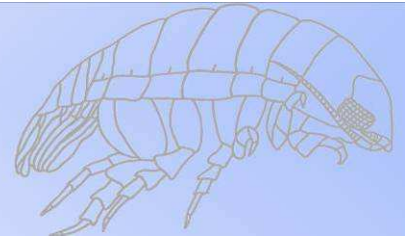


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research



e-Rapport nr. 2-2011



Marin miljøundersøkelse ved Langskjæret i Frøya kommune i 2010

Anders Waldemar Olsen

Fredrik Staven

Per-Otto Johansen



		SAM-marin Seksjon for anvendt miljøforskning			
Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway Tlf: 55 58 44 65 Fax:55 58 45 25			Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30		

Rapportens tittel: Marin miljøundersøkelse ved Langskjæret i 2010		Dato: 05.07.2011	
		Antall sider og bilag: 34	
Forfatter(e): Anders Waldemar Olsen Fredrik Staven and Per-Otto Johansen		Prosjektleder: Anders Waldemar Olsen	
		Prosjektnummer:68-7-10C	

Oppdragsgiver: Marine Harvest AS, region Midt		Tilgjengelighet: Åpen	
--	--	--------------------------	--

Abstract:

On assignment from Marine Harvest AS Aqua Kompetanse AS has conducted an environmental investigation on four stations in Sulfjorden at Langskjæret, Sør-Trøndelag. The aim of this monitoring is to describe the environmental state of the area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna analysis, and oxygen and salinity measurements. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the content of zinc, copper, nitrogen and phosphorous were low in all samples. The content of TOC was in class III at stations Lang 1 and at station Lang 2, and in class II at station Lang 3. The fauna investigation shows that there might be a slight positive stimulation of the fauna. In total the results show very good environmental status in the basin of Sulfjorden.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
--	--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 2-2011

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	7.1.2011	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	05.01.2011	<i>Anders W. Olsen</i>

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	4
2.1 Undersøkelsesområdet.....	4
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	6
2.2.3 Sediment.....	9
2.2.4 Kjemiske analyser	9
2.2.5 Bunndyr	10
2.3 Produksjon.....	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	13
3.1 Hydrografi	13
3.3 Sediment.....	17
3.4 Kjemi.....	18
3.5 Bunndyr	18
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	23
5 TAKK	23
6 LITTERATUR.....	24
7 VEDLEGG.....	25
7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....	25
Vedleggstabell 1. Artsliste	29
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	33

1 INNLEDNING

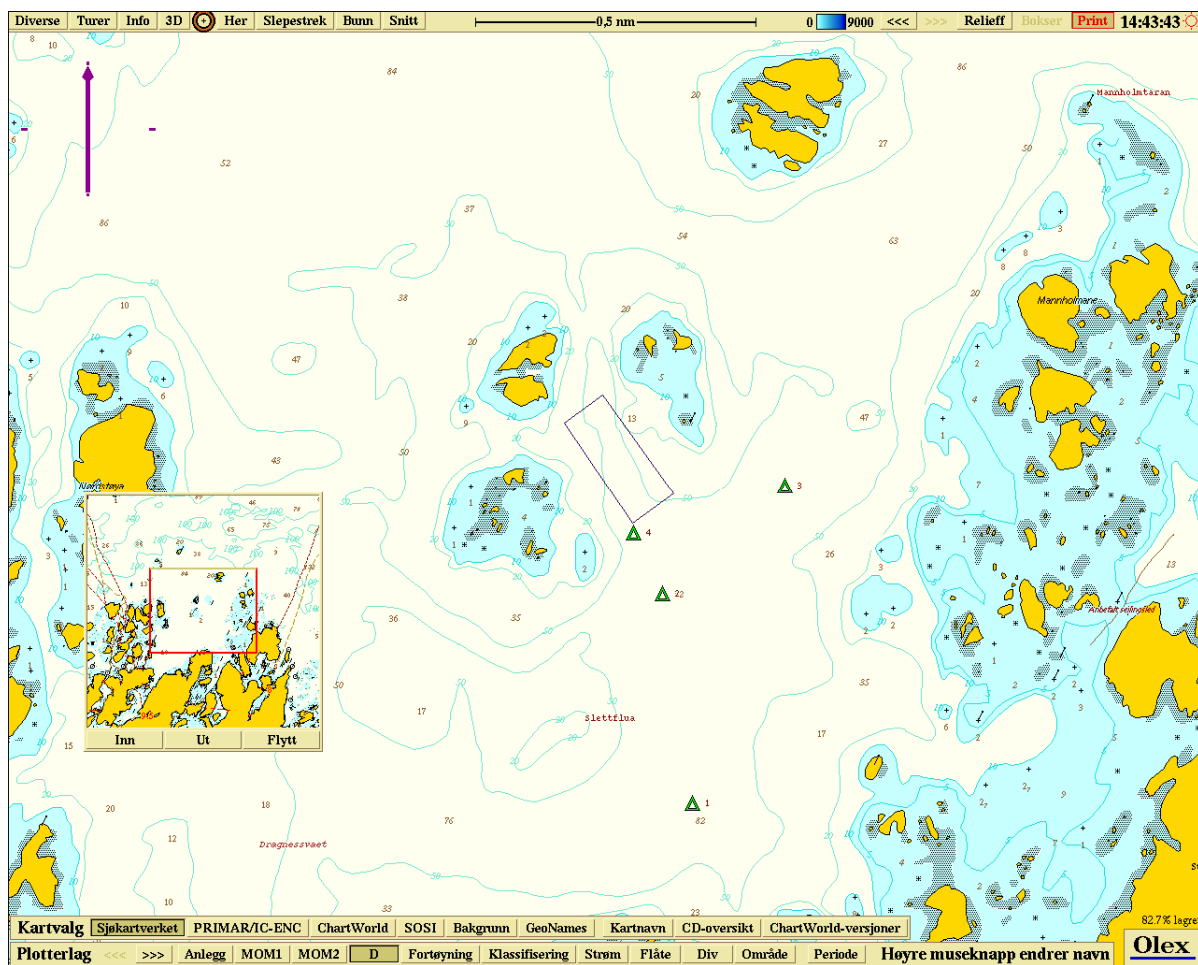
På oppdrag fra Marine Harvest AS har Aqua Kompetanse AS gjennomført en resipientundersøkelse ved fire ulike stasjoner i Sulfjorden ved Langskjæret, Frøya kommune. Stasjonene har ikke tidligere vært undersøkt med gjeldende metodikk. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Uni Research, Seksjon for anvendt miljøforskning, sortert syv bunnprøver fra stasjonene og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 09.07.10. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNI-Miljø/SAM-Marin akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157).

Sedimentets glødetap, kornfordeling og innhold av et utvalg kjemiske parametere ble bestemt i totalt tre prøver. Disse analysene er gjennomført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss. Resultatene fra bunndyrundersøkelsen og sedimentundersøkelsene er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Klima og Forurensningsdirektoratet, KLIF (Molvær m.fl. 1997).

