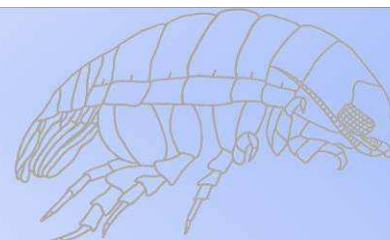


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





SAM e-Rapport nr 7-2012

Rettelsesrapport: MOM C undersøkelse ved Grøttingsøy og Slettholmen i 2011

**Fredrik R Staven
Anders W Olsen
Vidar Strøm
Kristin Hatlen
Per Johannessen
Per-Otto Johansen**

Rapporten erstatter SAM e-rapport 7-2012.
Endringer: Grø 1 i Figur 3.4 som viser kornfordeling.



	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormohlensgt. 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 ved oppdrettslokalitetene Grøttingsøy og Slettholmen i 2011	Dato: 20.3.2012 Antall sider og bilag: 37
Forfatter(e): Fredrik R Staven, Anders W Olsen, Vidar Strom, Kristin Hatlen, Per Johannessen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Fredrik R. Staven Prosjektnummer: 805837

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

<p>Abstract: On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the area by the marine fish farms Grøttingsøy and Slettholmen. The fish farms are located northwest of Mausundvær, in Froya, Sor-Trøndelag county. 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 Grøt 1 is located in the near zone of the fish farm Slettholmen, while the two other stations are located in the basins which surround the fish farms. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority. The results show that the level of phosphorus was a bit high at Grøt 1, while it was lower at the two other stations. The levels of zinc and cobber was low (class I, very good) on all three stations. The total organic carbon (TOC) showed high levels on Grøt1 (class III, less good) and low levels at Grøt 2 and Grøt 3 (class II, good and class III, very good, respectively). The organic content expressed as % volatile total solids showed low to moderate organic content on all three stations. A big proportion of the sediment consisted of sand and gravel, while a lesser proportion consisted of silt and clay. This indicates a high bottom current velocity in the marine area surrounding the fish farms. The soft bottom macrofauna investigations showed good conditions with good species diversity on Grøt 2 and Grøt 3. The station Grøt 1, which is located in the near zone, showed clear signs of organic influence from the fish farms, based on the macrofauna investigations. The species diversity was low based on the NQH and NQI2 indexes, while the MOM-standard gives good environmental conditions at this station. In general, the MOM-standard is a better environmental monitor for organic influence in the near zone. Overall, the results of this survey provide a picture of a marine area in good condition, although the near zone show signs of organic influence</p>
--

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos, Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett, Resipient, Bunndyr, Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 7-2012
---	---	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	19.03.2012	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	16.3.2012	<i>Fredrik R. Staven</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, Per-Otto Johansen og Tom Alvestad (SAM-Marin)

Rapportering utført av: SAM-Marin / Aqua Kompetanse

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: SAM-Marin

Prøvetaking til biologiske, geologiske og kjemiske analyser (Aqua Kompetanse).

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Tilhørende Surnadal Sjøservice AS

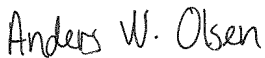

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse AS akkrediteringsnummer Test 003

Akkreditert: Totalt tørrstoff, kobber, sink, fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	"MOMC-undersøkelse; lokalitet Grøttingsøy"		
Rapport-nummer:	39-5-11C	Lokalitetens navn:	Grøttingsøy
Lokalitetsnummer:	12435	GPS, senter i anlegg:	63°52.781N 08°32.626 Ø
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Frøya
MTB-tillatelse:	5.460,00 tonn	Driftsleder:	Terje Olsen
Dato undersøkelse:	9.5.2011	Dato rapport:	07. mars, 2012
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, Knut Staven		

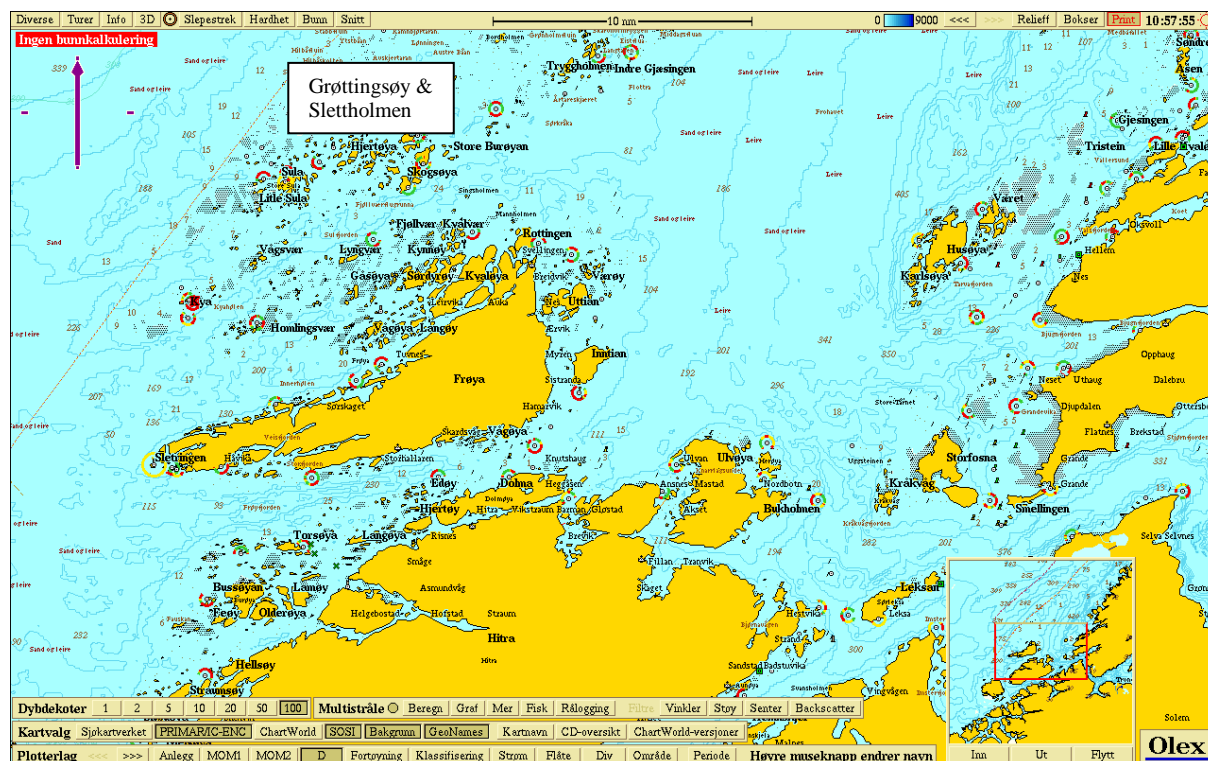
Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonen)	Stasjon 2 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsone)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		N 63°52.839 Ø 08°34.013	N 63°53.118 Ø 08° 33.064	N 63°52.718 Ø 08° 31.775
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	58	82	88
	Antall individer:	1828	1094	905
	Jevnhet (0-1):	0,36	0,78	0,80
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		4,99	5,16
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	Moderat 2 God	Svært god 1 Meget god	
Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	28,6 III	26,7 II	19,0 I
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	51,0 I	27,0 I	13,0 I
	P (g/kg): P, kommentar:	1,00 I	0,58 I	0,42 I
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	16,0 I	11,0 I	8,0 I
	Oksygen	Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse:	Ikke målt	Ikke målt
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Grus, sand og silt	Grus, sand og silt	Grus, sand og silt
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:		 Anders W. Olsen	 Fredrik R. Staven	

