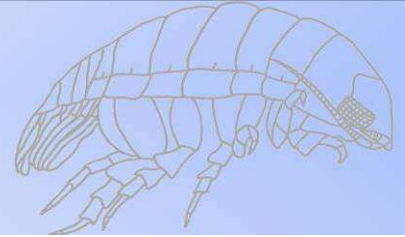


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





e-Rapport nr. 12-2012

MOM C-undersøkelse ved Nord-Gjæslingen i 2011

Fredrik R Staven
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 Nord-Gjæslingan i 2011	Dato: Felt: 08.06, 2011. Rapport: 15.03.2012
	Antall sider og bilag: 37
Forfatter(e): Fredrik Staven, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, og Per-Otto Johansen.	Prosjektleder: Fredrik R Staven
	Prosjektnummer: 57-6-11C /805827

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 Nord-Gjæslingan. The fish farm is located west of Nærøysundet, in Vikna 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 Gjes1 is located in the near zone of the fish farm, Gjes2 in the transition zone west of the fish farm, and Gjes3 in the remote zone east 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 to moderate at every station. The level of TOC was high at Gjes1 (class III, moderate), while it was low at the two other stations. The level of phosphorus was somewhat elevated at station Gjes1, moderate at Gjes2, and low at Gjes3. The hydrographical data showed a normal oxygen concentration and a normal salinity in the whole water column. The sediment analysis showed that the sediment in the area of investigation mostly consisted of sand, with a lesser part consisting of clay and silt. This indicates a high bottom velocity in this area. The fauna investigation showed moderate to good conditions in the near zone (Gjes1), moderate conditions in the transition zone (Gjes2), and very good conditions in the remote zone (Gjes3). All in all, this environmental investigation indicates that the marine area surrounding Nord-Gjæslingan is in a good state. Some influence of organic matter is visible at the sea bottom, and also the fauna diversity at Gjes2 is undoubtedly influenced by the production. But this isn't more than one should expect in an area in close proximity to a marine sea farm.

Keywords: ish farm	Emneord:	ISSN NR.: 1890-5153
Recipient	Fiskeoppdrett	SAM e-Rapport nr. 12-2012
Benthos	Resipient	
Sediment	Bunndyr	
	Sediment	

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	10.04.2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	08. juni 2011	

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til - 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

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse as akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Tørrstoff, kobber, sink og fosfor

Ikke akkreditert: TOC

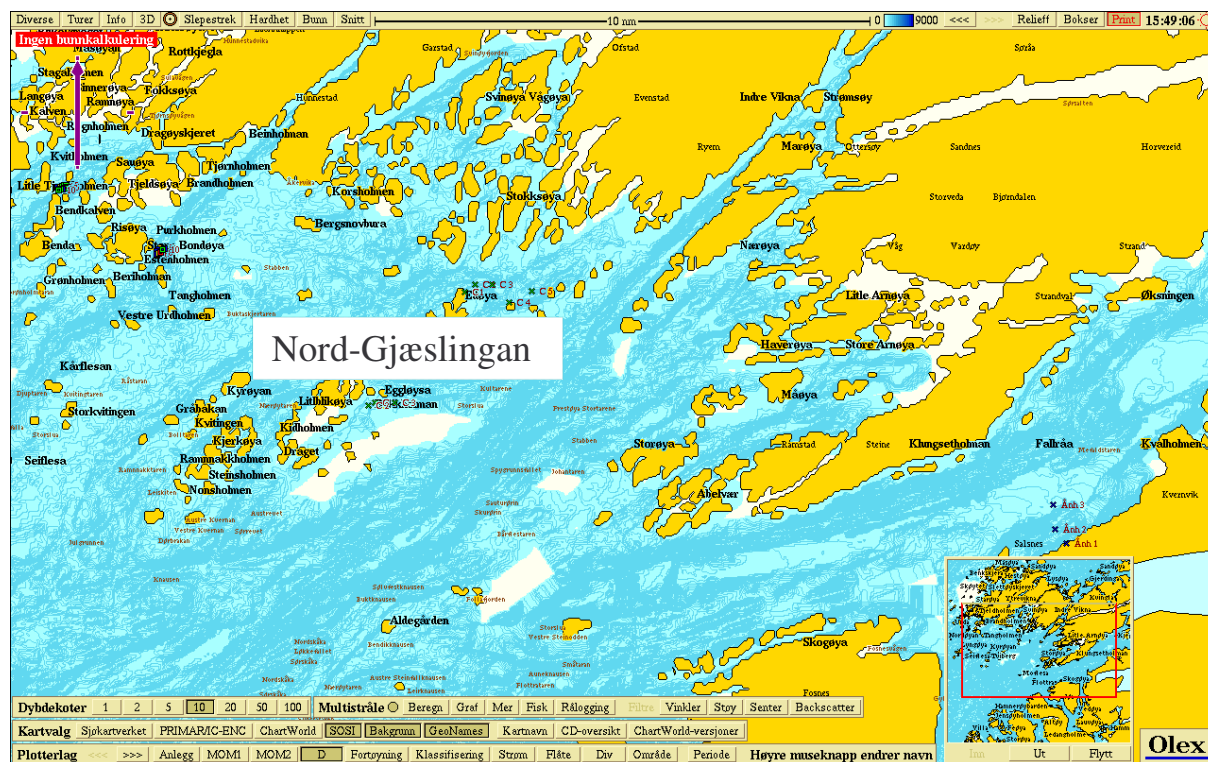
Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjon.....	11
3 RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1 Hydrografi	12
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	16
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	23
5 TAKK	24
6 LITTERATUR	24
7 VEDLEGG	25
GENERELL VEDLEGGSDDEL	25
Vedleggstabell 1. Artsliste	33
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	36

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra fire stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS ved oppdrettsanlegget Nord-Gjæslingen, Vikna kommune i Nord-Trøndelag 08. juni 2011. Anlegget tilhører firmaet 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

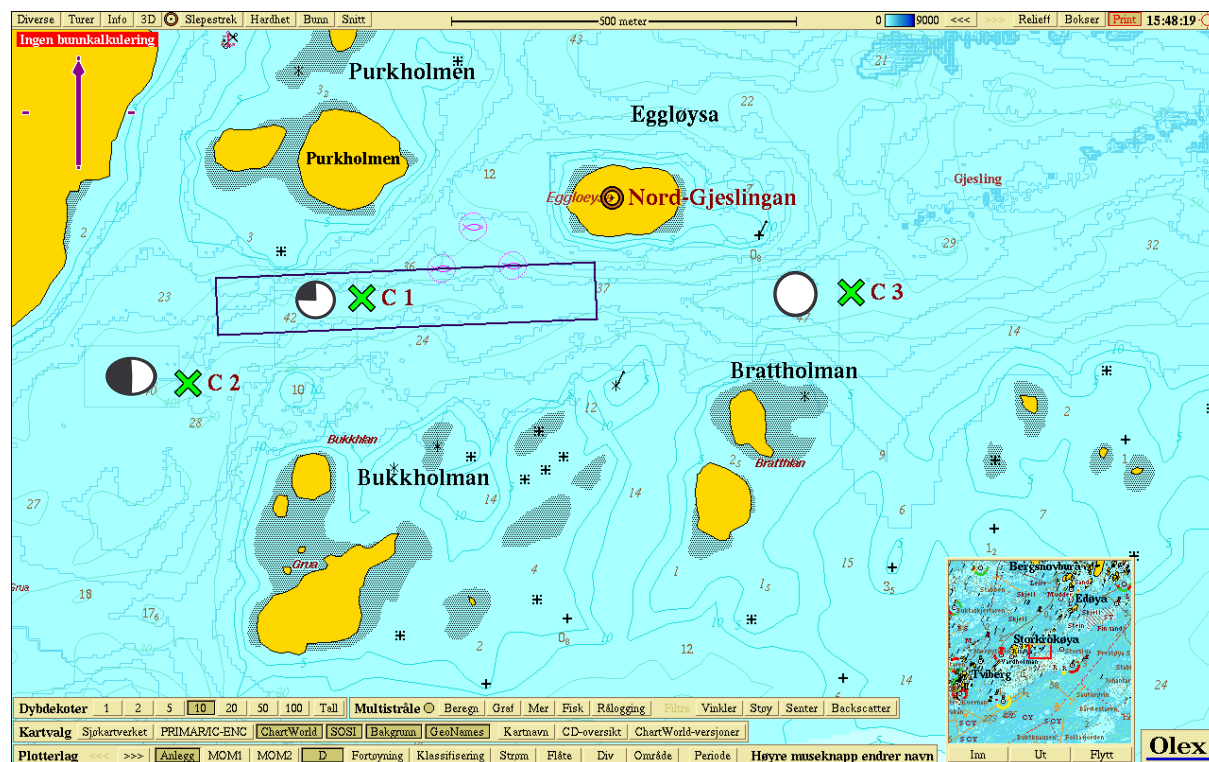
2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger ved oppdrettsanlegget Nord-Gjæslingen, vest for Nærøysundet (Figur 2.1 og 2.2). Det største dypet i området er 220 m. Området består av en del skjær og grunner. Mot øst er det mer åpent mot en dypere renne. Anlegget ligger ikke innenfor noen definert terskel. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner. Stasjon 1 ligger i anleggets nærsone,

