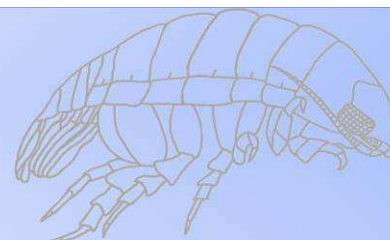


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Research





SAM e-Rapport nr. 10-2012

MOM C undersøkelse ved Valøyan i Sul fjorden i 2011

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



	SAM-Marin	 Toll 157
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: MOMC-undersøkelse ved Valøyen i Sulfjorden i 2011 Forfatter(e): Fredrik Staven, Anders W Olsen, Vidar Strøm, Kristin Hatlen, Per Johannessen og Per-Otto Johansen	Dato: 21.03.12 Antall sider og bilag: 36 Prosjektleder: Fredrik R Staven Prosjektnummer: 805835
---	--

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

Abstract: On assignment from Marine Harvest Norway AS, Aqua Kompetanse AS was hired in to investigate the marine area by the fish farm Valøyen, which is located in Frøya, Sør-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Val1, which is located near the fish farm, Val2, which is located in the remote zone further away from the fish farm, and Val3, which lies in the transition zone. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority.

The results show that the levels of phosphorous, zinc, and cobber was low (class I, very good). The total organic carbon (TOC) was low (class II, good) on all stations. The organic content expressed as % volatile total solids showed a relatively low organic content on all three stations. A big proportion of the sediment from all three stations consisted of sand, while a lesser proportion consisted of silt and clay. This indicates a high bottom current velocity in the study area. The soft bottom macrofauna investigations showed good conditions with good species diversity on every station. In total the results give a picture of a marine area in good condition.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 10-2012
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	10.4.2012	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	10.05.2011	<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

Rapportering utført av: SAM-marin/Aqua Kompetanse

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: båten til Surnadal Sjøservice


Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk miljøanalyse as akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Tørrstoff, kobber, sink og Fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	"MOMC-undersøkelse ved matfiskanlegget Valøyen i Sulfjorden i 2011"		
Rapport-nummer:	42-5-11C	Lokalitetens navn:	Valøyen
Lokalitetsnummer:	31 557	GPS, senter i anlegg:	N63°49.041/Ø08°27.749
Fylke:	Sør-Trøndelag	Kommune:	Frøya
MTB-tillatelse:	6240 tonn	Driftsleder:	Terje Olsen
Dato undersøkelse:	10.05.2010	Dato rapport:	7. mars, 2012
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, Knut Staven		