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

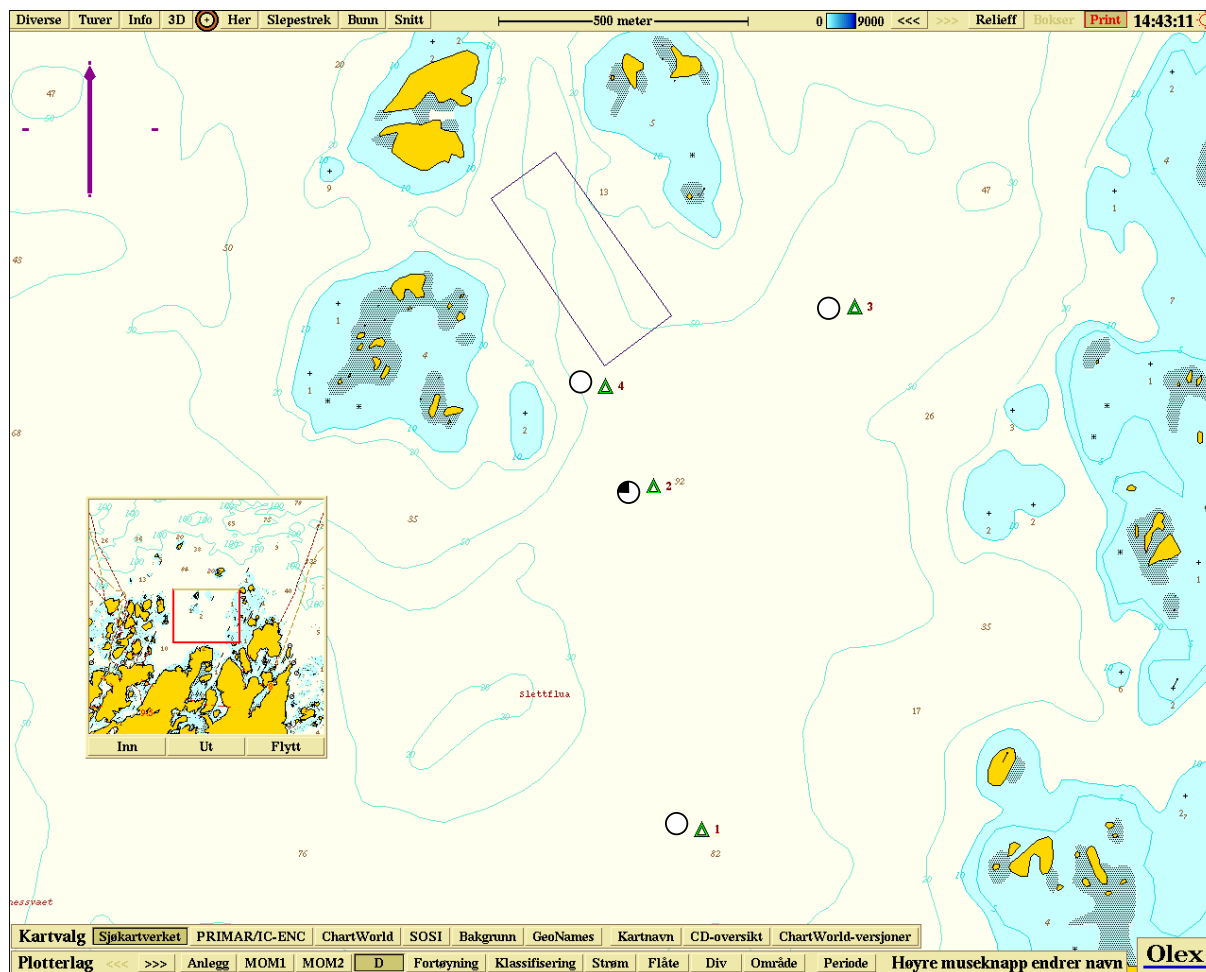
Undersøkellesområdet ligger sørvest for Mannholmane, nordøst i Sulfjorden, Frøya kommune. Fjordområdet har et maksimalt dyp på ca 92 meter. Området har ingen tydelige terskler, men avgrenses av land i sør. Se venstre del av figur 2.1. Stasjon Lang 1 er plassert litt i underkant av 1000 meter sørvest for anlegget ved Langskjæret, på 80 meters dyp. Stasjon Lang 2 er plassert ca 270 meter sørvest for anlegget, på 80 meters dyp. Stasjon Lang 3 ligger 370 meter nordøst for anlegget, på 76 meters dyp. Stasjon 4 ligger på 77 m dyp, ca 50 meter sørvest for anlegget. Se figur 2.1 for kartanvgivelse.



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

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Marine Harvest den 2.7 2010. Det ble totalt tatt bunnprøver fra fire stasjoner og utført CTD registreringer på tre stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Alle prøvene er tatt med en van Veen grabb på $0,1 \text{ m}^2$. Under prøvetaking har man fulgt MOMC-metodikken (etter NS9410 og NS-EN ISO 16665).



Figur 2.2. Detalskisse 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 tre av stasjonene (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 ble senket ned og halt 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 2.7.2010.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i september 2007. 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
Stasjon Lang 1 2.7.2010	63 ⁰ 48.721N 8 ⁰ 45.606Ø	80	1	7,38 l (dybde 10 cm)	Lys grå, lys brun farge. Silt og skjellsand. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøve. Ett prøveglass.
Stasjon Lang 1 2.7.2010	63 ⁰ 48.721N 8 ⁰ 45.606Ø	80	2	9,5 l (dybde 12 cm)	Lys grå, lys brun farge. Silt og skjellsand. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøve. Ett prøveglass.
Stasjon Lang 1 2.7.2010	63 ⁰ 48.721N 8 ⁰ 45.606Ø	80	3	Ikke målt	Lys grå, lys brun farge. Silt og skjellsand. Ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve. To poser
Stasjon Lang 2 2.7.2010	63 ⁰ 49.093N 8 ⁰ 45.489Ø	78	1	8,43 l (dybde 11 cm)	Gråbrun farge. Litt lukt. Silt og skjellsand. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøven. To prøveglass.
Stasjon Lang 2 2.7.2010	63 ⁰ 49.093N 8 ⁰ 45.489Ø	78	2	9,12 l (dybde 11,5 cm)	Gråbrun farge. Litt lukt. Silt og skjellsand. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøven. Ett prøveglass.
Stasjon Lang 2 2.7.2010	63 ⁰ 49.093N 8 ⁰ 45.489Ø	78	3	Ikke målt	Gråbrun farge. Litt lukt. Silt og skjellsand. Uttak til kjemisk og geologisk prøve. To poser
Stasjon Lang 3 2.7.2010	63 ⁰ 49.287N 8 ⁰ 45.982Ø	76	1	4,45 l (dybde 7 cm)	Lys grå, lys brun farge. Silt og skjellsand. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var eremittkreps og børstemark. Uttak til faunaprøve. Ett glass. Noe lekkasje fra grabb
Stasjon Lang 3 2.7.2010	63 ⁰ 49.287N 8 ⁰ 45.982Ø	78	2	4,07 l (dybde 6,5 cm)	Lys grå, lys brun farge. Silt og skjellsand. Ingen lukt. Hovedtyper av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøve. Ett glass. Noe lekkasje fra grabb
Stasjon Lang 3 2.7.2010	63 ⁰ 49.287N 8 ⁰ 45.982Ø	78	3	Ikke målt	Lys grå, lys brun farge. Silt og skjellsand. Ingen lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve. To poser. Noe lekkasje fra grabb
Stasjon Lang 4 2.7.2010	63 ⁰ 49.201N 8 ⁰ 45.371Ø	77	1	6,98 l (dybde 9,5 cm)	Lys brun, lys grå farge. Silt og skjellsand. Ingen lukt. Hovedtype av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøve. To prøveglass

2.2.3 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til kjemisk (P, Cu, og Zn) og geologisk analyse (kornfordeling og glødetap) fra tre stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

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

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

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

2.2.4 Kjemiske analyser

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS. Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført i samsvar med NEN-EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764.

2.2.5 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil det finnes få eller ingen levende arter i sedimentet.

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

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). 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).

I kartet over innsamlingsområdet (fig. 2.2.) er stasjonene markert med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

	Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse				
			I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget 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 indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	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

Anlegget er et nytt anlegg med første utsett våren 2010.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

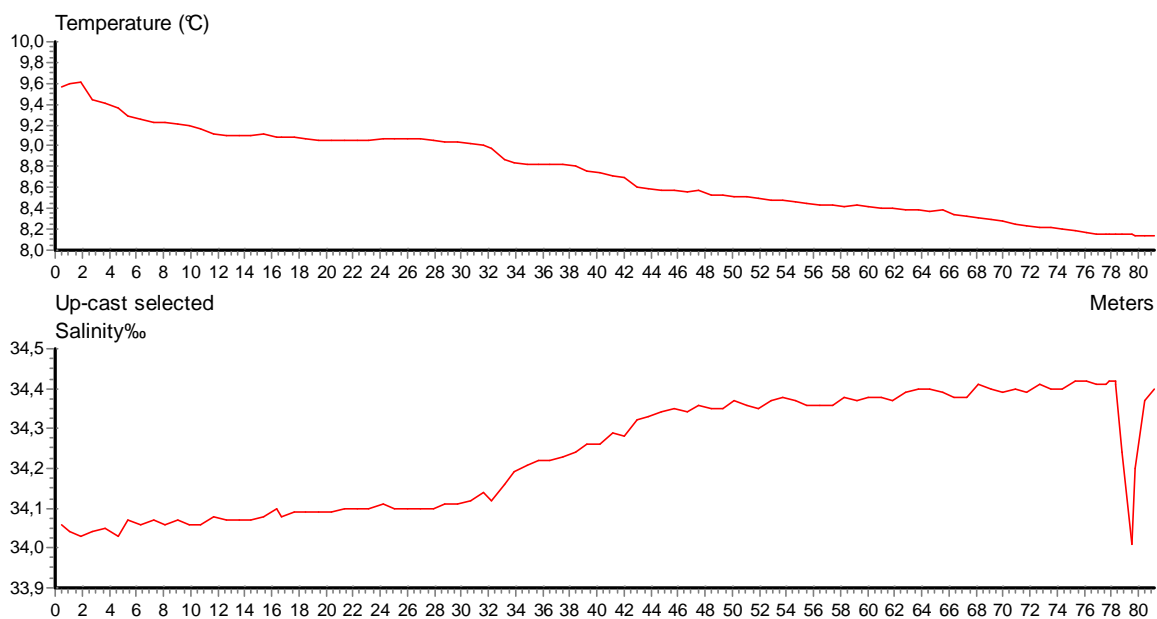
Det ble gjennomført hydrografiske målinger på totalt tre stasjoner. På stasjon Lang 1 sank temperaturen jevnt fra ca 9,6 C⁰ i overflaten til 8,2 C⁰ på bunnen. Saliniteten varierte lite gjennom vannsøyla. Den økte fra 34,04 ‰ i overflaten til 34,74 ‰ på bunnen.