stasjon 2 ligger noe lenger vest, i anleggets overgangssone, mens stasjon 3 ligger øst for anlegget, i dets fjernsone.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Sinkaberg Hansen AS den 08. juni 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. Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

2.2.1 Hydrografi

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

Det ble utført målinger av saltholdighet, temperatur og oksygen på alle tre stasjoner (figur 3.1 til 3.6). Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS.

Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. Alle rådata er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Feltarbeidet ble utført 08.06.11.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i juni 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. Gjes 1 08.06.11	Nord-Gjæslingan 64°45.958 N 10°54.744 Ø	44,0	1	2,0	Skjellsand, lys farge. Ingen lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	3,6	Skjellsand, lys farge. Ingen lukt. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. Gjes 2 08.06.11	Nord-Gjæslingan 64°45.891 N 10°54.426 Ø	38,0	1	5,4	Skjellsand, og tang, lys farge. Noe fjærelukt. Uttak til faunaprøver.
			2	4,5	Skjellsand, og tang, lys farge. Noe fjærelukt. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. Gjes 3 08.06.11	Nord-Gjæslingan 64°45.963 N 10°55.641 Ø	48	1	3,6	Skjellsand og sand, lys farge. Ingen lukt. Børstemark. Uttak til faunaprøver.
			2	3,6	Skjellsand og sand, lys farge. Ingen lukt. Børstemark. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og 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 strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 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 bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil det finnes få eller ingen levende arter i sedimentet.

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

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetting 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 bunnfauunaen 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 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
	mg					
Kobber	Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

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

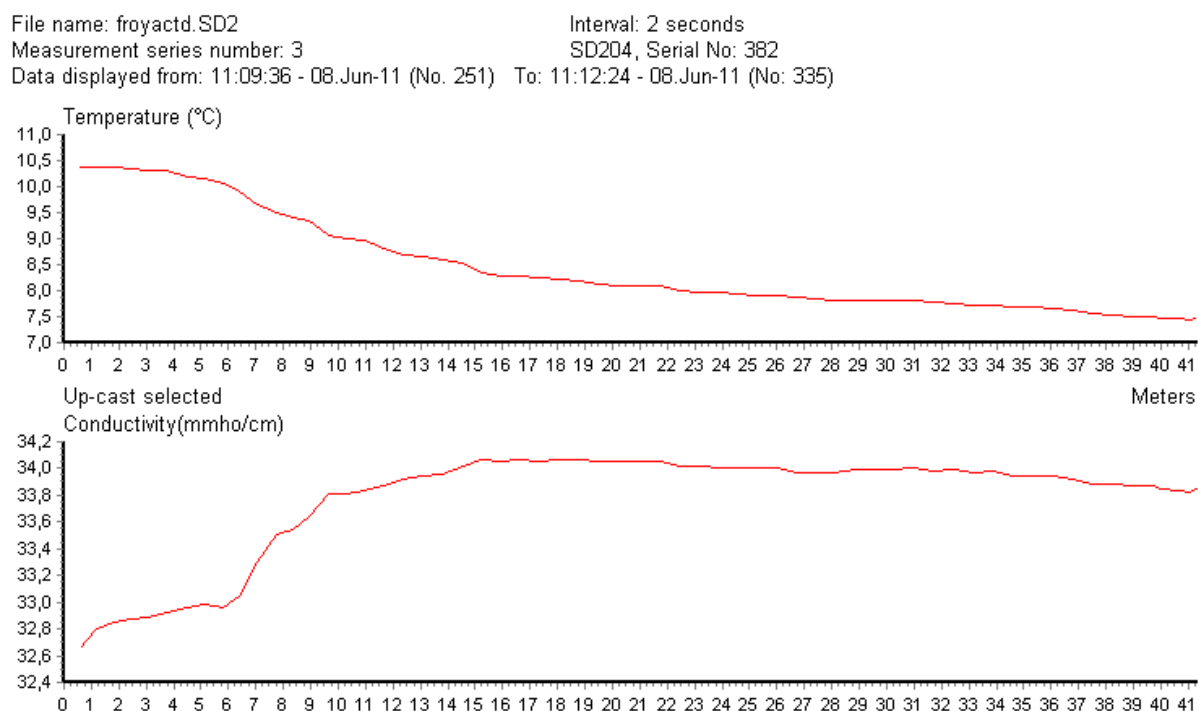
2.3 Produksjon

Dato	Utføret mengde (tonn)	Tilstand
15.02.2005	2400 tonn	1
04.01.2006	2700 tonn	1
30.06.2009	2300 tonn	3
21.02.2011	Brakklagt 1 år	1

3 RESULTATER OG DISKUSJON

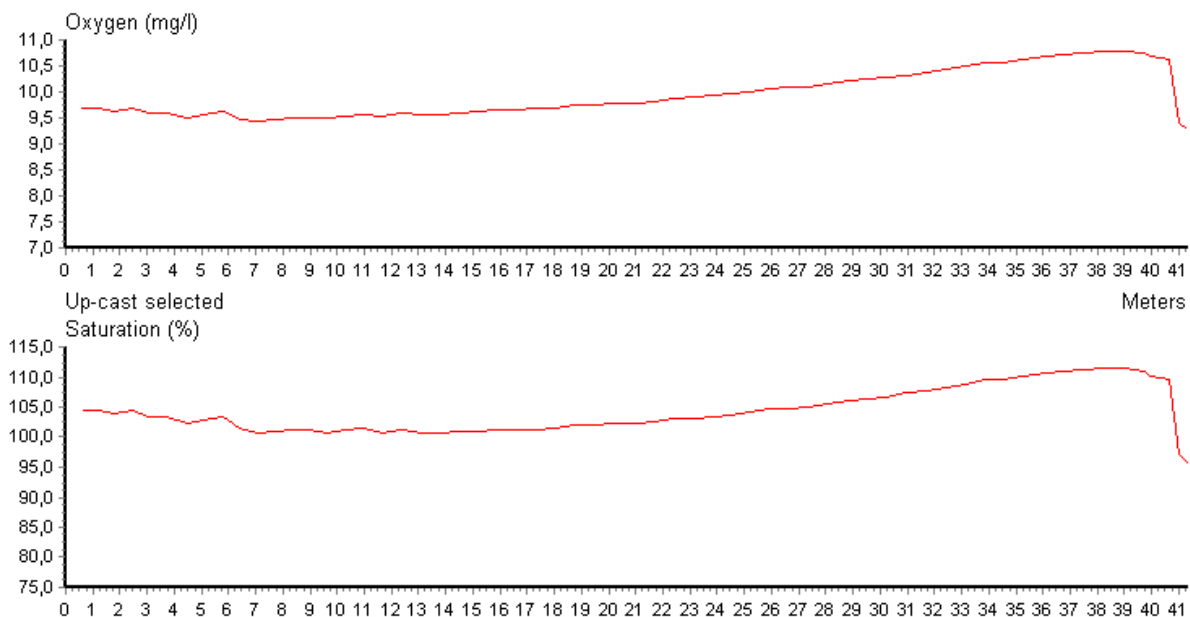
3.1 Hydrografi

På alle tre stasjoner ble det stort sett registret det samme mønster når det gjelder hydrografi (Figur 3.1 til 3.6). Temperaturen synker jevnt nedover i vannsøylen ved alle tre stasjoner. Fra 10,5 °C ved overflaten til 7,0 °C ved bunnen. Saliniteten ligger jevnt på rundt 32-33 ‰ i hele vannsøylen. Oksygenkonsentrasjonen ligger på rundt 9,5 mg/l nedover i vannsøylen ved alle stasjonene. Dette er en normal oksygenverdi i sjøvann. Oksygenmetningen ligger mellom 100 og 105 %. Helt nede ved bunnen finner man noe lavere oksygenverdier. Dette kan man se både av mg/l-grafen og metningsgrafene.



