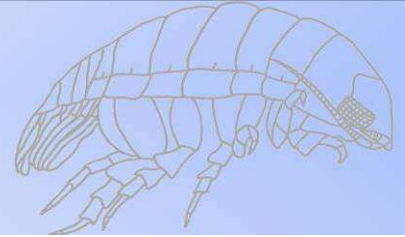


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





e-Rapport nr. 5-2012

MOM C-undersøkelse ved oppdrettslokalitetene Edøya og Geitholmen 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 oppdrettslokalitetene Edøya og Geitholmen i 2011	Dato: 12.3.2011
	Antall sider og bilag: 47
Forfatter(e): Fredrik Staven, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, og Per-Otto Johansen..	Prosjektleder: Fredrik R. Staven Prosjektnummer: 805824/805825

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

Abstract: The investigated fish farms are located west of Nærøysundet, in Vikna, Nord-Trøndelag.. In total, five different stations were chosen for sampling. The station C1 is located in the near zone by the fish farm Edøya, C2 in the transition zone, and C3 in the remote zone by both fish farms. The station C4 lies in the near zone by Geitholmen. Station C5 is located in the transition zone by Geitholmen. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the levels of phosphorus, zinc, and cobber were low on every station, but somewhat higher at C1. The percent volatile total solids was high at C1, C2, C3, and C5, while it was moderate at C4. The level of TOC was high at C1, C2, C4, and C5 (class V, very bad), while it was low at C3 (class I, very good). The sediment was relatively fine-grained at every station. This indicates a low bottom current velocity in the area surrounding the fish farms. The hydrographical data showed class I for oxygen concentration and normal salinity in the water column on every station. The soft bottom fauna investigation showed presence of opportunistic species at the near zone station C1, and also low species diversity. The other stations showed relatively good species diversity. To sum up, the marine area surrounding the fish farms Edøya and Geitholmen seems to be in a good shape. However, the near zone by Edøya shows clear signs of negative influence from the production.

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos, Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett, Resipient, Bunndyr, Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 5-2012
---	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	12.03.2012	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	5.2.2012	<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 og Tom Alvestad (begge 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 Sinkaberg Hansen AS

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

Akkreditert: Totalt tørrstoff, kobber, sink, fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

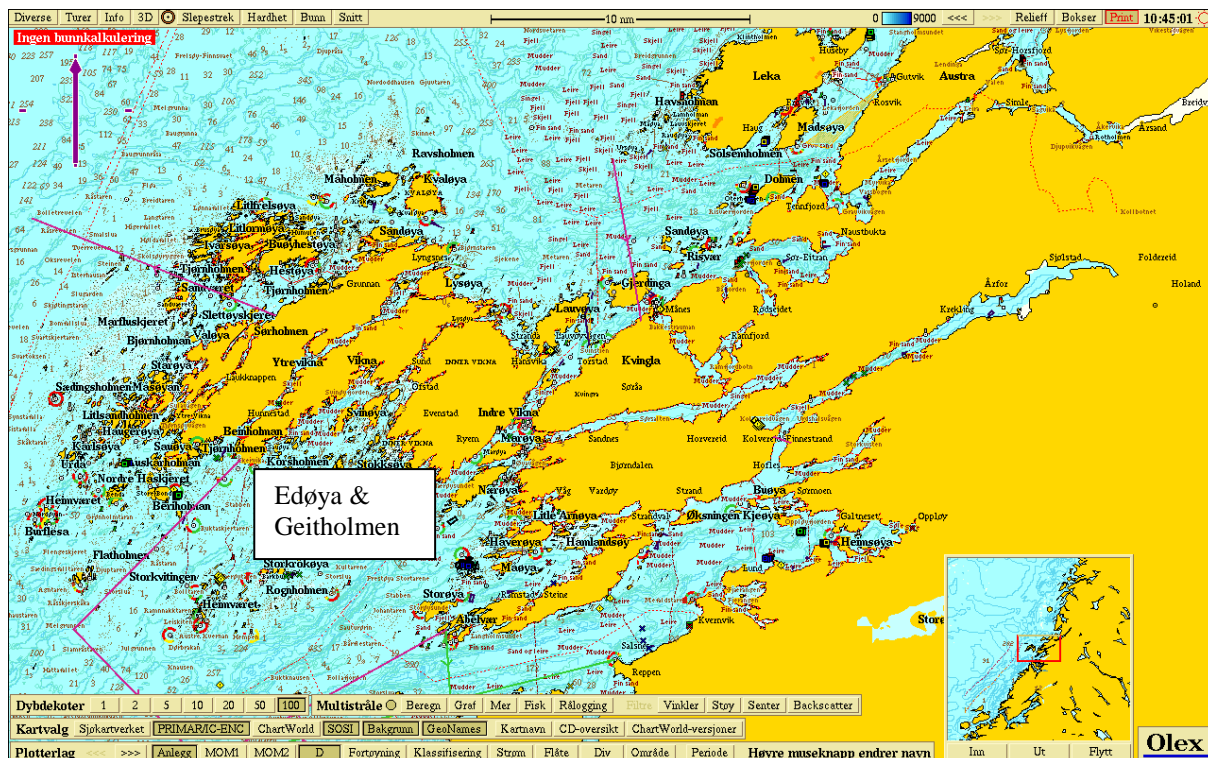
INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER.....	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	7
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjon.....	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment.....	19
3.3 Kjemi.....	20
3.4 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	27
5 TAKK	28
6 LITTERATUR.....	29
7 VEDLEGG.....	30
GENERELL VEDLEGGSDDEL	30
Vedleggstabell 1. Artsliste	38
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi for Edøya og Geitholmen.....	45

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra fem stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS i Vikna kommune i Nord-Trøndelag den 9. og 10. juni, 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 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.

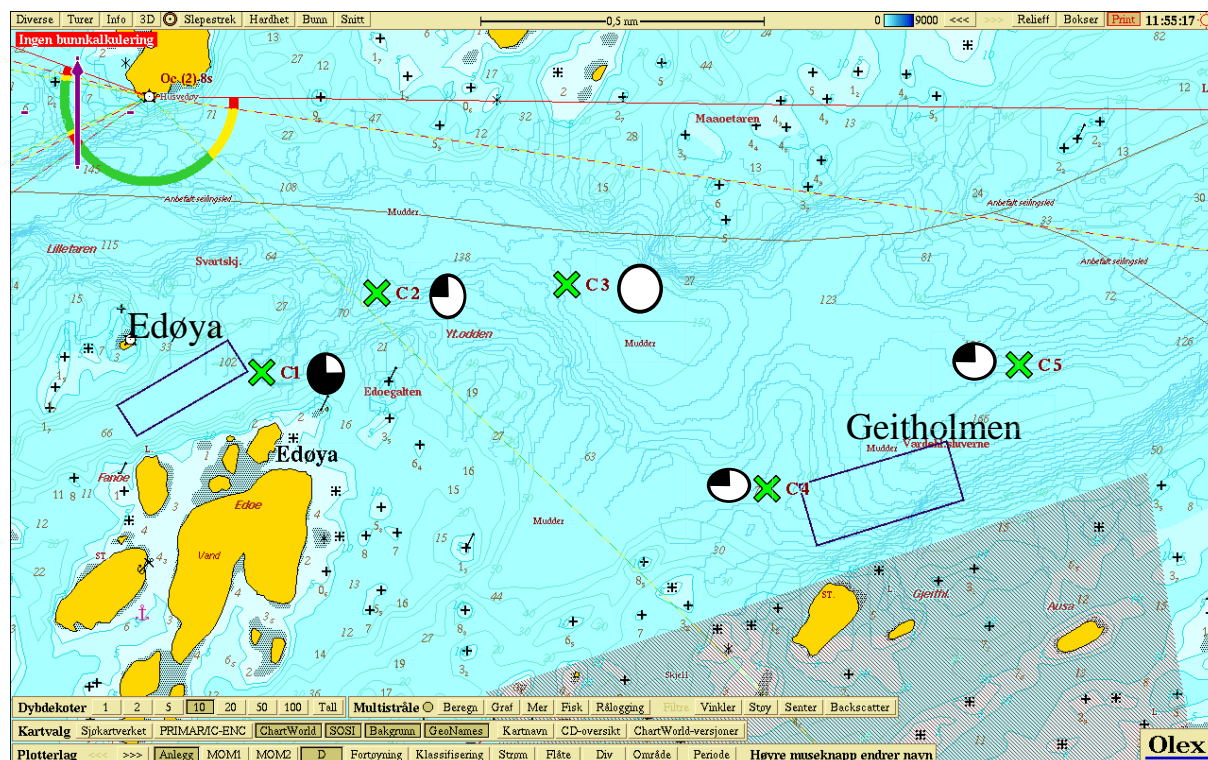
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger ved matfiskanleggene Edøya og Geitholmen, vest for Nærøysundet (Se figur 2.1). Anleggene er eid av Sinkaberg Hansen AS. Det største dypet i fjorden er 160 m. Det ble tatt prøver fra til sammen fem stasjoner, hvor én stasjon (C3) fungerer som en felles fjernstasjon for begge matfiskanleggene. Stasjon C1 og C2 er henholdsvis nærsonestasjon og overgangssonestasjon til Edøya, mens C4 og C5 er nærsonestasjon og overgangssonestasjon for Geitholmen. Stasjon C3 og C5 ligger i dyprenna som går i en øst-vest retning forbi begge anleggene. Begge anleggene drenerer til denne renna.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Sinkaberg Hansen AS den 9. og 10. juni 2011. Det ble tatt prøver og utført CTD registreringer fra fem 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 vannutskifting 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 vannutskifting, 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 fem stasjoner (figur 3.1 til 3.10). 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 9. og 10.06.2011.

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. C 1 10.06.11	Edøya 64°48.186 N 10°58.990 Ø	58,0	1	17,0	Mudder og silt. Sort/lys farge. Sterk lukt. Uttak til faunaprøve.
			2	17,0	Mudder og silt. Sort/lys farge. Sterk lukt. Uttak til faunaprøve.
			3	17,0	Mudder og silt. Sort/lys farge. Sterk lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. C 2 10.06.11	Edøya 64°48.327 N 10°59.467 Ø	93,0	1	14,0	Mudder og silt. Lys overflate, mørk i midten. Noe lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	14,0	Mudder og silt. Lys overflate, mørk i midten. Noe lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. C 3 10.06.11	Edøya 64°48.340 N 11°00.254 Ø	141,0	1	17,0	Mudder og silt. Brun farge. Noe lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			2	17,0	Mudder og silt. Brun farge. Noe lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. C 4 09.05.11	Geitholmen 64°47.982 N 11°01.082 Ø	86,0	1	11,7	Silt og skjellsand. Lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Grabb satt fast i sidespenn. Uttak til faunaprøver.
			2	11,7	Silt og skjellsand. Lys farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
St. C 5 09.06.11	Geitholmen 64°48.199 N 11°02.126 Ø	129,0	1	15,1	Mudder, silt, og leire. Brun/lys farge. Ingen lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Mudder, silt, og leire. Brun/lys farge. Ingen lukt. 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 fem stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984).

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen.

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764.