Oksygeninnholdet og oksygenmetningen hadde også lite variasjon gjennom vannsøylen. Fra overflaten og ned til 30 meter var det en økning i metning fra 103,89 % til 117,38 %. Deretter sank oksygenmetningen til 102,8 % på 80 meters dyp. Oksygeninnholdet var 9,52 mg/l i overflaten, og 9,7 mg/l på bunnen. Omregnet til ml/l gir dette 6,83 ml/l, noe som tilsvarer tilstandsklasse I etter KLIFs retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Se for øvrig figurene 3.1 og 3.2.

På stasjon Lang 2 sank temperaturen fra 9,6 C⁰ i overflaten til 8,2 C⁰ på bunnen. Saliniteten økte fra 34,05 ‰ i overflaten til 34,36 ‰ på bunnen. Oksygenmetningen varierte lite fra overflaten og ned til bunnen. I overflaten var metningen 105,45 %, på bunnen var den 109,48 %. Oksygeninnholdet i overflaten var 9,60 mg/l, og i bunnvannet var innholdet 10,33 mg/l. Dette tilsvarer 7,27 ml/l. Dette gir bunnvannet på stasjon Lang 2 tilstandsklasse I. Se for øvrig figurene 3.3 og 3.4,

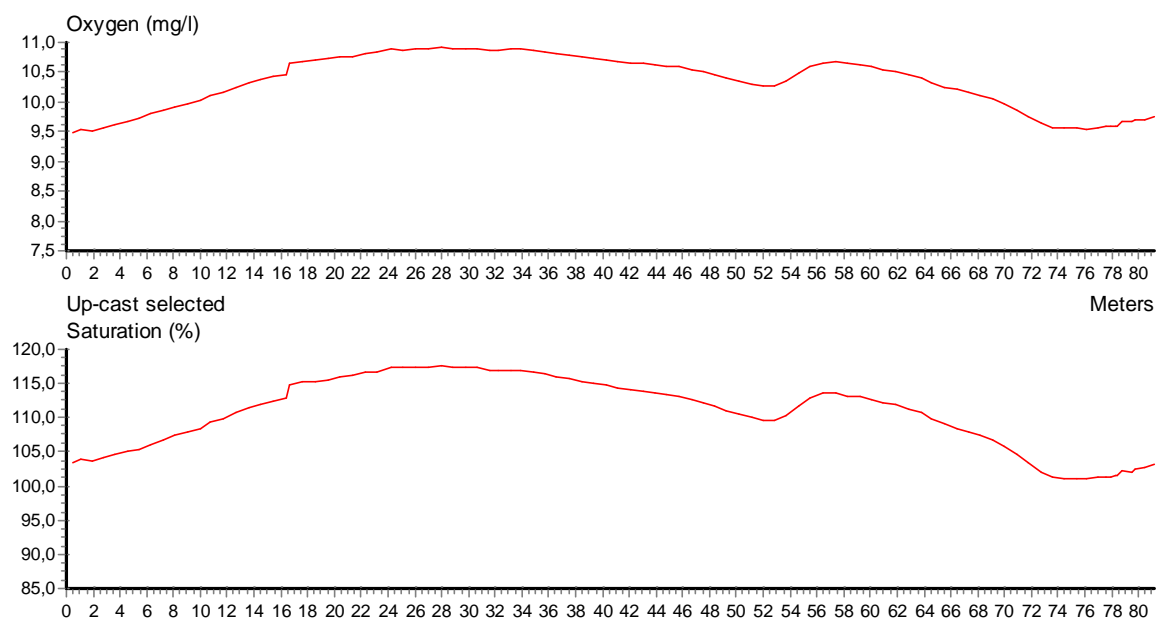
På stasjon Lang 3 sank temperaturen fra 10,18 C⁰ i overflaten til 8,5 C⁰ på bunnen. Saliniteten økte fra 33,84 ‰ i overflaten til 34,23 ‰ på bunnen. Oksygeninnholdet i varierte også på denne stasjonen lite, det samme gjorde oksygenmetningen. Oksygenmetningen i overflaten var 106,33 %. På bunnen var metningen 110,35 %. Oksygeninnholdet var 9,62 mg/l i overflaten, og 10,34 mg/l på bunnen. I ml/l er dette 7,28 ml/l, noe som gir bunnvannet på stasjon Lang 3 tilstand I etter KLIFs klassifisering. Se for øvrig figurene 3.5 og 3.6.

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 16 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:50:25 - 02.Jul-10 (No. 1715) To: 09:55:13 - 02.Jul-10 (No: 1859)



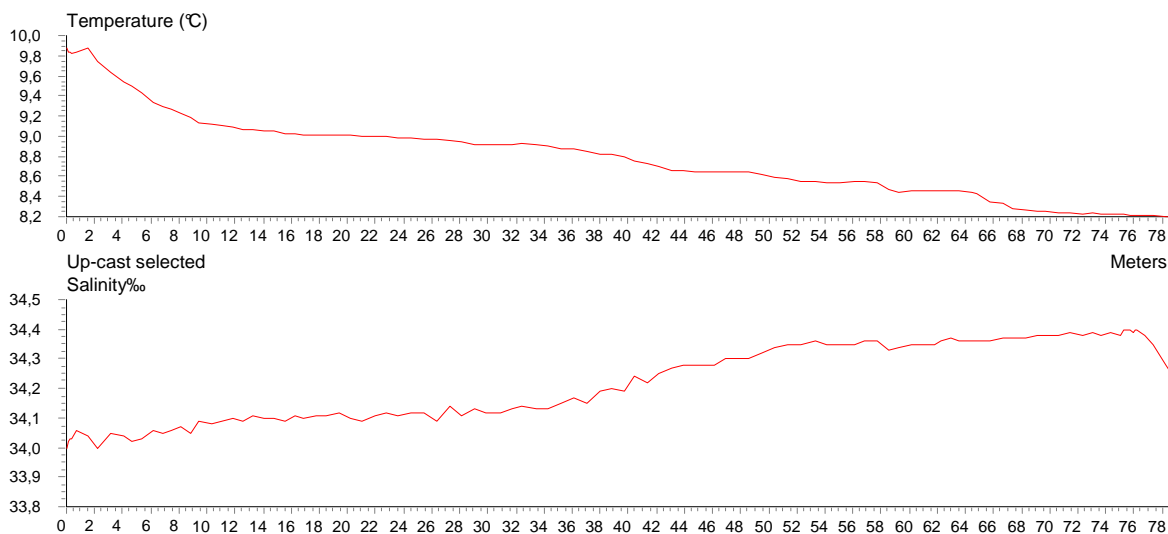
Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 80 meters dyp på stasjon Lang 1 den 2. juli 2010

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 16 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 09:50:25 - 02.Jul-10 (No. 1715) To: 09:55:13 - 02.Jul-10 (No: 1859)



