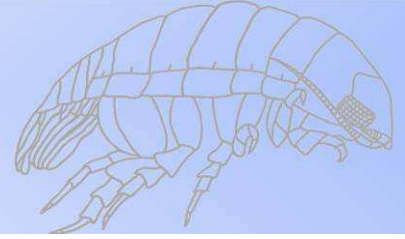


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





SAM e-Rapport nr. 11-2012

MOM C-undersøkelse ved Gjerdinga i 2011

Anders W Olsen
Vidar Strøm
Kristin Hatlen
Per-Otto Johansen



	SAM-Marin	 <small>Test 157</small>
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: MOM C-undersøkelse ved Gjerdinga i 2011	Dato: Felt: 04. mai, 2011. Rapport: 15.03.2012
	Antall sider og bilag: 37
Forfatter(e): Anders W Olsen, Vidar Strøm, Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen.	Prosjektleder: Anders W Olsen
	Prosjektnummer: 38-5-11C /805826

Oppdragsgiver: Sinkaberg Hansen AS	Tilgjengelighet: Åpen
------------------------------------	-----------------------

Abstract: On assignment from Sinkaberg Hansen AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the area by the marine fish farm Gjerdinga. The fish farm is located north of Nærøysundet, in Nærøy in Nord-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. The station Gjer1 is located in the near zone of the fish farm, Gjer2 in the transition zone east of the fish farm, and Gjer3 in the remote zone northeast 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 zinc and cobber were low on every station. The percent volatile total solids was low at every station. The level of TOC was relatively low at Gjer1 (class II, good), while it was high at Gjer2 (class IV, bad) and even higher at the remote zone station (class V, very bad). The level of phosphorus was moderate at all stations. The sediment analysis showed that the sediment in the area of investigation consisted of a mixture of fine-grained particles, and sand. The fauna investigation showed good conditions on every station. All in all, this environmental investigation indicates that the marine area surrounding Gjerdinga is in a good state.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 11-2012
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	10.4.2012	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	04. mai 2011	<i>Anders W. Olsen</i>

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 - analyser, samlet av: -

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

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

Rapportering utført av: SAM-marin og Aqua Kompetanse

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Oppdrettsbåten til Sinkaberg Hansen AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse as akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Tørrstoff, sink, kobber og fosfor

Ikke akkreditert: TOC

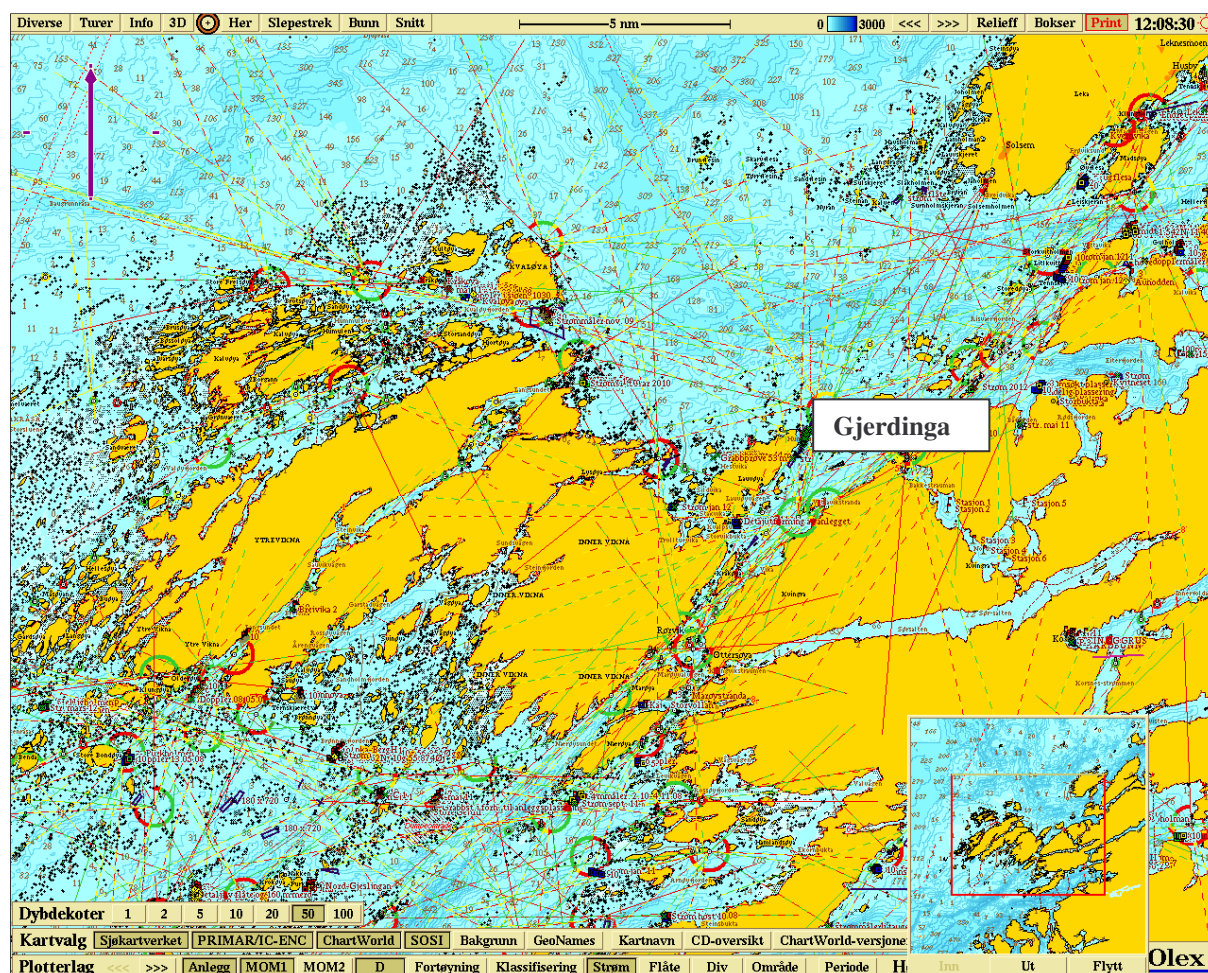
Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjon.....	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	16
3.4 Bunndyr	16
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	21
5 TAKK	22
6 LITTERATUR	22
7 VEDLEGG	23
GENERELL VEDLEGGSDDEL	23
Vedleggstabell 1. Artsliste	31
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	36

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 oppdrettsanlegget Gjerdinga i Nærøy kommune, Nord-Trøndelag 4. mai 2011. Anlegget eies av Sinkaberg Hansen AS. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad. Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i en prøve. Resultatene i undersøkelsen er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Statens Forurensningstilsyn (Molvær et al. 1997).