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H₂S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Akkreditering Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885m. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I 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 bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet og KLIF (Klima og Forurensingsdirektoratet) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997, Veileder nr 1:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad. Artsdiversitetene beregnes for prøvene brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra Svært god (I) til Meget dårlig (V). I tillegg brukes indeksene NQI1 og NQI2, som også tar hensyn til artenes sårbarhet (beregnet vha AMBI). Dette er en internasjonal standard som er implementert etter det nye vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 1:2009). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

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

		Tilstandsklasse					
		I	II	III	IV	V	
Parameter	Måleenhet	Meget/ svært god	God	Moderat/ mindre god	Dårlig	Meget / svært dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener 'H)		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1		>0,72	0,63 -0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Normalisert TOC	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg					
	Zn/kg		<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg					
	Cu/kg		<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

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

2.3 Produksjon

Edøya

Lokaliteten hadde stått brakk i 5 måneder ved undersøkelsesdato. Total produksjon ved forrige generasjon var 3500 tonn.

Geitholmen

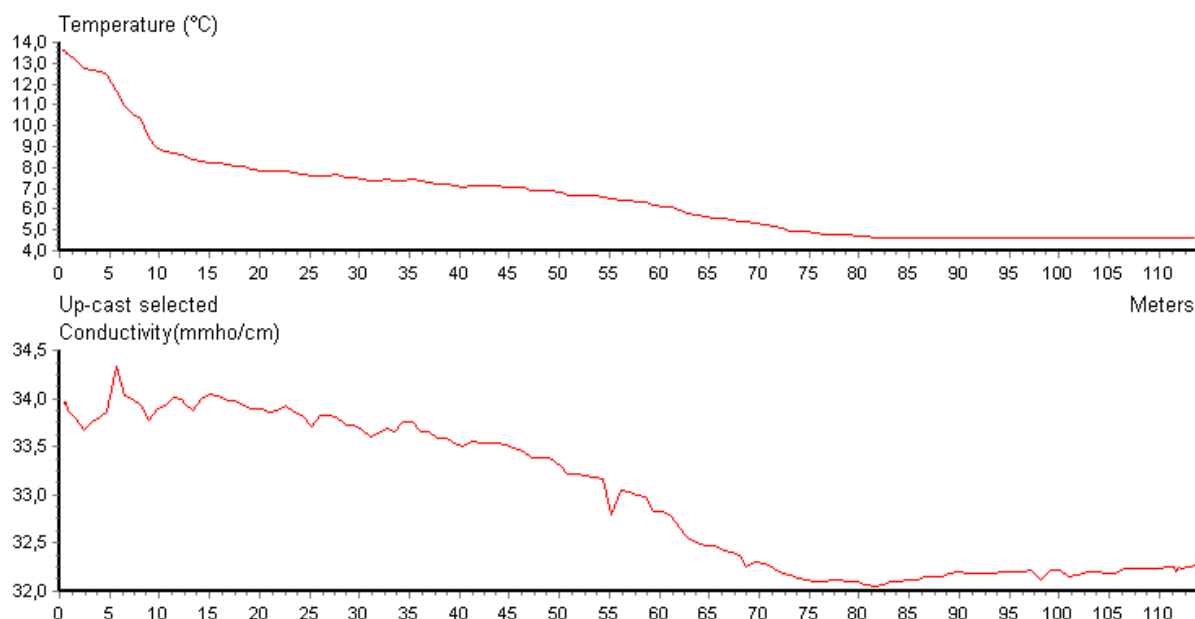
Lokaliteten var ny i 2005, og den har vært brukt hyppig siden den gang. Det ble satt ut ny fisk ved lokaliteten den 11.05.2011. Ved undersøkelsesdato hadde det vært utfôret cirka 139 tonn.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

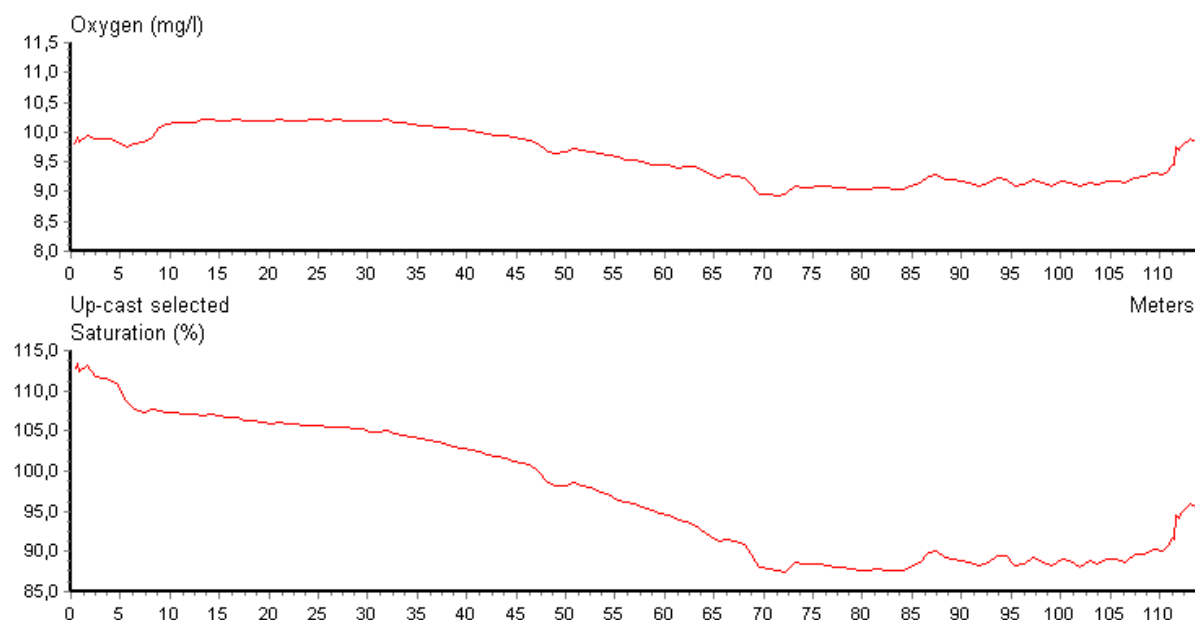
På alle fem stasjoner ble det stort sett registret det samme mønster når det gjelder hydrografi (figur 3.1 til 3.10). Temperaturen synker fra mellom 13 og 14 °C ned til 8 °C på de 10-15 øverste meterne av vannsøylen ved alle stasjonene. Videre nedover i dypet synker temperaturen jevnt ned mot 5 °C ved bunnen. Saliniteten ligger mellom 32 og 34 ‰ ved alle stasjonene, noe som er normalt for sjøvann. Oksygenkonsentrasjonen varierer mellom 9 og 10 mg/l ved de fleste stasjonene. Ved stasjon C2 dropper konsentrasjonen ned til 7.0 mg/l ved 90 meters dyp, dette gjenspeiles også i oksygenmetningen, som dropper ned til 70 % ved dette dypet. På de fire andre stasjonene ligger oksygenmetningen fra 115 % ved overflatevannet, og ned mot 85 % i bunnvannet. Både oksygenkonsentrasjonen og oksygenmetningen ved alle stasjonene viser beste tilstandsklasse. De høye og jevn oksygenverdiene nedover i vannsøylen tyder på at det er god omrøring av vannmassene i undersøkelsesområdet.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 10 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:55:39 - 10.Jun-11 (No. 3199) To: 12:02:01 - 10.Jun-11 (No: 3390)



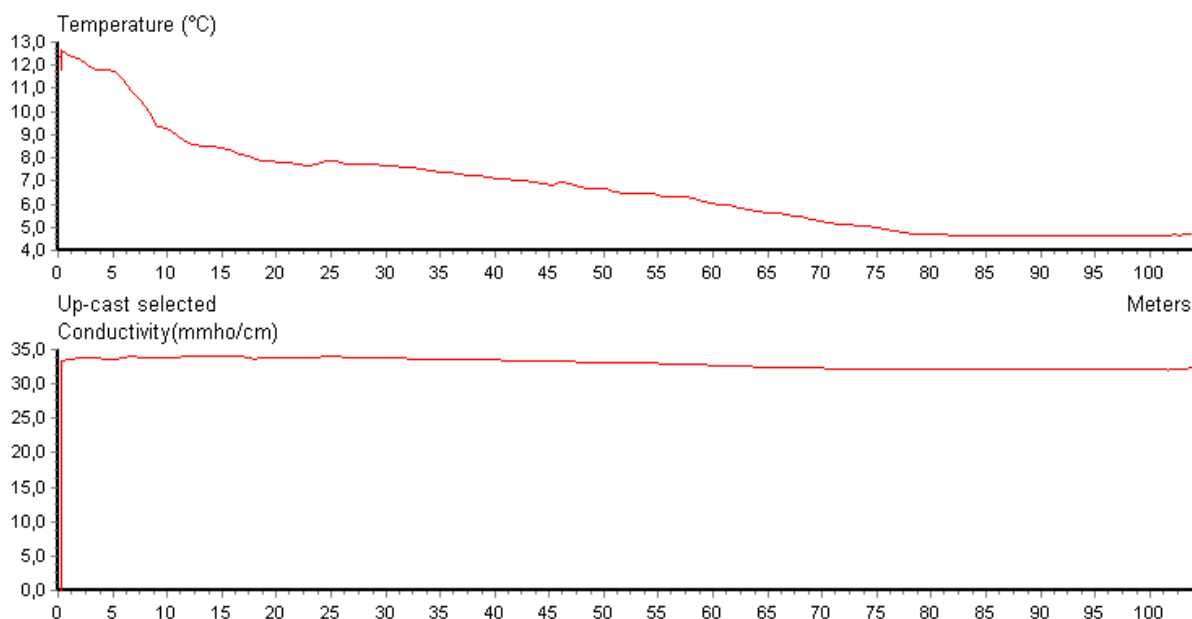
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 112 meters dyp på stasjon C1 den 10. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 10 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:55:39 - 10.Jun-11 (No. 3199) To: 12:02:01 - 10.Jun-11 (No: 3390)



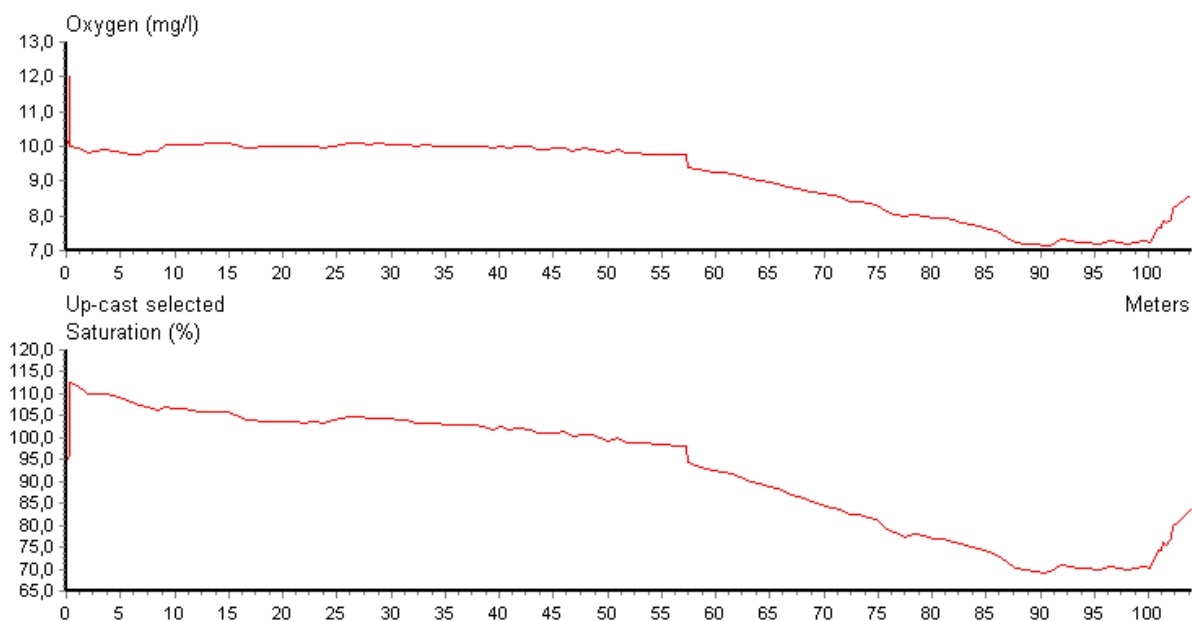
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og til 112 meters dyp på stasjon C1 den 10. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 9 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:00:49 - 10.Jun-11 (No. 2853) To: 10:10:55 - 10.Jun-11 (No: 3156)