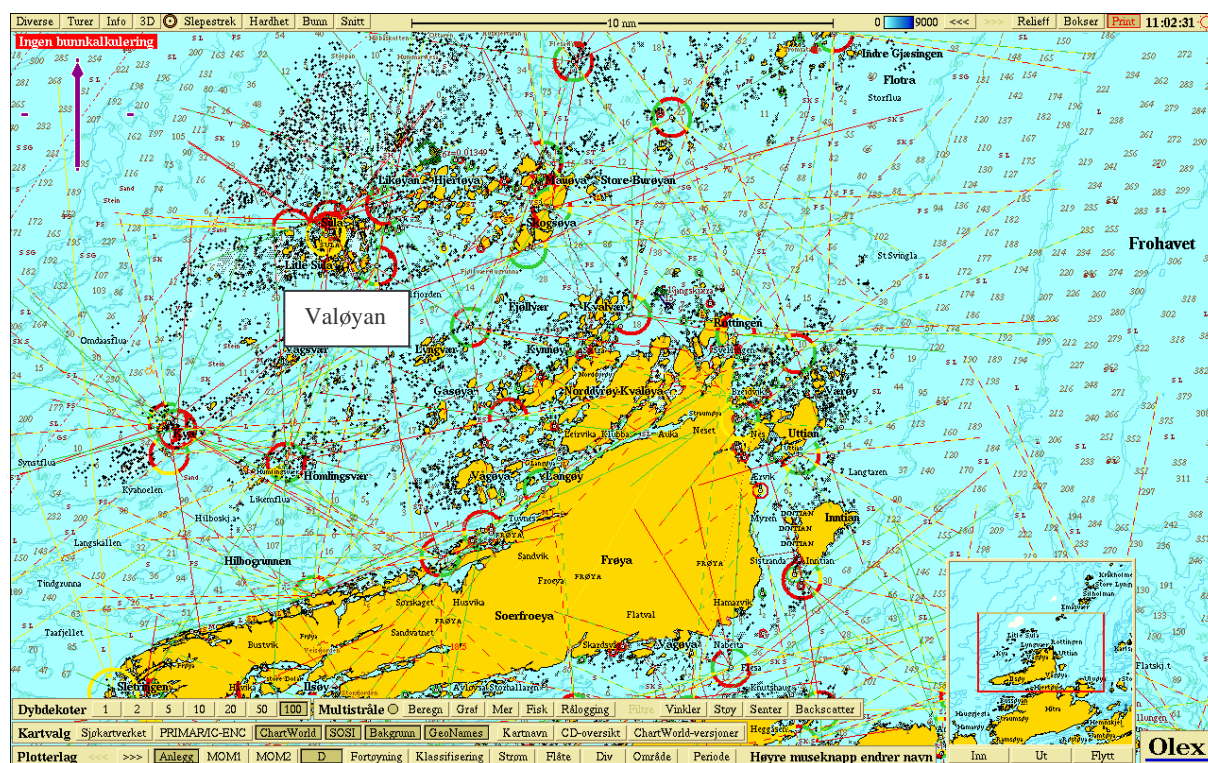
Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsone)	Stasjon 3 (overgangssone)	Stasjon 2 (fjernsone)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		N 64° 48.956 Ø 08° 28.290	N 63° 48.849 Ø 08° 27.035	N 63° 49.262 Ø 08° 28.417
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	70	41	83
	Antall individer:	264	123	349
	Jevnhet (0-1):	0,83	0,85	0,83
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		4,54	5,31
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	I (svært god) Miljøtilstand I	I (svært god) Miljøtilstand I	
Normal. TOC	TOC (mg/g):	21,9	20,2	21,5
	TOC, tilst.klasse:	II (god)	II (god)	II (god)
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	14,0	10,0	19,0
	Zn, tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
	P (g/kg):	360,0	190,0	360,0
	P, kommentar:	Lavt	Lavt	Lavt
Oksygen	Cu (mg/kg)	7,4	5,5	9,2
	Cu, tilst.klasse:	I (meget god)	I (meget god)	I (meget god)
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):	Målt verdi (%):	Ikke målt	Ikke målt	Ikke målt
	O ₂ , tilst.klasse:			
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:				

INNHOOLD

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	16
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	20
5 TAKK	21
6 LITTERATUR	21
7 VEDLEGG	22
GENERELL VEDLEGGSDDEL	22
Vedleggstabell 1. Artsliste	30
Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....	35

1 INNLEDNING

Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Seksjon for anvendt miljøforskning sortert bunnprøver fra tre stasjoner og identifisert artene i disse. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS i området ved Sulfjorden, nord for Frøya, Frøya kommune i Sør-Trøndelag 10. mai 2011. Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til SAMs akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Artene er identifisert av Per Johannessen, 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