INNHOOLD

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER	7
2.1 Undersøkelsesområdet	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjon	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment	16
3.3 Kjemi	17
3.4 Bunndyr	17
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 nordvest for Mausundvær, Frøya kommune i Sør-Trøndelag den 9. mai 2011. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen, Per-Otto Johansen, 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.

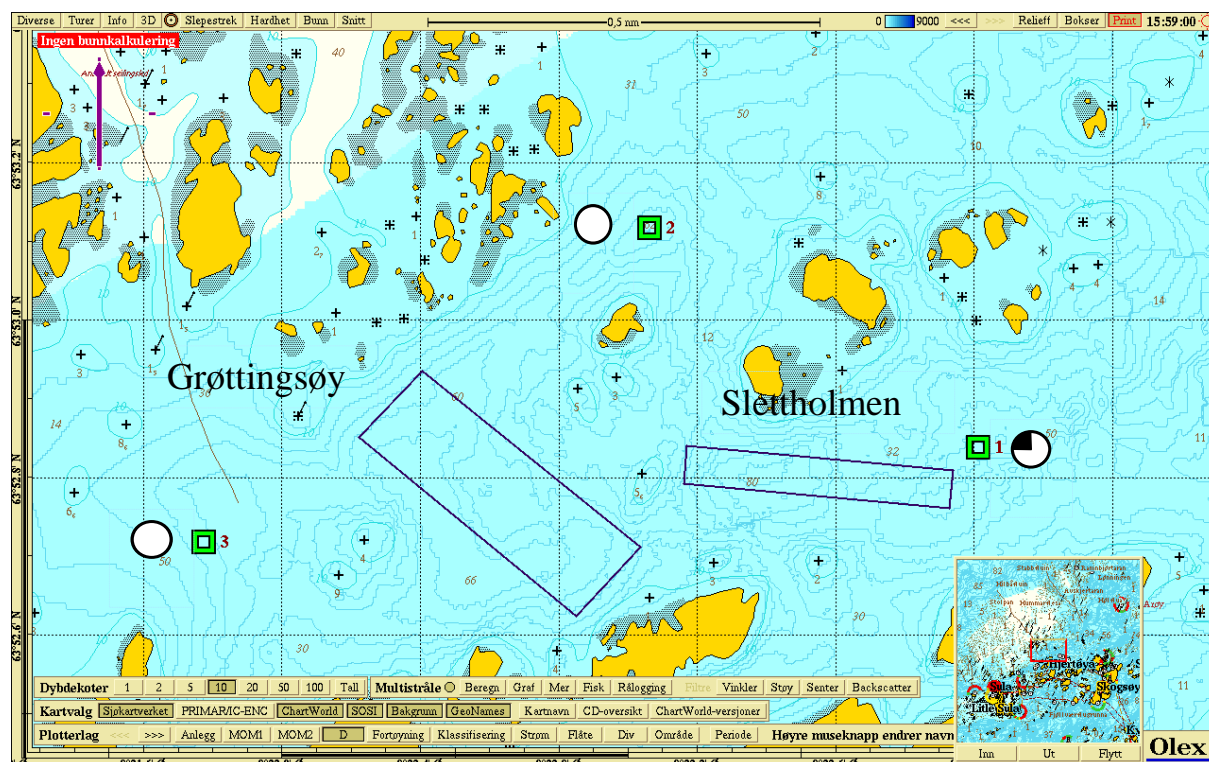
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger ved oppdrettslokalitetene Grøttingsøy og Slettholmen tilhørende Marine Harvest AS, i et skjærgårdsområde nordvest for Mausundvær i Frøya kommune. (Figur 2.1 og 2.2). Ingen av prøvetakingsstasjonene ligger innenfor noen bestemt terskel, men stasjonene ligger i separate basseng. Det største dypet i området er cirka 80 meter. Det er kun tatt prøver fra nærsonen til den ene lokaliteten (Slettholmen). Ettersom de to lokalitetene ligger såpass nært hverandre (se Figur 2.1), ble det ikke ansett som nødvendig å ta bunnprøver fra begge nærsonene. Det er tatt videoptak fra bunnen av alle stasjoner. Disse er oppbevart hos Aqua Kompetanse AS.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten til Surnadal Sjøservice AS den 9. 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 og temperatur på alle tre stasjoner (figur 3.1 til 3.3). På grunn av en feil med oksygensonden på prøvetakingstidspunktet foreligger det ikke oksygenmålinger i denne rapporten. Ettersom undersøkelsesområdet ikke ligger innenfor noen definert terskel, ble det besluttet at det ikke var med nødvendig med oksygenmålinger av vannsøylen i denne undersøkelsen. Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS. Feltarbeidet ble utført 09.05.11.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet den 9. 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. Grøt 1 09.05.11	Grøttingsøy 63°52.839 N 08°34.013 Ø	68,0	1	0,7	Silt, skjellsand, og skjell. Ingen lukt, lys grå farge. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	1,65	Silt, skjellsand, og skjell. Litt lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemi/geologi prøve.
St. Grøt 2 09.05.11	Grøttingsøy 63°53.118 N 08°33.064 Ø	60,0	1	3,2	Silt, skjellsand, og skjell. Ingen lukt, lys farge. Sjøstjerner i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	2,3	Silt, skjellsand, og skjell. Ingen lukt, lys farge. To forsøk, liten lekkasje. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemi/geologi prøve.
St. Grøt 3 09.05.11	Grøttingsøy 63°52.718 N 08°31.775 Ø	47,0	1	2,75	Silt, skjellsand, og skjell. Ingen lukt, lys grå farge. Slangestjerne i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2		Uttak til kjemi/geologi prøve.
			3	0,70	Silt, skjellsand, og skjell. Litt lukt, lys grå farge. Slangestjerne i prøven. Uttak til faunaprøve.

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 relativ 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 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.

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanddirektivet 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 og 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 vanddirektivet (Direktoratsgruppa Vanddirektivet, 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.

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 nærsone 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.