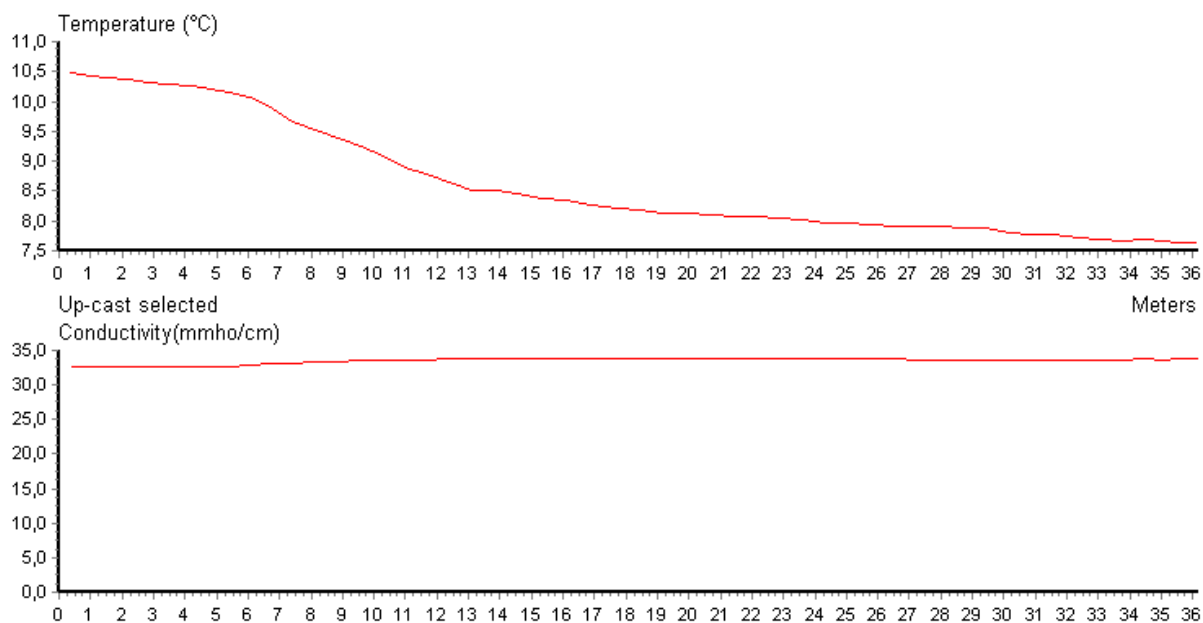
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 41 meters dyp på stasjon Gjes 1 den 08. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:09:36 - 08.Jun-11 (No. 251) To: 11:12:24 - 08.Jun-11 (No: 335)



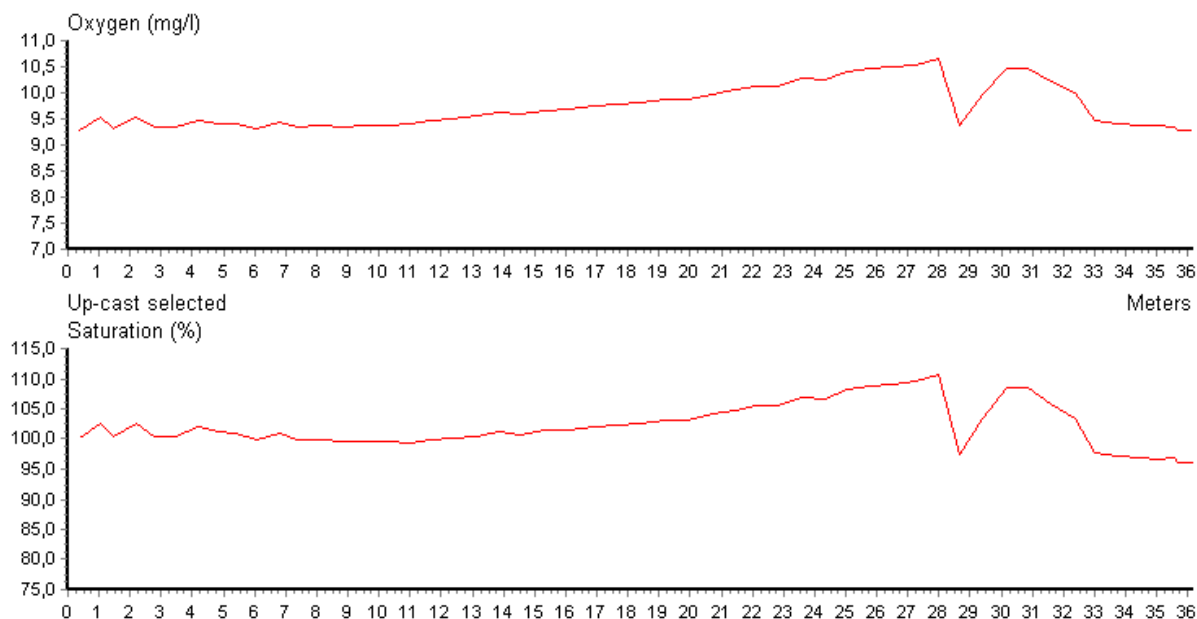
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 41 meters dyp på stasjon Gjes 1 den 08. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:01:02 - 08.Jun-11 (No. 414) To: 12:03:24 - 08.Jun-11 (No: 485)



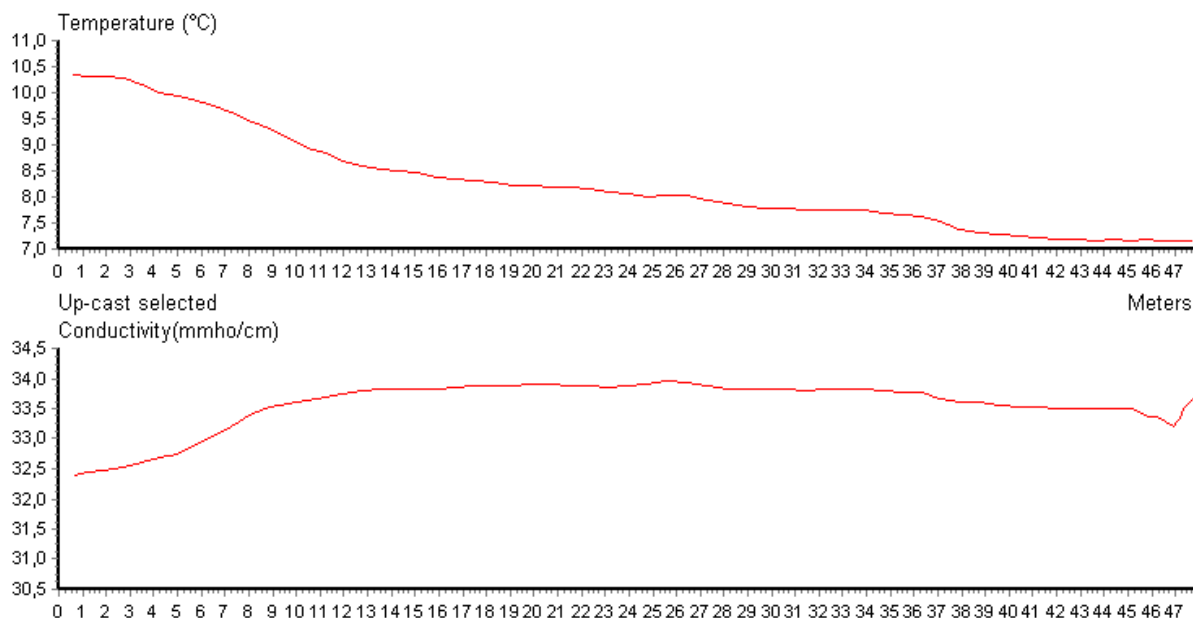
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 36 meters dyp på stasjon Gjes 2 den 08. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:01:02 - 08.Jun-11 (No. 414) To: 12:03:24 - 08.Jun-11 (No: 485)