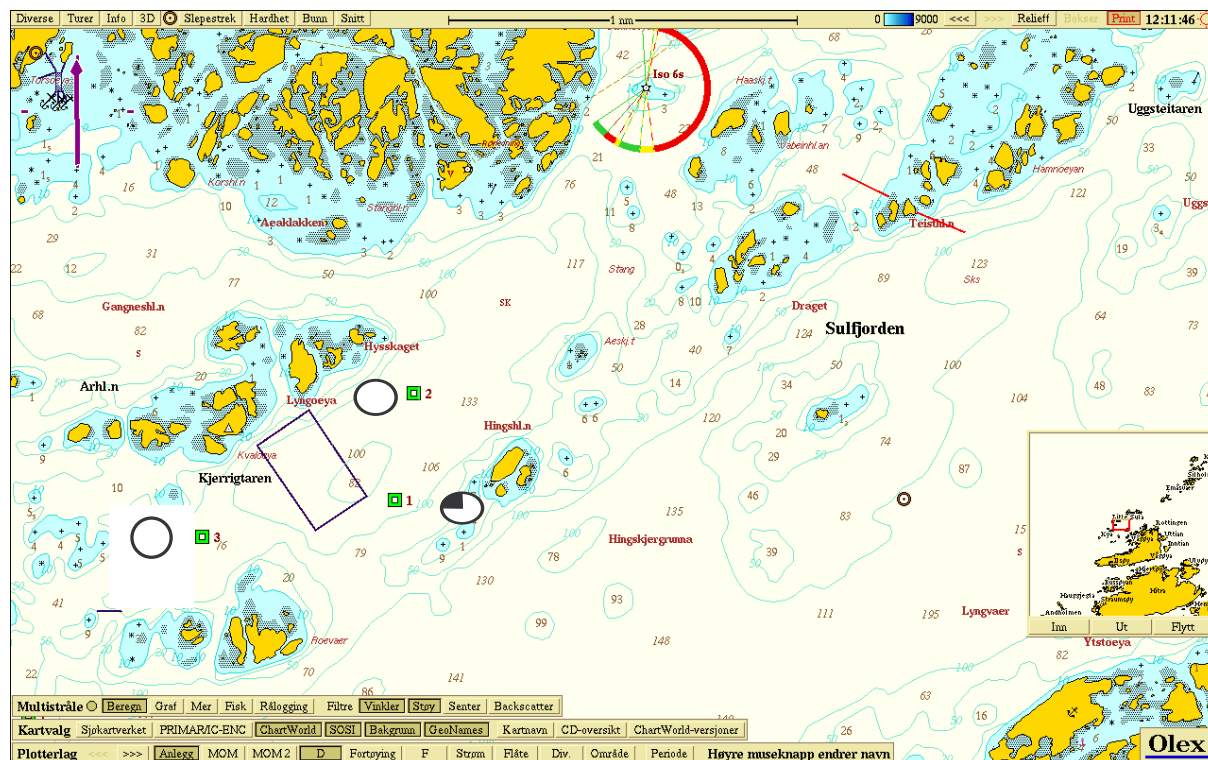
2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger ved Sulfjorden, nord for Frøya (figur 2.1). Prøvetakingsstasjonene ligger ved matfiskanlegget Valøy, tilhørende Marine Harvest AS.

Det største dypet i fjorden er 195 meter. Ingen prøvetakingsstasjoner ligger innenfor noen definert terskel. Det er mye grunner rundt undersøkelsesområdet, med tre «åpninger» fra bassenget på cirka 60 meters dybde. Tre stasjoner er undersøkt. Stasjonen Val 1 ligger like ved anlegget i sørøstre hjørne. Stasjon Val 2 er egentlig fjernstasjonen, ligger medstrøms nordøst for anlegget i nærmeste djupål, på største dyp. Da det også går noe strøm vestover fra anlegget, er stasjon Val 3 plassert her. (se figur 2.2).

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten til Surnadal Sjøservice AS den 10. mai 2011. Det ble tatt prøver og utført CTD registreringer fra tre stasjoner. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.2. Detaljskisse over 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 og temperatur på alle tre stasjoner (figur 3.1 til 3.3). Målingene ble utført med en mini STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS. Instrumentet var innstilt for måling hvert 2. sekund når det senkes ned og hales opp gjennom vannsøylen. På grunn av en feil med oksygensonden foreligger det ikke målinger av oksygenkonsentrasjon og oksygenmetning i vannsøylen ved prøvetakingsstasjonene. Da stasjonene ligger i et strømrøkt og havnært område er det ikke sannsynlig at det er begrensninger i vannutskiftningen. Det ble derfor besluttet at det ikke var nødvendig med nytt tokt for å gjøre oksygenmålinger. Målingene av temperatur og salinitet ble imidlertid 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 10.05.11.