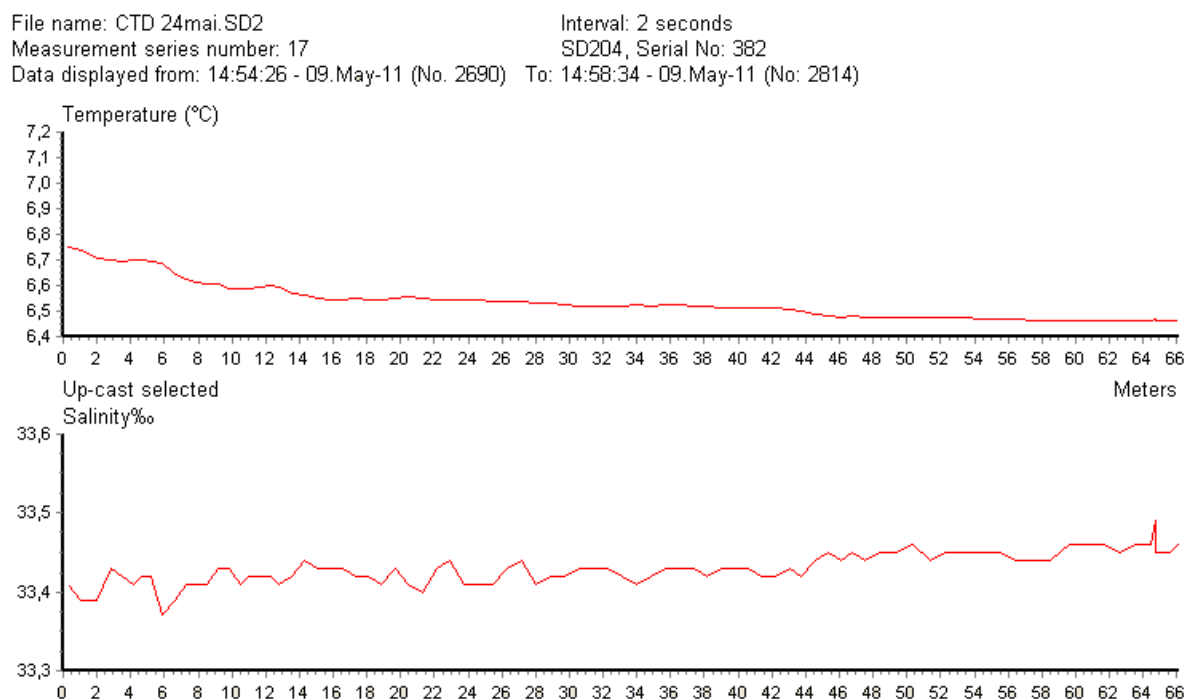
2.3 Produksjon

I år 2009 ble det totalt utført 13800 tonn på de to lokalitetene Grøttingsøy og Slettholmen.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

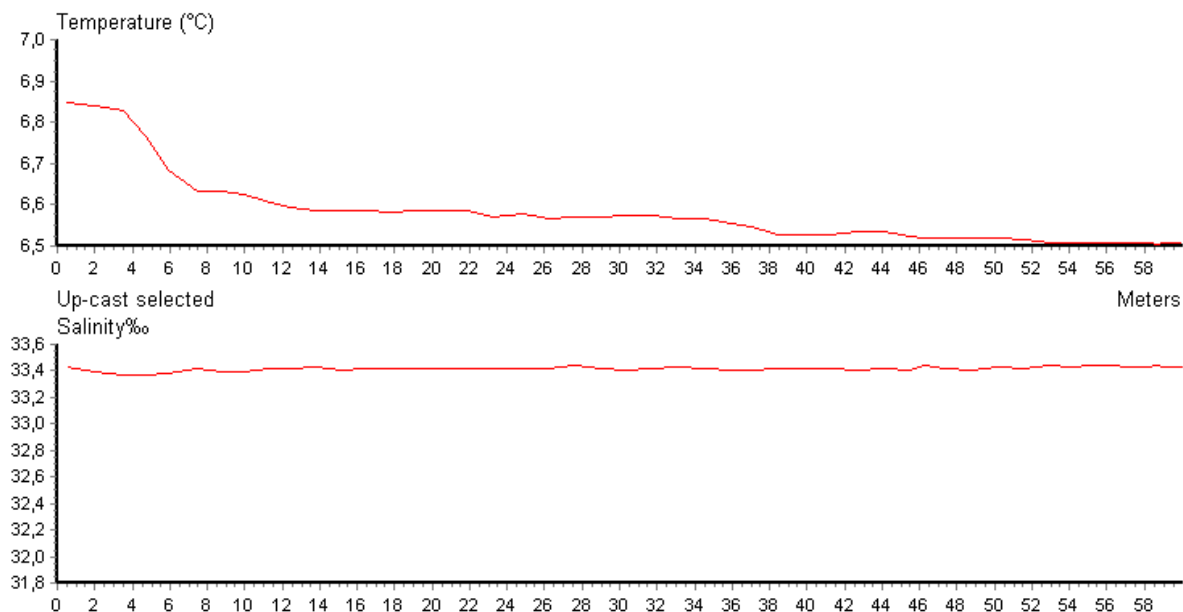
3.1 Hydrografi

På grunn av oksygensvikt mangler oksygenresultater. Da området ligger havnært og ikke er begrenset av terskler, er det ikke sannsynlig at begrensninger i vannutskifting vil gi dårlige oksygenverdier. På alle tre stasjoner ble det stort sett registret det samme mønster når det gjelder hydrografi (figur 3.1 til 3.3). Temperaturen avtar gradvis fra cirka 6,9 til 6,5 °C nedover i dypet. Saliniteten ligger på mellom 33,3 og 33,4 ‰ ved alle stasjoner på alle dyp. Mangelen på skiting tyder på mye strøm og god omrøring.