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

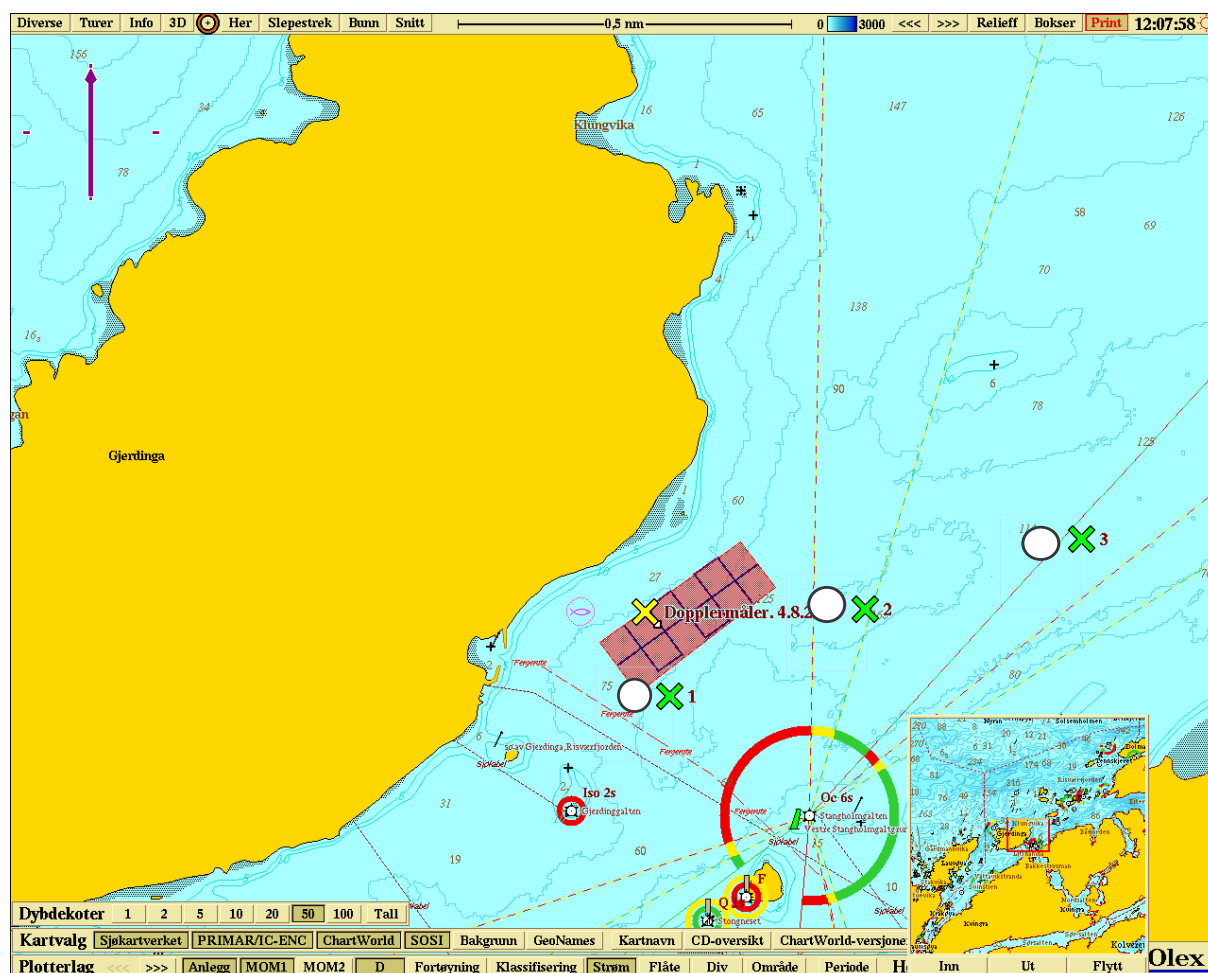
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger nord i Nærøysundet (Figur 2.1 og 2.2), øst for øya Gjerdinga. Det største dypet i området er 238 m. Anlegget ligger ikke innenfor noen definert terskel. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon Gjer 1 ligger cirka 60 meter sørøst for anlegget. Gjer 2 ligger cirka 260 meter nordøst for anlegget, i overgangssonen. Stasjon Gjer 3 ligger i fjernsonen, cirka 861 meter nordøst for anlegget. Se figur 2.2.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Sinkaberg Hansen AS den 4. mai 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. Detaljskisse over undersøkellesområdet 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 på alle tre stasjoner (figur 3.1 til 3.3). Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. På grunn av en feil med oksygensonden foreligger det ikke målinger av oksygenkonsentrasjon og oksygenmetning i vannsøylen ved prøvetakingsstasjonene. Da stasjonene ligger i et strømrøkt og havnært område er det ikke sannsynlig at det er begrensninger i vannutskiftingen. Det ble derfor besluttet at det ikke var nødvendig med nytt tokt for å gjøre oksygenmålinger. Målingene ble overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 4. mai 2011.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet den 4. mai 2011. 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. Gjer 1 04.05.11	Gjerdinga 64°56.649 N 11°27.631 Ø	117	1	12,85	Silt, lys grå/brun farge. Ingen lukt. Børstemark og slangestjerner i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	11,72	Silt, lys grå/brun farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3		Silt, lys grå/brun farge. Ingen lukt. Uttak til kjemisk/geologisk prøve.
St. Gjer 2 04.05.11	Gjerdinga 64°56.780 N 11°28.322 Ø	162	1	12,5	Silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	12,85	Silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3		Silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Uttak til kjemisk/geologisk prøve.
St. Gjer 3 04.05.11	Gjerdinga 64°56.854 N 11°29.088 Ø	135	1	13,7	Silt og litt leire. Lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	13,7	Silt og litt leire. Lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3		Silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Uttak til kjemisk/geologisk prøve.

2.2.2 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 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 Eurofins Norsk Miljøanalyse 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. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

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 bunndyrprøver fra uforurensede 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 bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepssdyr 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.

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet og KLIF (Klima og Forurensingsdirektoratet) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997, Veileder nr 1:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversitetene beregnes for prøvene 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 vanndirektivet 1:2009). Normalisert TOC er korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget/ svært god	II God	III Moderat/ mindre god	IV Dårlig	V 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 nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

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

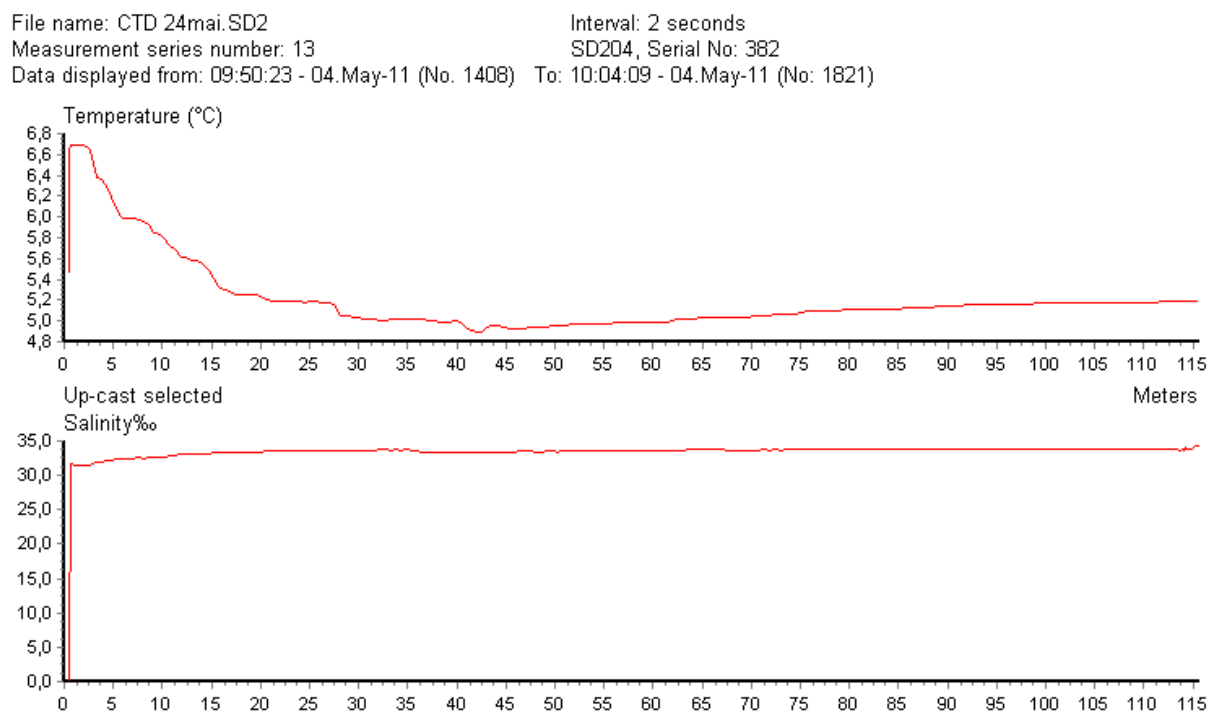
2.3 Produksjon

Lokaliteten hadde ligget brakk i nesten et års tid ved undersøkelsesdato (4. mai 2011). Utføret mengde ved generasjonen som ble utslaktet i april 2010 var 790 tonn. MTB ved lokaliteten er 5460 tonn.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