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
St. Val 1 10.05.11	Sulfjorden 64°48.956 N 08°28.290 Ø	113	1	1,30	Skjellsand og silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Liten lekkasje. Faunaprøve.
			2	0,70	Skjellsand og silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Liten lekkasje. Faunaprøve.
			3		Kjemi/geologi prøve.
St. Val 2 10.05.11	Sulfjorden 63°49.262 N 08°28.417 Ø	128	1	2,75	Silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Faunaprøve.
			2	2,75	Silt, lys/grå farge. Ingen lukt. Børstemark i prøven. Faunaprøve.
			3	8,43	Silt, lys/grå farge. Kjemi/geologi prøve.
St. Val 3 10.05.11	Sulfjorden 63°48.849 N 08°27.035 Ø	77	1	0,50	Skjellsand, lys/grå farge. Ingen lukt. Kråkebolle i prøven. Faunaprøve.
			2	0,70	Skjellsand, lys/grå farge. Ingen lukt. Ikke observert dyr i prøven. Faunaprøve.
			3		Skjellsand, lys/grå farge. Ingen lukt.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra tre stasjoner. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984).

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm)

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

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

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

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

2.2.3 Kjemiske analyser

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

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed

reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrprøver 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 tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne

artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

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

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

			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 nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

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

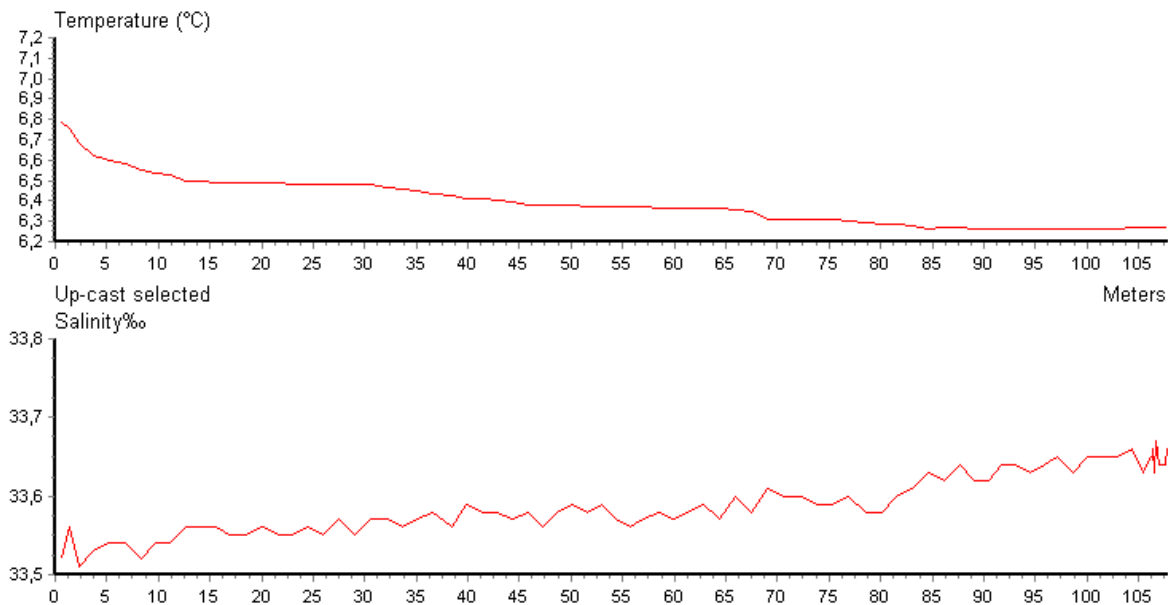
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet og temperatur er presentert i fig. 3.1 – 3.3 og viser svært homogene vannmasser. Dette kan nok forklares av den sterke strømmen i området.