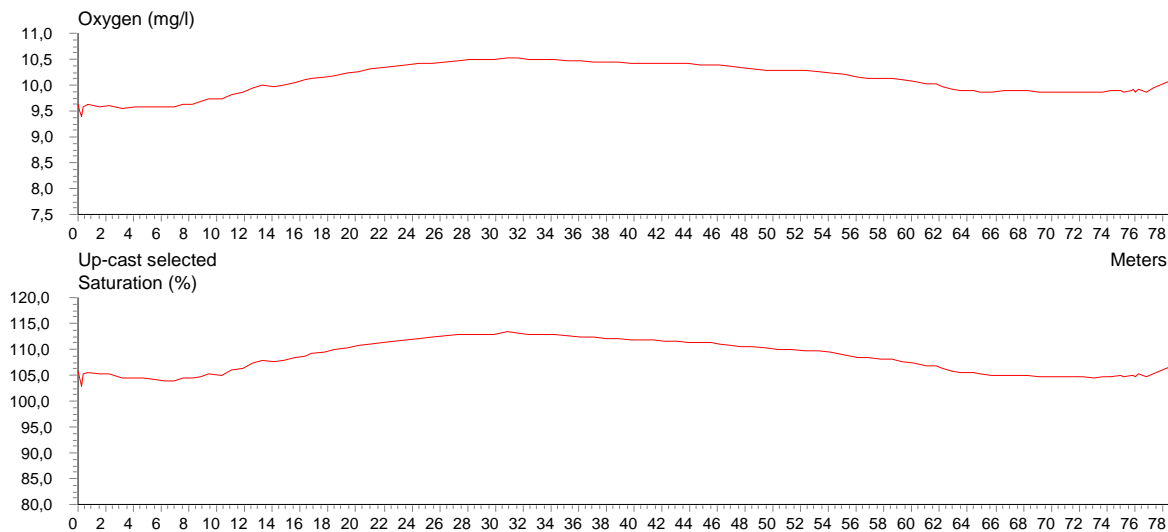
Figur 3.2. Oksygeninnhold fra overflaten og ned til 80 meters dyp på stasjon Lang 1 den 2. juli 2010

File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 18 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:50:51 - 02.Jul-10 (No. 1936) To: 10:56:03 - 02.Jul-10 (No: 2092)

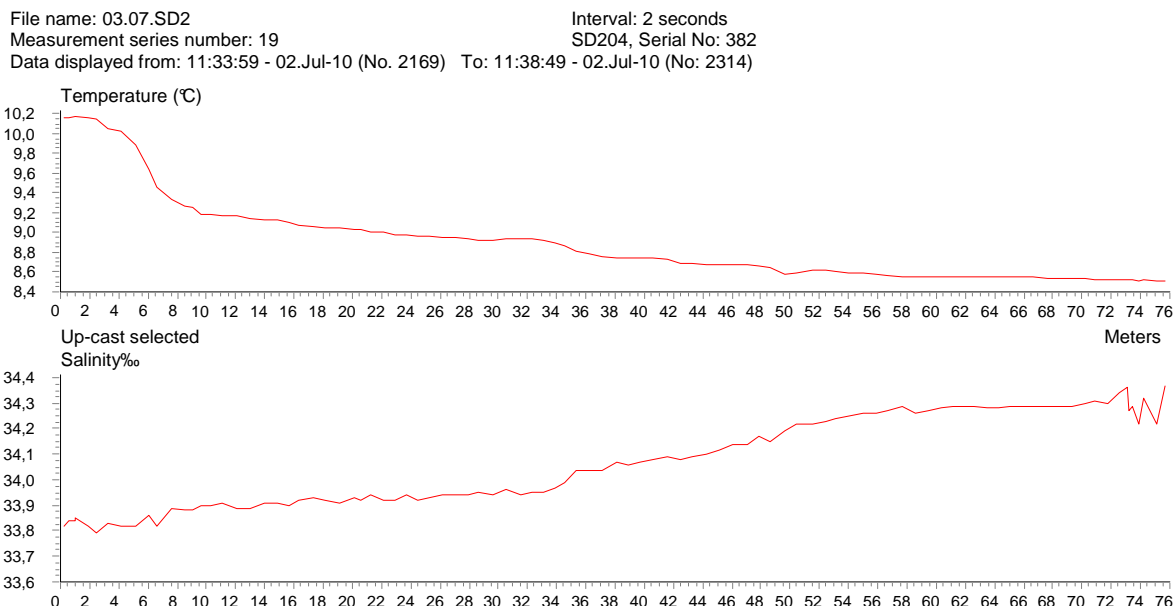


Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 78 meters dyp på stasjon Lang 2 den 2. juli 2010

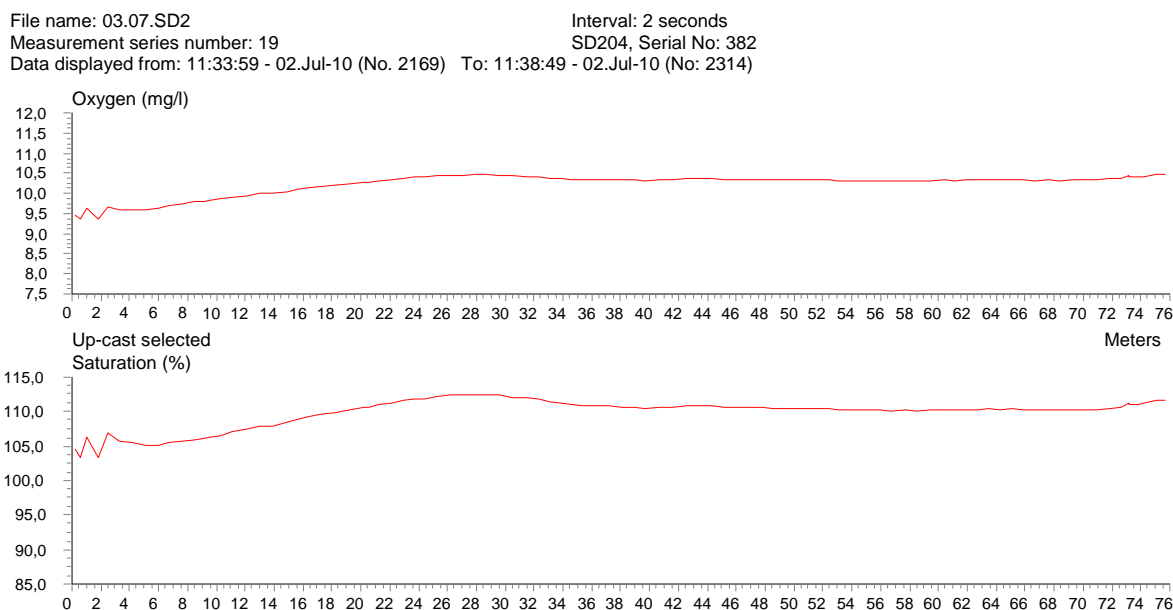
File name: 03.07.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 18 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 10:50:51 - 02.Jul-10 (No. 1936) To: 10:56:03 - 02.Jul-10 (No: 2092)



Figur 3.4. Oksygeninnhold fra overflaten og ned til 78 meters dyp på stasjon Lang 2 den 2. juli 2010



Figur 3.5. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 76 meters dyp på stasjon Lang 3 den 2. juli 2010