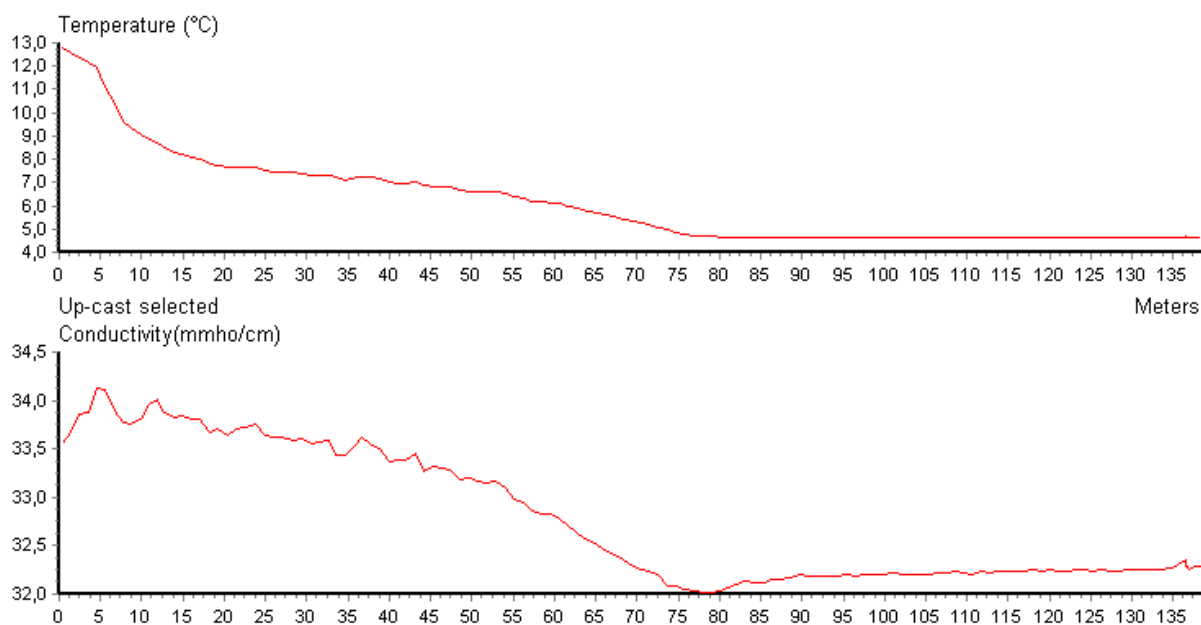
Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 103 meters dyp på stasjon C2 den 10. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 9 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:00:49 - 10.Jun-11 (No. 2853) To: 10:10:55 - 10.Jun-11 (No: 3156)



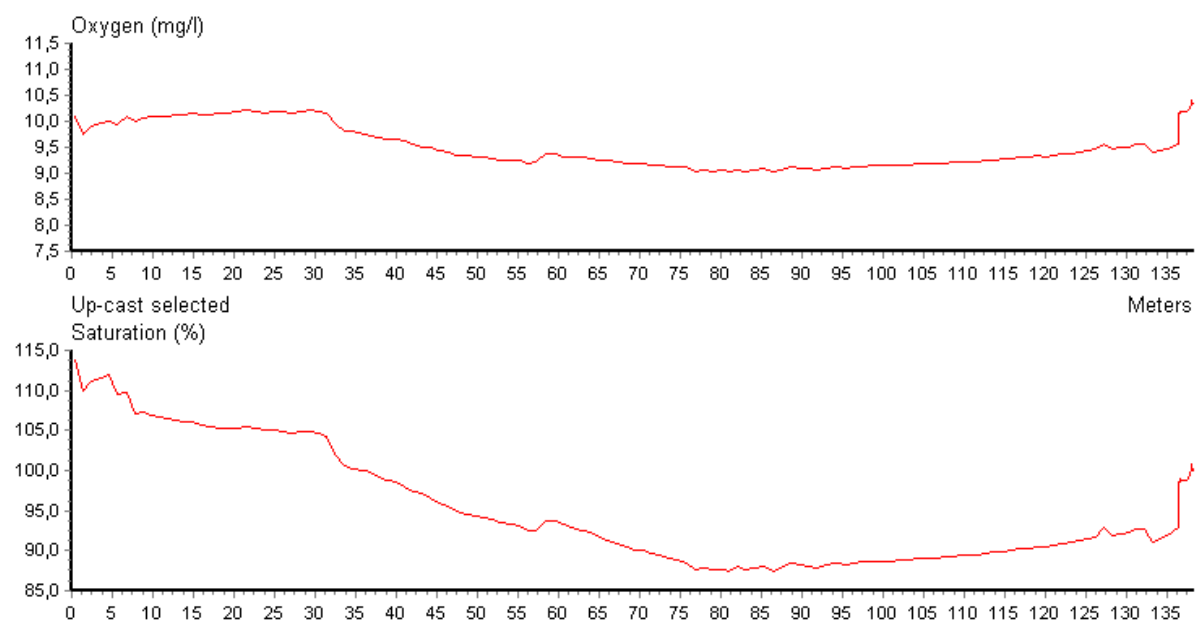
Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og til 103 meters dyp på stasjon C2 den 10. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 8 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:06:25 - 10.Jun-11 (No. 1779) To: 09:13:33 - 10.Jun-11 (No: 1993)



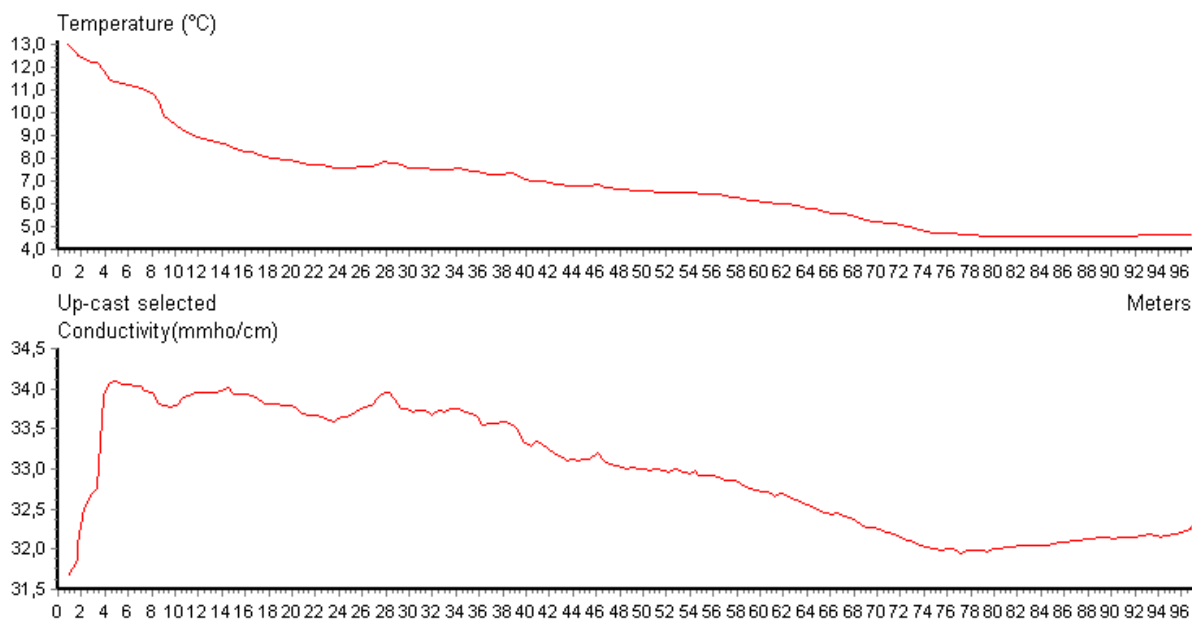
Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 136 meters dyp på stasjon C3 den 10. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 8 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:06:25 - 10.Jun-11 (No. 1779) To: 09:13:33 - 10.Jun-11 (No: 1993)



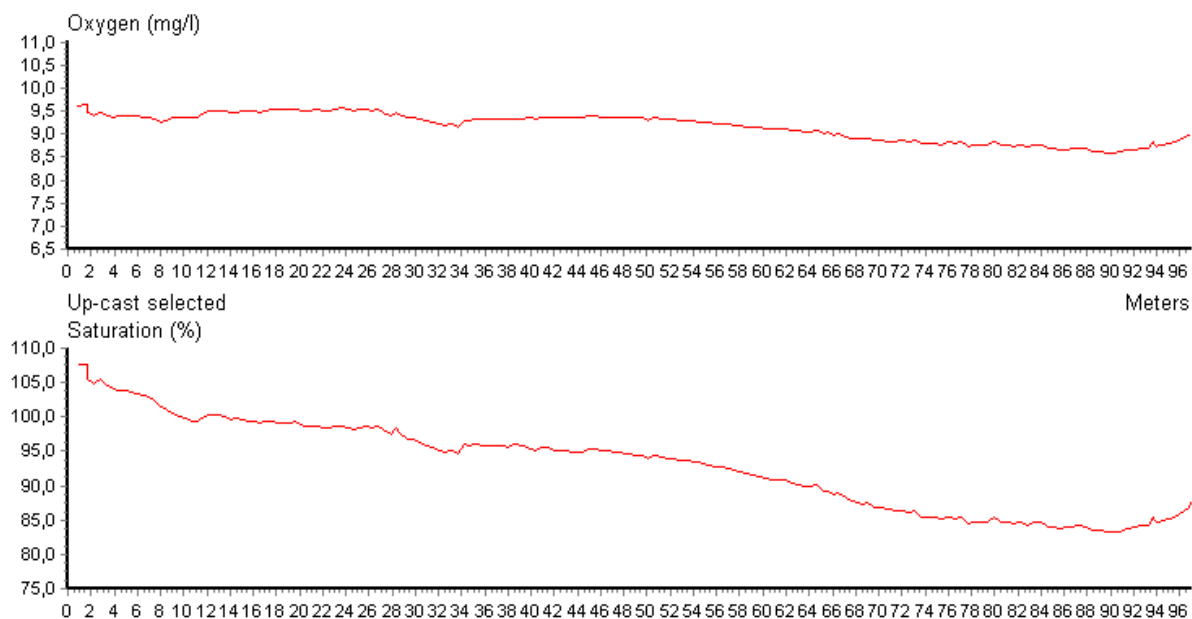
Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og til 136 meters dyp på stasjon C3 den 10. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 14:28:30 - 09.Jun-11 (No. 1451) To: 14:36:56 - 09.Jun-11 (No: 1704)