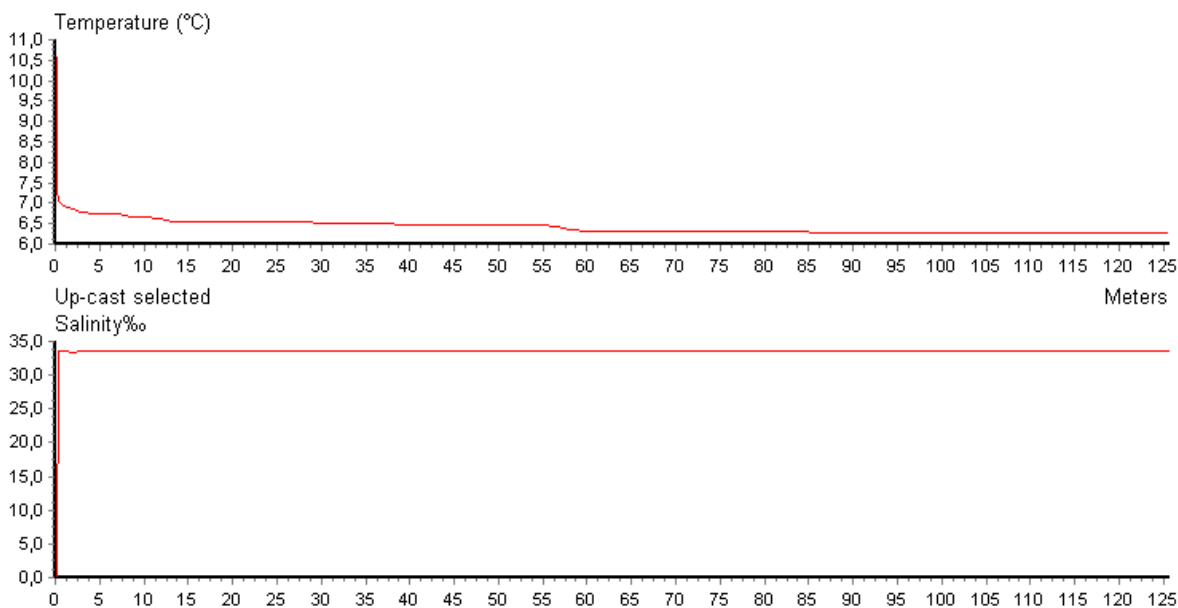
Det er ikke grunne terskler i området som begrenser vannutskiftingen.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 30 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 11:44:40 - 10.May-11 (No. 3999) To: 11:49:16 - 10.May-11 (No. 4137)



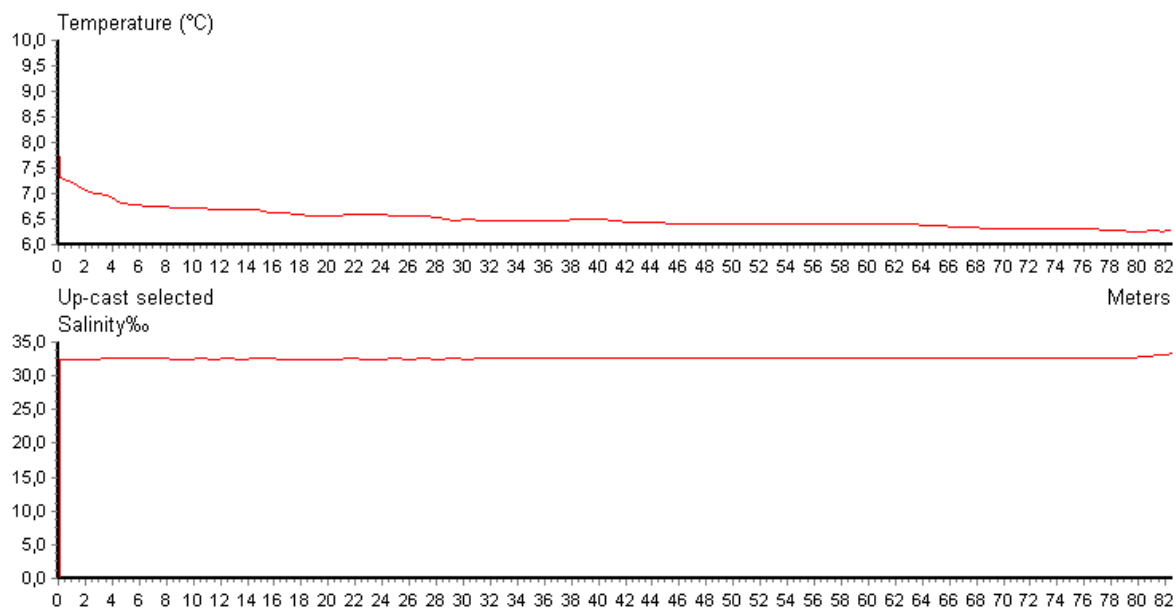
Figur 3.1. Temp. og saltholdighet fra overflaten og ned til 107 meters dyp på stasjon Val 1 den 10. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 31 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 12:39:09 - 10.May-11 (No. 4260) To: 12:46:37 - 10.May-11 (No. 4484)