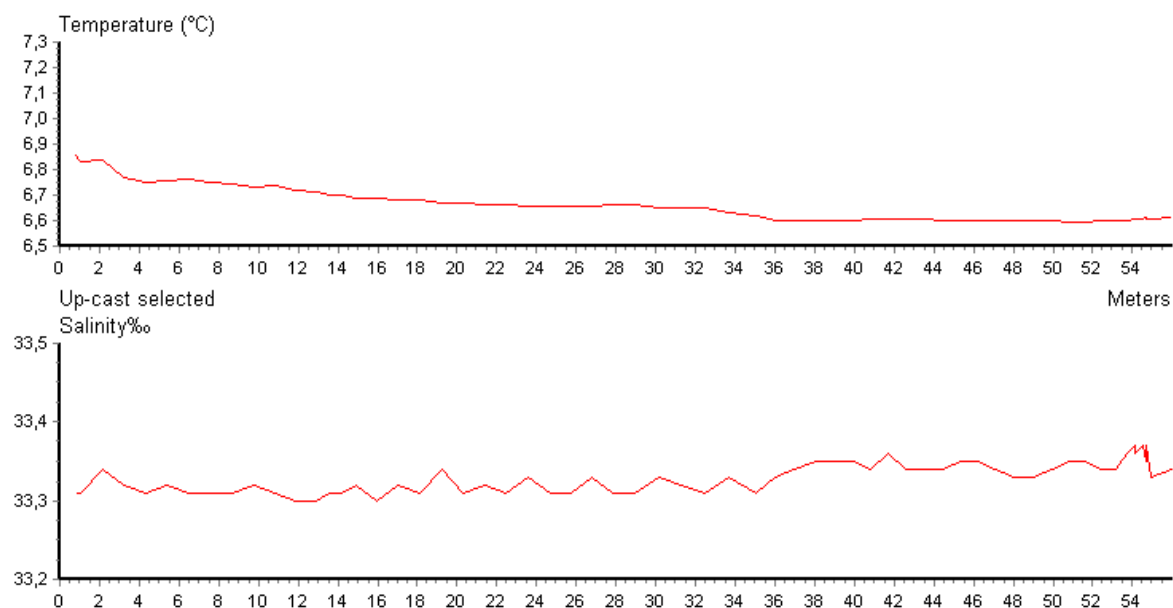
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 66 meters dyp på stasjon Grøt 1 den 09. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 18 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 16:32:38 - 09.May-11 (No. 3212) To: 16:35:22 - 09.May-11 (No: 3294)



Figur 3.2. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 60 meters dyp på stasjon Grøt 2 den 09. mai 2011.

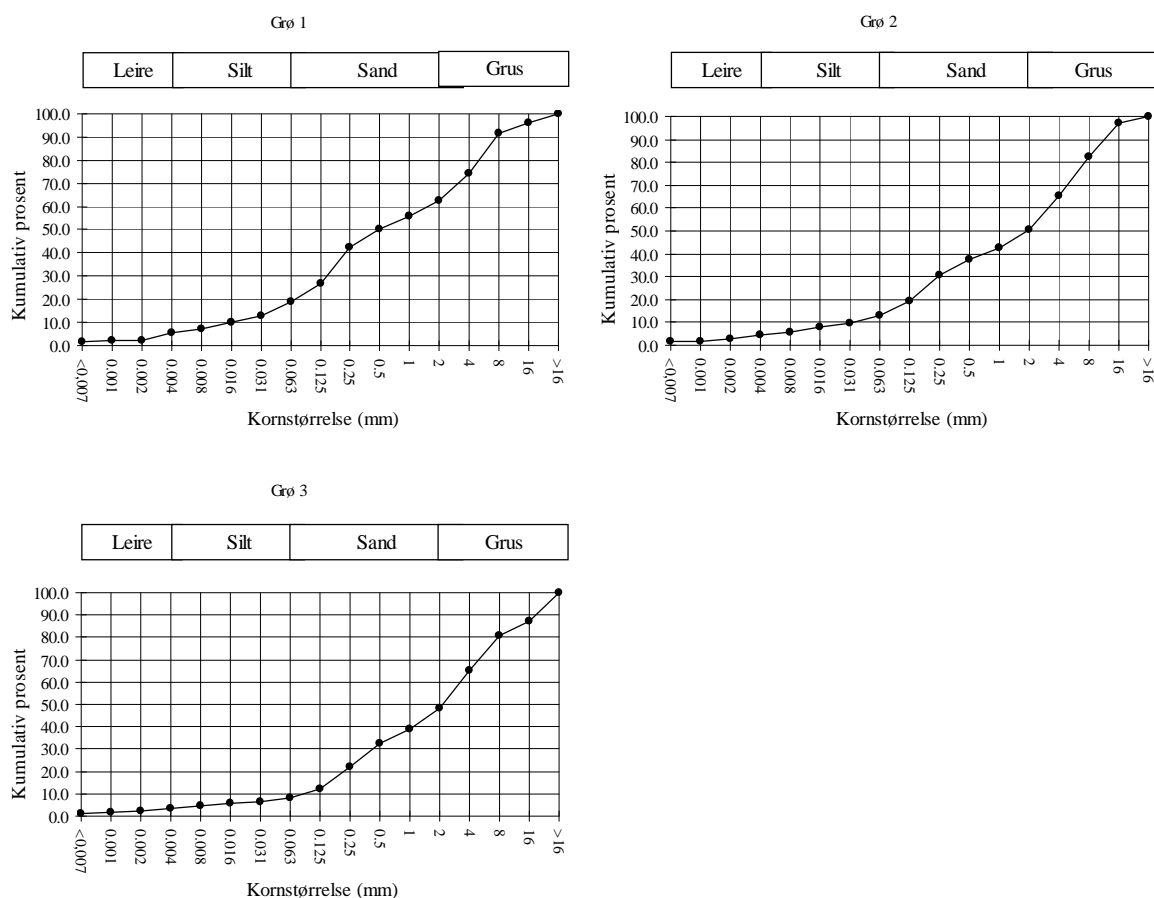
File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 23 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 17:31:56 - 09.May-11 (No. 3344) To: 17:35:10 - 09.May-11 (No: 3441)



Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 56 meters dyp på stasjon Grøt 3 den 09. mai 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.4 og Tabell 3.1. Sedimentet ved alle tre stasjoner besto av flest partikler i den grovpartiklede del av skalaen. Stasjon Grøt 1 besto av 37 % grus, 44 % sand, 13 % silt, og 5 % leire. Grøt 2 besto av 49 % grus, 38 % sand, 9 % silt, og 4 % leire. Grøt 3 besto av 52 % grus, 40 % sand, 5 % silt, og 4 % leire. Den forholdsvis høye andelen av sand og grus i sedimentet, tyder på at det er en brukbar bunnstrøm i undersøkelsesområdet.



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

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Grøt 1	68	9,81	5	13	19	44	37
Grøt 2	60	6,83	4	9	13	38	49
Grøt 3	47	6,65	4	5	8	40	52

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Grøttingsøy 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 var lavt til moderat på samtlige stasjoner. En synkende verdi vekk fra anlegget ser man både i glødetap- og i TOC-verdiene. Grøt 1 får tilstanden III (Mindre god), Grøt 2 får tilstanden II (God) og Grøt 3 får tilstanden I (Meget god). Konsentrasjonen av fosfor var noe forhøyet i sedimentet ved Grøt 1, mens det var lavt på de andre stasjonene. Nivået av kobber og sink var lavt på samtlige stasjoner.