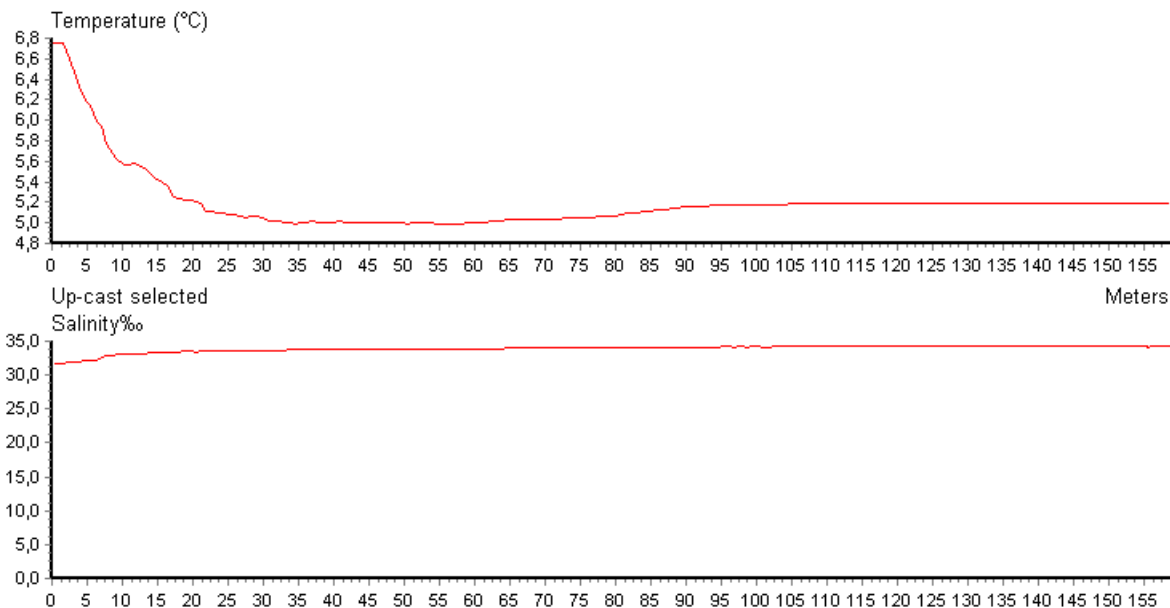
3.1 Hydrografi

På alle tre stasjoner ble det stort sett registret det samme mønster når det gjelder hydrografi (figur 3.1 til 3.3). Ved alle stasjonene sank temperaturen fra rundt 6,8 til 5,0 °C fra overflaten og ned til 30 meters dybde. Videre nedover i vannsøylen lå temperaturen jevnt på litt over 5 °C. Saliniteten lå på rundt 32-33 ‰ i hele vannsøylen. Dette er en normal salinitet for saltvann



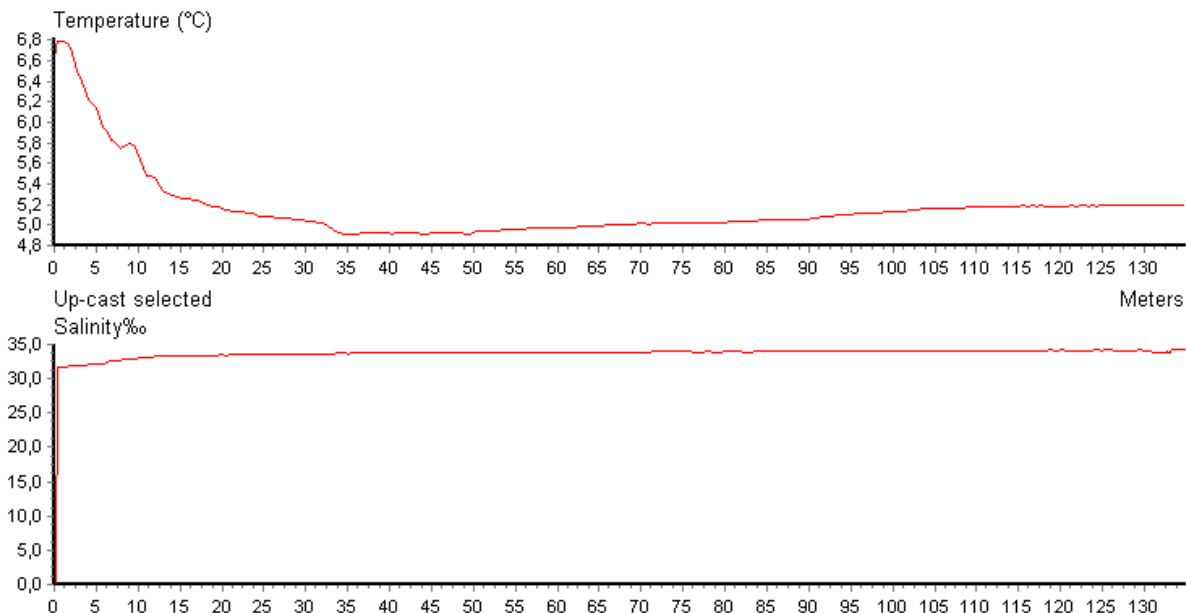
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 115 meters dyp på stasjon Gjer 1 den 4. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 14 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:18:23 - 04.May-11 (No. 1851) To: 11:28:51 - 04.May-11 (No: 2165)



Figur 3.2. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 160 meters dyp på stasjon Gjer 2 den 4. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 15 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:47:01 - 04.May-11 (No. 2254) To: 12:58:45 - 04.May-11 (No: 2606)