Figur 3.2. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 125 meters dyp på stasjon Val 2 den 10. mai 2011.

File name: CTD 24mai.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 32 SD204, Serial No: 382
 Data displayed from: 13:27:10 - 10.May-11 (No. 4551) To: 13:32:10 - 10.May-11 (No: 4701)

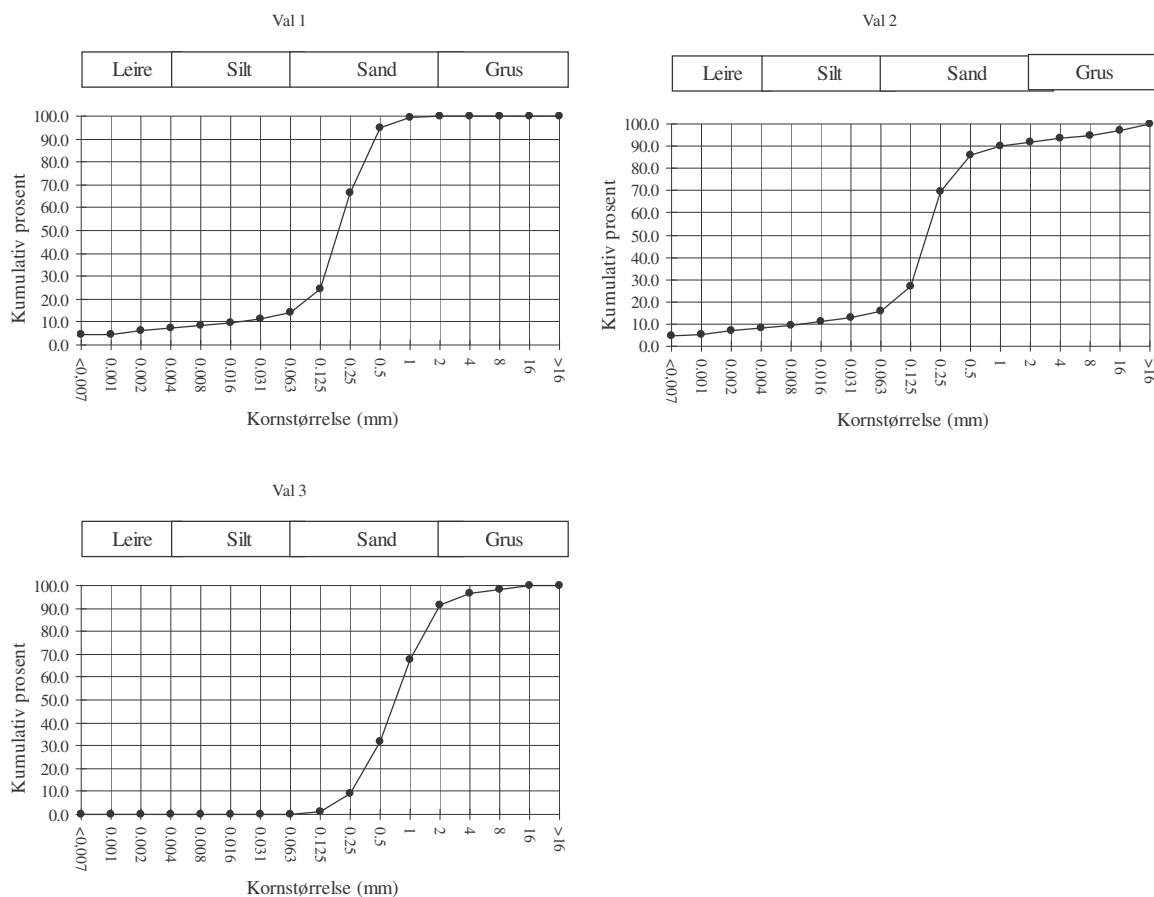


Figur 3.3. Temperatur og saltholdighet fra overflaten og ned til 82 meters dyp på stasjon Val 3 den 10. mai 2011.

3.2 Sediment

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

Sedimentet fra stasjon Val 1 inneholdt 86 % sand, 7 % silt, og 7 % leire. Sedimentet fra stasjon Val 2 besto av 8 % grus, 76 % sand, 8 % silt, og 8 % leire. Prøven fra stasjon 3 inneholdt ikke nok sediment til at finfraksjonen kunne analyseres. Den inneholdt 8 % grus, 90 % sand, og 2 % finere materiale. Alle stasjonene hadde en overvekt av grovkornet sediment i prøven, dette tyder på at bunnstrømmen er god i undersøkelsesområdet.



Figur 3.4. Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøvene som ble innsamlet ved Valøyen i 2011. Prøven fra Val 3 hadde ikke nok materiale til analyse av finfraksjonen, derfor er ikke resultatene tilhørende venstre side av grafen korrekt gjengitt.

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

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Val 1	113	5,87	7	7	14	86	0
Val 2	128	6,47	8	8	16	76	8
Val 3*	77	3,83			2	90	8

*) Prøven fra Val 3 hadde ikke nok materiale til analyse av finfraksjonen.

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Valøyen 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).

