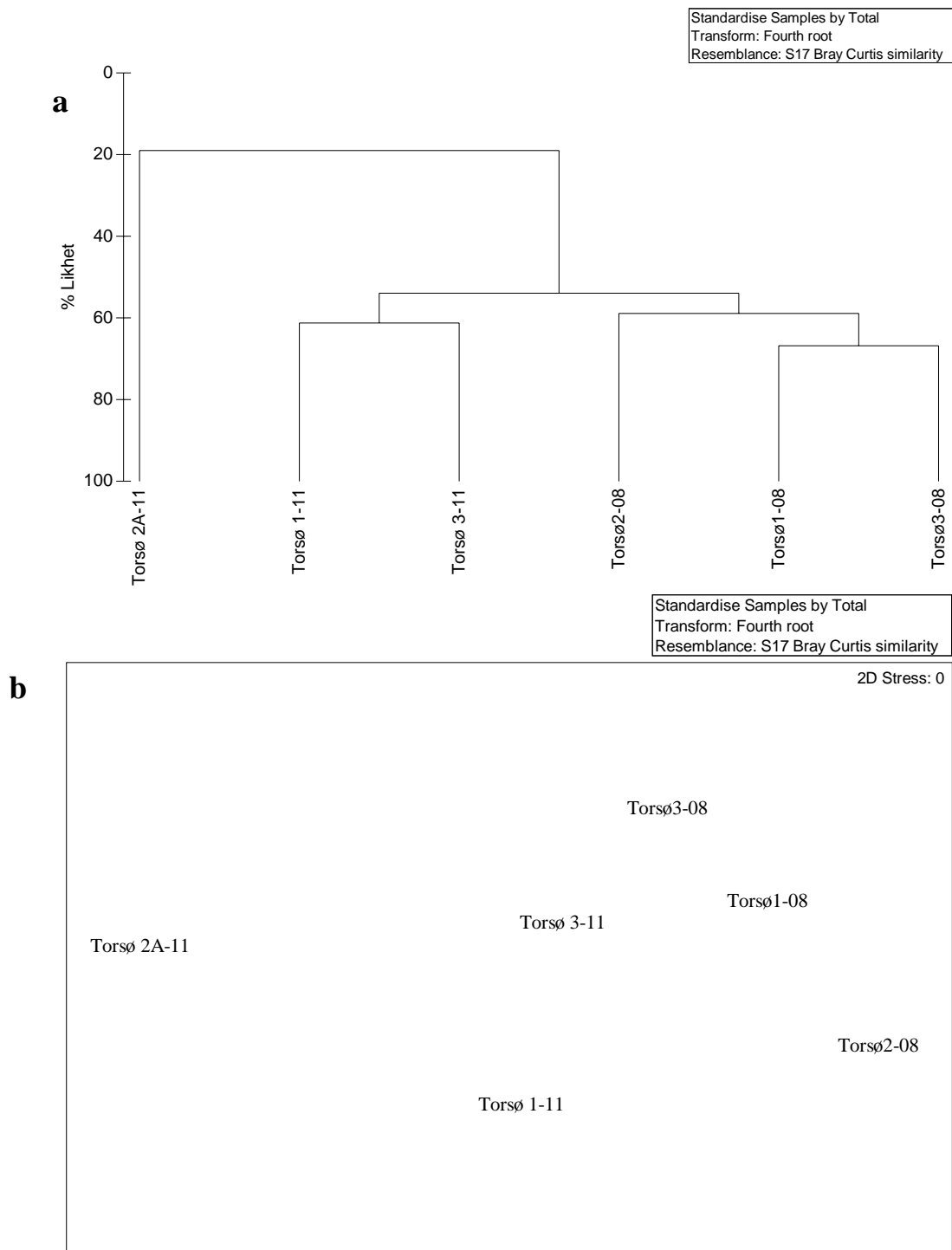
Torsø2-08	Ant. Ind.	%	Kum %	Torsø 2A-11 (sum)	Ant. Ind.	%	Kum %
<i>Polydora sp.</i>	82	21	21	<i>Capitella capitata</i>	3269	89	89
<i>Thyasira flexuosa</i>	52	13	34	<i>Malacoceros fuliginosa</i>	115	3	93
<i>Thyasira sarsii</i>	36	9	44	<i>Mediomastus fragilis</i>	93	3	95
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	34	9	52	<i>Pholoe baltica</i>	39	1	96
<i>Myriochele oculata</i>	24	6	58	<i>Scoloplos armiger</i>	25	1	97
<i>Heteromastus filiformis</i>	22	6	64	<i>Eteone longa</i>	22	1	97
<i>Diplocirrus glaucus</i>	21	5	69	<i>Ophryotrocha sp.</i>	21	1	98
<i>Owenia borealis</i>	16	4	74	<i>Chaetozone sp.</i>	13	0	98
<i>Abra nitida</i>	13	3	77	<i>Exogone sp.</i>	11	0	99
<i>Pista cristata</i>	7	2	79	<i>Syllidae indet.</i>	10	0	99
	390				3658		
Torsø 2A1-11	Ant. Ind.	%	Kum %	Torsø 2A2-11	Ant. Ind.	%	Kum %
<i>Mediomastus fragilis</i>	93	33	33	<i>Capitella capitata</i>	3248	96	96
<i>Pholoe baltica</i>	39	14	46	<i>Malacoceros fuliginosa</i>	112	3	100
<i>Scoloplos armiger</i>	25	9	55	<i>Eteone longa</i>	7	0	100
<i>Ophryotrocha sp.</i>	21	7	62	<i>Microphthalmus sp.</i>	3	0	100
<i>Capitella capitata</i>	21	7	70	<i>Arenicola marina</i>	1	0	100
<i>Eteone longa</i>	15	5	75	<i>Nudibranchiata indet.</i>	1	0	100
<i>Chaetozone sp.</i>	13	5	79				
<i>Exogone sp.</i>	11	4	83				
<i>Syllidae indet.</i>	10	3	87				
<i>Phyllodoce mucosa</i>	5	2	88				
<i>Spio sp.</i>	5	2	90				
	286				3372		
Torsø1-08	Ant. Ind.	%	Kum %	Torsø 1-11	Ant. Ind.	%	Kum %