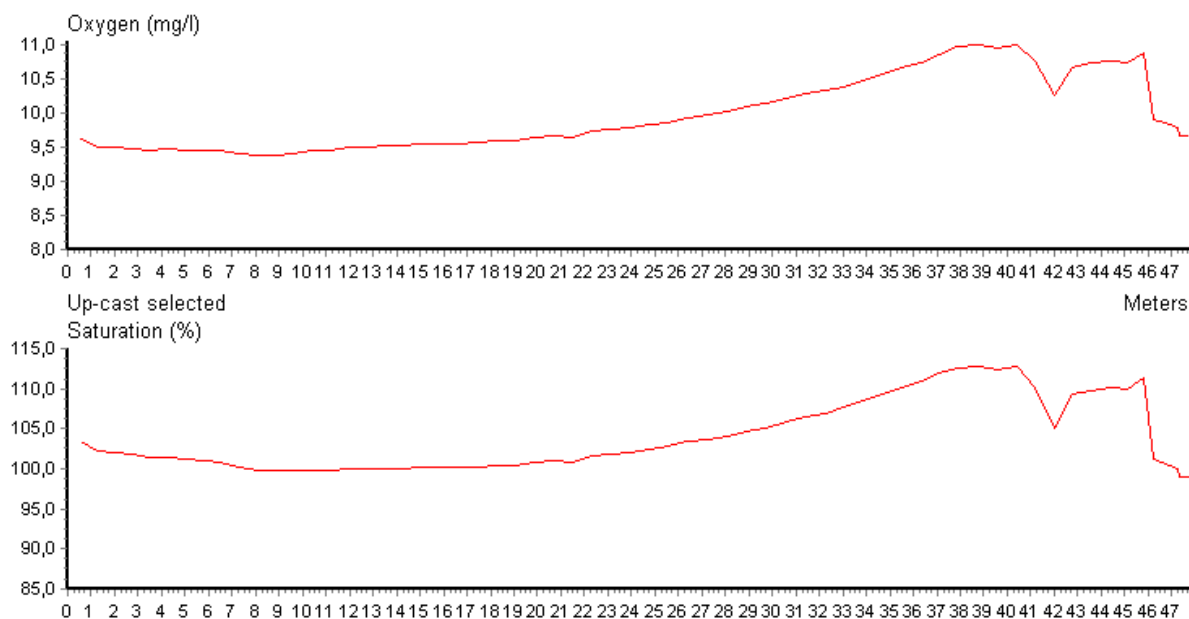
Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 36 meters dyp på stasjon Gjes 2 den 08. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:18:07 - 08.Jun-11 (No. 24) To: 10:21:07 - 08.Jun-11 (No: 114)



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 47 meters dyp på stasjon Gjes 3 den 08. juni 2011.

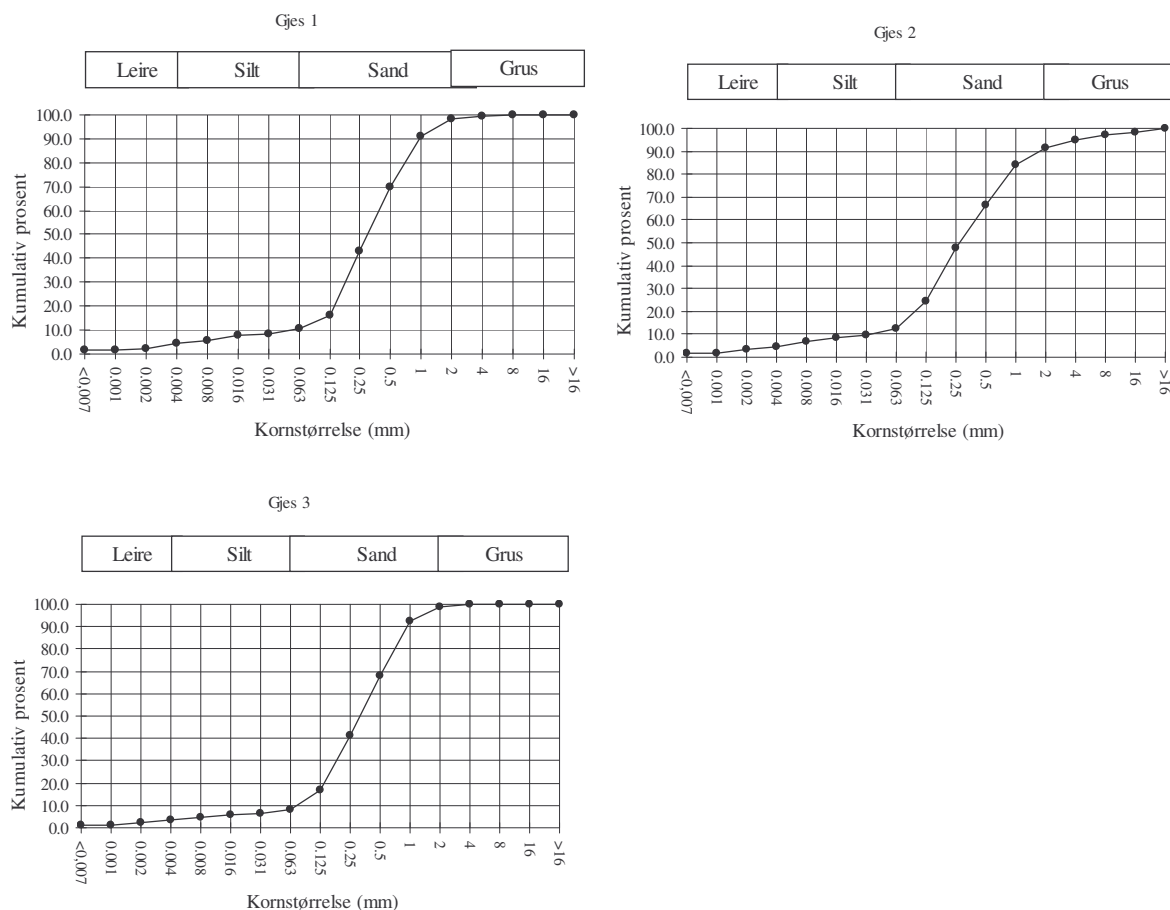
File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:18:07 - 08.Jun-11 (No. 24) To: 10:21:07 - 08.Jun-11 (No: 114)



Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 47 meters dyp på stasjon Gjes 3 den 08. juni 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.7 og Tabell 3.1. Sedimentet i undersøkelsesområdet ser hovedsakelig ut til å bestå av sand, med en mindre andel leire og silt. Stasjon Gjes 1 består av 2 % grus, 88 % sand, 6 % silt, og 4 % leire. Stasjon Gjes 2 består av 9 % grus, 79 % sand, 8 % silt, og 5 % leire. Stasjon Gjes 3 består av 1 % grus, 91 % sand, 5 % silt, og 4 % leire. At sedimentet innehar en såpass stor andel av materiale i den grovkornede del av kornstørrelsesskalaen, tyder på god bunnstrøm i undersøkelsesområdet.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Nord-Gjæslingen i 2011.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Gjes 1	44	7,20	4	6	11	88	2
Gjes 2	38	6,39	5	8	13	79	9
Gjes 3	48	6,04	4	5	8	91	1

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Nord-Gjæslingen 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 alle tre stasjoner og høyest på nærstasjonen Gjes 1. Resultatene fra TOC-analysene viser også at det fantes mest organisk materiale på Gjes 1 og stasjonen får tilstanden III (Mindre god). Gjes 2 får tilstanden II (God) og Gjes 3 får tilstanden I (Meget god). Konsentrasjonen av fosfor var forhøyet på nærstasjonen Gjes 1, moderat i overgangssonen Gjes 2 og lavt på fjerntasjonen Gjes 3. Nivåene av sink og kobber var lave ved alle tre stasjonene.