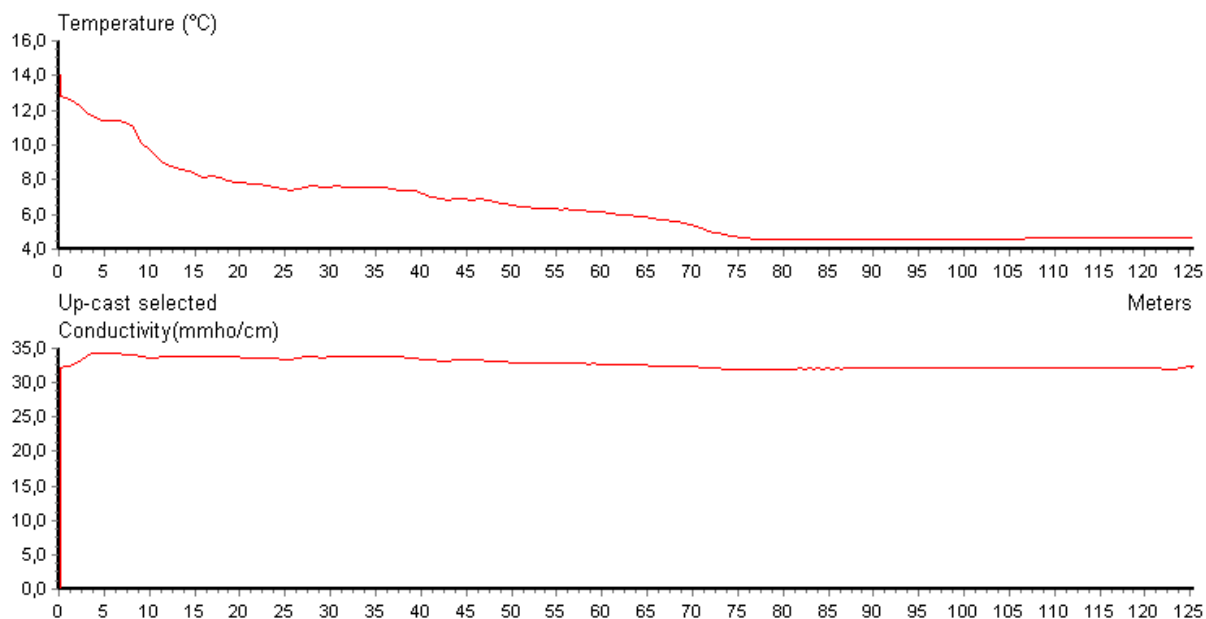
Figur 3.7. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 96 meters dyp på stasjon C4 den 09. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 6 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 14:28:30 - 09.Jun-11 (No. 1451) To: 14:36:56 - 09.Jun-11 (No: 1704)



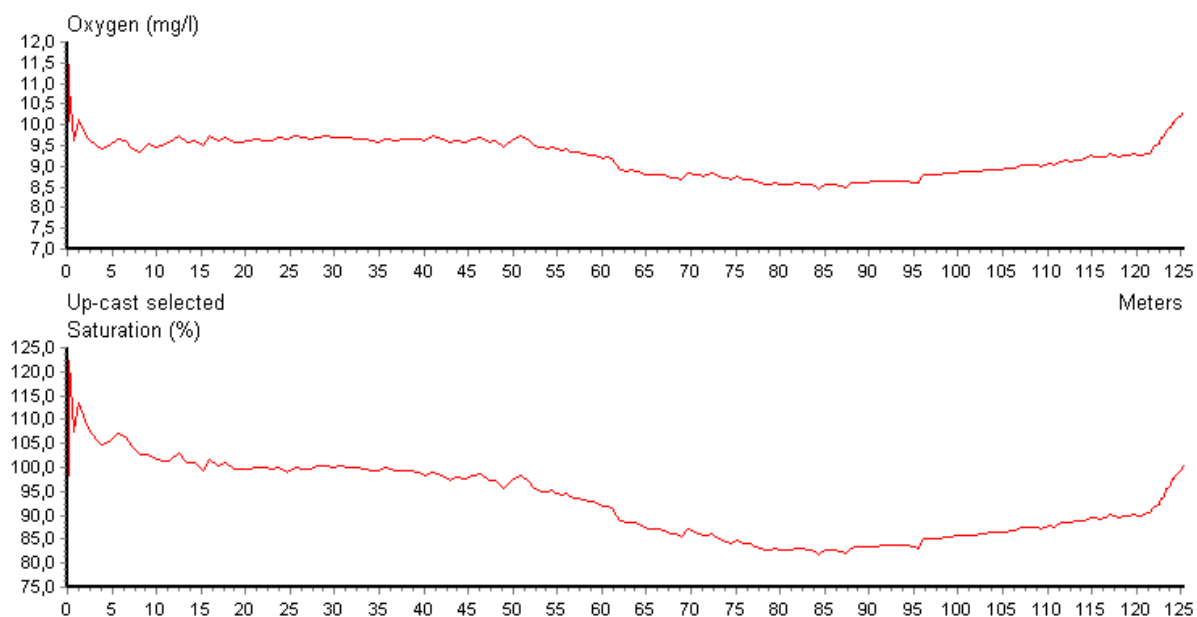
Figur 3.8. Oksygeninnhold fra overflaten og til 96 meters dyp på stasjon C4 den 09. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 13:16:46 - 09.Jun-11 (No. 730) To: 13:26:48 - 09.Jun-11 (No: 1031)



Figur 3.9. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og til 125 meters dyp på stasjon C5 den 09. juni 2011.

File name: froyactd.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 5 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 13:16:46 - 09.Jun-11 (No. 730) To: 13:26:48 - 09.Jun-11 (No: 1031)

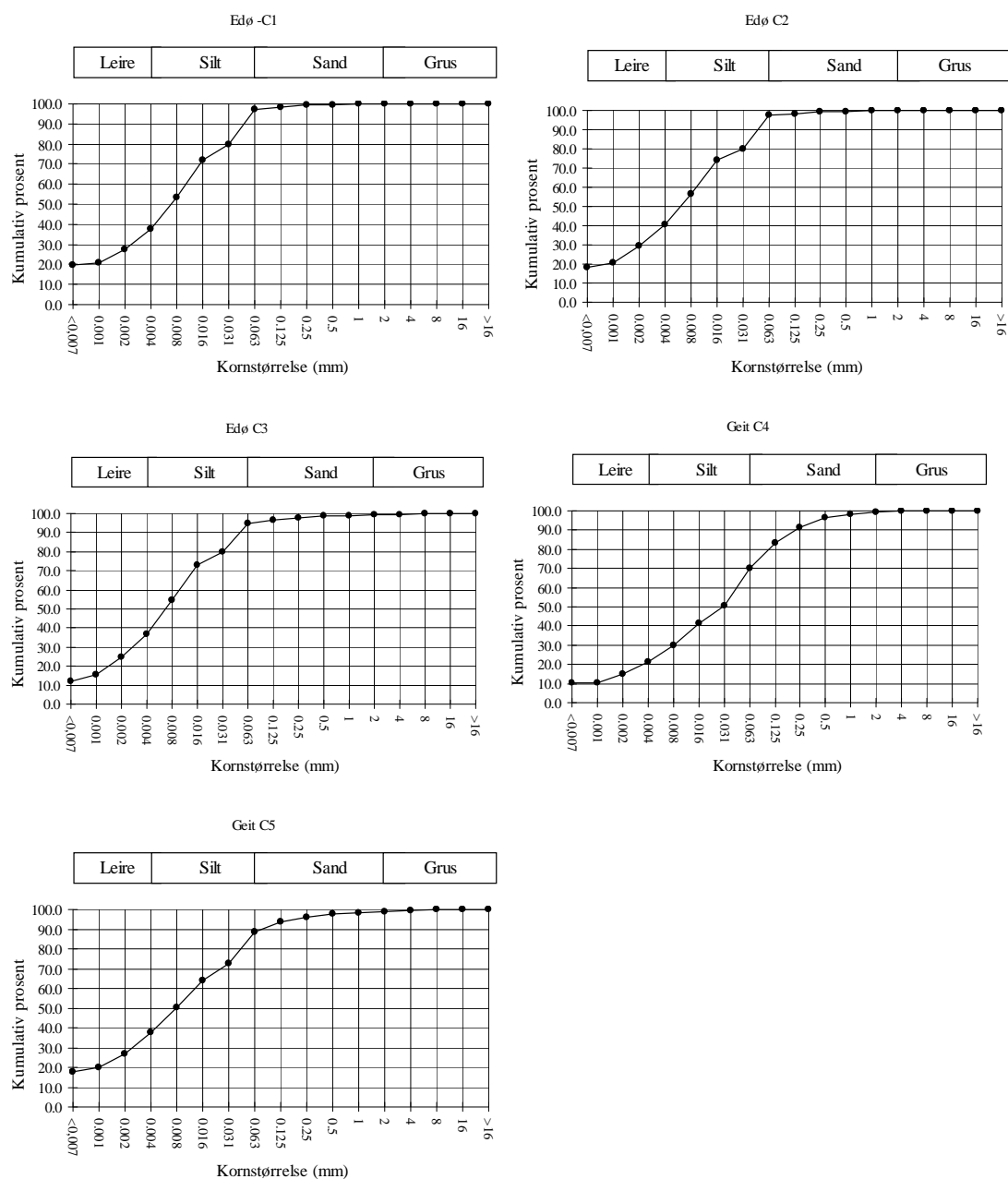


Figur 3.10. Oksygeninnhold fra overflaten og til 125 meters dyp på stasjon C5 den 09. juni 2011.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Figur 3.11 og Tabell 3.1.

Kornfordelingsanalysen viser at sedimentet i undersøkelsesområdet generelt består av mye silt og leire, andelen silt og leire utgjør til sammen over 70 % ved alle fem stasjoner. Ved stasjon C4 besto sedimentet av 21 % leire, 49 % silt, 29 % sand, og 1 % grus. Ved stasjon C5 besto sedimentet av 38 % leire, 51 % silt, 10 % sand, og 1 % grus. Ved stasjonene C1, C2, og C3 består sedimentet nesten utelukkende av en forholdsvis jevn fordeling av silt og leire. En såpass høy andel av finfordelte partikler, tyder på en noe svak bunnstrøm i dette området.



Figur 3.11. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Edøya og Geitholmen i 2011.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Edø C1	58	21,1	38	60	97	3	0
Edø C2	93	18,5	40	57	98	2	0
Edø C3	141	18,4	37	58	95	5	1
Geit C4	86	11,2	21	49	70	29	1
Geit C5	129	15,1	38	51	89	10	1

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Edøya og Geitholmen 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).