<i>Polydora sp.</i>	233	19	19	<i>Thyasira sarsii</i>	262	23	23
<i>Heteromastus filiformis</i>	174	14	33	<i>Pholoe baltica</i>	144	13	36
<i>Thyasira sarsii</i>	77	6	40	<i>Levinsenia gracilis</i>	73	6	42
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	77	6	46	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	70	6	48
<i>Diplocirrus glaucus</i>	73	6	52	<i>Scoloplos armiger</i>	57	5	53
<i>Abra nitida</i>	51	4	56	<i>Thyasira flexuosa</i>	55	5	58
<i>Thyasira equalis</i>	32	3	59	<i>Mediomastus fragilis</i>	50	4	62
<i>Scalibregma inflatum</i>	27	2	61	<i>Eteone longa</i>	44	4	66
<i>Chaetozone sp.</i>	26	2	63	<i>Scalibregma inflatum</i>	40	4	70
<i>Prionospio cirrifera</i>	25	2	65	<i>Diplocirrus glaucus</i>	33	3	73
	1218				1140		
Torsø3-08	Ant. Ind.	%	Kum %	Torsø 3-11	Ant. Ind.	%	Kum %
<i>Polydora sp.</i>	325	23	23	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	116	18	18
<i>Heteromastus filiformis</i>	195	14	37	<i>Melinna cristata</i>	56	9	26
<i>Thyasira sarsii</i>	160	11	48	<i>Thyasira equalis</i>	46	7	33
<i>Scalibregma inflatum</i>	102	7	55	<i>Thyasira flexuosa</i>	43	7	40
<i>Abra nitida</i>	76	5	61	<i>Abra nitida</i>	39	6	46
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	51	4	64	<i>Polydora sp.</i>	35	5	51
<i>Diplocirrus glaucus</i>	49	3	68	<i>Spiochaetopterus typicus</i>	32	5	56
<i>Pholoe baltica</i>	48	3	71	<i>Pholoe baltica</i>	28	4	60
<i>Thyasira equalis</i>	48	3	75	<i>Thyasira sarsii</i>	25	4	64
<i>Amaeana trilobata</i>	38	3	77	<i>Syllidae indet.</i>	22	3	67