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Grøttingsøy 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		Tørrstoff (TS) %	
				mg/kg TS	mg/kg TS	TK	mg/kg TS		
Grøt 1	14,0	28,6	III	1 000	51,0	I	16,0	I	54,0
Grøt 2	11,0	26,7	II	580	27,0	I	11,0	I	59,0
Grøt 3	<5	19,0	I	420	13,0	I	8,0	I	60,0

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabell 3.3-3.5, Figur 3.5 og Vedleggstabell 1. Stasjon Grøt 1 ligger rett øst for lokaliteten på 68 m dyp. Det ble funnet 1 828 individer og 58 arter. Dette indikerer, ifølge MOM-standard, en god miljøtilstand. Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver et moderat til dårlig arts mangfold. Listen over de ti mest individrike artene viser flest individer av børstemarken *Capitella capitata*, med 71 % av individene, mens nummer to på listen er børstemarken *Pholoe baltica*, med 7 % av individene, noe som sammen med oversikt over geometriske klasser viser en skeiv artsfordeling på stasjonen. Denne stasjonen har et tydelig innslag av opportunistiske arter

grunnet tilførsel av organisk materiale, men får tilstandsklasse "god" ut fra MOM-standarden da belastningen på det nåværende tidspunkt regnes som akseptabel ut fra kriteriene i denne standarden.

Stasjon Grøt 2 ligger nordøst for lokaliteten på 60 m dyp. Det ble funnet 1 094 individer fordelt på 82 arter. KLIFs og Vanddirektivets klassifiseringsindekser tyder på meget god faunadiversitet og -mangfold. Børstemarken *Pholoe baltica* er mest individrik, med 152 individer (14 % av totalt antall individer). Arts- og individfordelingen er jevn uten dominans fra noen enkeltart, noe man også ser igjen i grafen over geometriske klasser. Alt i alt indikerer dette liten påvirkning fra anlegget i perioden før prøvetaking.

Stasjon Grøt 3 ligger rett vest for lokaliteten på 47 m dyp. Her ble det registrert 905 individer og 88 arter. Arts- og individfordelingen ved denne stasjonen ligger nært opptil stasjon Grøt 2. KLIFs og Vanddirektivets klassifiseringsindekser viser en meget god faunadiversitet og -mangfold. Også her er børstemarken *Pholoe baltica* mest individrik, med 116 individer (13 % av totalt antall individer). Arts- og individfordelingen er jevn uten dominans fra noen enkeltart, noe man også ser igjen i grafen over geometriske klasser. Alt i alt indikerer resultatene fra denne stasjonen også liten påvirkning fra anlegget i perioden før prøvetaking.

For fauna regnes forholdene ved stasjon Grøt 1 som gode ut fra MOM-standarden (generell miljøtilstand moderat). Forholdene ved de to resterende stasjonene er ut fra alle tilstandsklasser svært gode.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Grøttingsøy 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')	MOM		Jevnhet (J)	AMBI	NQI1	NQI2
					KLIF TK	TK				
Grøt 1	1	583	38	1,49			0,28			
	2	1245	46	2,33			0,42			
	sum	1828	58	2,13		2	0,36	5,01	0,51	0,32
TK					Moderat	God			Moderat	Dårlig
Grøt 2	1	636	65	4,84			0,80			
	2	458	62	4,97			0,83			
	sum	1094	82	4,99		1	0,78	1,77	0,79	0,79
TK					Svært god	Meget god			Svært god	Svært god
Grøt 3	1	666	78	5,08			0,81			
	3	239	50	4,75			0,84			
	sum	905	88	5,16		1	0,80	1,60	0,82	0,82
TK					Svært god	Meget god			Svært god	Svært god

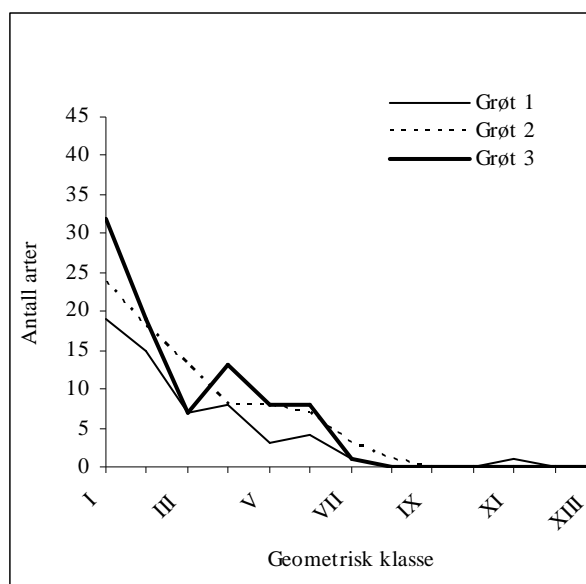
Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Grøttingsøy i 2011.

Grøt 1	Ant.	Ind.	%	Kum %	Grøt 2	Ant.	Ind.	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1305	71	71		<i>Pholoe baltica</i>	152	14	14	
<i>Pholoe baltica</i>	121	7	78		<i>Trichobranchus gracialis</i>	86	8	22	
<i>Mediomastus fragilis</i>	51	3	81		<i>Eumida spp.</i>	72	7	28	
<i>Eteone longa</i>	42	2	83		<i>Thyasira flexuosa</i>	65	6	34	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	35	2	85		<i>Eteone longa</i>	59	5	40	
<i>Syllidae indet.</i>	32	2	87		<i>Stenosemus albus</i>	57	5	45	
<i>Phyllodoce mucosa</i>	27	1	88		<i>Protodorvillea kefersteini</i>	48	4	49	
<i>Scoloplos armiger</i>	23	1	89		<i>Paraonis sp.</i>	45	4	53	
<i>Paraonis sp.</i>	18	1	90		<i>Syllidae indet.</i>	42	4	57	
<i>Thyasira flexuosa</i>	12	1	91		<i>Mediomastus fragilis</i>	40	4	61	
<i>Stenosemus albus</i>	12	1	92						

Grøt 3	Ant.	Ind.	%	Kum %
<i>Pholoe baltica</i>	116	13	13	
<i>Eumida spp.</i>	57	6	19	
<i>Ascidacea indet.</i>	54	6	25	
<i>Trichobranchus gracialis</i>	52	6	31	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	52	6	37	
<i>Stenosemus albus</i>	50	6	42	
<i>Kefersteinia cirrata</i>	42	5	47	
<i>Scoloplos armiger</i>	32	4	50	
<i>Pholoe assimilis</i>	32	4	54	
<i>Paraonis sp.</i>	29	3	57	

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Grøttingsøy i 2011.

Geometriske klasser	Grøt 1	Grøt 2	Grøt 3
I	19	24	32
II	15	18	19
III	7	13	7
IV	8	8	13
V	3	8	8
VI	4	7	8
VII	1	3	1
VIII	0	1	0
IX	0	0	0
X	0	0	0
XI	1	0	0
XII	0	0	0
XIII	0	0	0

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

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved to matfisklokaliteter i et skjærgårdsområde nord for Frøya i Sør-Trøndelag. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 09. mai 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner.