Ved Edøya hadde alle de tre stasjonene (C1, C2 og C3) høye nivåer av glødetap, hvor Edø-C1 hadde den høyeste verdien. For Edø C1 og C2 stemmer dette overens med høy TOC-verdi og gir tilstand V (dårlig) på begge. På Edø C3 var TOC-nivået derimot lavt og holdt til tilstand I (meget god). Ved Geitholmen var glødetapsnivåene moderate for C4 og høyt for C5. Ser vi på TOC, er nivåene høye og begge stasjonene får tilstand V (meget dårlig). Konsentrasjonen av fosfor var noe forhøyet ved Edø C1, og moderat ved Edø C2 og Geit C4, Edø C3 og Geit C5. Ved Edø C1 var nivåene av kobber og sink gode (tilstand II), mens de på de resterende stasjonene var meget gode (tilstand I).

Tabell 3.2. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Edøya og Geitholmen 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	TK		
Edø C1	42,0	42,5	V	2 200	190,0	II	42,0	II	31,0
Edø C2	59,0	59,4	V	920	110,0	I	26,0	I	25,0
Edø C3	6,7	7,6	I	770	110,0	I	24,0	I	31,0
Geit C4	69,0	74,3	V	940	92,0	I	18,0	I	44,0
Geit C5	63,0	65,0	V	770	91,0	I	21,0	I	34,0

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.12-3.14 og Vedleggstabell 1.

Edø C1 ligger på 58 m dyp et lite stykke fra anlegget Edøya, og er på grensen for hva som kan kalles nærsone. Her ble det funnet 75 individer og 4 arter. Dette indikerer ifølge MOM-standarden en dårlig miljøtilstand (MOM-tilstand 3). Diversiteten var på 1,11 og KLIFs klassifisering beskriver derfor også diversiteten som "Dårlig". I tillegg beskriver Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) et svært dårlig til dårlig artsmangfold. Artene fordelt på geometriske klasser illustrerer også dårlige forhold. Det ble bare funnet børstemarkarter på stasjonen. Den mest individrike var *Capitella capitata*, med 64 % av total individmengde. Deretter fulgte *Ophryotrocha sp.* med 33 % av individene og to andre børstemarkarter med kun 1 individ hver (1 %). *C. capitata* er en vanlig børstemark å finne i store mengder i områder med mye organisk materiale. Dette er fordi den har en ekstremtoleranse mot denne typen miljø.

Edø C2 ligger på 93 m dyp i overgangssonen et stykke unna anlegget Edøya. Her ble det funnet 1762 individer fordelt på 78 arter. Dette gir MOM-tilstanden 1 (meget god) og diversiteten på 3,72 får KLIF-tilstanden "God". Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver et godt til svært godt artsmangfold. Fordelingen av arter på geometriske klasser illustrerer moderate forhold. Den mest individrike arten var børstemarken *Heteromastus filiformis*, som hadde 25 % av alle individer i prøvene. Ellers fantes det syv andre arter av børstemark og tre molluskarer blant de 11 mest individrike artene. Parametrene undersøkt tyder på at forholdene var gode på denne stasjonen på undersøkelsestidspunktet og at faunaen trolig nyter godt av en organisk tilstrømming.

På den felles fjernstasjonen Edø C3 (141 m dyp), ble det funnet 982 individer og 57 arter. Dette gir en diversitet på 3,93 og dermed KLIFs tilstand "Meget god". Vanndirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver også et godt artsmangfold, mens artene fordelt på geometriske klasser illustrerer moderate forhold. Den mest individrike arten var børstemarken *Heteromastus filiformis*. Denne utgjorde 25 % av total individmengde på stasjonen. Ellers fantes det åtte andre børstemarkarter og to molluskarer. Resultatene tyder på gode forhold ved fjernstasjonen.

Geit C4 ligger på 86 m dyp nær anlegget Geitholmen. Det ene hugget inneholdt kun en art noe som indikerer høy heterogenitet i dette området. På stasjonen ble det registrert 455 individer fordelt på 53 arter.. Dette gir diversiteten 3,97 og MOM-tilstanden 1 (Meget god). Vanddirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver arts mangfoldet som ”moderat” og det samme illustrerer fordelingen av arter innen geometriske klasser. Den mest tallrike arten var børstemarken *Chaetozone* sp. med 35 % av alle individer i prøven. Ellers fantes det syv andre børstemarkarter og tre molluskararter blant de elleve mest individrike artene. Resultatene fra denne nærstasjonen tyder på at faunaforholdene er moderate til gode.

Geit C5 ligger på 129 m dyp i overgangssonen et stykke unna anlegget Geitholmen. Her ble det funnet 1103 individer fordelt på 54 arter. Dette gir diversiteten 3,69 og dermed KLIFs tilstand ”God”. MOM-tilstanden er 1, ”Meget god”. Vanddirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver arts mangfoldet som ”moderat” til ”god” og fordelingen av arter innen geometriske klasser indikerer moderate forhold. Den mest individrike arten var børstemarken *Capitella capitata*, med 25 % av alle individer. Denne arten indikerer ofte dårlige forhold, men i dette tilfellet er den ikke dominerende nok. Blant de ti mest individrike artene fantes det til sammen ni børstemarkarter og en molluskart.

De multivariate analysene viser at Edø C1 skiller seg mest fra de andre stasjonene når det gjelder faunasammensetning. Ellers er det i underkant av 40 % likhet mellom alle huggene undersøkt, bortsett fra 2.hugg på Geit C4 som skiller seg har en 60 % likhet med Edø C1 og i underkant av 5 % likhet med de resterende huggene.

Stasjon Edø C1 skiller seg spesielt ut med høyt organisk innhold og en fattig bunnfauna. Bunnfaunaen var god på undersøkelsestidspunktet på de øvrige stasjonene.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Edøya og Geitholmen i 2011. Klassifisering av miljøtilstanden (T.kl.) er basert på flere diversitetsmål: Shannon-Wiener diversitet (H'), NQI1, NQI2 og AMBI som angitt i Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann (se generelt vedlegg for nærmere forklaringer), samt MOM tilstand fra NS 9410.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	KLIF TK	MOM TK	Jevnhet (J)	AMBI	NQI1	NQI2
Edø C1	1	35	2	0,86			0,86			
	2	40	4	1,26			0,63			
	Sum	75	4	1,11		3	0,55	5,43	0,28	0,20
TK					Dårlig	Dårlig			Svært dårlig	Dårlig
Edø C2	1	1012	63	3,48			0,58			
	2	750	62	3,90			0,65			
	Sum	1762	78	3,72		1	0,59	2,53	0,72	0,63
TK					God	Meget god			God-Svært god	God
Edø C3	1	489	46	3,97			0,72			
	2	493	39	3,57			0,68			
	Sum	982	57	3,93		-	0,67	2,86	0,68	0,62
TK					Meget god				God	God
Geit C4	1	435	53	3,95			0,69			
	2	20	1	-			-			
	Sum	455	53	3,97		1	0,69	4,71	0,56	0,49
TK						Meget god			Moderat	Moderat
Geit C5	1	455	20	2,03			0,47			
	2	658	49	3,57			0,64			
	Sum	1103	54	3,69		1	0,64	3,48	0,63	0,56
TK					God	Meget god			Moderat-God	God

Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Edøya og Geitholmen i 2011.

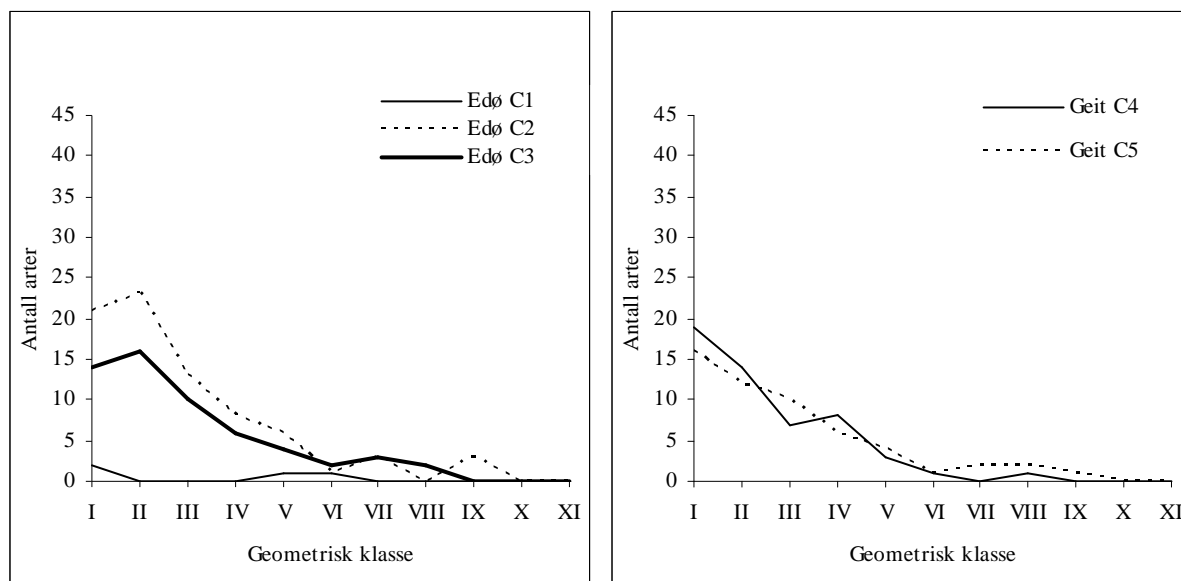
Edø C1	Antall individer	%	Kum.%	Edø C2	Antall individer	%	Kum.%
<i>Capitella capitata</i>	48	64	64	<i>Heteromastus filiformis</i>	446	25	25
<i>Ophryotrocha sp.</i>	25	33	97	<i>Maldane sarsi</i>	403	23	48
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	1	99	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	256	15	63
<i>Ophelina acuminata</i>	1	1	100	<i>Thyasira equalis</i>	110	6	69
				<i>Chaetozone sp.</i>	68	4	73
				<i>Thyasira sarsii</i>	68	4	77
				<i>Lanassa venusta</i>	46	3	79
				<i>Caudofoveata indet.</i>	31	2	81
				<i>Maldanidae indet.</i>	25	1	82
				<i>Exogone sp.</i>	24	1	84
				<i>Euchone sp.</i>	24	1	85

Edø C3	Antall individer	%	Kum.%	Geit C4	Antall individer	%	Kum.%
<i>Heteromastus filiformis</i>	246	25	25	<i>Chaetozone sp.</i>	161	35	35
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	180	18	43	<i>Heteromastus filiformis</i>	56	12	48
<i>Maldane sarsi</i>	75	8	51	<i>Capitella capitata</i>	22	5	53
<i>Euchone sp.</i>	73	7	58	<i>Caudofoveata indet.</i>	17	4	56
<i>Thyasira equalis</i>	67	7	65	<i>Adontorhina similis</i>	17	4	60
<i>Thyasira sarsii</i>	55	6	71	<i>Pholoe baltica</i>	15	3	63
<i>Polydora sp.</i>	44	4	75	<i>Notomastus latericeus</i>	15	3	67
<i>Apistobranchus tenuis</i>	24	2	78	<i>Exogone sp.</i>	13	3	69
<i>Galathowenia oculata</i>	23	2	80	<i>Euchone sp.</i>	13	3	72
<i>Terebellides stroemi</i>	18	2	82	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	11	2	75
<i>Aphelochaeta sp.</i>	18	2	84	<i>Thyasira equalis</i>	11	2	77