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Lille Torsø i 2011 og 2008. Pga flytting av stasjonen, kan ikke Torsø 2 fra 2008 sammenlignes direkte med Torsø 2A fra 2011. I tillegg er de to huggene fra Torsø 2A i 2011 presentert som egne stasjoner pga store variasjoner.

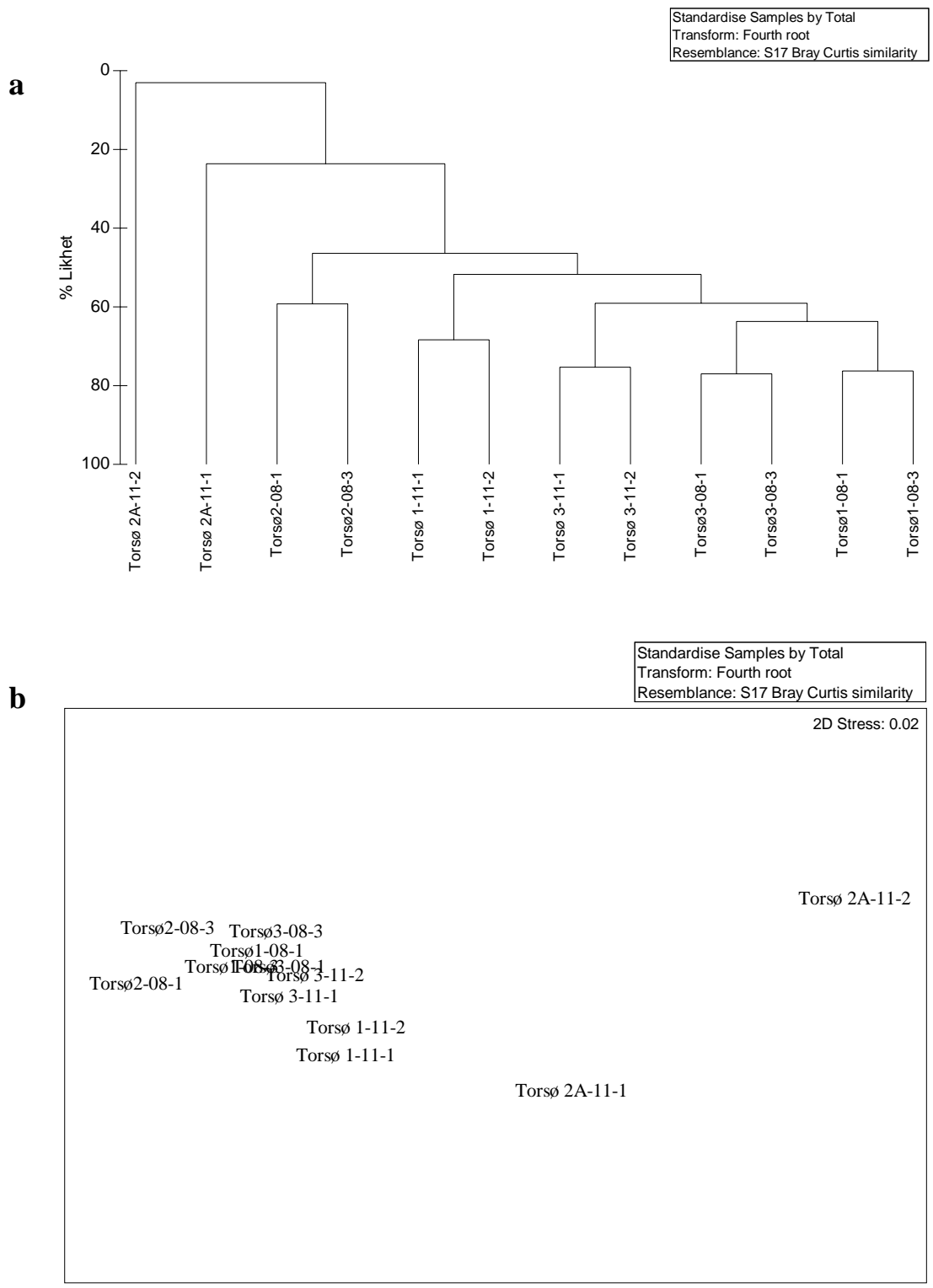
Geometrisk klasse	Torsø1-08	Torsø 1-11	Torsø2-08	Torsø 2A1-11	Torsø 2A2-11	Torsø 2A-11		Torsø3-08	Torsø 3-11
						(Sum)			
I	19	23	21	6	2	7	18	18	
II	19	20	8	7	1	6	13	9	
III	19	12	10	3	1	4	11	15	
IV	11	7	1	4	0	3	8	5	
V	10	5	4	3	0	3	6	6	
VI	2	6	3	1	0	1	5	6	
VII	3	2	1	1	1	2	2	1	
VIII	2	1	0	0	0	0	2	0	
IX	0	1	0	0	0	0	1	0	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	
XII	0	0	0	0	1	1	0	0	
XIII	0	0	0	0	0	0	0	0	
XIV	0	0	0	0	0	0	0	0	