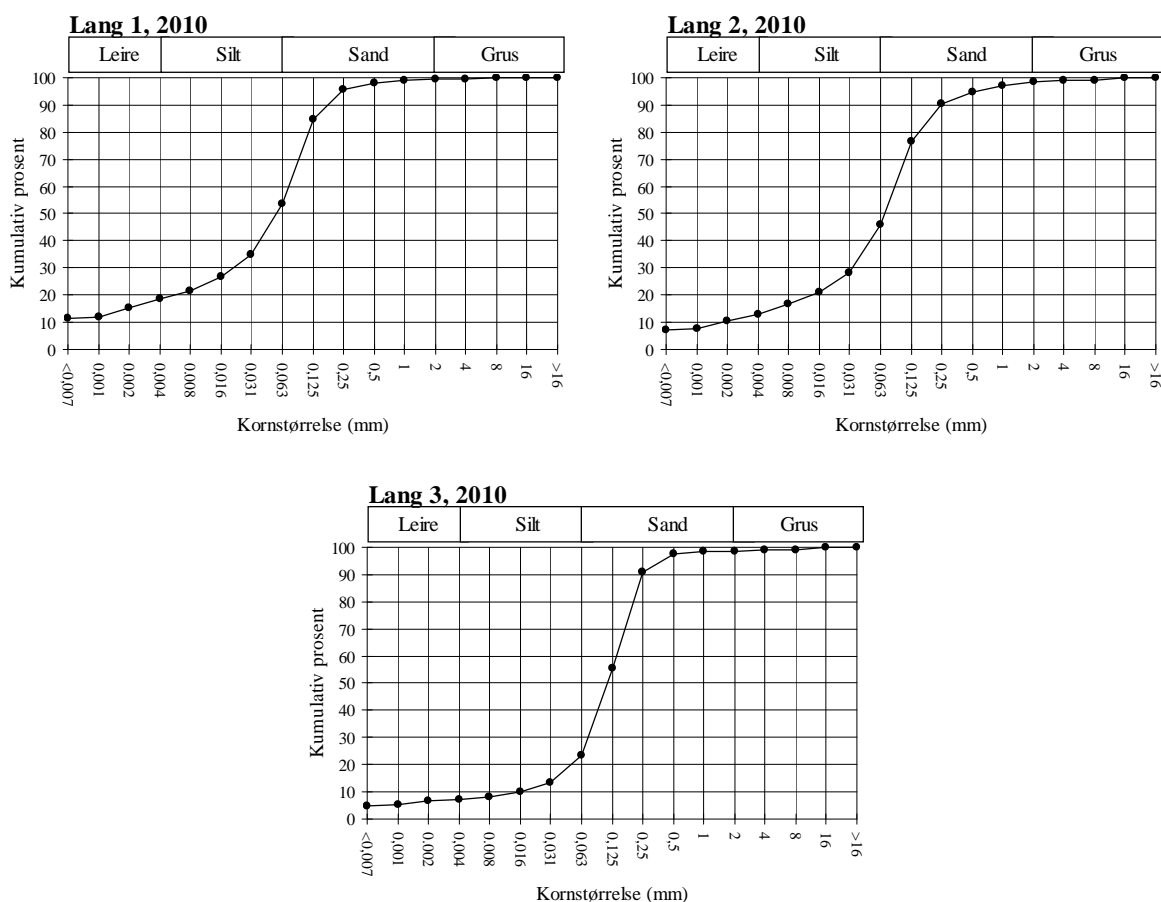


Figur 3.6. Oksygeninnhold fra overflaten og ned til 76 meters dyp på stasjon Lang 3 den 2. juli 2010

3.3 Sediment

Sedimentet fra totalt tre stasjoner ble analysert for innhold av organisk materiale og kornfordeling (geologiske undersøkelser). De geologiske undersøkelsene viser at sedimentet på stasjon Lang 1 og 2 var moderat grovkornet (45 og 46 % i leire/silt fraksjonen). Sedimentet på stasjon Lang 3 var betraktelig mer grovkornet, med kun 23 % i leire/silt fraksjonen. Organisk innhold var lavt i alle tre prøvene, med henholdsvis 7,48 %, 8,08 % og 3,90 %.

For resultater fra geologiske og kjemiske analyser, se figur 3.7, samt tabellene 3.2 og 3.3.



Figur 3.7. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Langskjæret i 2010.

Tabell 3.2. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene ved Langskjæret i 2010.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Lang 1	80	7,48	19	35	54	46	0
Lang 2	80	8,08	13	33	46	52	2
Lang 3	76	3,90	7	16	23	75	1

3.4 Kjemi

Innholdet av sink, kobber og fosfor var i alle prøvene innenfor tilstandsklasse I. Totalt organisk karbon, TOC var 29,3 mg/g på stasjon Lang 1. Dette gir denne stasjonen tilstandsklasse III (mindre god) med tanke på organisk karbon. Innholdet på stasjon Lang 2 var 28,7 mg/g, som også gir tilstandsklasse III. TOC-innholdet på stasjon Lang 3 var 22,6 mg/g, noe som gir tilstandsklasse II (god). Alle TOC-verdiene er normaliserte, dvs. standardiserte for teoretisk 100 % finfraksjon. Denne verdien kan gi et noe feilaktig bilde av TOC, siden formelen først og fremst er utviklet for bruk på lokaliteter utaskjærs (Aure m.fl. 1993).

Tabell 3.3. Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Langskjæret i 2010. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrestoff (TS) (%)
Lang 1	21,0	29,3	III	0,55	39	I	15	I	45
Lang 2	19,0	28,7	III	1,20	47	I	22	I	45
Lang 3	8,7	22,6	II	0,41	18	I	10	I	56

3.5 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.4-3.6, Figurene 3.10-3.12 og Vedleggstabell 1. Totalt ble det analysert bunndyr fra fire stasjoner.

Stasjon Lang 1 ligger på 80 meters dyp. I 2010 ble det registrert 1117 individer og 77 arter på 0,2 m². Diversiteten (H') var høy (4,78) og jevnheten (J) 0,76. Dette gir tilstandsklasse I (meget god). Blant de ti mest tallrike artene var det syv børstemarkarter og tre bløtdyrsarter.

De to vanligste artene var mangebørstemarken *Polydora* sp. (14,6 %) og skjellet *Thyasira flexuosa* (11,5 %). Alle artene opptrådte i moderate mengder. De to huggene hadde en likhet på ca 75 %.

Stasjon Lang 2 ligger på 80 meters dyp. I 2010 ble det funnet 1614 individer og 60 arter på 0,2 m². Diversiteten (H') var 3,96 og jevnheten 0,67. Dette gir tilstandsklasse I-II (meget god). Blant de ti mest tallrike artene var det åtte børstemarkarter og to bløtdyrsarter. Den vanligste arten var mangebørstemarken *Scoloplos armiger* med 26,3 % av alle individene. De to huggene hadde en likhet på om lag 75 %.

Stasjon Lang 3 ligger på 76 meters dyp. I 2010 ble det registrert 543 individer og 77 arter på 0,2 m². Diversiteten (H') var høy (5,02) og jevnheten (J) 0,80. Dette gir tilstandsklasse I (meget god). Blant de ti mest tallrike artene var det syv børstemarkarter og tre bløtdyrsarter. Alle artene opptrådte i moderate mengder. Den vanligste arten var skjellet *Thyasira flexuosa* (15,1 %). De to huggene hadde en likhet på ca 75 %.

Stasjon Lang 4 ligger på 77 meters dyp. I 2010 ble det registrert 640 individer og 64 arter på 0,2 m². Diversiteten (H') var høy (4,72) og jevnheten (J) 0,79. Dette gir tilstandsklasse I (meget god). Blant de ti mest tallrike artene var det syv børstemarkarter og tre bløtdyrsarter. De to vanligste artene var mangebørstemarken *Polydora* sp. (17,2 %) og skjellet *Thyasira flexuosa* (11,1 %). De to huggene var relativt forskjellige og hadde en likhet på ca 50 %.

Konklusjon

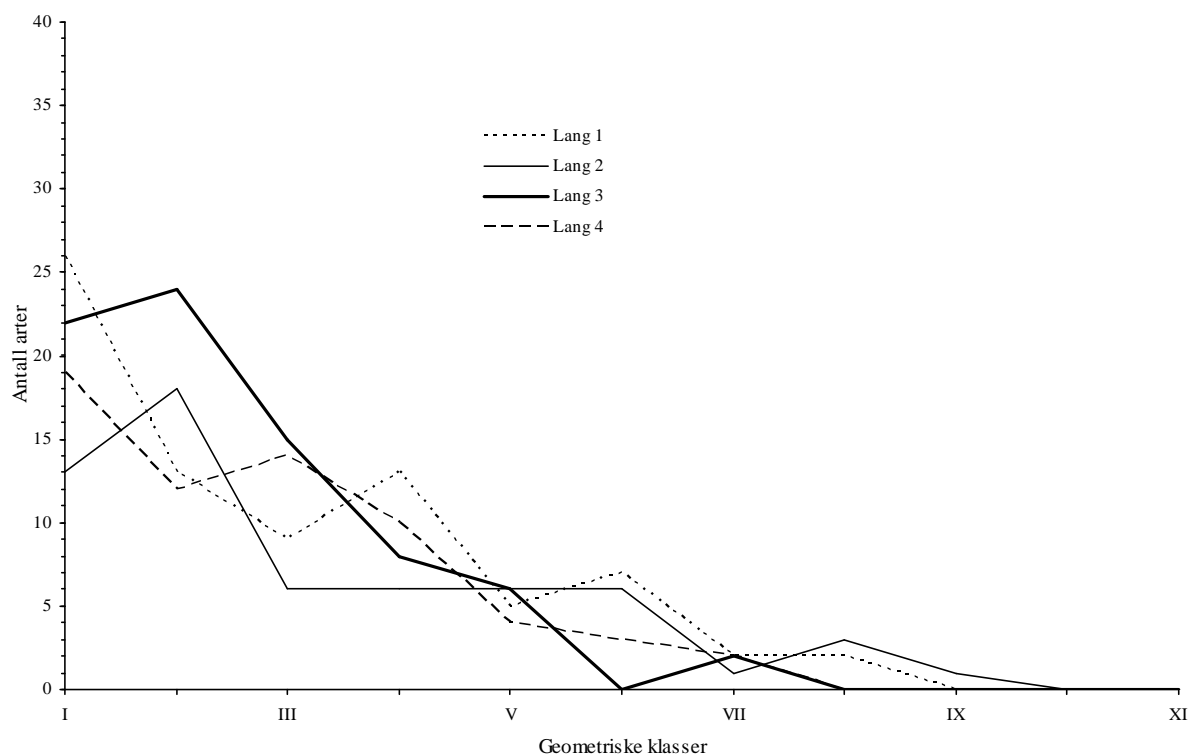
Resultatene tyder på at det er gode bunnforhold ved Langskjæret på undersøkelsestidspunktet. Figurene for de geometriske klassene viser tilfredsstillende forhold. Artsantallet og diversiteten var høy og kan indikere en svak positiv stimulering av bunnfaunaen.