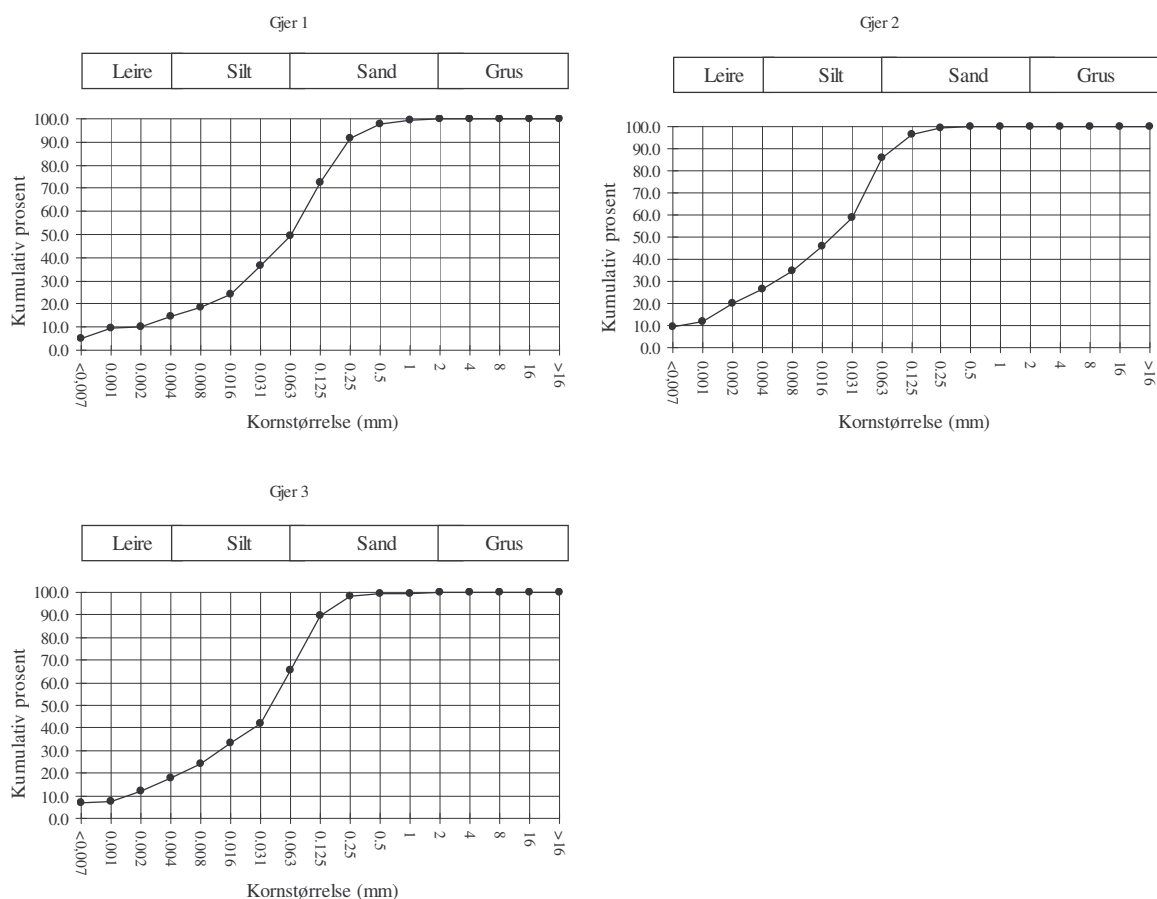
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 135 meters dyp på stasjon Gjer 3 den 4. mai 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.4 og Tabell 3.1.

Sedimentet fra undersøkelsesområdet inneholdt en blanding av finkornede partikler og mer grovpartikler. Sedimentprøven fra Gjer 1 inneholdt 15 % leire, 34 % silt, og 51 % sand.

Sedimentet fra Gjer 2 inneholdt 26 % leire, 59 % silt, og 14 % sand. Sedimentet fra Gjer 3 inneholdt 18 % leire, 48 % silt, og 34 % sand.



Figur 3.4. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Gjerdinga i 2011.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Gjer 1	117	7,6	15	34	49	51	0
Gjer 2	162	12,6	26	59	86	14	0
Gjer 3	135	10,1	18	48	66	34	0

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Gjerdinga 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 tyder ikke på spesielt høyt organisk innhold i sedimentet ved Gjerdinga. TOC-verdiene viser på Gjer 2 (tilstand IV, Dårlig) og Gjer 3 (tilstand V, Meget dårlig), mens Gjer 1 har moderate verdier (tilstand II, God). Nivåene av fosfor var like høye ved samtlige stasjoner og lå på et moderat nivå. Konsentrasjonene av kobber og sink var lave på alle de undersøkte stasjonene.

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

Stasjon	Totalt Organisk Carbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor	Sink	Kobber		Tørrestoff (TS) %	
				mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	TK		
Gjer 1	14,0	23,1	II	750,0	47,0	I	19,0	I	56,0
Gjer 2	37,0	39,6	IV	750,0	78,0	I	20,0	I	44,0
Gjer 3	74,0	80,2	V	750,0	60,0	I	17,0	I	51,0

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.5-3.7 og Vedleggstabell 1. Gjer 1 ligger på 117 m dyp i nærheten til anlegget Gjerdinga. Det ble funnet 2216 individer og 104 arter på denne stasjonen. Dette er et høyt artsantall på 0,2 m² og gir diversiteten 4,68 og MOM-tilstanden 1 Meget god. Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver et svært godt artsmangfold og fordeling av arter innen geometriske grupper illustrerer en god sammensetning på stasjonen. Den mest individrike arten var børstemarken *Myriochele heeri* som utgjorde 19 % av total mengde individer i prøvene. Ellers fantes det åtte andre børstemarkarter og en molluskart blant de ti mest individrike artene. Faunaen ved denne stasjonen nyter trolig godt av et tilsig av organisk materiale fra anlegget.

I overgangsonen ligger stasjonen Gjer 2 på 162 m dyp. Her ble det funnet 786 individer fordelt på 89 arter. Dette er et høyt antall arter og gir diversiteten 4,68 og dermed KLIFs

tilstand "Svært god". MOM-tilstanden er også "Meget god" (MOM-tilstand: 1). Vanddirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver et svært godt artsmangfold. Fordelingen av arter innen geometriske klasser indikerer også gode forhold. Av de ti mest individrike artene på denne stasjonen, hadde børstemarken *Heteromastus filiformis* flest individer (14 %) etterfulgt av syv andre børstemarkarter og to molluskararter. Alle resultatene tyder på at forholdene på denne stasjonen er meget gode.

Gjer 3 ligger på 135 m dyp i fjernsonen av anlegget Gjerdinga. Her ble det registrert 1573 individer fordelt på 87 arter. Dette er en høyt artsantall i forhold til dypet. Diversiteten ligger på 4,64, noe som tilsvarer KLIFs tilstand "Svært god". I tillegg beskriver Vanddirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) et svært godt artsmangfold. Fordelingen av arter innen geometriske klasser er også god på denne stasjonen. Blant de ti mest individrike artene fantes det kun børstemark. Den mest individrike var *Maldane sarsii*. Denne utgjorde 18 % av total mengde individer. Alle resultater peker mot svært gode forhold på denne stasjonen.

De multivariate analysene viser at det var en relativt stor likhet mellom alle stasjonene (omtrent 60-70 %). Gjer 2 var stasjonen som skilte seg mest ut fra de andre.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Gjerdinga i 2011. Klassifisering av miljøtilstanden (T.kl.) 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.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	KLIF	MOM	Jevnhet (J)	AMBI	NQI1	NQI2
					TK	TK				
Gjer 1	1	850	77	4.74			0.76			
	2	1366	83	4.51			0.71			
	Sum	2216	104	4.68		1	0.70	1.77	0.79	0.76
	TK					Meget god			Svært god	Svært god
Gjer 2	1	421	66	4.84			0.80			
	2	365	70	4.97			0.81			
	Sum	786	89	5.03		1	0.78	2.12	0.78	0.77
	TK				Svært god	Meget god			Svært god	Svært god
Gjer 3	1	392	58	4.61			0.79			
	2	1181	75	4.29			0.69			
	Sum	1573	87	4.64			0.72	1.98	0.77	0.75
	TK				Svært god				Svært god	Svært god

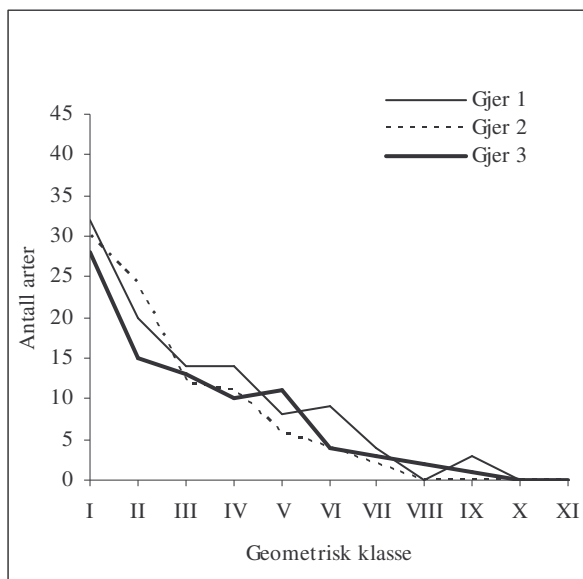
Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Gjerdinga i 2011.