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Nord-Gjæslingen 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	
				mg/kg TS	mg/kg TS	TK	mg/kg TS	TK	(TS) %
Gjæs 1	17,0	33,1	III	4700	110,0	I	18,0	I	45,0
Gjæs 2	11,0	26,7	II	1900	64,0	I	16,0	I	54,0
Gjæs 3	<5	19,0	I	390	36,0	I	8,0	I	58,0

3.4 Bunndyr

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

Gjes 1 ligger på 44 m dyp i umiddelbar nærhet til anlegget Nord-Gjæslingen. Her ble det funnet 154 individer fordelt på 25 arter. Dette gir diversiteten 3,61 og MOM-tilstanden 1, Meget god. Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver et godt artsmangfold, mens fordelingen av arter på geometriske klasser indikerer moderate forhold. Med unntak av en molluskart, var alle de ti mest individrike artene børstemark. Den mest individrike var børstemarken *Scoloplos armiger*, med 25 % av alle individer. Resultatene indikerer gode forhold på denne stasjonen, selv om artstallet er noe lavt med tanke på at stasjonen er grunn og med et høyt innslag av sand.

Gjes 2 ligger på 38 m dyp i overgangssonen til anlegget Nord-Gjæslingen. Her ble det funnet 489 individer fordelt på 18 arter. Det gir diversiteten 2,03 og dermed KLIFs tilstand "Moderat". På grunn av et lavt antall arter, får stasjonen heller ikke topp-score i MOM-klassifiseringen, men ender med tilstand 2 (God). Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver et moderat artsmangfold, og fordelingen av arter innen

geometriske klasser indikerer mer moderate forhold. Fåbørstemarkar utgjorde 51 % av alle individene i prøven. Ellers fantes det syv børstemarkarter og tre molluskarer blant de elleve mest individrike artene eller gruppene. En så stor andel fåbørstemark (51 %) tyder på en ekstern påvirkning på samfunnet. Ellers var det positivt å finne molluskarer blant markene, selv om en av disse (*Mytilidae* indet.) trolig ikke hører til på denne dybden og må ha falt ned fra substrat i overflaten. Alt i alt tyder resultatene på moderate forhold i overgangssonen.

På 48 m dyp i fjernsonen ligger Gjes 3. Her ble det funnet 502 individer og 54 arter. Dette er et mer normalt artsantall i forhold til dybden enn ved de andre stasjonene. Diversiteten ligger på 4,36 og stasjonen får dermed KLIF-tilstanden "Svært god". Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver et godt til svært godt artsmangfold og fordelingen av arter på geometriske klasser indikerer moderate til gode forhold. Børstemarken *Scoloplos armiger* var den mest individrike arten, med 21 % av total mengde individer. Ellers fantes det ni børstemarkarter, en molluskart og en fåbørstemark blant de elleve mest individrike artene i prøven. Resultatene tyder på at forholdene i fjernsonen er gode til svært gode.

Stasjonene hadde en likhet seg imellom på i overkant av 20 %, hvor Gjes 2 var stasjonen som skilte seg mest ut.

Det høye innholdet av sand på de grunne stasjonene indikerer til dels sterke bunnstrømmer i området som også trolig virker inn på bunndyrssamfunnet. Moderat mengde organiske innhold sammen med ustabil bunn sediment gir trolig redusert diversitet på alle stasjonene. På Gjes 2 var imidlertid innslaget av fåbørstemarkar relativt høyt og fordelingen av arter innen geometriske klasser kan indikere en miljømessig påvirkning.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Nord-Gjæslingen 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				
Gjes 1	1	48	15	3,43			0,88			
	2	106	22	3,48			0,78			
	Sum	154	25	3,61		1	0,78	2,53	0,68	0,62
TK						Meget god			God	God
Gjes 2	1	151	11	1,80			0,52			
	2	338	14	1,85			0,49			
	Sum	489	18	2,03		2	0,49	3,83	0,52	0,40
TK					Moderat	God			Moderat	Moderat
Gjes 3	1	259	43	4,35			0,80			
	2	243	40	4,12			0,77			
	Sum	502	54	4,36			0,76	2,62	0,71	0,68
TK					Svært god				God	Svært god

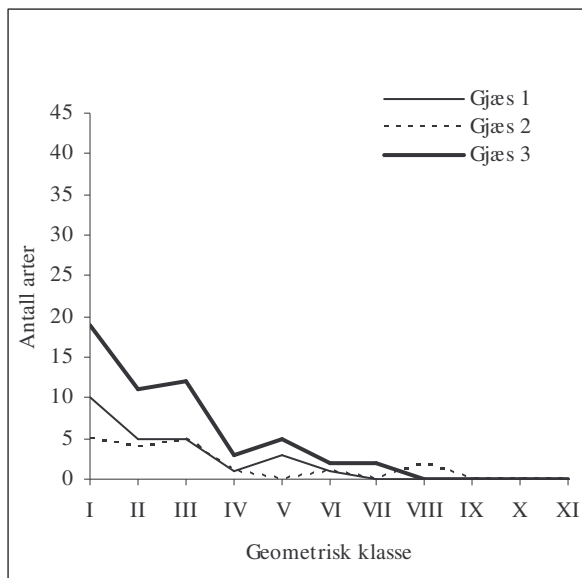
Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Nord-Gjæslingen i 2011.