Figur 3.8. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Lille Torsøy i 2011 og 2008. Pga flytting av stasjonen, kan ikke Torsø 2 fra 2008 sammenlignes direkte med Torsø 2A fra 2011. I tillegg er de to huggene fra Torsø 2A i 2011 presentert som egne stasjoner pga store variasjoner.



Figur 3.9 Dendrogram fra clusteranalyse (a) og MDS-plott (b) av bunnfaunaresultatene fra Lille Torsøy i 2011 og 2008. Analysene er utført på stasjonsnivå. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Torsø 2-08 er ikke direkte sammenlignbar med Torsø 2A-11 pga flytting av stasjon. Torsø 2A inneholder to hugg som var såpass ulike at de trolig kan regnes som to stasjoner (se figur 3.6).



Figur 3.10. Dendrogram fra clusteranalyse (a) og MDS-plott (b) av bunnfaunaresultatene fra Lille Torsø i 2011 og 2008. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Torsø 2-08 er ikke direkte sammenlignbar med Torsø 2A-11 pga flytting av stasjon. De to huggene Torsø 2A-11-1 og Torsø 2A-11-2 var såpass ulike at de trolig kan regnes som to stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved ett matfiskanlegg ved Torsøya i Hitra kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 14. desember 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner.

Det er utført MOM-C undersøkelse ved lokaliteten én gang tidligere, i 2008. To av prøvetakingsstasjonene (Torsø 1 og Torsø 3) er tatt ved samme posisjon denne gangen (i 2011) som de ble tatt på i 2008. Når det gjelder nærsone-stasjonen Torsø 2A er denne flyttet nærmere anlegget i denne undersøkelsen. Dermed er den ikke direkte sammenlignbar med Torsø 2 fra 2008.

Det ble utført hydrografiske målinger av vannsøylen ved alle tre prøvetakingsstasjoner. Saltholdigheten viste normale verdier i hele vannsøylen ved alle stasjoner, og lå i sjiktet 33-36 ‰. Både konsentrasjonen og metningen av oksygen var stabilt høy ved stasjonene Torsø 1 og Torsø 2A. Ved fjernsonestasjonen Torsø 3 sank oksygenkonsentrasjonen noe ved bunnen, ned til 6,8 mg/l. Dette gir likevel bunnvannet tilstanden 'meget god' etter klassifiseringen i Molvær et al. 97. Det at oksygenverdiene var såpass jevne, tyder på at det i senere tid har vært god omrøring i vannsøylen ved prøvetakingsstasjonene.

Det ble utført kornfordelingsanalyser av sedimentet fra alle stasjonene. Sedimentet ved Torsø 2A var relativt grovkornet med mye sand og grus. Sedimentet ved Torsø 1 og Torsø 3 var mer finkornet, med mye silt, og en del leire. Dette var også trenden ved undersøkelsen i 2008. Ut fra dette tyder det på god bunnstrøm ved Torsø 2A, og noe svakere bunnstrøm ved stasjonene Torsø 1 og Torsø 3.