De hydrografiske dataene viser jevn salinitet og temperatur gjennom hele vannsøylen ved alle stasjoner. Sedimentundersøkelsen viser at alle prøvetakingsstasjoner hadde en relativt høy andel av grovkornede partikler. Dette tyder på at det er en brukbar bunnstrøm i undersøkelsesområdet. Glødetapet var lavt til moderat, og høyest på stasjon Grøt 1. Ved denne stasjonen viste også TOC en høyere konsentrasjon (TK III, dårlig). Grøt 1 ligger i nærheten til anlegget Slettholmen, og er tydelig påvirket av organisk materiale. For fauna regnes de bentiske forholdene ved stasjon Grøt 1 som gode ut fra MOM-standarden (generell miljøtilstand moderat), selv om denne stasjonen har tydelig innslag av opportunistiske arter grunnet organisk tilførsel fra oppdrettsanlegget. Det er imidlertid ikke unormalt at man finner organisk påvirkning i nærheten til et matfiskanlegg. Forholdene ved de to resterende stasjonene er ut fra alle tilstandsklasser svært gode. Oppsummert kan man si at miljøforholdene rundt oppdrettslokalitetene Slettholmen og Grøttingsøy fremstår som gode, selv om noe påvirkning kan spores i nærheten til Slettholmen.

Tabell 4.1. Sammendrag av resultatene.

Stasjon	Dyp (m)	Fauna KLIF's T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber	T.kl. TOC
Grøt 1	68	III	II	I	I	III
Grøt 2	60	I	I	I	I	II
Grøt 3	47	I	I	I	I	I

5 TAKK

Vi takker mannskapet fra Surnadal Sjøservice AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Fredrik R Staven og Anders W Olsen fra Aqua Kompetanse 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.

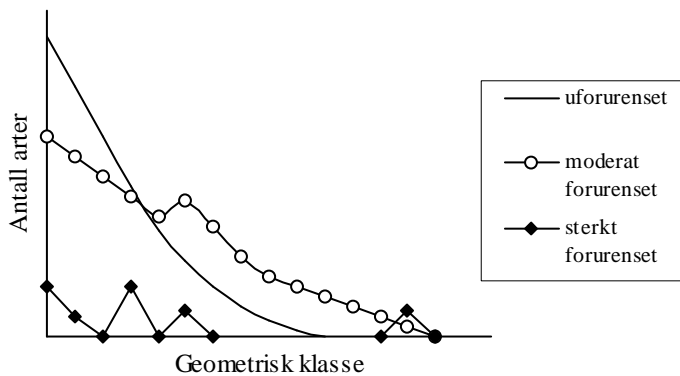
Geometriske klasser

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 arts mangfold 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 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:

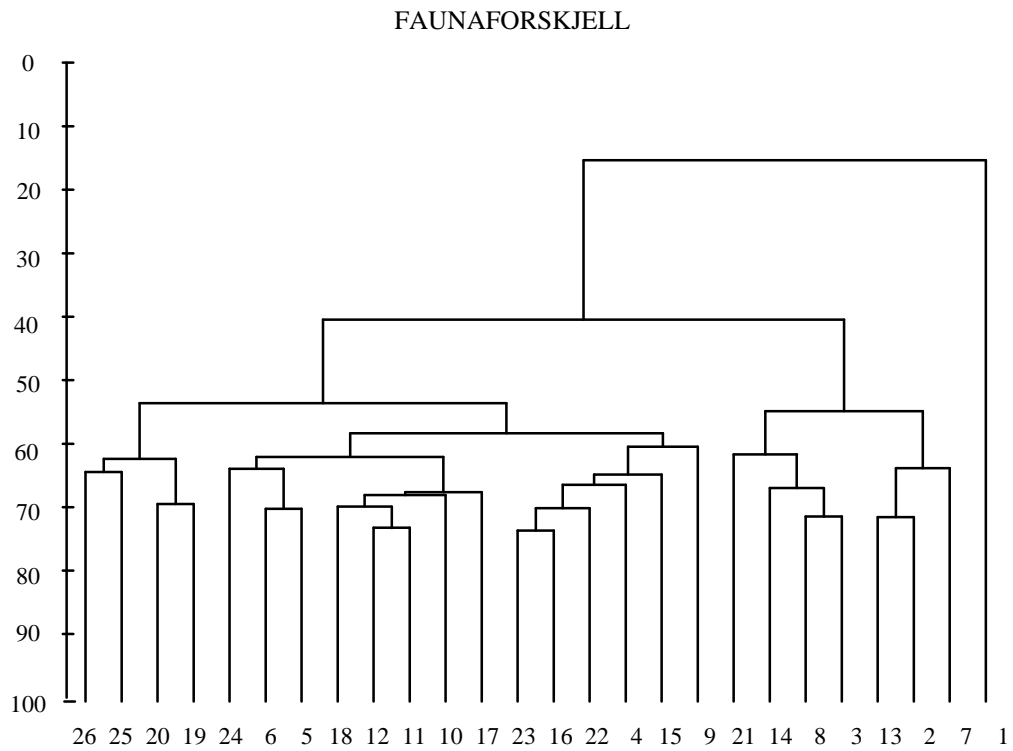
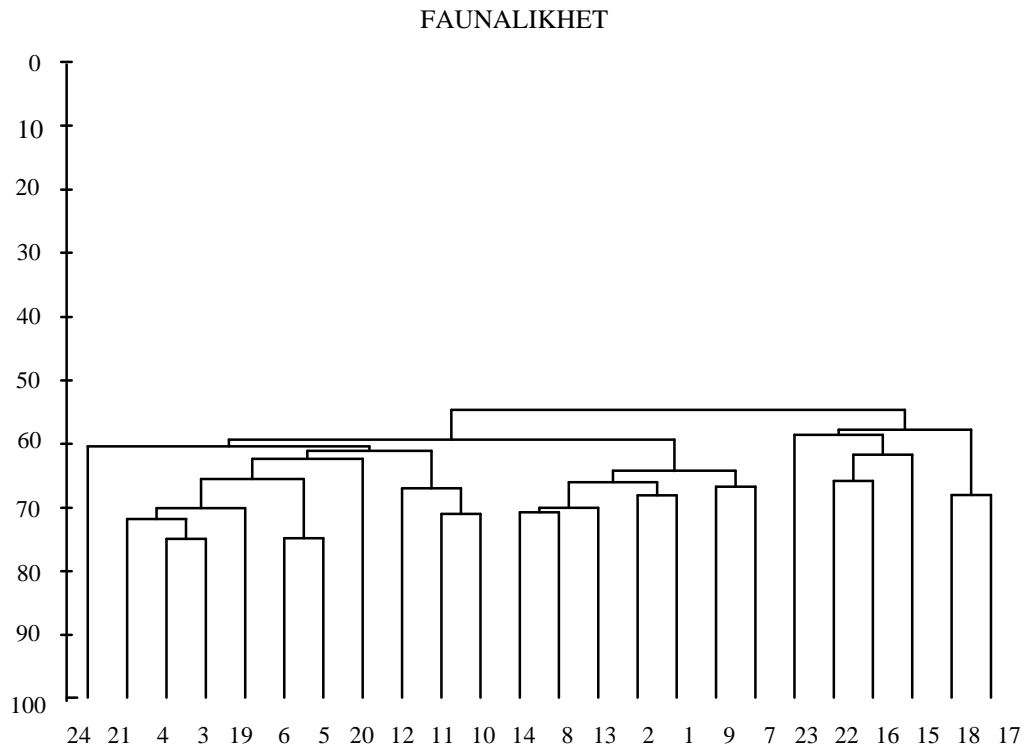
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