I dette tilfellet var glødetapet relativt lavt, og høyest på stasjon Val 2. For TOC er det organiske innholdet det samme på Val 1 og Val 2. Alle stasjonene får derfor tilstand II (God). Konsentrasjonene av sink og kobber var lave på samtlige stasjoner og gir tilstand I (Meget god). Nivået av fosfor var også lavt, og høyest på Val 1 og Val 2.

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

Stasjon	Totalt Organisk Carbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor	Sink	Kobber		Tørrstoff (TS) %	
				mg/kg TS	mg/kg TS	TK	mg/kg TS		
Val 1	8,7	21,9	II	360,0	14,0	I	7,4	I	57,0
Val 2	8,2	21,5	II	360,0	19,0	I	9,2	I	55,0
Val 3	<5	20,2	II	190,0	10,0	I	5,5	I	66,0

3.4 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figuren 3.5 og Vedleggstabell 1.

Det var lite prøvemateriell til faunaanalyse fra Val 1 og Val 3. Dette kan ha påvirket resultatene noe.

Val 1 ligger i sørøstlig retning fra anlegget Valøyen, på 113 m dyp. Stasjonen ligger for langt unna anlegget til å kunne betegnes som nærstasjon. I prøvene fra denne stasjonen ble det funnet 264 individer fordelt på 70 arter. Dette gir en høy diversitet (5,09). Vanndirektivets indekser for ømfintlighet og artsmangfold (NQI1 og NQI2) beskriver stasjonen som "Svært god". Blant de elleve mest individrike artene, ble det funnet ni børstemarkarter og to molluskarer. Børstemarken *Spiophanes kroeyeri* utgjorde 15 % av totalt antall individer og var dermed den mest individrike arten på denne stasjonen. MOM-klassifiseringen gir stasjonen tilstand 1 (Meget god). Grafen som viser arter fordelt på geometriske klasser tyder på moderate forhold, mens samtlige av de andre resultatene indikerer svært gode forhold.