Innholdet av sink og kobber var lavt, og fikk beste tilstand ved alle tre stasjoner. Nivået av fosfor var lavt til moderat ved samtlige stasjoner. Nivåene av TOC var høye ved samtlige stasjoner og gav dårligste tilstand. I 2008 var nivået av TOC også relativt høyt. Glødetapet var lavt ved Torsø 2A, mens det må betegnes som høyt ved Torsø 1 og Torsø 3.

De bentiske forholdene var svært gode på de undersøkte stasjonene i overgangssonen og fjernsonen til anlegget Lille Torsø. I nærsonen (Torsø 2A) var derimot forholdene svært

dårlige. Sammenlignet med 2008 har bunnfaunaforholdene forverret seg siden den gang, men det faktum at nærsone-stasjonen Torsø 2A denne gangen er flyttet nærmere anlegget, har sannsynligvis hatt innvirkning.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultatene.

Stasjon	Dyp (m)	Fauna KLIF's T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber	T.kl. TOC
Torsø1	118	I	I	I	I	V
Torsø2A	65	-	II	I	I	V
Torsø3	100	I	-	I	I	V

5 TAKK

Vi takker de ansatte ved anlegget Lille Torsøy fra Marine Harvest AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Fredrik R Staven fra Aquakompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Tommie Christensen. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eel E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kysfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kysfarvann. *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*.
- Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.

7 VEDLEGG

GENERELL VEDLEGGSEDEL

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.

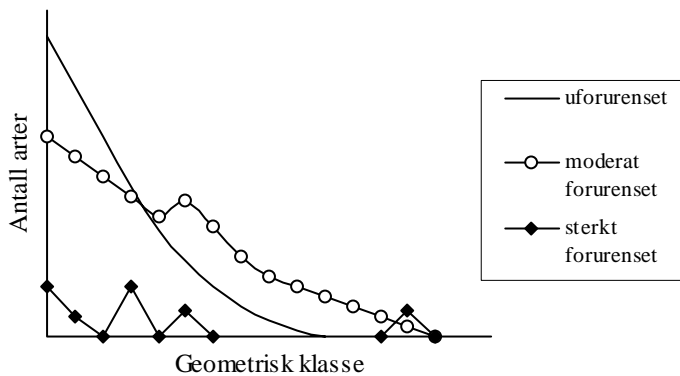
Geometriske klasser

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 og 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 og 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. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

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 uforurensete 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:

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

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.

Hurlbert diversitetsindeks $ES(100)$ er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! \cdot 100!)] / [N! / ((N - 100)! \cdot 100!)]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

$$NQI1 \text{ (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 \cdot (1 - AMBI/7) + 0.5 \cdot (SN/2.7) \cdot (N/(N+5))]$$

$$NQI2 \text{ (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5 \cdot (1 - AMBI/7) + 0.5 \cdot (H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES_{100}	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både

til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulike prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir

gjentatt inntil det oppnås en “maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: \hat{d}_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

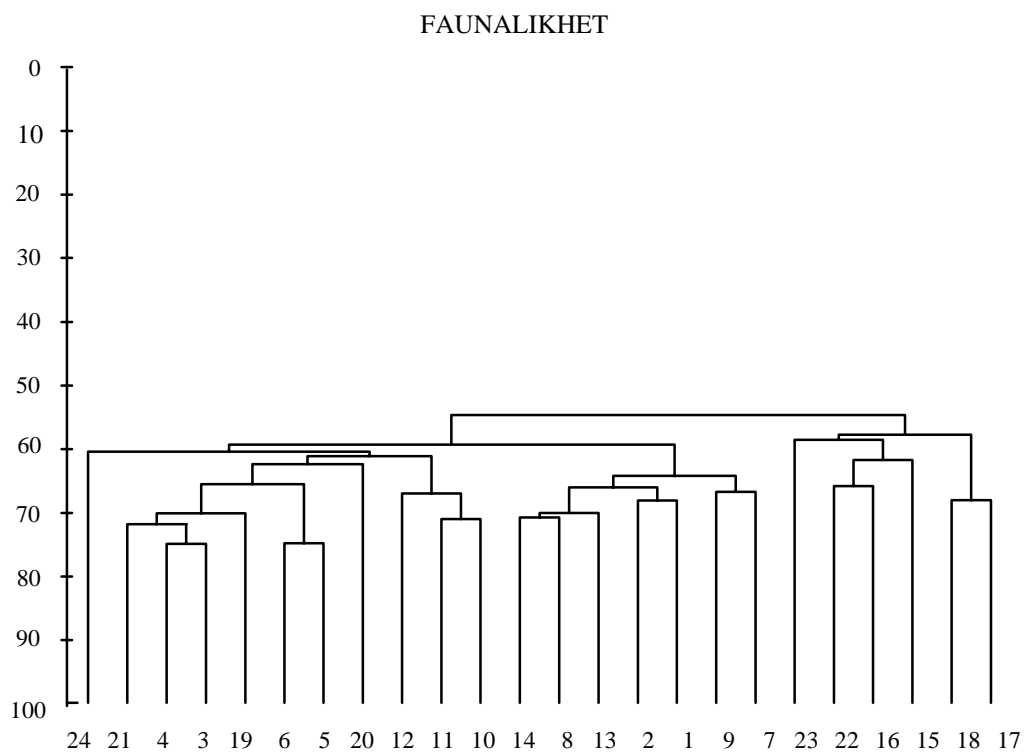
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon, $> 0,3$ plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