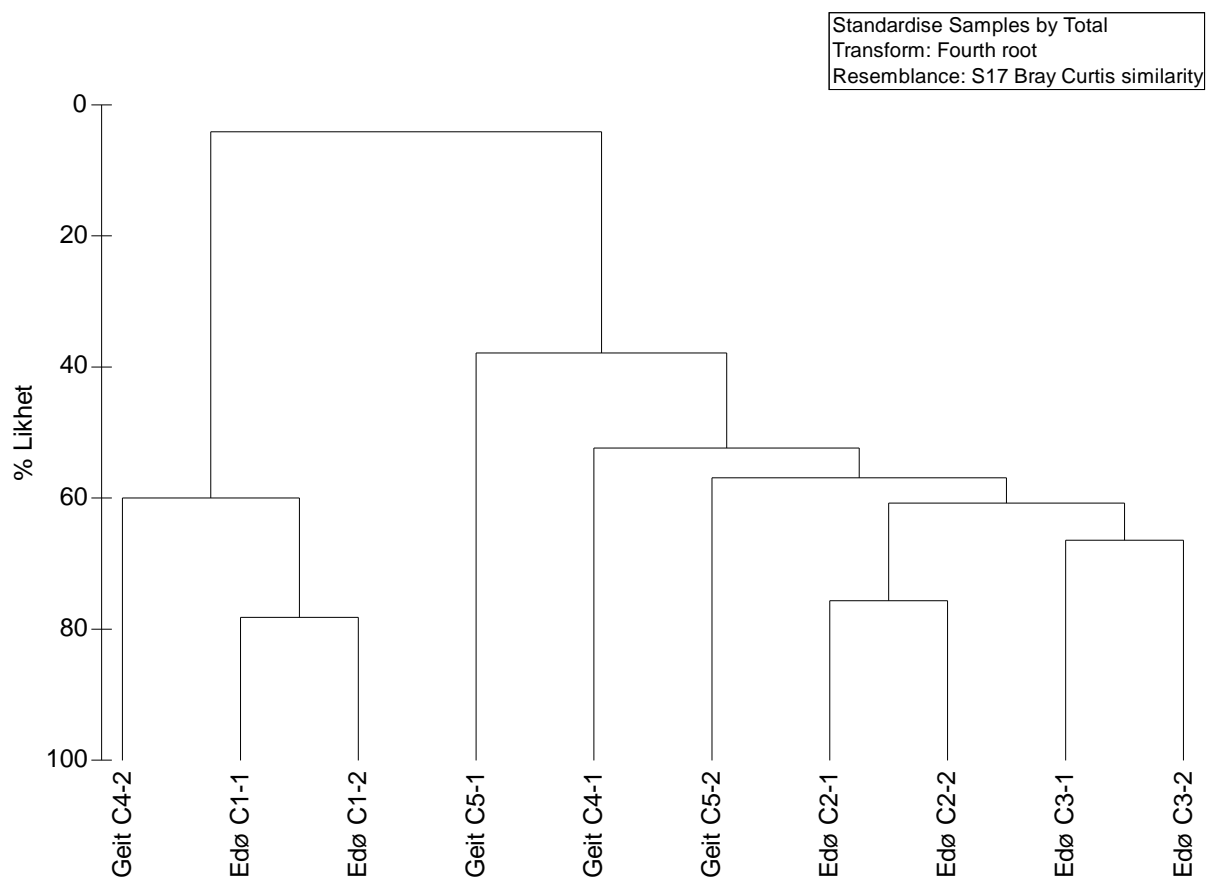
Geit C5	Antall individer	%	Kum.%
<i>Capitella capitata</i>	280	25	25
<i>Euchone sp.</i>	209	19	44
<i>Heteromastus filiformis</i>	130	12	56
<i>Maldane sarsi</i>	126	11	68
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	71	6	74
<i>Thyasira sarsii</i>	35	3	77
<i>Chaetozone sp.</i>	22	2	79
<i>Ophelina acuminata</i>	22	2	81
<i>Polydora sp.</i>	19	2	83
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	17	2	84

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Edøya og Geitholmen i 2011.

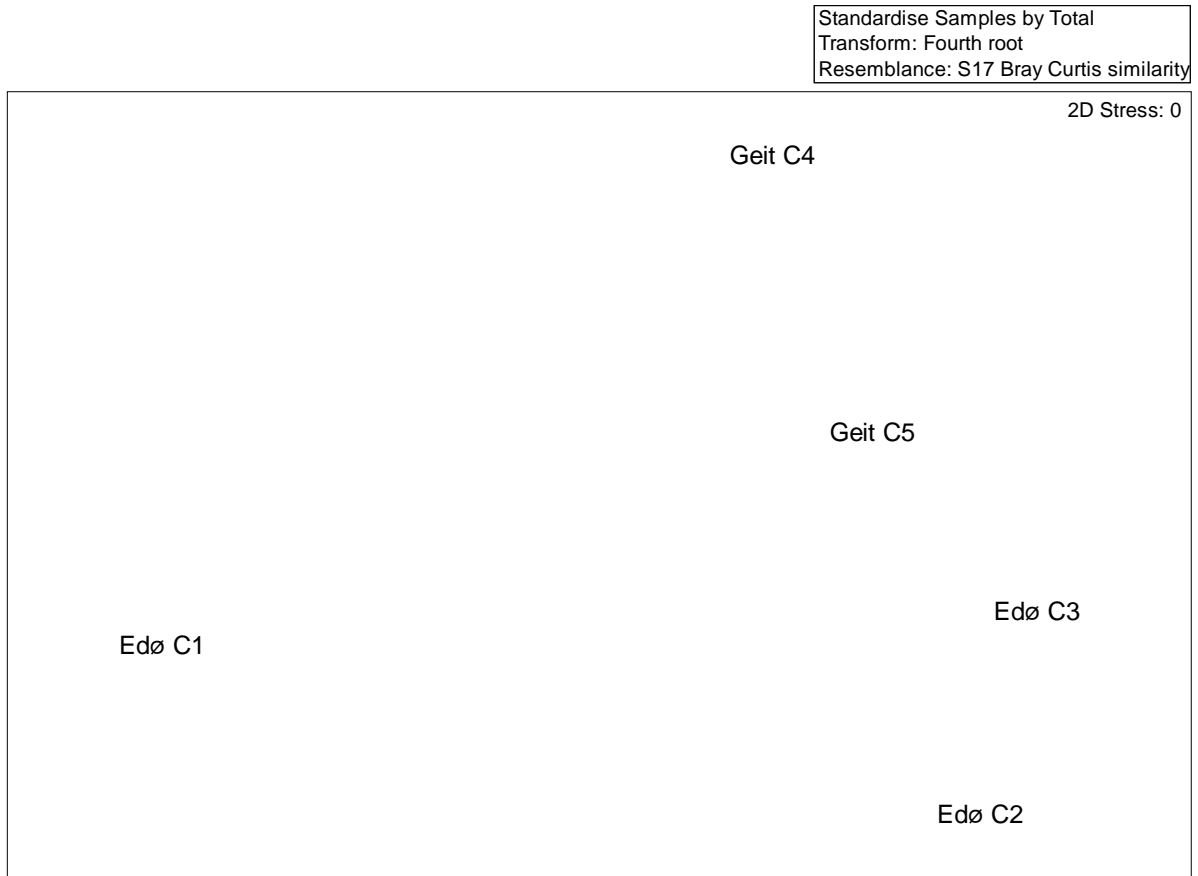
Geometriske klasser	Edø C1	Edø C2	Edø C3	Geit C4	Geit C5
I	2	21	14	19	16
II	0	23	16	14	12
III	0	13	10	7	10
IV	0	8	6	8	6
V	1	6	4	3	4
VI	1	1	2	1	1
VII	0	3	3	0	2
VIII	0	0	2	1	2
IX	0	3	0	0	1
X	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0



Figur 3.12. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Edøya og Geitholmen i 2011.



Figur 3.13 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Edøya og Geitholmen 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 3.14. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Edøya og Geitholmen i 2011. Analysene er utført på stasjonsnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved to matfiskanlegg eid av SinkaBerg-Hansen AS i et skjærgårdsområde vest for Nærøysundet i Vikna kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 09 og 10. juni 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på fem stasjoner.

De hydrografiske dataene viser at vannsøylen i undersøkelsesområdet er forholdsvis homogen med jevnt over høye oksygenverdier (tilstand I) og jevn salinitet. Oksygenkonsentrasjonen ligger mellom 7.0 mg/l og 10.0 mg/l, mens oksygenmetningen varierer mellom 70 og 115 %. Sedimentundersøkelsen viste at samtlige stasjoner besto av en høy andel av finfordelt materiale. Stasjonene C1, C2, og C3 besto nesten utelukkende av leire og silt, med en liten fraksjon sand. Stasjonene C4 og C5 inneholdt noe mer sand, men også ved disse stasjonene var andelen leire og silt klart størst. Dette indikerer en noe svak bunnstrøm i undersøkelsesområdet. Glødetapet var høyt ved Edøya-stasjonene C1, C2, samt på fjernstasjonen C3. Dette stemmer overens med TOC nivået for C1 og C2 (tilstand V, dårlig) mens for C3 var TOC lavt (tilstand I, meget god). For Geitholmen var glødetapet moderat for C4, mens det var høyt for C5. TOC-nivået var høyt for begge stasjonene. Nivået av fosfor var noe forhøyet på nærstasjonen C1, mens det var moderat for de resterende stasjonene. Verdiene av sink og kobber var lave ved samtlige stasjoner. Når det gjelder faunasammensetningen er det tydelig at nærsonestasjonen C1 til Edøya er negativt påvirket av organisk materiale. Denne stasjonen har en fattig bunnfauna med et høyt innslag av den opportunistiske børstemarken *Capitella capitata*. Både MOM-standarden og KLIF-klassifiseringssystemet gir denne stasjonen miljøtilstanden 'dårlig'. Overgangssonestasjonen C2 får gode miljøtilstander både etter MOM og KLIF-systemet. Den felles fjernstasjonen C3 får tilstand 'meget god' etter KLIF, og vanddirektivets klassifiseringsindekser (NQI1 og NQI2) beskriver artsmangfoldet som godt ved denne stasjonen. Nærsonestasjonen til Geitholmen, C4, får tilstand 'meget god' etter MOM-standarden, mens NQI1 og NQI2 gir et moderat artsmangfold. Dette tyder på at faunaforholdene er moderate til gode ved denne stasjonen. Stasjon C5 får et moderat til godt artsmangfold. Både KLIF og MOM-standarden gir denne stasjonen en god miljøtilstand.

Oppsummert kan man si at nærssonestasjon C1 ved Edøya skiller seg spesielt ut med høyt organisk innhold og en fattig bunnfauna. Bunnfaunaen var på undersøkelsestidspunktet god på de øvrige stasjonene.

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
Edø C1	58,0	IV	3	II	II	V
Edø C2	93,0	II	1	I	I	V
Edø C3	141,0	II	-	I	I	I
Geit C4	86,0	II	1	I	I	V
Geit C5	129,0	II	1	I	I	V

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. 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: 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.