Tabell 3.4. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Langskjæret i 2010. Klassifisering av miljøforholdene (KLIF's tilstandsklasse og MOM-miljøtilstand) basert på artsdiversitet (H') (MOLVÆR et al. 1997) og Norsk Standard.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H' -max	KLIFs miljøtilstand	MOM-miljøtilstand
Stasjon	Hugg	Individer	Arter	H'	J	H' -max		
Lang 1	1	561	64	4,76	0,79	6,00	I	
	2	556	54	4,64	0,81	5,75		
	sum	1117	77	4,78	0,76	6,27		
Lang 2	1	815	53	4,12	0,72	5,73	I-II	1
	2	799	41	3,65	0,68	5,36		
	sum	1614	60	3,96	0,67	5,91		
Lang 3	1	242	57	4,96	0,85	5,83	I	1
	2	301	65	4,76	0,79	6,02		
	sum	543	77	5,02	0,80	6,27		
Lang 4	1	82	31	4,49	0,91	4,95		1
	2	558	61	4,66	0,79	5,93		
	sum	640	64	4,72	0,79	6,00		

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Langskjæret i 2010.

Geometriske klasser	Lang 1	Lang 2	Lang 3	Lang 4
I	26	13	22	19
II	13	18	24	12
III	9	6	15	14
IV	13	6	8	10
V	5	6	6	4
VI	7	6	0	3
VII	2	1	2	2
VIII	2	3	0	0
IX	0	1	0	0
X	0	0	0	0
XI	0	0	0	0



Figur 3.10. Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Langskjæret i 2010.

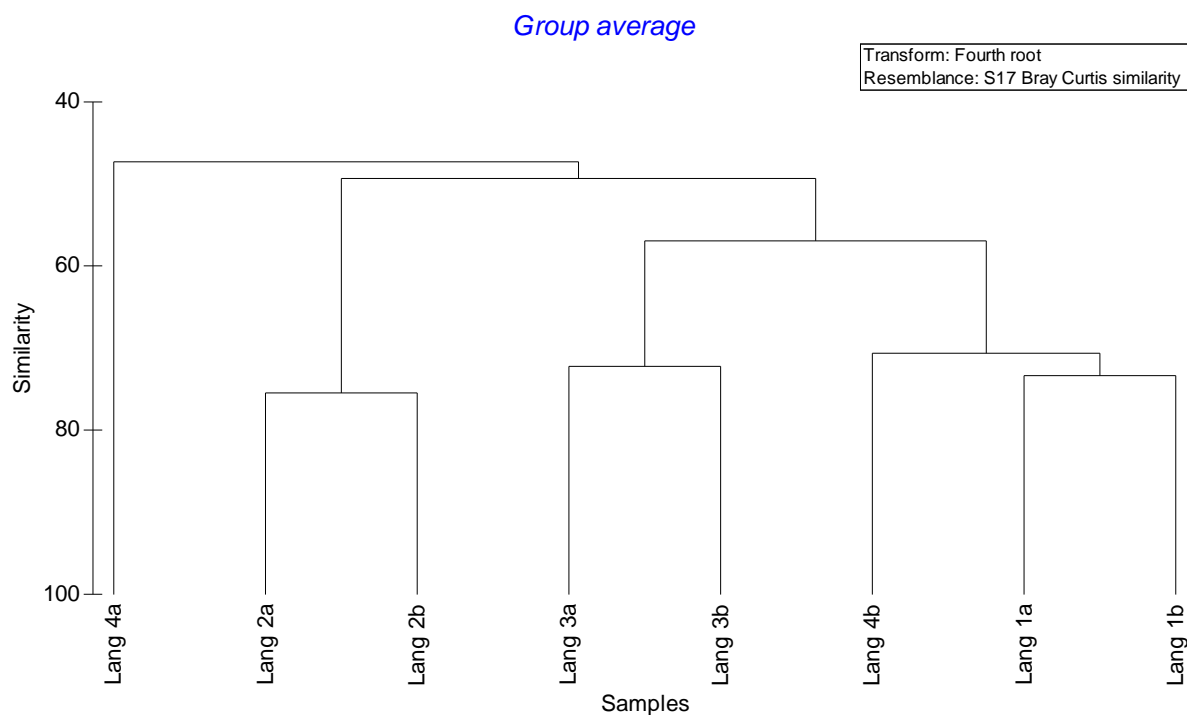
Tabell 3.6. De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert fra Langskjæret i 2010.

Lang 1 Arter	areal 0,2 m ²		
	sum	prosent	kum%
Polydora sp.	163	14,59	14,59
Thyasira flexuosa	128	11,46	26,05
Paramphinome jeffreysii	81	7,25	33,30
Thyasira sarsii	69	6,18	39,48
Ampharete lindstroemi	60	5,37	44,85
Abra nitida	57	5,10	49,96
Chaetozone sp.	53	4,74	54,70
Myriochele oculata	40	3,58	58,28
Scoloplos armiger	39	3,49	61,77
Mediomastus fragilis	36	3,22	65,00

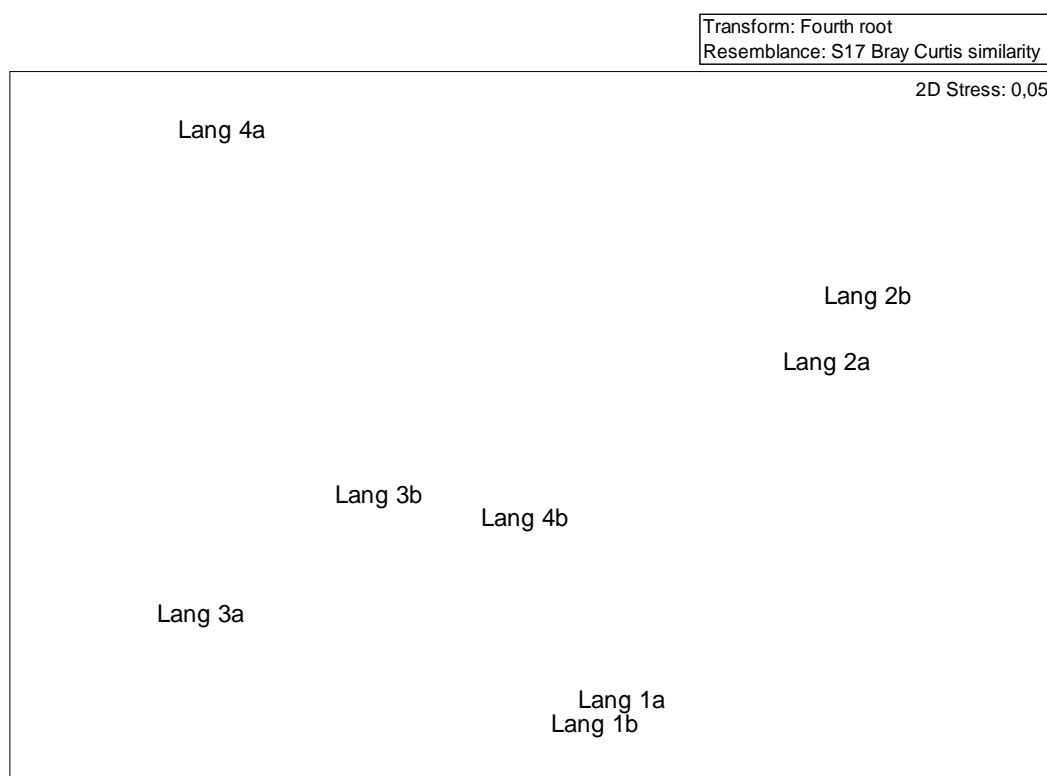
Lang 2 Arter	areal 0,2 m ²		
	sum	prosent	kum%
Scoloplos armiger	425	26,33	26,33
Paramphinome jeffreysii	189	11,71	38,04
Chaetozone sp.	181	11,21	49,26
Thyasira sarsii	174	10,78	60,04
Polydora sp.	85	5,27	65,30
Scalibregma inflatum	59	3,66	68,96
Mediomastus fragilis	49	3,04	72,00
Eteone longa	45	2,79	74,78
Abra nitida	42	2,60	77,39
Ophryotrocha sp.	40	2,48	79,86