Gjer 1	Antall individer	%	Kum.%	Gjer 2	Antall individer	%	Kum.%
<i>Myriochele heeri</i>	418	19	19	<i>Heteromastus filiformis</i>	112	14	14
<i>Maldane sarsii</i>	286	13	32	<i>Maldane sarsi</i>	101	13	27
<i>Owenia borealis</i>	271	12	44	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	54	7	34
<i>Thyasira sarsii</i>	108	5	49	<i>Galathowenia oculata</i>	49	6	40
<i>Galathowenia oculata</i>	102	5	53	<i>Pista cristata</i>	37	5	45
<i>Maldanidae indet.</i>	79	4	57	<i>Maldanidae indet.</i>	33	4	49
<i>Chaetozone sp.</i>	69	3	60	<i>Myriochele heeri</i>	27	3	53
<i>Diplocirrus glaucus</i>	61	3	63	<i>Adontorhina similis</i>	26	3	56
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	61	3	66	<i>Thyasira sarsii</i>	24	3	59
<i>Pista cristata</i>	56	3	68	<i>Diplocirrus glaucus</i>	23	3	62

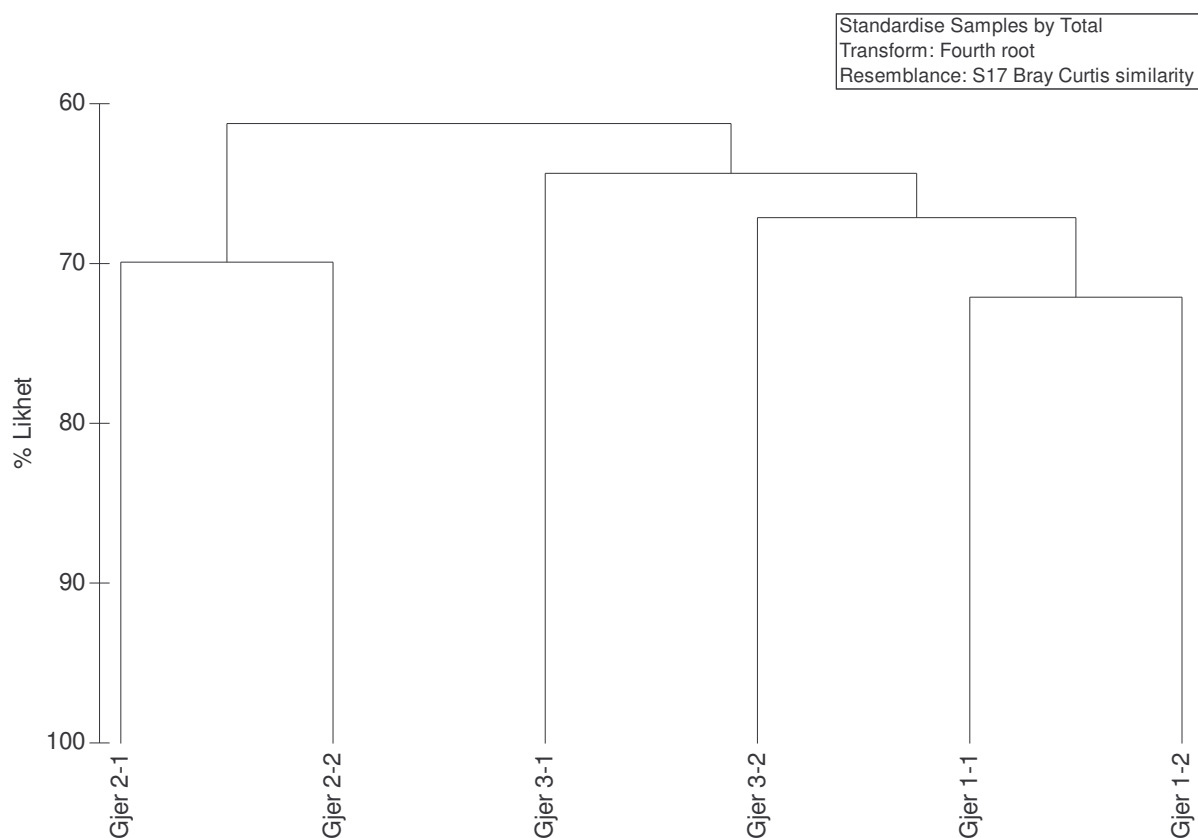
Gjer 3	Antall individer	%	Kum.%
<i>Maldane sarsi</i>	290	18	18
<i>Myriochele heeri</i>	184	12	30
<i>Owenia borealis</i>	131	8	38
<i>Leaena ebranchiata</i>	126	8	46
<i>Heteromastus filiformis</i>	103	7	53
<i>Galathowenia oculata</i>	98	6	59
<i>Sabellides indet.</i>	47	3	62
<i>Maldanidae indet.</i>	43	3	65
<i>Polydora sp.</i>	38	2	67
<i>Galathowenia fragilis</i>	32	2	69

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Gjerdinga i 2011.

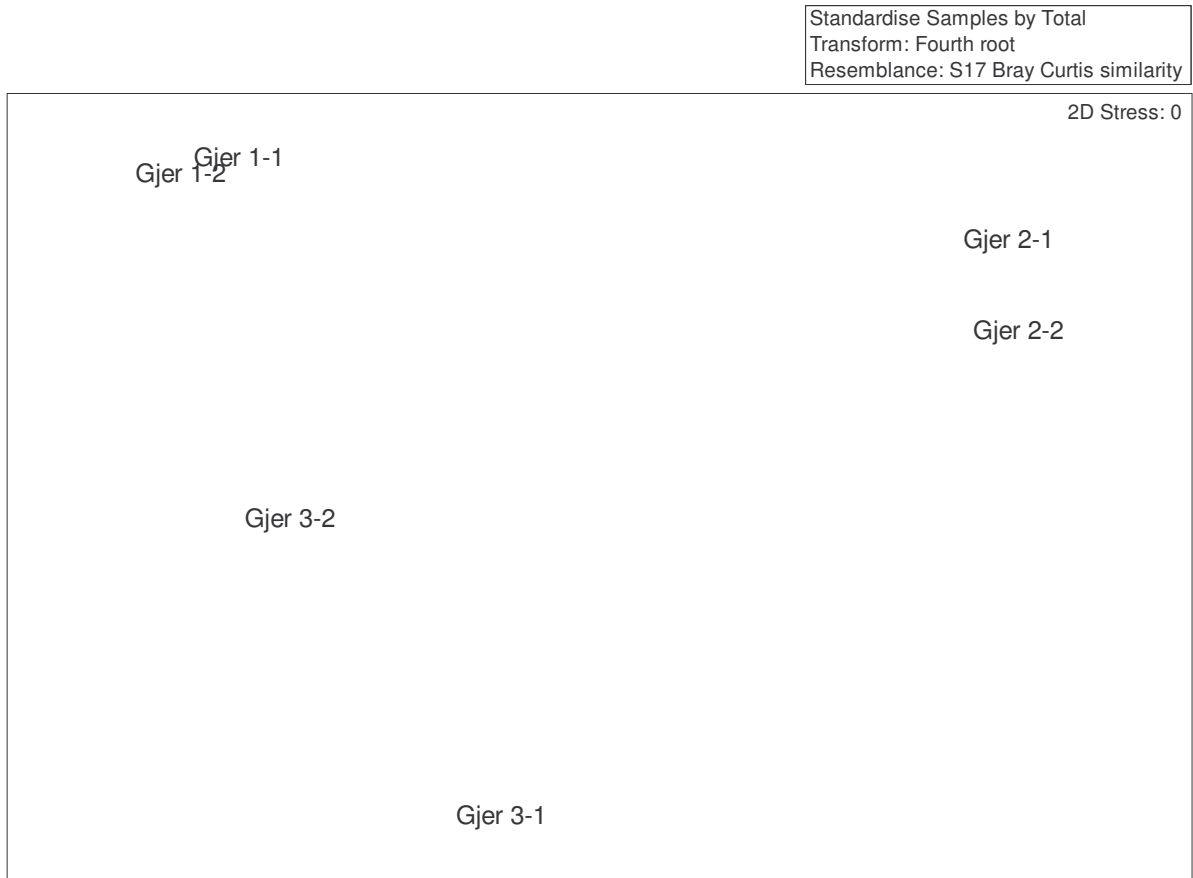
Geom.kl.	Gjer 1	Gjer 2	Gjer 3
I	32	30	28
II	20	24	15
III	14	12	13
IV	14	11	10
V	8	6	11
VI	9	4	4
VII	4	2	3
VIII	0	0	2
IX	3	0	1
X	0	0	0
XI	0	0	0