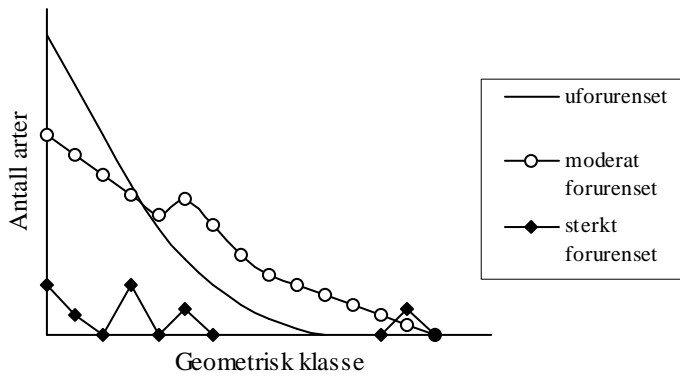
Geometriske klasser

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:

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

hvor ES₁₀₀ = 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:

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

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

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:

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

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

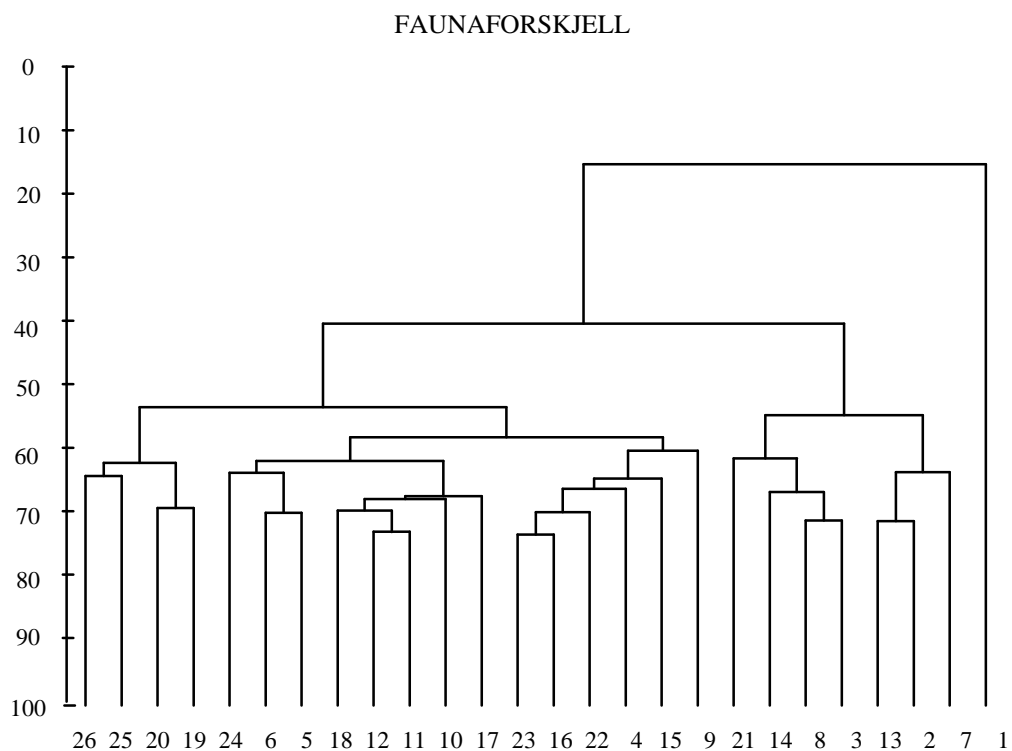
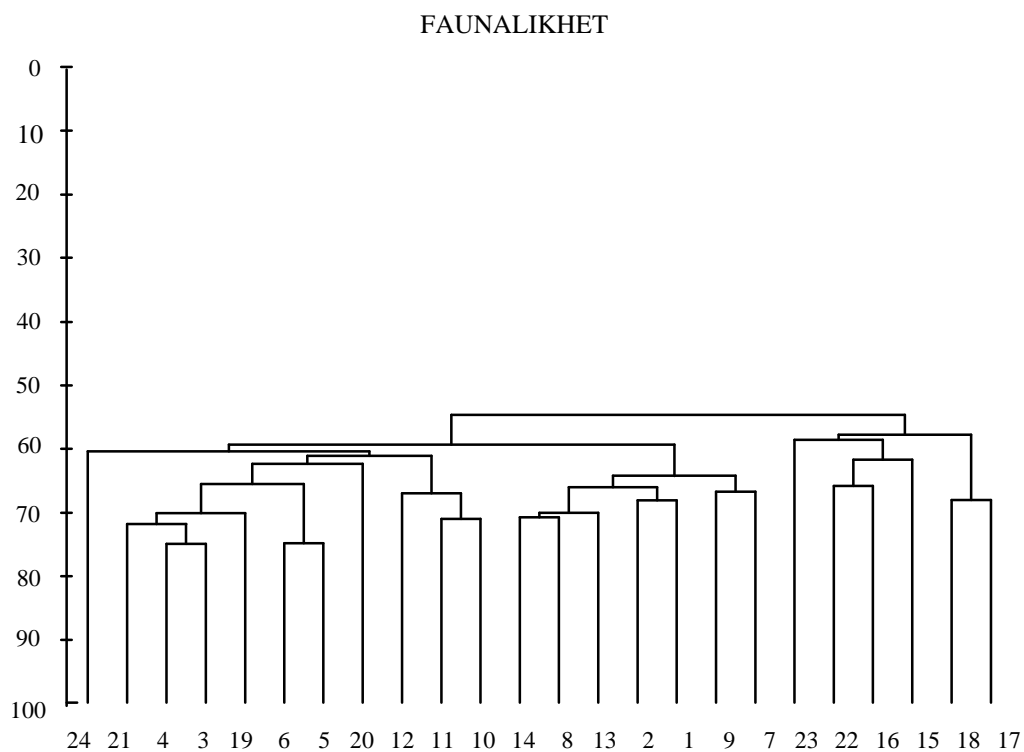
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

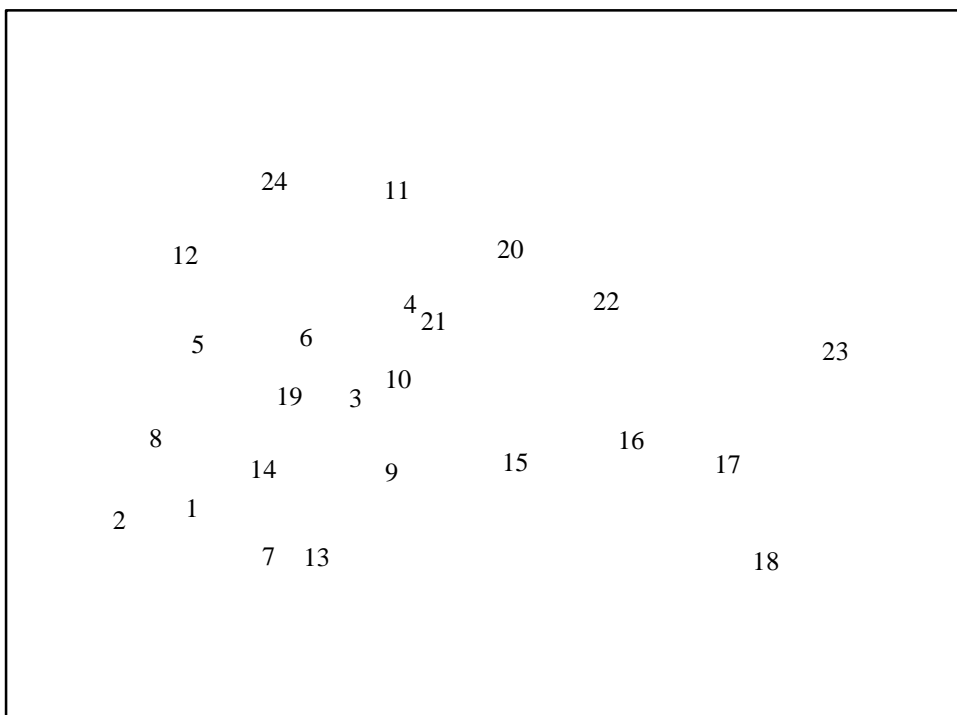
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

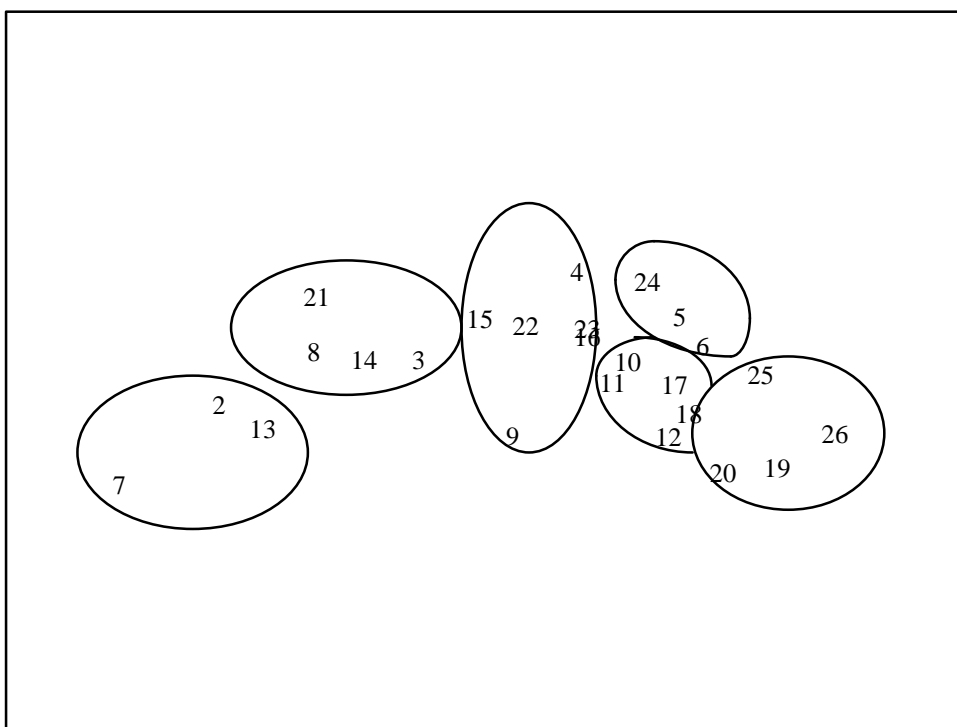


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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-505.5

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.: 805824/805825
Prøvetakingssted (område): Edøya og Geitholmen
Dato for prøvetaking: 9-10.06.2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aque Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen

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

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbaggene 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:6 sider.