Lang 3 Arter	areal 0,2 m ²		
	sum	prosent	kum%
Thyasira flexuosa	82	15,10	15,10
Polydora sp.	75	13,81	28,91
Spio sp.	31	5,71	34,62
Myriochele oculata	30	5,52	40,15
Chaetozone sp.	24	4,42	44,57
Owenia borealis	21	3,87	48,43
Ampharete lindstroemi	19	3,50	51,93
Paramphinome jeffreysii	17	3,13	55,06
Anobothrus gracilis	15	2,76	57,83
Thyasira sarsii	15	2,76	60,59

Lang 4 Arter	areal 0,2 m ²		
	sum	prosent	kum%
Polydora sp.	110	17,19	17,19
Thyasira flexuosa	71	11,09	28,28
Thyasira sarsii	49	7,66	35,94
Ampharete lindstroemi	45	7,03	42,97
Polycirrus norvegicus	34	5,31	48,28
Abra nitida	29	4,53	52,81
Scoloplos armiger	26	4,06	56,88
Chaetozone sp.	25	3,91	60,78
Mugga wahrbergi	24	3,75	64,53
Syllidae indet.	14	2,19	66,72



Figur 3.11 Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Langskjæret i 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata.



Figur 3.12. MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra Langskjæret i 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m². Analysene er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

I forbindelse med etablering av produksjon på matfiskanlegget Langskjæret i Sulfjorden, Frøya kommune, har Aqua Kompetanse AS tatt bunnprøver fra fire stasjoner i nærheten av anlegget. Prøvene er analysert med tanke på innhold av tungmetallene sink, kobber og fosfor, samt innhold av organisk materiale. Prøvene er også analysert med tanke på kornfordeling, og artsmangfoldet i prøvene er også vurdert. Resultatene fra analysene er gitt i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultater

Stasjon	TOC	Sink	Kobber	Fosfor	Oksygen	KLIF- miljøtilstand	MOM- miljøtilstand
Lang 1	III	I	I	I	I	I	
Lang 2	III	I	I	I	I	I-II	1
Lang 3	II	I	I	I	I	I	1
Lang 4	-	-	-	-	-	1	I

TOC var noe høyt på stasjonene Lang 1 og Lang 2, men det organiske innholdet var lavt og som forventet i norske fjorder. Det ble funnet lite tungmetaller, det var gode oksygenforhold, og artsdiversiteten var høy på alle stasjonene. TOC var noe høyt på stasjonene Lang 1 og Lang 2.

Resultatene tyder på at det er gode bunnforhold ved Langskjæret på undersøkelsestidspunktet. At artsantallet og diversiteten var høy, kan indikere en svak positiv stimulering av bunnfaunaen.

5 TAKK

Vi takker Marine Harvest for oppdraget, og for god hjelp under prøvetaking med firmaets oppdrettsbåt. På toktet deltok Anders W. Olsen og Fredrik R. Staven fra Aqua Kompetanse AS. Sedimentanalysene ble gjennomført av Grethe Arnestad ved Eurofins Norsk Miljøanalyse i Moss. Bunndyrene er analysert av Tom Alvestad og Jon Hestetun, og kontrollert av Per Johannessen, alle ved Uni Research SAM Marin.

6 LITTERATUR

- Aure m.fl. 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. sommeren 1996. *NIVA rapport LNR 3753-97*. 43s.
- 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*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665. 2006. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2005). *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

7.1 Generell Vedleggsdel - 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

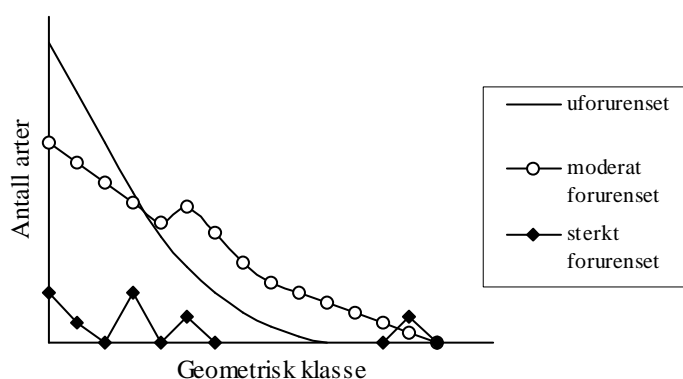
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 & 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 & 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. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1949):

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

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 uforurensede 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:

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

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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene gis tilstandsklasse.

Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

Tabell v2. Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra arts mangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter		Tilstandsklasse				
		I	II	III	IV	V
		“Meget god”	“God”	“Mindre god”	“Dårlig”	“Meget dårlig”
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god “miljøstatus” i følge Molvær et al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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.

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.3

BENTHOS ARTSLISTE

Seksjon for anvendt miljøforskning



**SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)**
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest AS
Prosjekt nr.: 803984
Prøvetaksingssted (område): Langskjæret i Frøya kommune
Dato for prøvetaking: 2.juli 2010
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Ingen
Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Jon Hestetun og kontrollert av Per Johannessen

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:3 sider.

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

Signatur:.....*P.O. Johannessen*.....
Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

	Lang 1	Lang 1	Lang 2	Lang 2	Lang 3	Lang 3	Lang 4	Lang 4
	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010
Arter	1	2	1	2	1	2	1	2
* PORIFERA indet.	+	+	+			+	+	+
* Hydrozoa indet.	+	+	+	+	+	+	+	+
Anthozoa indet.								1
Virgularia mirabilis	1	0/1						0/1
Epizoanthus incrustatus		1			1	1		
Edwardsia sp.		1		1		1		
* NEMERTINI indet.	12	10	1	1		4	1	3
* NEMATODA indet.			5	34	6	2		2
Priapulus caudatus				7		1/1		0/2
POLYCHAETA								
Paramphinome jeffreysii	51	30	107	82	15	2		6
Aphrodita aculeata	0/1							
Polynoidae indet.		1	3			1		
Pholoe baltica	18	12/1	10	8	3	2	1	10
Sthenelais limicola		0/1						
Phyllodocidae indet.					0/1			
Phyllodoce sp.	0/1	0/1						0/1
Phyllodoce groenlandica			1	1		0/1		1/1
Phyllodoce mucosa			2	11	0/1			1
Eteone lactea				2/1				
Eumida bahusiensis			3/2	4		3	1	
Sige fusigera	2				2	1		1
Eteone longa	1		3/16	6/20		1		
Kefersteinia cirrata								0/1
Nereimyra punctata					3	1		
Syllidae indet.	8	3	6	2	3	4		14
Exogone sp.	2		4	3	1	4	1	4
Eunereis longissima			1					
Platynereis dumerilii	1							
Nephtys ciliata	2							
Nephtys hombergi	0/3	0/5		0/2		0/4		
Nephtys longosetosa	1				1/1			
Nephtys paradoxa		1						
Sphaerodoropsis minuta			0/1				0/1	0/1
Glycera alba	5	4	15	15	1	1/2	0/1	3/3
Goniada maculata	5	5	1	1	3	1	1	7
Lumbrineridae indet.	3	2						1
Protodorvillea kefersteini					2			
Ophryotrocha sp.	1		22	18				
Scoloplos armiger	19	20	160	265	4	7	3	23
Polydora sp.	80	83	50	35	25	50	10	100
Prionospio steenstrupii				1				
Prionospio cirrifera	9		2		2	1	1	11
Prionospio fallax	12	15	7	6		5	1	9
Scolecopsis korsuni	5	7	1	1			1	2
Spio sp.		4	3	4	19	12		2
Spiophanes kroeyeri	5	9			4	3	1	4
Apistobranchus tenuis	2		2			2		
Paraonidae indet.			1					
Aricidea catherinae					1	2		
Aricidea sp.						1		
Paraonis sp.		1			1			2
Cirratulidae indet.			1	1		1		3
Aphelochaeta sp.					1	1		1
Chaetozone sp.	30	23	111	70	7	17	3	22