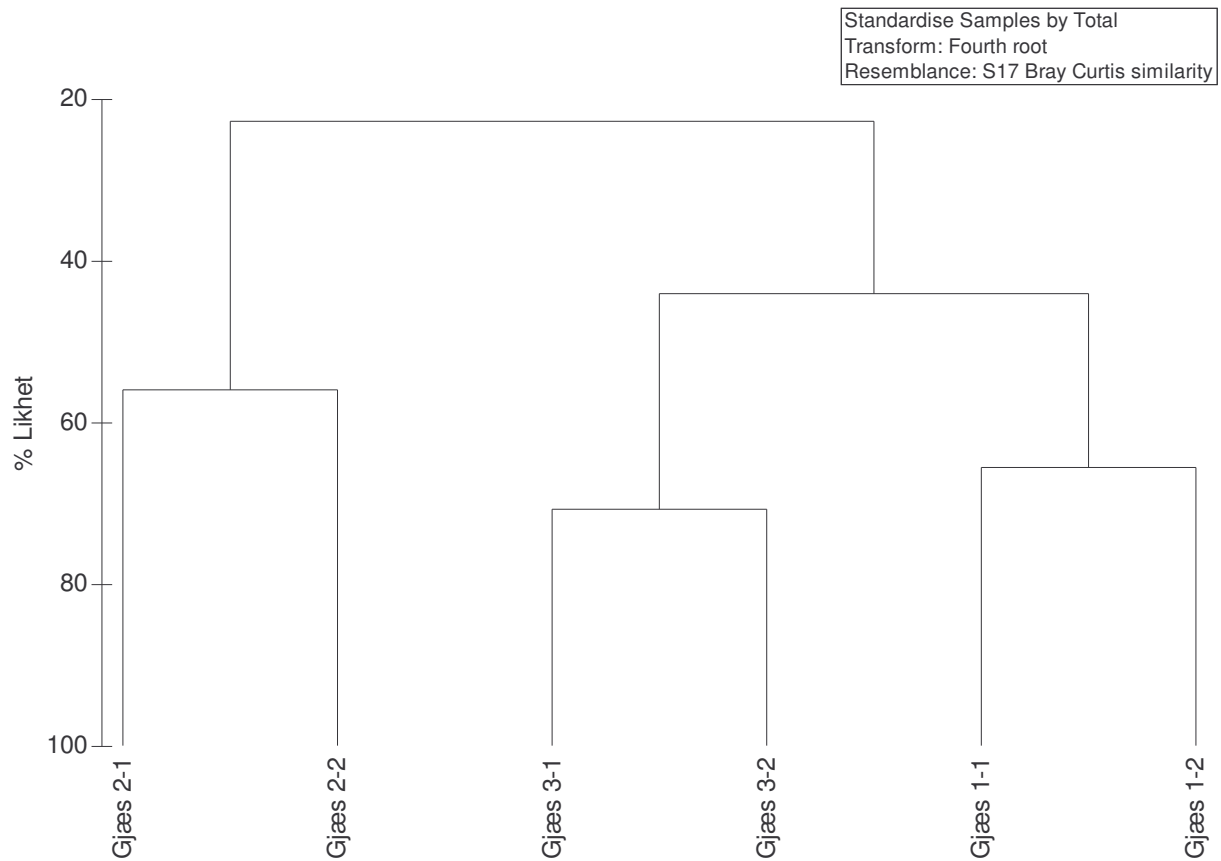
Gjes 1	Antall individer	%	Kum.%	Gjes 2	Antall individer	%	Kum.%
<i>Scoloplos armiger</i>	39	25	25	<i>OLIGOCHAETA indet.</i>	248	51	51
<i>Pholoe assimilis</i>	24	16	41	<i>Ophryotrocha sp.</i>	146	30	81
<i>Microphthalmus sp.</i>	18	12	53	<i>Mediomastus fragilis</i>	45	9	90
<i>Eteone longa</i>	17	11	64	<i>Pholoe assimilis</i>	9	2	92
<i>Chaetozone sp.</i>	8	5	69	<i>Syllidae indet.</i>	6	1	93
<i>Mediomastus fragilis</i>	7	5	73	<i>Phyllococe mucosa</i>	6	1	94
<i>Ophelina acuminata</i>	6	4	77	<i>Rissoa parva</i>	6	1	95
<i>Thyasira sarsii</i>	5	3	81	<i>Thyasira sarsii</i>	4	1	96
<i>Prionospio cirrifera</i>	5	3	84	<i>Platynereis dumerilii</i>	4	1	97
<i>Capitella capitata</i>	4	3	86	<i>Capitella capitata</i>	3	1	98
				<i>Mytilidae indet.</i>	3	1	98

Gjes 3	Antall individer	%	Kum.%
<i>Scoloplos armiger</i>	105	21	21
<i>Chaetozone sp.</i>	65	13	34
<i>Thyasira sarsii</i>	38	8	41
<i>Eteone longa</i>	32	6	48
<i>Pholoe assimilis</i>	30	6	54
<i>Jasmineira sp.</i>	25	5	59
<i>Prionospio cirrifera</i>	24	5	64
<i>Pholoe baltica</i>	23	5	68
<i>Polydora sp.</i>	17	3	72
<i>OLIGOCHAETA indet.</i>	15	3	75
<i>Mediomastus fragilis</i>	15	3	77

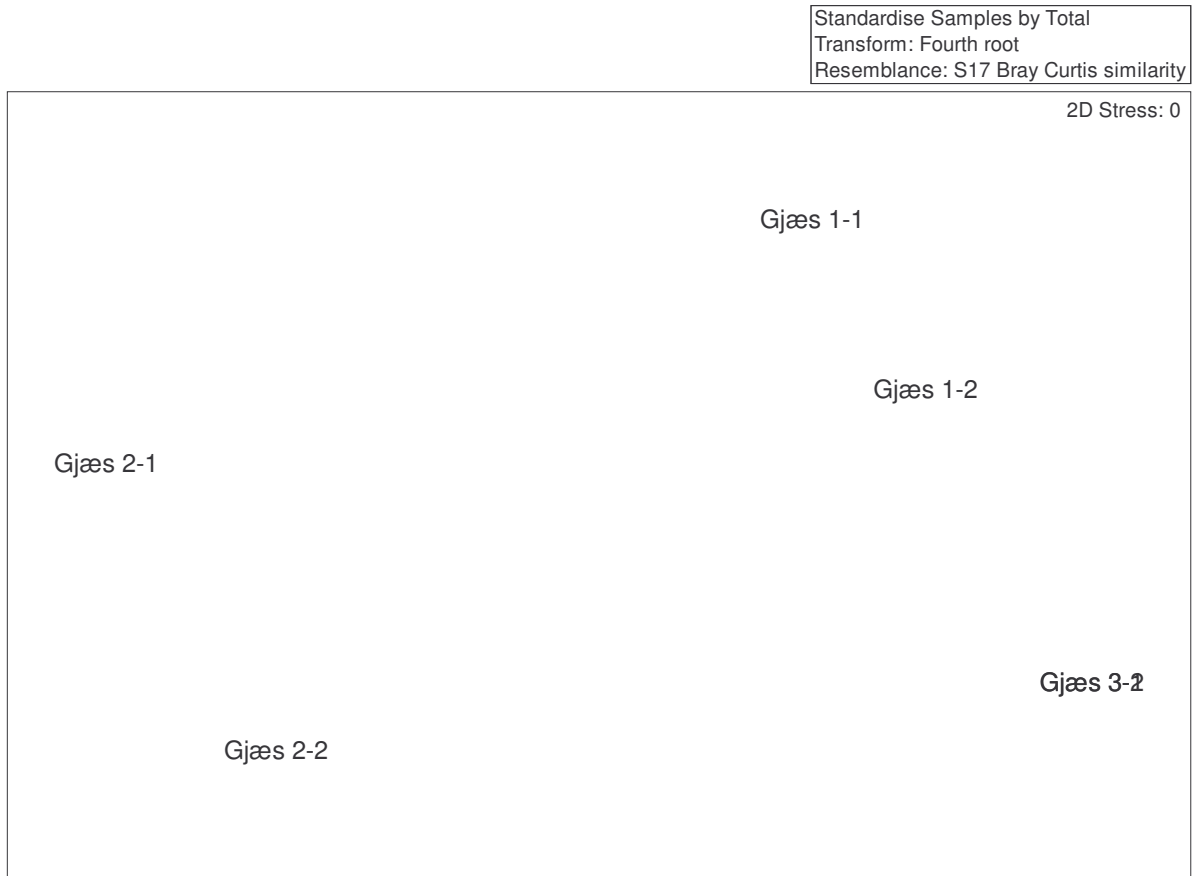
Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Nord-Gjæslingen i 2011.

Geom.kl.	Gjæs 1	Gjæs 2	Gjæs 3
I	10	5	19
II	5	4	11
III	5	5	12
IV	1	1	3
V	3	0	5
VI	1	1	2
VII	0	0	2
VIII	0	2	0
IX	0	0	0
X	0	0	0

**Figur 3.8.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Nord-Gjæslingen i 2011.



Figur 3.9 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Nord-Gjæslingen 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 3.10. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Nord-Gjæslingen 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 MOMC-undersøkelse ved ett matfiskanlegg ved Nord-Gjæslingan i Vikna kommune i Nord-Trøndelag. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 08. juni 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner.

De hydrografiske målingene normale oksygenverdier i vannsøylen ved alle prøvetakingsstasjoner. Saliniteten er forholdsvis jevn nedover i vannsøylen, mens temperaturen synker jevnt nedover i dypet. Sedimentundersøkelsen viser at undersøkelsesområdet består av mye sediment i den mer grovkornede del av kornstørrelsesskalaen i form av sand. Dette tyder på at det er en forholdsvis sterk bunnstrøm i området. De kjemiske analysene viste at glødetapet var moderat til lavt på alle tre stasjoner, og høyest på nærsone stasjonen Gjes 1. TOC var også høyest på Gjes 1 (tilstand moderat), mens det var lavt på Gjes 2 og Gjes 3 (henholdsvis tilstand god, og svært god). Nivåene av sink og kobber var lave på samtlige stasjoner. Verdien av fosfor var forhøyet på Gjes 1, moderat på Gjes 2, og lavt på Gjes 3. Faunaundersøkelsen viste moderate til gode forhold i nærsonen, moderate i overgangssonen og gode til svært gode i fjernsonen.