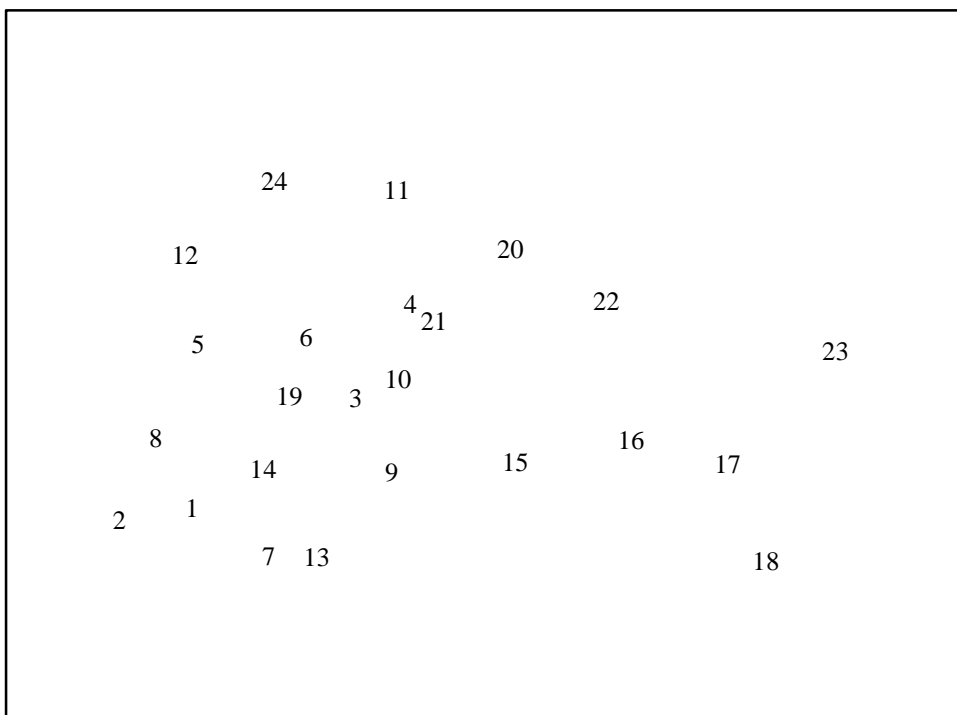
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget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

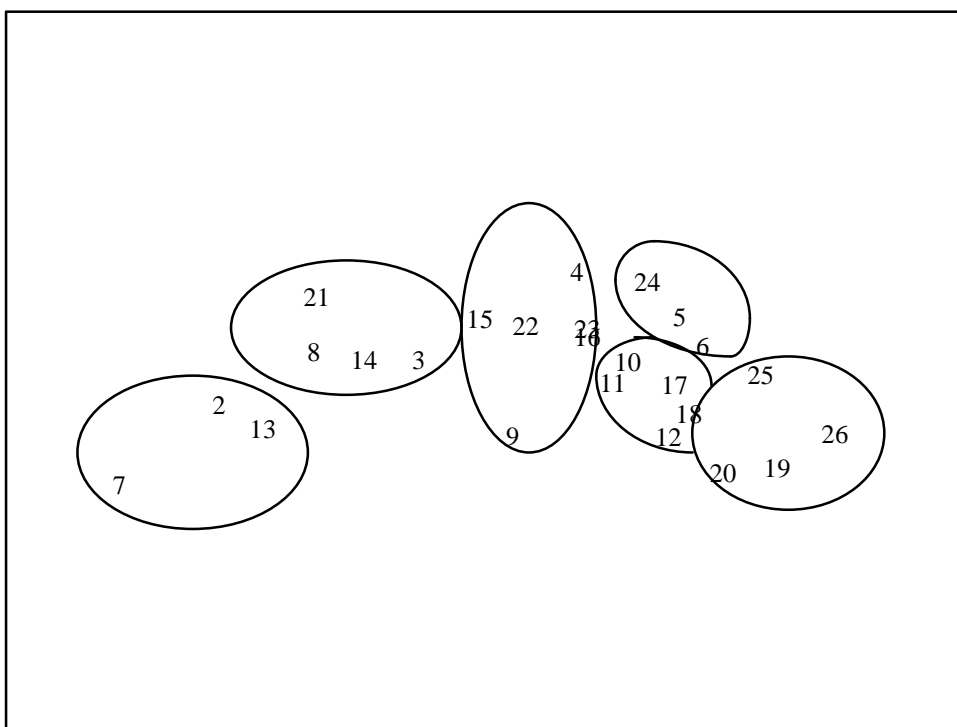


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS**Prosjekt nr.: 805837****Prøvetakssted (område): Grøttingsøy og Slettholmen****Dato for prøvetaking: 09.05.2011****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aque Kompetanse AS****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -****Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Per-Otto Johansen 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:4 sider.

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

P.O. Johansen

Signatur:.....