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

	Lang 1	Lang 1	Lang 2	Lang 2	Lang 3	Lang 3	Lang 4	Lang 4
	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010
Arter	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Cirratulus cirratus</i>					0/1	1		2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	4	22	8	16	1	2	0/1	5
<i>Ophelina acuminata</i>			16	7/1				
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	1	0/1						
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>			0/2	0/1				
<i>Scalibregma inflatum</i>			24	35	1	1		3
<i>Capitella capitata</i>	3		9	13				
<i>Mediomastus fragilis</i>	14	22	35	14	3	1	2	9
<i>Notomastus latericeus</i>	18	15	4	4		0/1		9
<i>Arenicola marina</i>			0/1	0/1				
<i>Praxillella affinis</i>	9	10						
Maldanidae indet.	2		1		6	4		4
<i>Myriochele oculata</i>	20	20	2		15	15	2	5
<i>Owenia borealis</i>	2	4			10	11		4
<i>Pectinaria auricoma</i>	1		6					1
<i>Ampharete falcata</i>	7	1	0/2	1				0/5
<i>Ampharete lindstroemi</i>	0/25	0/35	5/5	2/1	2/9	1/7	0/4	1/40
Sabellides indet.			14	5				
<i>Sabellides octocirrata</i>			1	1	5	3	3	3
<i>Sosane sulcata</i>	0/4	1	2/2		0/1	0/2	0/2	1/3
<i>Anobothrus gracilis</i>	5	5	3		12	3	2	9
<i>Amphicteis gunneri</i>						1		
<i>Mugga wahrbergi</i>	15	10				1	6	18
<i>Amythasides macroglossus</i>		1						
<i>Melinna cristata</i>		1						
<i>Melinna elisabethae</i>					1			
Terebellidae indet.	0/1	0/1	0/1					
<i>Amphitrite cirrata</i>					2/1	0/2		
<i>Pista malmgreni</i>					1/1	0/1		
<i>Nicolea zostericola</i>		1						
<i>Thelepus cincinnatus</i>							2/1	0/1
<i>Polycirrus medusa</i>	1		2		2	2		3
<i>Polycirrus norvegicus</i>	1	4		1	2	5	7	27
<i>Lysilla loveni</i>		1	1/2	0/1	0/1			
<i>Trichobranchus roseus</i>	1	4			2	3		1
<i>Terebellides stroemi</i>	4	1						0/1
Sabellidae indet.	7	4			6	4	5	6
<i>Euchone</i> sp.	1							
<i>Hydroides norvegica</i>					1	1		
OLIGOCHAETA indet.				1				
SIPUNCULA indet.			3					
CRUSTACEA								
* Calanoida indet.								1
* <i>Calanus finmarchicus</i>	2	2	29	17	4	32	1	6
* <i>Verruca stroemi</i>					1			
* <i>Eudorellopsis</i> sp.			1					
* <i>Diastylis cornuta</i>			1					
* <i>Eudorella trunacatula</i>								1
* Tanaidacea indet.	1							
* Amphipoda indet.			2		1	1	1	
* Caprellidae indet.			5					
* <i>Pontophilus norvegicus</i>								1
* <i>Anapagurus laevis</i>		2			4	1		
* <i>Liocarcinus pusillus</i>						1		
MOLLUSCA								

Seksjon for Anvendt Miljøforskning og Aqua Kompetanse AS

	Lang 1	Lang 1	Lang 2	Lang 2	Lang 3	Lang 3	Lang 4	Lang 4
	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010	02.07.2010
Arter	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Aporrhais pespelecani</i>			0/1					
<i>Diaphana minuta</i>	0/1							
<i>Philine sp.</i>			0/2					
<i>Cylichna cylindracea</i>					0/2	2/1		
<i>Nucula nucleus</i>	2				1			1
<i>Ennucula tenuis</i>	5/1	3/2				0/1		3/1
<i>Yoldiella nana</i>							0/1	1
<i>Yoldiella philippiana</i>	2/1	2						
<i>Limatula gwyni</i>			0/1					
<i>Limatula sp.</i>		0/2						
<i>Hyalopecten similis</i>	0/1							
<i>Palliolium tigrinum</i>								1
<i>Myrtea spinifera</i>	1	2/2				1/1		1/1
<i>Thyasira flexuosa</i>	52/17	46/13	23/2	8/1	16/9	43/14	8/1	51/11
<i>Thyasira sarsii</i>	19/10	27/13	70/13	76/15	7/1	5/2	1/1	33/14
<i>Mysella bidentata</i>			1					
<i>Astarte sulcata</i>		0/1			0/2	0/1		0/1
<i>Acanthocardia echinata</i>	0/1							
<i>Phaxas pellucidus</i>					1			
<i>Abra nitida</i>	6/16	19/16	9/6	9/18	0/1	0/8	0/4	3/22
<i>Arctica islandica</i>	0/1					2	0/1	
<i>Chamelea striatula</i>	0/1							
<i>Timoclea ovata</i>	1	0/1						0/1
<i>Corbula gibba</i>	0/3	3/4						1/7
<i>Hiatella sp.</i>					1	1		
<i>Cochlodesma praetenu</i>					0/1			
Scaphopoda					0/1	0/1		
<i>Pulsellum lofotense</i>	1							
* PHORONIDA indet.		1			1	2		
* BRYOZOA								
* Bryozoa skorpeformet						+		
* Bryozoa grenet	+				+	+		+
ECHINODERMATA								
* Ophiuroidea indet.	0/2	+	0/1					
<i>Ophiopholis aculeata</i>						1		0/1
<i>Amphiura chiajei</i>					1			
<i>Amphiura filiformis</i>						2	1	
<i>Pseudothyone raphanus</i>					1	1		
<i>Leptopentacta elongata</i>						1		
<i>Cucumaria hyndmani</i>					1			
<i>Labidoplax buskii</i>	4	5	1		7	5	1	5
POGONOPHORA								
* <i>Siboglinum fiordicum</i>	+				+	+		
* CHAETOGNATHA indet.					1			
* Hemichordata								
Ascidiacea indet.	1				1	2		
Vertebrata								
* PISCES egg.	3	2	3	4				1
* VARIA	+		+	+		+	+	

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 065 141 618 MVA
Mollebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 62 00
Fax: +47 69 27 23 40

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

AR-10-MM-012545-01



EUNOMO-00018255

Prøvemottak: 10.08.2010
Temperatur:
Analyseperiode: 10.08.2010-18.08.2010
Referanse: 803984, ref: 17/10,
62-7-10C

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2010-08100070	Prøvetakingsdato:	02.07.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1 62-7-10C	Analysedato:	10.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	45	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	550	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	39	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
* Totalt organisk karbon (TOC)	21	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	439-2010-08100071	Prøvetakingsdato:	02.07.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2 62-7-10C	Analysedato:	10.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	45	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	1200	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	22	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	47	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
* Totalt organisk karbon (TOC)	19	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Teignforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

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-10-MM-012545-01



EUNOMO-00018255



Prøvenr.:	439-2010-08100072	Prøvetakingsdato:	02.07.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	3 62-7-10C	Analysedato:	10.08.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	56	%	15%	NS 4764	0.02
Fosfor (P)	410	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Kobber (Cu)	10.0	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	18	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
* Totalt organisk karbon (TOC)	8.7	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Moss 18. august 2010

Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

Tegnforklaring:

* - (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< - Mindre enn, > - Større enn, LOQ: Kvantifiseringsgrense, MPN: Most Probable Number, cfu: Colony Forming Units, MU: Måleusikkerhet

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