Oppsummert kan man si at det marine miljøet ved oppdrettslokaliteten Nord-Gjæslingan er noe påvirket av produksjonen i området. Fjernsonestasjonen fremstår imidlertid som svært lite påvirket, noe som tyder på at påvirkningen fra produksjonen er begrenset til et forholdsvis lokalt område rundt anlegget. Undersøkelsesområdet er grunt, og det er ut i fra sedimentundersøkelsen og oksygenverdiene grunn til å tro at vannutskiftningen i området er god. Dette bidrar til og effektivt spre avfallsstoffer fra produksjonen over et større område.

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
Gjes 1	44	-	I	I	I	III
Gjes 2	38	III	II	I	I	II
Gjes 3	48	I		I	I	I

5 TAKK

Vi takker Roy Haraldsø fra Sinkaberg Hansen AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Fredrik R Staven fra Aquakompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Tommie Christensen. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen og Tom Alvestad.

6 LITTERATUR

- 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: Direktoratgruppen 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.

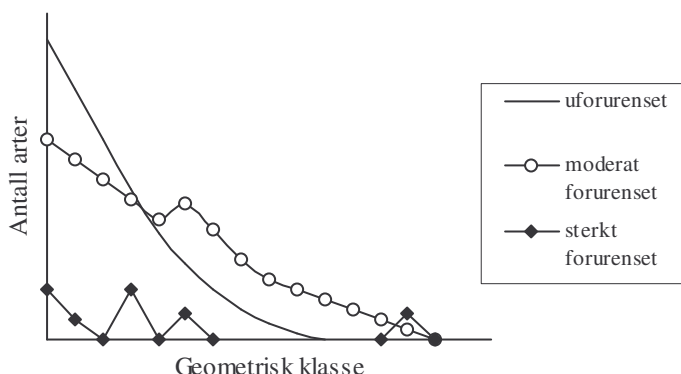
Geometriske klasser

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

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

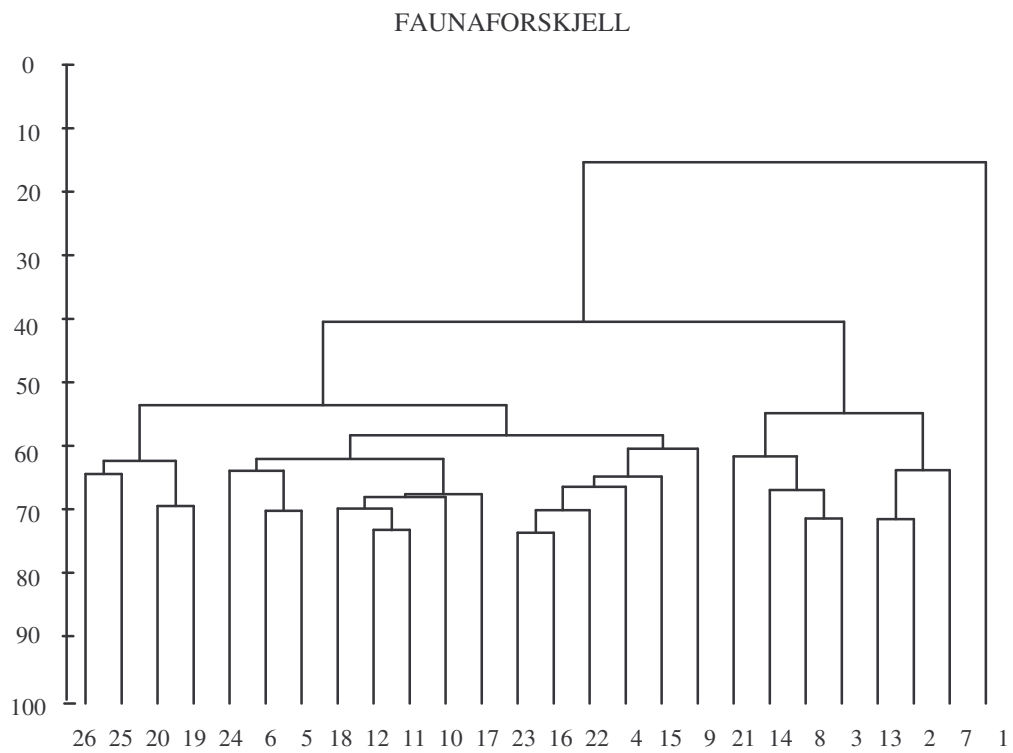
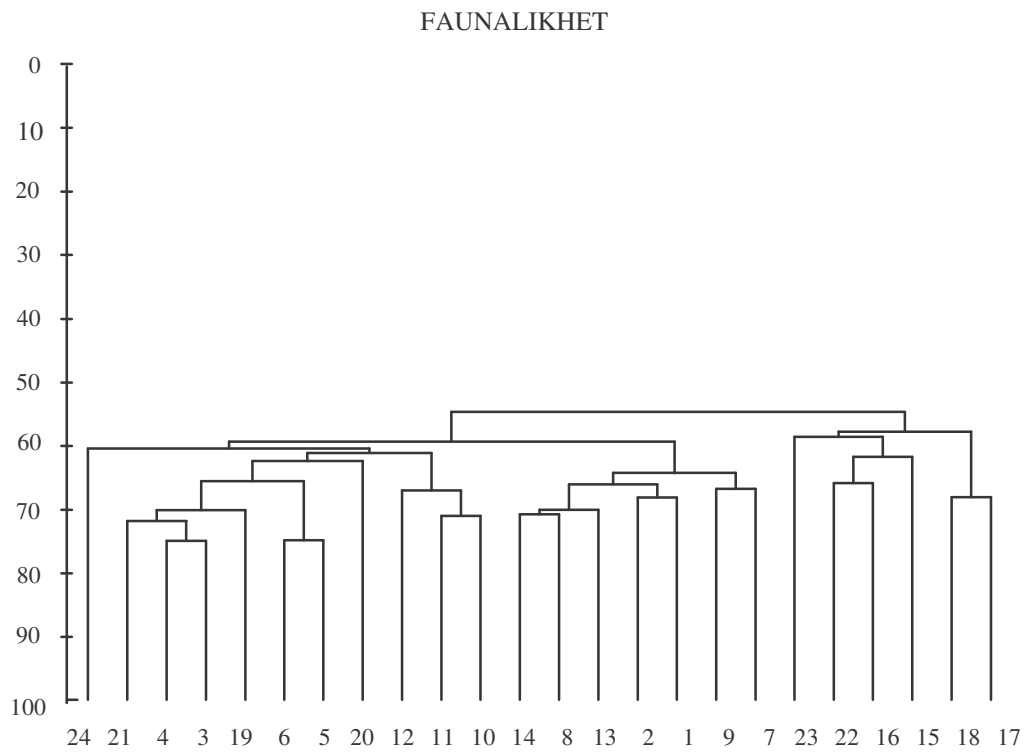
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