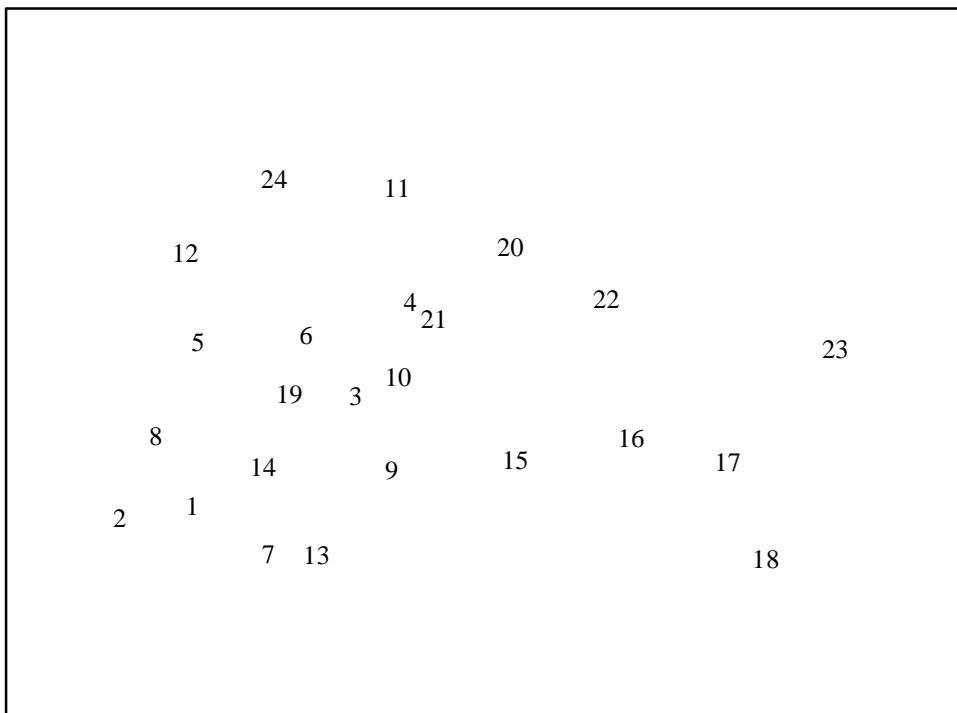
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