Figur 3.5. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Gjerdinga i 2011.



Figur 3.6 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Gjerdinga i 2011. 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.



Figur 3.7. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Gjerdinga i 2011. 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.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved ett oppdrettsanlegg nord i Nærøysundet i Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunnundersøkelser utført den 4. mai 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner.

De hydrografiske målingene viste normale verdier av og salinitet i hele vannsøylen. Oksygenverdiene ble ikke målt grunnet instrumentsvikt, men her ingen undervannstopografi som begrenser vannutskiftingen. Sedimentundersøkelsen viser at prøvene fra alle tre stasjoner består av en blanding av leire, silt, og sand. Sedimentprofilen var forholdsvis lik på alle stasjonene. Glødetapet tydet ikke på spesielt høyt organisk innhold i sedimentet ved Gjerdinga. TOC-verdiene viste en dårlig tilstand på Gjer 2, og en meget dårlig tilstand på Gjer 3. TOC-verdiene på Gjer 1 var moderate, og fikk tilstand 'god'. Nivåene av fosfor var moderate på samtlige stasjoner.

Bunnfaunaen i området rundt Gjerdinga tyder på svært gode miljøforhold ved undersøkelsestidspunktet.

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
Gjer 1	117	-	I	I	I	II
Gjer 2	162	I	I	I	I	IV
Gjer 3	135	I	-	I	I	V

5 TAKK

Vi takker mannskapet fra Sinkaberg Hansen AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Anders W Olsen fra Aquakompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Tommie Christensen. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen, Per-Otto Johansen, og Tom Alvestad.

6 LITTERATUR

- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 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: Direktorsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.

7 VEDLEGG

GENERELL VEDLEGGSDDEL

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.

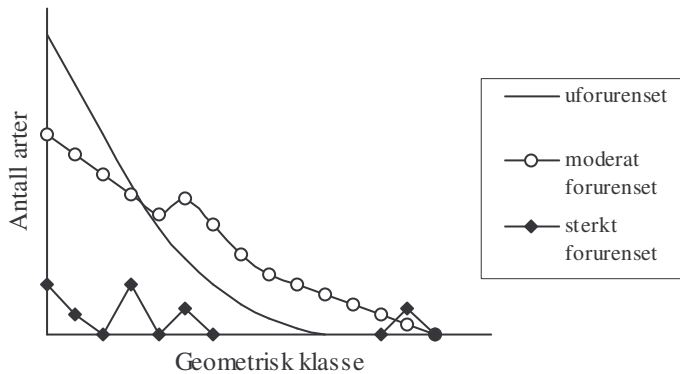
Geometriske klasser

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 prøvelighet 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 miljøgradienter. 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:

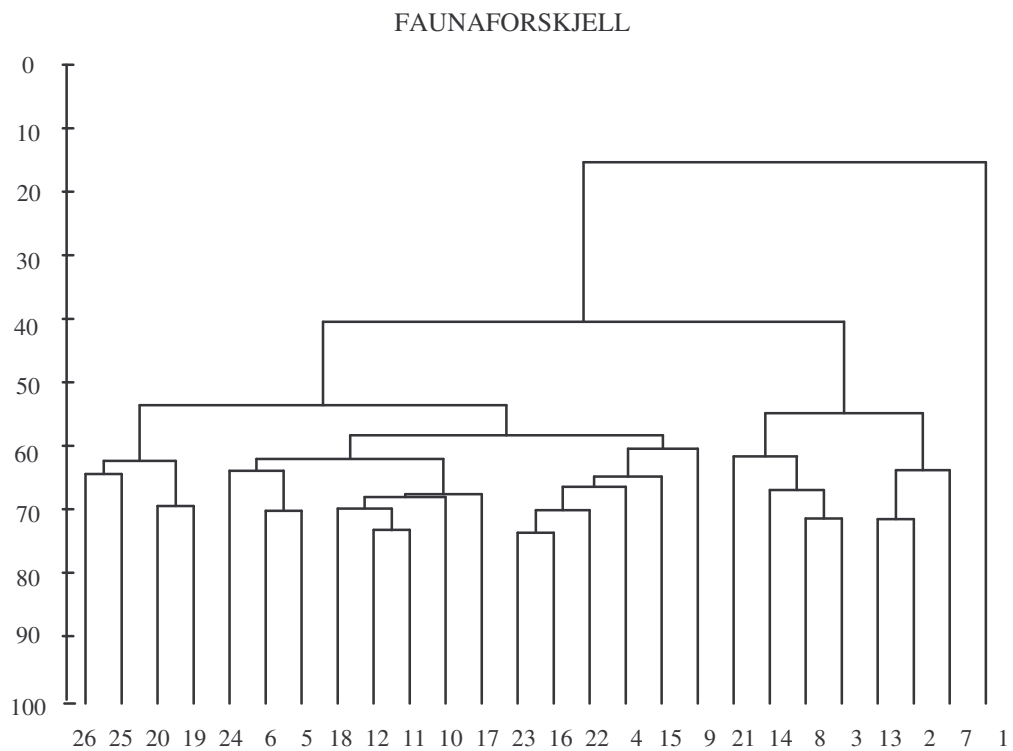
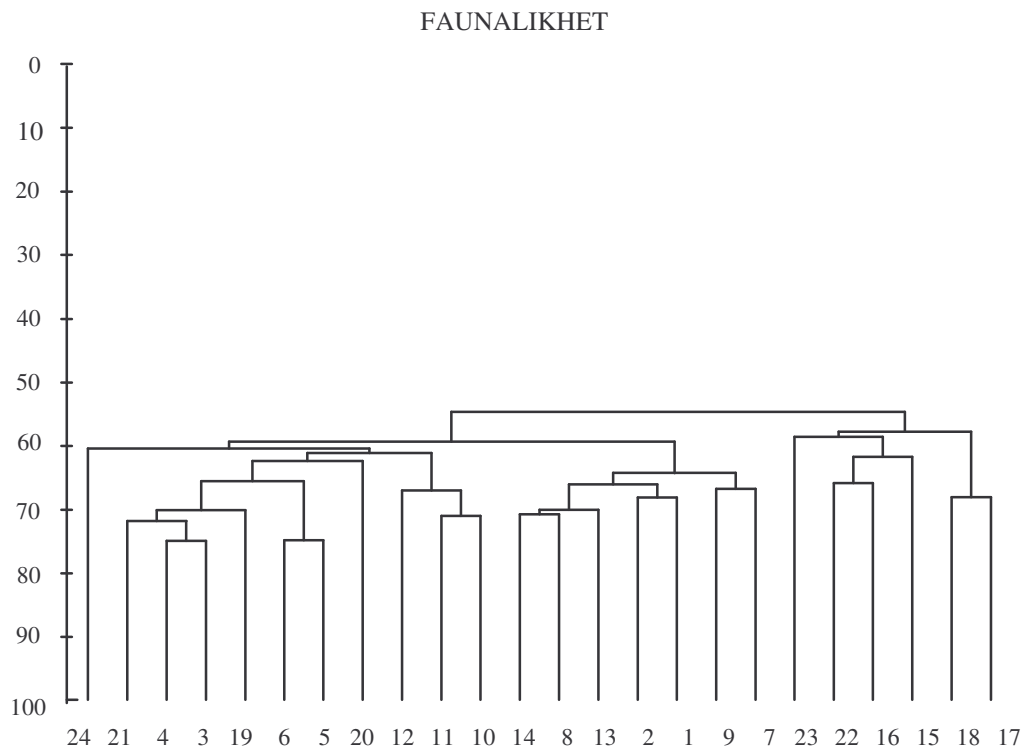
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