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

P.O. Johannessen
Signatur:.....
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Område	Stasjon	Edøya	Edøya	Edøya	Edøya	Felles	Felles
		St. C1	St. C1	St. C2	St. C2	St. C3	St. C3
Dato		10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011
Art	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* Hydrozoa indet.							
* ANTHOZOA							
Cerianthus lloydii						1	
* NEMERTINI indet.				23	13	7	11
* NEMATODA indet.				1			1
POLYCHAETA							
Paramphinome jeffreysii				160	96	55	125
* Siboglinum fiordicum				+	+	+	+
* Siboglinum ekmani				++	+	++	++
Pholoe baltica				8	5	1	2
Pholoe pallida						2	1
Paranaitis wahlbergi				2	1		2
Phyllodoce groenlandica				5	2	4/1	3
Phyllodoce mucosa			1				
Sige fusigera				0/1			
Eulalia sp.				2			
Eteone barbata					1		
Eteone longa				1	2	1	
Nereimyra punctata				3/1	6		6
Ophiodromus flexuosus				1	1		
Glypohesione klatti				1			
Syllidae indet.				1	2		2
Exogone sp.				18	6		4
Ceratocephale loveni				3	4	1/4	2/1
Nephtys hystricis				0/1	1/3		
Nephtys paradoxa						2/3	1/1
Glycera alba				0/1			
Goniada maculata				1/1			
Nothria conchylega					0/1		
Abyssoninoe ef. hibernica				4	4		
Lumbrineridae indet.				1	2	1	1
Ophryotrocha sp.		10	15		2		
Schistomeringos sp.				2			
Phylo norvegica				2	0/1	1	
Scoloplos armiger					0/1		
Laonice bahusiensis					1		
Polydora sp.				10	11	33	11
Prionospio cirrifer				7	5	3	7
Spiophanes kroeyeri				1		2/4	
Apistobanchus tenuis				2			24
Spiophanes wigleyi				0/1			
Paraonidae indet.							
Aricidea suecia							
Levinsenia gracilis				2			
Paraonis sp.				9	4	1	1
Aphelochaeta sp.				4	2	10	8
Chaetozone sp.				33	35	1	1
Diplocirrus glaucus				2/1	5		
Ophelina acuminata			0/1				

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Område	Stasjon	Edøya	Edøya	Edøya	Edøya	Felles	Felles
		St. C1	St. C1	St. C2	St. C2	St. C3	St. C3
Dato		10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011
Art	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Scalibregma inflatum				1		0/1	1/1
Capitella capitata		25	23				
Heteromastus filiformis				251	195	124	122
Notomastus latericeus				1/1	2		
Praxillella gracilis				1	3		2
Lumbriclymene cylindrica							
Asychis biceps							
Maldane sarsi				280	123	53	22
Rhodine gracilor					1		
Maldanidae indet.				8	17	10	3
Myriochele heeri							
Owenia borealis							
Galathowenia fragilis							
Galathowenia oculata				5	5	20	3
Pectinaria auricoma							
Pectinaria koreni							
Ampharete lindstroemi					1		
Sabellides indet.							
Sabellides borealis				1	4	2	6
Sabellides octocirrata						1	
Anobothrus gracilis					1		
Amphicteis gunneri					1		
Amythasides macroglossus				4	2		
Sosanopsis wireni					1		
Glyphanostomum pallescens				1	3		
Amage auricula						1	
Melinna cristata				1/1	1/1		
Melinna albicincta							1
Melinna elisabethae							
Pista cristata				1	2		2
Lanassa venusta				32	14		
Laphania boeckii							
Zatsepinia rittichae				1			
Leaena ebranchiata						4	
Polycirrus latidens				1			
Polycirrus medusa							
Polycirrus plumosus				1	3		
Amaeana trilobata				1	1	1	
Trichobranchus roseus					2		2
Terebellides stroemi				10/1	5	12/1	5
Sabellidae indet.				3	1	4	1
Sabella pavonina				1	2	2	1/4
Euchone sp.				14	10	25	48
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.						1	
Phascolion strombus				1			
Nephasoma minutum						4	
CRUSTACEA							
* Calanus finmarchicus				8	2		
* Anomalocera patersoni					8		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Område	Stasjon	Edøya		Edøya		Felles	
		St. C1	St. C1	St. C2	St. C2	St. C3	St. C3
Dato		10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011	10.06.2011
Art	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
* Cypridina norvegica				1	1		
* Leucon nasica					2		1
* Campylaspis costata				1			
* Amphipoda indet.				1			
Ischyrocerus sp.					2		
* Lysianassidae indet.				1	2	1	2
* Arrhis phyllonyx				3	2		
* Harpinia sp.					2	2	1
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.				14	17	1	
Skenea basistriata						1	
Curtitoma trevelliiana							1
Cylichna alba				0/1	0/1		
Cylichna umbilicata					2	2	
Nudibranchiata indet.							
Ennucula tenuis				1/1			
Nuculana minuta						0/1	0/1
Yoldiella lucida				1		3/1	1
Yoldiella nana				3	1	0/1	
Yoldiella philippiana					1	1	
Modiolula phaseolina							
Bathyarca pectunculoides						1/1	
Delectopecten vitreus							2
Heteranomia squamula							
Thyasira sarsii				12/11	25/20	14/12	25/4
Thyasira equalis				44/2	60/4	34/7	25/1
Mendicula feruginosa				2	0/1	2/2	1
Adontorhina similis				3	8	5	5
Astarte sulcata							
Abra nitida				0/1	0/1	1/1	
Hiatella sp.							
Antalis occidentalis				0/1	1		
* BRYOZOA							
ECHINODERMATA							
Amphiura chiajei							
Amphiura filiformis							
Ophiura carnea					0/1	0/1	
Synaptidae indet.							
CHORDATA							
* PISCES indet.							
* PISCES egg.				1			
* VARIA				+			

	Område	Geitholmen	Geitholmen	Geitholmen	Geitholmen
	Stasjon	St. C4	St. C4	St. C5	St. C5
	Dato	09.06.2011	09.06.2011	09.06.2011	09.06.2011
Art	Hugg nr	1	2	1	2
* Hydrozoa indet.				+	
* ANTHOZOA					
Cerianthus lloydii		1			1
* NEMERTINI indet.		10			13
* NEMATODA indet.		1			
POLYCHAETA					
Paramphinome jeffreysii		11		63	8
* Siboglinum fiordicum					
* Siboglinum ekmani					+
Pholoe baltica		15		5	7
Pholoe pallida		2			
Paranaitis wahlbergi					
Phyllodoce groenlandica		3			1
Phyllodoce mucosa					
Sige fusigera					
Eulalia sp.					
Eteone barbata					
Eteone longa				1	
Nereimyra punctata					6
Ophiodromus flexuosus					
Glypohesione klatti					
Syllidae indet.		7		6	7
Exogone sp.		13		1	1
Ceratocephale loveni		1			5
Nephtys hystricis					
Nephtys paradoxa				2	2/2
Glycera alba					1
Goniada maculata		0/1			
Nothria conchylega		1			1
Abyssoninoe ef. hibernica					
Lumbrineridae indet.					1
Ophryotrocha sp.					
Schistomeringos sp.					
Phylo norvegica					
Scoloplos armiger					1/1
Laonice bahusiensis					
Polydora sp.		4		2	17
Prionospio cirrifera		4		1	1
Spiophanes kroeyeri		1			1/16
Apistobanchus tenuis					
Spiophanes wigleyi					
Paraonidae indet.					8
Aricidea suecia		1			
Levinsenia gracilis					
Paraonis sp.		1			
Aphelochaeta sp.		9		3	2
Chaetozone sp.		161		6	16
Diplocirrus glaucus		2			1
Ophelina acuminata				0/22	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	Område	Geitholmen	Geitholmen	Geitholmen	Geitholmen
	Stasjon	St. C4	St. C4	St. C5	St. C5
	Dato	09.06.2011	09.06.2011	09.06.2011	09.06.2011
Art	Hugg nr	1	2	1	2
Scalibregma inflatum		1/1		1/2	3
Capitella capitata		2	20	280	
Heteromastus filiformis		56		30	100
Notomastus latericeus		15			
Praxillella gracilis					
Lumbriclymene cylindrica		3			
Asychis biceps		3/1		1	2
Maldane sarsi		1			126
Rhodine gracilor					
Maldanidae indet.		7			7
Myriochele heeri					3
Owenia borealis		1		1	14
Galathowenia fragilis					5
Galathowenia oculata					7
Pectinaria auricoma					1
Pectinaria koreni				1	
Ampharete lindstroemi					
Sabellides indet.					4
Sabellides borealis		5			10
Sabellides octocirrata					
Anobothrus gracilis					1
Amphicteis gunneri					
Amythasides macroglossus					
Sosanopsis wireni					
Glyphanostomum pallescens					
Amage auricula					
Melinna cristata					
Melinna albicincta					
Melinna elisabethae					1
Pista cristata					2
Lanassa venusta					
Laphania boeckii					1
Zatsepinia rittichae					
Leaena ebranchiata		1			12
Polycirrus latidens					
Polycirrus medusa		2			
Polycirrus plumosus		1			2
Amaeana trilobata					
Trichobranchus roseus					3
Terebellides stroemi					1
Sabellidae indet.					
Sabella pavonina		2/1			1/2
Euchone sp.		13			209
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.					
Phascolion strombus		1			1/1
Nephasoma minutum					
CRUSTACEA					
* Calanus finmarchicus		1	3	17	1
* Anomalocera patersoni			1	1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	Område	Geitholmen	Geitholmen	Geitholmen	Geitholmen
	Stasjon	St. C4	St. C4	St. C5	St. C5
	Dato	09.06.2011	09.06.2011	09.06.2011	09.06.2011
Art	Hugg nr	1	2	1	2
* Cypridina norvegica		1			
* Leucon nasica					
* Campylaspis costata					
* Amphipoda indet.					
Ischyrocerus sp.		2			
* Lysianassidae indet.				1	
* Arrhis phyllonyx		2		3	1
* Harpinia sp.		1			
MOLLUSCA					
Caudofoveata indet.		17			6
Skenea basistriata					
Curtitoma trevelliiana		0/2			
Cylichna alba					
Cylichna umbilicata					
Nudibranchiata indet.		3			
Ennucula tenuis		2			
Nuculana minuta		3/1			
Yoldiella lucida		1			
Yoldiella nana					
Yoldiella philippiana					
Modiolula phaseolina		0/1			
Bathyarca pectunculoides		1			
Delectopecten vitreus					
Heteranomia squamula		2			
Thyasira sarsii		1/1		14	19/2
Thyasira equalis		10/1		1	0/2
Mendicula feruginosa		7/3			1
Adontorhina similis		17			1
Astarte sulcata		0/1			
Abra nitida		0/2		2	
Hiatella sp.		1			
Antalis occidentalis					
* BRYOZOA					
ECHINODERMATA					
Amphiura chiajei		0/1			0/1
Amphiura filiformis		1/1			
Ophiura carnea					
Synaptidae indet.		1			
CHORDATA					
* PISCES indet.					1
* PISCES egg.					
* VARIA		+		+	

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi for Edøya og Geitholmen.

C4 og C5 er feilaktig oppført som C1 og C2 på andre analyserapport.



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-000254-01



EUNOBE-0000281

Prøvemottak: 22.08.2011
 Temperatur:
 Analyseperiode: 22.08.2011-20.09.2011
 Referanse: 805824 ref nr 33/2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2011-0824-023	Prøvetakingsdato: 22.08.2011				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: C1	Analysestartdato: 22.08.2011				
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
a) Total tørrstoff	31	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	42	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	190	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	2200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	42.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.: 441-2011-0824-024	Prøvetakingsdato: 22.08.2011				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: C2	Analysestartdato: 22.08.2011				
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
a) Total tørrstoff	25	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	26	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)	920	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	59.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.: 441-2011-0824-025	Prøvetakingsdato: 22.08.2011				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: C3	Analysestartdato: 22.08.2011				
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
a) Total tørrstoff	31	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	24	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)	770	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	6.70	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-11-MX-000254-01



EUNOBE-00000281



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



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-000253-01



EUNOBE-00000280

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 22.08.2011-20.09.2011
Referanse: 805825 ref nr 34/2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2011-0824-021	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C1	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	44	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	92	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	940	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	69.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-0824-022	Prøvetakingsdato:	22.08.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	C2	Analysestartdato:	22.08.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	34	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	91	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	770	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	63.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

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 1 av 1