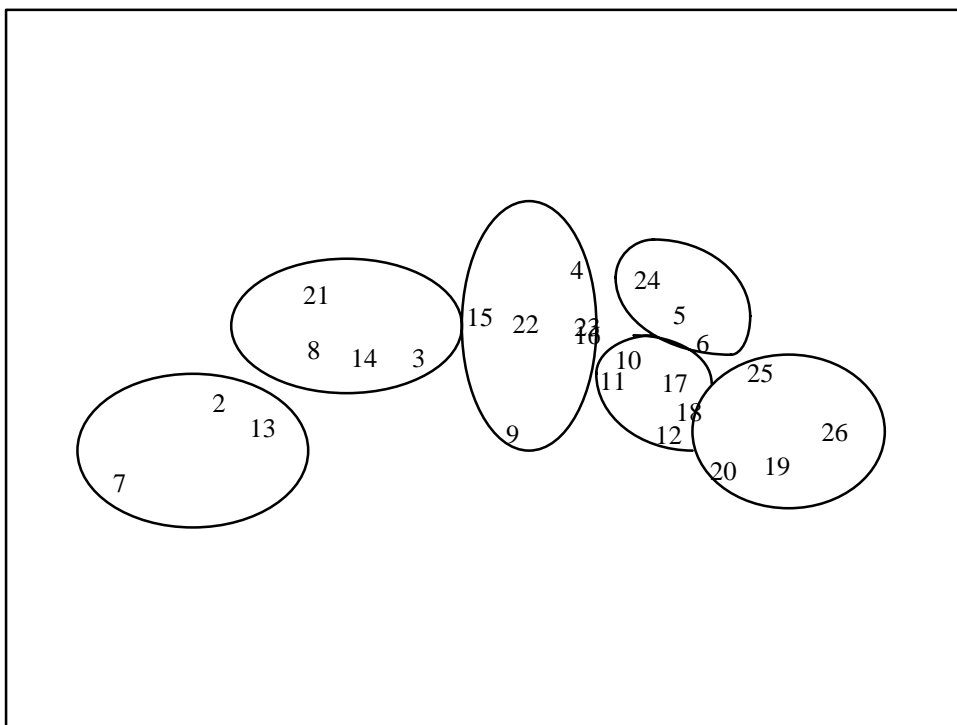


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon ta 2229:2007*.

Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*

Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.

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.

Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS, 7770 Flatanger****Prosjekt nr.: 806282****Prøvetaksingssted (område): Lille Torsøy****Dato for prøvetaking: 14.12.11****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -****Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO 5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO 5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

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

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

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

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

Signatur:.....

Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	14.12.2011	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø
	Hugg nr	1	2	2A	2A	3	3
		1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.			+				
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.			+	+	+		
* ANTHOZOA							
Virgularia mirabilis						1	1
* NEMERTINI indet.	44	26			1	1	5
* NEMATODA indet.		8	ca.40	ca.500		1	
PRIAPULIDA							
Priapulus caudatus		5					
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii	47	23				81	35
Polynoidae indet.	2	1					
Pholoe baltica	49	95	39			18	10
Pholoe pallida		4				5	2
Phyllodoce groenlandica		1/1	1			1	
Phyllodoce mucosa			4/1				
Phyllodoce rosea		1					
Eumida bahusiensis	1		1/2			1	
Sige fusigera		1				1	2
Eteone longa	35	9	15	7			
Kefersteinia cirrata	1	1					
Microphthalmus sp.			1	3			
Syllidae indet.	7	12	10			13	9
Exogone sp.	4	23	11				3
Nephtys hystericis		0/1					
Sphaerodorum flavum		1					
Glycera alba	5/2	1/5	0/3			0/2	1/1
Goniada maculata						3	1
Nothria conchylega						0/1	
Lumbrineridae indet.	7	3				3	7
Protodorvillea kefersteini			1				
Ophryotrocha sp.			21				
Schistomeringos sp.		2					
Scoloplos armiger	2/12	6/37	1/24			0/1	
Malacoceros fuliginosa			2/1	112			
Polydora sp.	3	13	3			11	24
Prionospio cirrifera		2				3	2
Prionospio fallax	1	2	4			2	2
Scoelepis korsuni	2						
Spio sp.			5				
Spiophanes kroeyeri						1	
Apistobranchnus tenuis						2	2
Spiophanes wigleyi		0/1					
Spiochaetopterus typicus	3/1	1/1				14/2	14/2
Levinsenia gracilis	33	40					
Paraonis sp.	2	2	2				
Aphelochaeta sp.	1	1					1
Chaetozone sp.	4	2	13			3	2
Cirriformia tentaculata	0/2		0/2				