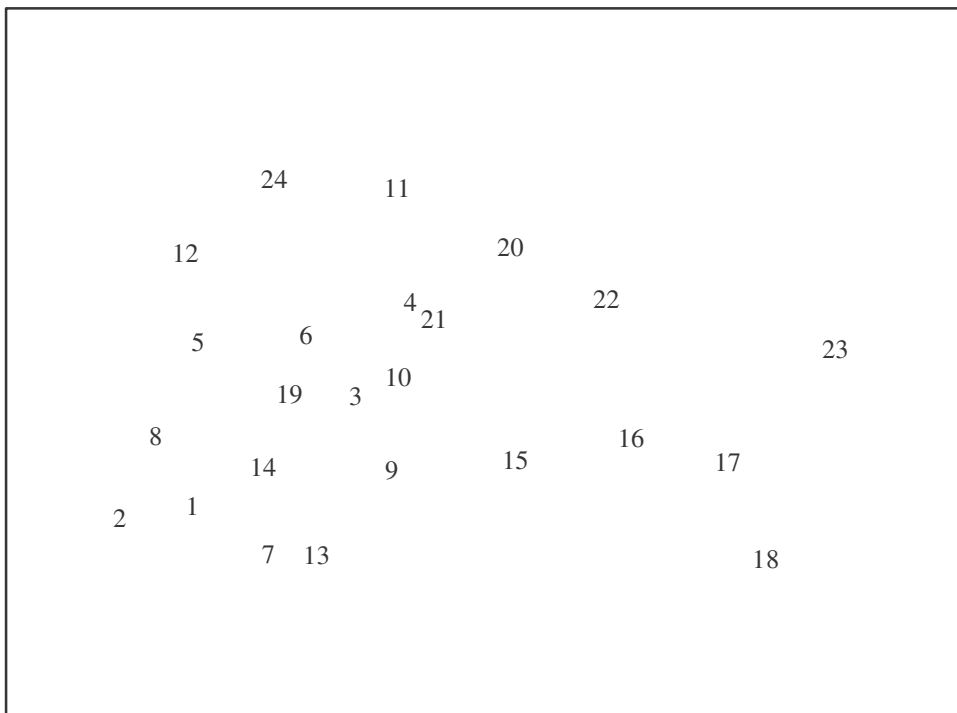
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget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

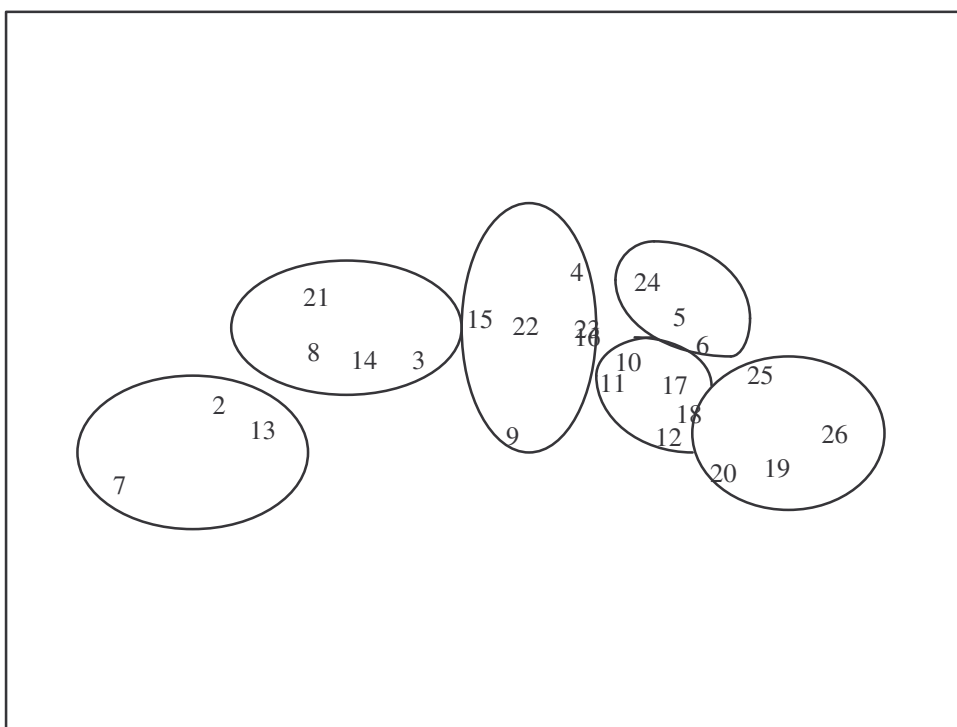


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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-505.4

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
Prosjekt nr.: 805826
Prøvetakingssted (område): Gjerdinga
Dato for prøvetaking: 4.5.2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Per Johannessen, Per-Otto Johansen og Tom Alvestad

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

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

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

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

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

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


Signatur:.....
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

4.5.2011 Art	Stasjon Hugg nr	Gjerdinga					
		St1	St1	St2	St2	St3	St3
		1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.			+	+	+	+	
* ANTHOZOA							
* NEMERTINI indet.		26	22	30	27	7	11
* NEMATODA indet.		5	5			1	1
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii		28	33	24	30	4	12
Aphrodita aculeata				0/1	0/1		
* Siboglinum ekmani					+		+
Polynoidae indet.		1		1		1	
Pholoe baltica		6	3	1	1	4	6
Pholoe pallida		3			1	1	1
Paranaitis sp.							1
Paranaitis wahlbergi			1				1
Nereiphylla lutea		2					
Phyllodoce groenlandica		3	1/1	1/1	1	1	2
Phyllodoce mucosa			0/1				
Phyllodoce rosea		1		1		0/1	
Eumida sp.			1				1
Sige fusigera			1				
Eulalia sp.			3	5	2		
Mystides caeca				1			
Eteone longa		1		1	2		
Gyptis rosea					2		
Nereimyra punctata		1		0/1	0/2		
Ophiodromus flexuosus			1				
Syllidae indet.		7	2				2
Exogone sp.		3	3	6	2	2	7
Ceratocephale loveni				2	2	1	
Nephtys ciliata		8/3	3/4	3/1	0/3	2	2/3
Nephtys paradoxa							1
Sphaerodorum flavum						1	
Glycera lapidum		0/1			0/1		
Goniada maculata		0/1					
Nothria conchylega		1/1	1/1		2	3/1	3/7
Lumbrineridae indet.			3	1	2	3	1
Phylo norvegica				2	1		1
Laonice sp.							0/1
Polydora sp.		5	24	12	9	18	20
Prionospio cirrifera		1	4	1	1		3
Prionospio dubia				1			
Scolecopsis korsuni				4	1		
Spiophanes kroeyeri		2/7	4/7	1/2	2/3	2/7	3/11
Apistobranchus tenuis		2	12	1		1	3
Spiochaetopterus typicus							1
Aricidea catherinae			3		2		
Aricidea simonae				1			1
Levinsenia gracilis					1		
Paraonis sp.		3	9		1		2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