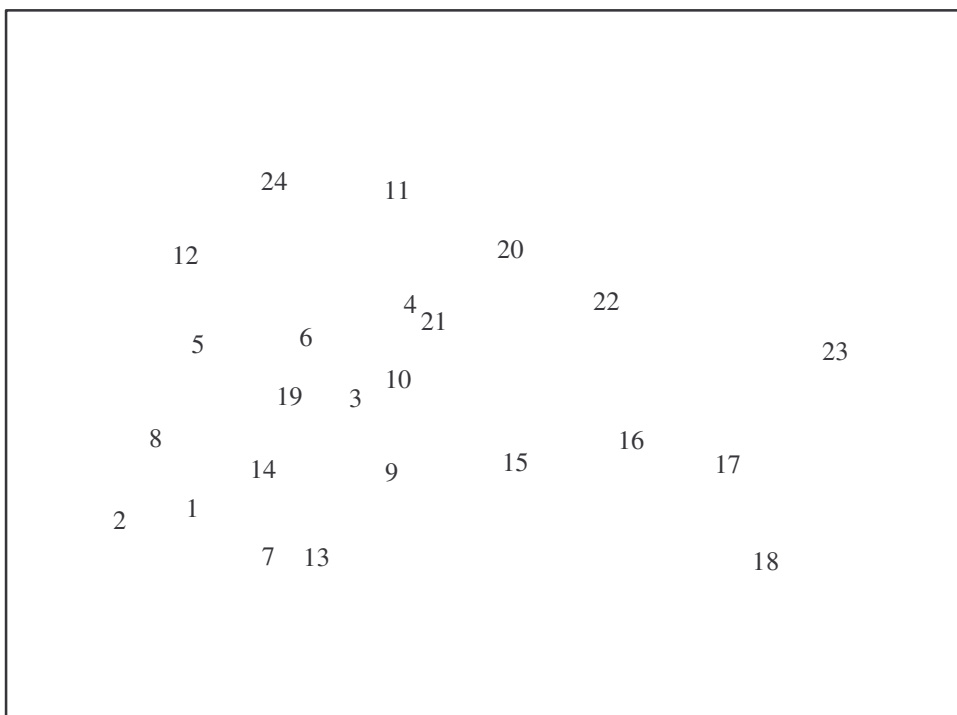
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget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

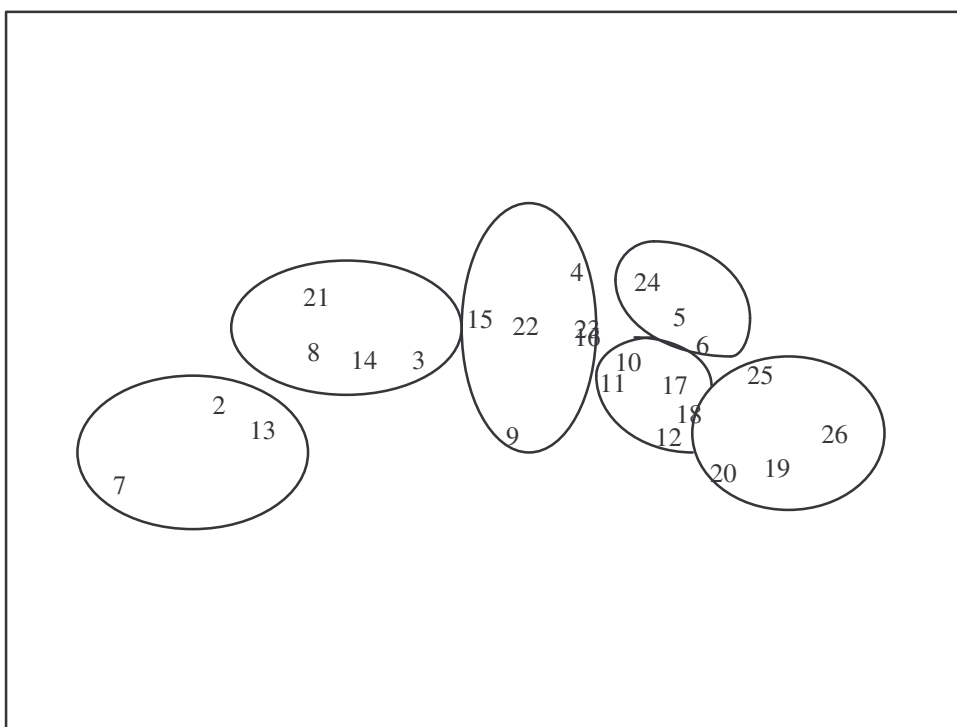


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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.: 805827
Prøvetakingssted (område): Nord-Gjæslinga
Dato for prøvetaking: 8.6.2011
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:2 sider.

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


Signatur:.....
Godkjent taksonom

8.6.2011 Art	Område Stasjon Hugg nr	Nord-Gjæslinga					
		St. 1 1	St. 1 2	St. 2 1	St. 2 2	St. 3 1	St. 3 2
* PORIFERA indet.				+			
* Hydrozoa indet.		+	+		+	++	
Corymorpha sp.							+
* ANTHOZOA							
Cerianthus lloydii						0/1	
Gonactiniidae indet					1		
Edwardsia sp.						1	6
* NEMERTINI indet.		3	4		2	13	12
* NEMATODA indet.			13	33	20	16	4
POLYCHAETA							
Polynoidae indet.							1
Pholoe assimilis		5	19	2	7	16	14
Pholoe baltica			1		2	9	14
Nereiphylla lutea						1	
Phyllodoce groenlandica							1
Phyllodoce mucosa				2/1	3		
Eteone longa		5	12			16	16
Nereimyra punctata				1			
Microphthalmus sp.		8	10				
Syllidae indet.				4	2	3	2
Exogone sp.						2	3
Platynereis dumerilii				4			
Nephtys paradoxa						0/2	
Nephtys pente							1
Glycera alba			1			2	1
Glycera lapidum			2			1/1	0/1
Goniada maculata						3	3/3
Lumbrineridae indet.						1	
Protodorvillea kefersteini			1				
Ophryotrocha sp.		1		84	62		
Scoloplos armiger		10/1	25/3			25/23	23/34
Aonides paucibranchiata						1	
Polydora sp.			1			9	8
Prionospio steenstrupii					2		
Prionospio cirrifera		2	3			11	13
Spio sp.			1			4	
Aricidea catherinae						3	1
Paraonis sp.						4	1
Aphelochaeta sp.						1	1
Chaetozone sp.		1	7			34	31
Cirratulus cirratus		1		1			1
Macrochaeta clavicornis							1
Ophelina acuminata		0/3	0/3				
Scalibregma inflatum		0/2	0/1				
Capitella capitata		3	1	2	1	3	
Mediomastus fragilis		1	6		45	12	3
Notomastus latericeus						2	1
Arenicola marina			2				
Myriochele danielsseni							1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

8.6.2011	Område	Nord-Gjæslinga					
		St. 1	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3
Art	Stasjon Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Galathowenia oculata						1	1
Pectinaria auricoma						0/3	1
Pectinaria koreni			1/1				
Ampharete lindstroemi						3/1	
Sabellides octocirrata		1					2
Pista lornensis						1/1	1
Polycirrus norvegicus						3	1
Lysilla loveni						4	3
Sabellidae indet.						1	3
Jasmineira sp.						10	15
Spirorbidae indet.				1			
OLIGOCHAETA indet.			1	46	202	5	10
SIPUNCULA							
CRUSTACEA							
* Calanus finmarchicus						3	1
* Anomalocera patersoni							1
* Nebalia sp.					0/3		
* Diastylis cornuta			1				
* Idotea sp.				1			
* Amphipoda indet.		2	1	5	3	2	6
* Caprellidae indet.					1		
* Decapoda indet.		0/1					
* Eualus gaimardii				1			
* Paguridae indet.							1
* Carcinus maenas					0/1		
* Hyas araneus				0/1			
MOLLUSCA							
Rissoa parva					0/6		
Eulima bilineata							1
Diaphana sp.							1
Philine scabra		1	1			0/1	3
Nudibranchiata indet.						2	
Nuculana minuta							1
Mytilidae indet.					0/3		
Thyasira flexuosa						1	
Thyasira sarsii		1/2	2	0/3	0/1	6/20	5/7
Adontorhina similis						1	
Kurtiella bidentata						1	
Corbula gibba						0/1	
Antalis entalis							1
* PHORONIDA indet.							1
* BRYOZOA							
* Bryozoa skorpeformet				+			
ECHINODERMATA							
Ophiocomina nigra					1		
Ophiocten affinis			1			1	2
Labidoplax buskii						1	
CHORDATA							
* PISCES egg.					7		
* 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-000259-01



EUNOBE-00000288

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 22.08.2011-20.09.2011
Referanse: 805827 ref nr 32/2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2011-0824-042	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	45	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	110	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	4700	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	17.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-0824-043	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2	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)	64	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1900	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	11.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-0824-044	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	3	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	58	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	8.0	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	36	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	390	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	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 :Kvantiseringsgrense

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-11-MX-000259-01



EUNOBE-00000288



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

Teanforklaring:

* (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