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	14.12.2011	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø
	Hugg nr	1	2	2A	2A	3	3
Macrochaeta clavicornis				1			
Brada villosa			3				
Diplocirrus glaucus	8/4	4/17				5/6	1/3
Lipobranchus jeffreysii		1/1					
Polyphysia crassa							1
Scalibregma inflatum	14/6	13/7				1	1/6
Capitella capitata		1	21	3248			1
Heteromastus filiformis	3	4				11	6
Mediomastus fragilis	22	28	93				
Notomastus latericeus		1				0/1	0/1
Arenicola marina					1		
Maldane sarsi						4	
Maldanidae indet.		3				5	2
Owenia borealis	1						
Galathowenia fragilis						1	
Galathowenia oculata	4	5					3
Pectinaria koreni	0/2		1				
Ampharete lindstroemi						1/2	1
Sabellides octocirrata		0/1					1
Anobothrus gracilis	0/1	1				2/4	0/5
Mugga wahrbergi		1					8
Melinna cristata	1	2				9/17	9/21
Terebellidae indet.							0/1
Axionice maculata		,					
Thelepus cincinnatus		1					
Streblosoma bairdi						1	
Polycirrus norvegicus	0/5	4/5					
Polycirrus plumosus	0/2					2	2
Amaeana trilobata	4	2				0/1	2/3
Terebellides stroemi						1	0/1
Sabellidae indet.	1	1				1	
Jasmineira sp.	1						
CRUSTACEA							
* Calanus finmarchicus		1					
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.	2	2					5
Onoba semicostata	1						
Taranis moerchi		0/1					
Cylichnina umbilicata		1					
Philine scabra	1						
Cylichna alba							0/1
Cylichna cylindracea						1	
Nudibranchiata indet.					1		
Nucula nucleus	0/1	3/3					
Nucula sulcata	1/1	0/2					
Ennucula tenuis	1	6/2				7	5/4
Yoldiella philippiana	0/1	3/8				2/1	2/1
Modiolula phaseolina		0/1					
Myrtea spinifera	0/3	1/3					

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

14.12.2011		Torsø	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø	Torsø
Hugg nr		1	2	1	2	1	2
	<i>Thyasira flexuosa</i>	21/3	24/7	2		22/2	18/1
	<i>Thyasira sarsii</i>	58/12	142/50			9/6	2/8
	<i>Thyasira equalis</i>		2			17	26/3
	<i>Mendicula feruginosa</i>						0/1
	<i>Parvicardium minimum</i>		0/1			1	0/1
	<i>Macoma calcarea</i>			1			
	<i>Abra nitida</i>	0/3	10/5			10/9	5/15
	<i>Corbula gibba</i>		1			2	2
	<i>Pulsellum lofotense</i>		1				
*	BRYOZOA						
*	Bryozoa skorpeformet		+		+		
*	Bryozoa grenet		+	+	+		
	ECHINODERMATA						
	<i>Ophiopholis aculeata</i>		0/1				
	<i>Amphipholis squamata</i>		1				
	<i>Amphiura chiajei</i>		4/10			12/2	3/1
	<i>Ophiocten affinis</i>	7/10				0/1	
	<i>Ophiura albida</i>	0/1	0/2			0/1	0/1
	<i>Echinocardium flavescens</i>	0/3	0/2				0/1
	HOLOTUROIDEA						
	<i>Leptosynapta</i> sp.	0/1	1			2	
*	VARIA		+		+		

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



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

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd.
Bergen
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-12-MX-000166-01



EUNOBE-00001969

Prøvemottak: 05.01.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 06.01.2012-17.01.2012
Referanse: 806282, ref: 5/12

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2012-0106-022	Prøvetakingsdato:	05.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Torsø 1	Analysestartdato:	06.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	27	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	26	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	78	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1400	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	70.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet					

Prøvenr.:	441-2012-0106-023	Prøvetakingsdato:	05.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Torsø 2	Analysestartdato:	06.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	55	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	10	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	69	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1400	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	33.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet					

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet 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-12-MX-000166-01



EUNOBE-00001969



Prøvenr.:	441-2012-0106-024	Prøvetakingsdato:	05.01.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Torsø 3	Analysestartdato:	06.01.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	26	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	27	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	73	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	75.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	
Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet					

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

Bergen 17.01.2012

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet 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