4.5.2011	Stasjon Hugg nr	Gjerdinga					
		St1	St1	St2	St2	St3	St3
		1	2	1	2	1	2
	Aphelochaeta sp.	2	12		1	7	9
	Chaetozone sp.	29	40	9	11	14	10
	Cirratulus cirratus		1				
	Brada villosa	2					
	Diplocirrus glaucus	22/18	11/10	8	10/5	9/3	3
	Ophelina acuminata		0/2				
	Polyphysia crassa	0/1					
	Scalibregma inflatum	1	0/1	0/1			
	Capitella capitata	1					
	Heteromastus filiformis	18	27	62	50	76	27
	Notomastus latericeus	0/1	1/5	3/1	0/2	1	
	Praxillella gracilis	2		2			
	Asychis biceps	0/1			3		14/1
	Maldane sarsi	117	169	58	43	27	263
	Maldanidae indet.	23	56	18	15	12	31
	Myriochele heeri	139	279	10	17	1	183
	Owenia borealis	3/90	3/175			0/2	1/128
	Galathowenia fragilis		18	6			32
	Galathowenia oculata	33	69	29	20	52	46
	Pectinaria auricoma		1	1	1/1		
	Pectinaria koreni				1		
	Ampharete falcata	0/1					1
	Sabellides indet.	10	9	3	1	5	42
	Sabellides borealis	1	2/1				
	Sabellides octocirrata	1/1	8/1			2	7
	Anobothrus gracilis	2/4	1/1				
	Amphicteis gunneri			1	1		0/1
	Mugga wahrbergi	1					
	Amythasides macroglossus	7	27	4	2	1	12
	Eclysippe vanelli	1	2	2	4/3	1	3/2
	Sosanopsis wireni					1	2
	Samytha sexcirrata			1			1
	Glyphanostomum pallescens		3	1	0/1		1
	Melinna cristata			7	2/2	0/2	1/1
	Melinna albicincta		1				
	Melinna elisabethae	3/2	4/7		2/2	1/1	
	Paramphitrite birulai	6	1				3
	Eupolymnia nebulosa	3	1				
	Eupolymnia nesidensis					1	
	Pista cristata	10/5	29/12	13/10	13/1	5/9	4/5
	Laphania boeckii	12/1	6	2	10	16	6
	Zatsepinia rittichae			2			2
	Leaena ebranchiata	4	19	1	4	18	108
	Streblosoma bairdi		1				
	Streblosoma intestinale	2		0/1	1	2	13/1
	Polycirrus norvegicus		1			1	
	Polycirrus plumosus					1	
	Amaeana trilobata		2		3	1	1
	Trichobranchus roseus	4	5		2	3	3

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	4.5.2011	Stasjon	Gjerdinga					
			St1	St1	St2	St2	St3	St3
			1	2	1	2	1	2
	Art	Hugg nr						
	Terebellides stroemi		4/1	3/1	2	3	11/2	11/1
	Sabella pavonina		2				1	1
	Euchone sp.		12	21	3			3
	OLIGOCHAETA indet.		3			1	1	6
	SIPUNCULA							
	Sipuncula indet.		1	2				4
	Phascolion strombus				5/1	2	2/3	2
	CRUSTACEA							
*	Calanus finmarchicus		2	11	1		2	3
*	Metridia longa				1			
*	Cypridina norvegica		4/1	1/1	2/1	5	2/1	6/4
*	Philomedes liljeborgi		1/1		1			
*	Macrocypris minna			1			1	2
*	Leucon nasica		1				2	3
*	Eudorella emarginata					1		
*	Diastylis echinata				1			
*	Campylaspis costata			1				
*	Campylaspis rubicunda			1				
*	Campylaspis verrucosa							1
*	Tanaidacea indet.		9	7	2	2	1	3
*	Caecognathia hirsuta							3
*	Gnathia sp.			1	1			0/1
*	Munnopsis typica							1
*	Pleurogonium inerme							1
*	Amphipoda indet.		2	3	5	8	2	9
	Eriopisa elongata		5/2	3			0/2	3
*	Euphausiacea indet.					1		
	MOLLUSCA							
	Caudofoveata indet.		3	2	1		1	1
	Solenogastres indet.				1			
	Gastropoda juv indet				+			
	Euspira montagui				0/1	0/1		0/1
	Curtitoma trevelliiana			1				
	Odostomia acuta			1				1
	Philine scabra					1		
	Cylichna umbilicata			1				
	Scaphander punctostriatus					0/1		
	Nucula nucleus						0/1	
	Ennucula corticata		1	2				
	Ennucula tenuis		6/2	4/2	1			
	Nuculana minuta		1/2	6/4			2	0/1
	Yoldiella lucida		1/1	4/1	4/2	7/1	6/1	8/3
	Yoldiella nana		1/2	6/2	3/3	1/1	5/1	5/3
	Yoldiella philippiana							3/2
	Crenella decussata					1		
	Batharca pectunculoides				1			3/1
	Delectopecten vitreus		1/1		1			
	Palliolum furtivum			0/1				
	Thyasira obsoleta							1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	4.5.2011	Stasjon	Gjerdinga						
			St1	St1	St2	St2	St3	St3	
			1	2	1	2	1	2	
		Hugg nr							
	Art								
	Thyasira sarsii		13/32	21/42	2/13	5/4	3/7	3/3	
	Thyasira equalis		22/4	12/6	4/4	1/2	2/2	6/1	
	Axinulus croulinensis			1					
	Mendicula feruginosa		4	3	6/1	1		3	
	Adontorhina similis		14	27	11/6	9	1	27/1	
	Kurtiella tumidula					1			
	Astarte sulcata					1			
	Parvicardium minimum					2			
	Abra nitida		3/10	8/14	0/3	0/2	1/1	3/2	
	Kelliella abyssicola				1				
	Cuspidaria cuspidata		2			1			
	Cuspidaria lamellosa					1			
	Antalis entalis			0/1					
*	BRYOZOA								
	ECHINODERMATA								
	Amphipholis squamata		2	2/2					
	Amphiura filiformis		1/2	2			0/1		
	Amphilepis norvegica		1		0/2	0/1			
	Ophiocten affinis			1			1		
	Ophiura carnea			1		1		1	
	Ophiura robusta		1/1	0/1					
	Ophiura sarsi			1				0/1	
	Echinus acutus			0/1					
	Labidoplax buskii		6	2	6	4	6	2	
	ENTEROPNEUSTA indet.		5	1	1				
	CHORDATA								
*	PISCES indet.		0/1		3				
*	PISCES egg.		1						
*	VARIA		+		+				

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



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

Tlf: +47 55 54 92 92

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

AR-11-MX-000255-01



EUNOBE-00000282

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 24.08.2011-20.09.2011
Referanse: 805826 ref nr 31/2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2011-0824-026	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	24.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	56	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	19	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	47	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	750	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	14.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-0824-027	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	24.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	44	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	20	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)	750	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	37.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-0824-028	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	3	Analysestartdato:	24.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	51	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	17	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	60	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	750	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	74.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

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 måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-11-MX-000255-01



EUNOBE-00000282



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 20.09.2011

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 måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2