Godkjent taksonom

09.05.2011	Grøttingsøy						
	Hugg nr	Grøt 1		Grøt 2		Grøt 3	
		1	2	1	2	1	3
* PORIFERA indet.		+					
* Cliona sp.						+	
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.		+	+	+	+		+
* ANTHOZOA							
Cerianthus lloydii		1					
Actinaria indet.					1	3	
Edwardsia sp.					1		
Actinidae indet.				1	1	4	
* NEMERTINI indet.		7	10	15	7	16	3
* NEMATODA indet.		9	15	3	2		
PRIAPULIDA							
Priapulus caudatus		2/4		0/6	0/1	1	
POLYCHAETA							
* Siboglinum fiordicum			+				
Paramphinome jeffreysii			1		1		
Polynoidae indet.			2	2	4	5	8
Pholoe assimilis			2	3	4	24	8
Pholoe baltica		27	94	90	62	82	34
Phyllodoce mucosa		3	21/3	16	5/1	4/2	2
Eumida sp.		1	4				
Eumida spp.				37	35	36	21
Eulalia bilineata			1			1	
Eteone longa		4	38	32/2	23/2	7	1
Gyptis rosea			3			3	
Kefersteinia cirrata		1	5	13	9	33	9
Nereimyra punctata		1	1	3	1	1	
Syllidae indet.		9	23	30	12	10	3
Exogone sp.		1	7	2	6	6	2
Sphaerodorum flavum					1	4/3	4
Glycera alba		1	1/1	1/6	2/3		1/2
Glycera lapidum		1					0/1
Goniada maculata		1					0/1
Lumbrineridae indet.		1	8	4	7	1	1
Protodorvillea kefersteini		1/2	32	31	17	50	2
Ophryotrocha sp.			3				
Scoloplos armiger		1/1	15/6	15	16/6	9/7	3/13
Malacoceros fuliginosa			0/3				
Polydora sp.			2	2	1	17	4
Prionospio cirrifera					6	7	4
Spio sp.			3		3		1
Aricidea catherinae			1	5	9	4	3
Paraonis sp.		6	12	31	14	18	11
Aphelochaeta sp.		1					
Chaetozone sp.			4	1	4	2	1
Cirratulus cirratus		4	6	8	3	13	5
Cirriformia tentaculata			0/3	0/3	0/1	0/2	
Dodecaceria concharum		1					

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

09.05.2011	Grøttingsøy					
	Grøt 1		Grøt 2		Grøt 3	
	Hugg nr	1	2	1	2	1
Macrochaeta clavicornis	3	7	15	5	15	6
Brada inhabilis	1		2		1	0/1
Flabelligera affinis					1	
Pherusa plumosa	1	2	2		1	
Lipobranchus jeffreysii	1		6/1		2	
Scalibregma inflatum		2/3	12	15	9	1
Capitella capitata	476	829	0/1		5	3
Mediomastus fragilis	2	49	25	15	23	1
Notomastus latericeus			9	11	5	1
Maldanidae indet.				2		
Owenia borealis		1				
Pectinaria auricoma					1	
Pectinaria koreni			1			
Ampharete lindstroemi				0/1		
Sabellides octocirrata	1					1
Sosane sulcata				1	2	
Anobothrus gracilis					1	
Amphitrite cirrata				1	1	
Eupolymnia nesidensis	3	7	4	5	1	10
Pista cristata					1	0/1
Pista lornensis					1	0/1
Thelepus cincinnatus					1	
Streblosoma bairdi		1				
Polycirrus medusa			2			2
Polycirrus norvegicus		2	3/1	5	7	5
Trichobranchus gracialis			56	30	34	18
Terebellides stroemi			10	14	16	3
Sabellidae indet.			2		2	4
Jasmineira sp.				2	2	2
Sabella pavonina			2	0/1		
Euchone sp.						1
Hydroides norvegica	6	3	3	8/3	15/2	
Pomatoceros triqueter			1	0/1		
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.			1			
Phascolion strombus	1	2	4	1		
CRUSTACEA						
* Calanus finmarchicus	12	32	1	1	1	5
* Verruca stroemi					1	
* Philomedes globosus		1	3	3	1	
* Nebalia sp.				3		
* Tanaidacea indet.					1	
* Natatolana borealis				0/1	2/10	1
* Amphipoda indet.		2				2
* Euphausiacea indet.					0/1	0/1
* Decapoda indet.		0/3	0/1			
* Galathea intermedia		1	3	3	6	1/2
* Paguridae indet.		0/1				
* Anapagurus laevis				1		1
* PYCNOGONIDA indet.		3		2		
MOLLUSCA						

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

09.05.2011	Grøttingsøy					
	Grøt 1		Grøt 2		Grøt 3	
	Hugg nr	1	2	1	2	1
Leptochiton asellus	1	5/1	10/1	4/1	12	6
Stenosemus albus	3/2	6/1	28/9	10/10	19/12	10/9
Emarginula fissura					0/1	
Puncturella noachina					1	
Iothia fulva					1	
Gibbula tumida			2	2	1	
Trichotropis borealis					1	
Velutina velutina			1		1	
Trivia arctica					2	
Euspira montagui			1	1	5/1	
Buccinum undatum				0/1		
Raphitoma linearis					1	
Philine aperta				0/1	1	
Philine punctata	1		0/1		1/2	
Philine scabra			4	1	2	1
Cylichna cylindracea			1			
Nudibranchiata indet.		1	1			
Nucula nucleus			5	1/1	1	
Modiolula phaseolina	0/1		0/1			
Similipecten similis					0/1	0/1
Lucinoma borealis					1	
Myrtea spinifera					1	
Thyasira flexuosa	1	10/1	38/3	17/7	9/1	
Astarte elliptica			1			
Astarte montagui			1		1	
Astarte sulcata			1/3	0/1	1/3	
Parvicardium scabrum			0/1			
Mya truncata	0/1		0/1	0/1		
Hiatella sp.					1	
BRACHIOPODA indet.						
Novocrania anomala			1			
* BRYOZOA						
* Bryozoa skorpeformet	+		+	+	++	
* Bryozoa grenet		+		+		
ECHINODERMATA						
Crossaster papposus						0/1
Asterias sp.			0/1	0/1		
Ophiothrix fragilis		0/1				
Ophiactis balli						1
Ophiopholis aculeata		2			1	
Amphipholis squamata				1/1	4/10	0/1
Ophiocomina nigra			3		1	1
Ophiura albida					2	
Ophiura robusta			1			
Ophiura sp.		0/1				
Echinus esculentus			0/2			
Strongylocentrotus droebachiensis					0/1	
Echinocyamus pusillus				1		
Thyonidium drummondi				1/1		0/1
Leptosynapta sp.					1	1
ENTEROPNEUSTA indet.	1	1		1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

09.05.2011	Grøttingsøy					
	Grøt 1		Grøt 2		Grøt 3	
Hugg nr	1	2	1	2	1	3
* CHAETOGNATHA indet.		3				
ASCIDIACEA						
Ascidiacea indet.	2	2	7	9	38/16	
* PISCES indet.		0/1				
* Diplecogaster bimaculatus			1			0/1
* PISCES egg.				2		
* 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-000257-01



EUNOBE-0000285

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 22.08.2011-20.09.2011
Referanse: 805837 ref nr 35/2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2011-0824-033	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	54	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	16	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	51	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1000	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	14.0	g/kg TS	In acc. with NEN-EN 13137		

Prøvenr.:	441-2011-0824-034	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	59	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	11	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	27	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	580	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	11.0	g/kg TS	In acc. with NEN-EN 13137		

Prøvenr.:	441-2011-0824-035	Prøvetakingsdato:	23.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	3	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	60	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	8.0	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	420	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS	In acc. with NEN-EN 13137		

Teknisk forklaring:

* (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



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