Sørvest for anlegget ligger Val 3 på 77 m. Denne er grunnere enn Val 1, men ligger for langt unna til å kunne fungere som en nærstasjon. Selv om den ikke er optimal, betegnes den herved som overgangsstasjon. Det ble funnet 123 individer fordelt på 41 arter. Dette gir diversiteten 4,54 og dermed KLIFs tilstand "Svært god". Vanndirektivets indekser for

ømfintlighet og arts mangfold betegner stasjonen som god til svært god. Den mest individrike arten var børstemarken *Polycirrus norvegicus*, med 15 % av total mengde individer. Ellers fantes det sju andre børstemarkarter, fåbørstemark, to molluskarer, en slangestjerne og en pølseorm blant de tolv mest individrike artene. Stasjonen får MOM-tilstanden 1 (Meget god) og grafen med arter innen geometriske klasser indikerer moderate til gode forhold.

Val 2 ligger nordøst for anlegget, på 128 m dyp. Basert på dyp og posisjonering betegnes denne stasjonen som fjernsone. Det ble funnet 123 individer og 41 arter. Dette gir en svært høy diversitet (5,31) og stasjonen får KLIFs tilstand "Svært god". Den samme tilstanden gir også Vanddirektivets indekser for ømfintlighet og arts mangfold, NQI1 og NQI2. Blant de elleve mest individrike artene fantes det sju børstemarkarter, to molluskarer, en glasspølse og en sekkedyrart. Den mest individrike arten var mollusken *Thyasira flexuosa* med 11 % av total mengde individer. Grafen med arter fordelt på geometriske klasser viser moderate til gode forhold.

De bentiske forholdene er gode til svært gode på de undersøkte stasjonene i området rundt anlegget Valøyen.

Tabell 3.3. Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet (H' max) for hver enkelt prøve fra Valøyen 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
Val 1	1	169	61	4,98			0,84			
	2	95	37	4,60			0,88			
	sum	264	70	5,09		1	0,83	2,23	0,79	0,77
TK					Svært god	Meget god			Svært god	Svært god
Val 2	1	145	44	4,67			0,86			
	2	204	69	5,33			0,87			
	sum	349	83	5,31			0,83	2,13	0,80	0,79
TK					Svært god				Svært god	Svært god
Val 3	1	66	32	4,54			0,91			
	2	57	26	3,95			0,84			
	sum	123	41	4,54		1	0,85	2,21	0,76	0,72
TK					Svært god	Meget god			Svært god	God-Svært god

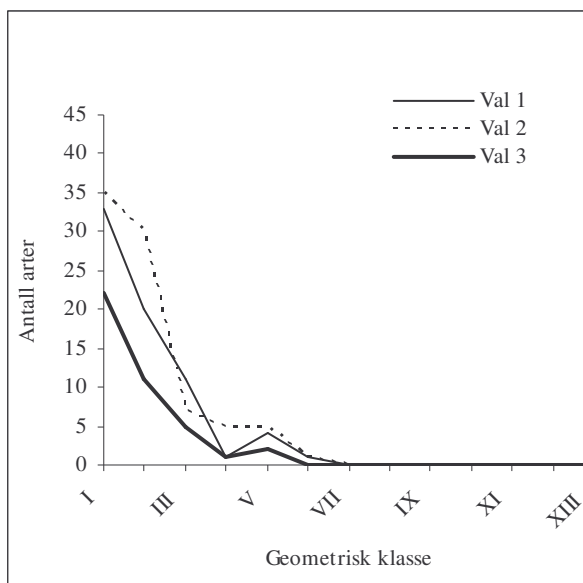
Tabell 3.4. De mest tallrike artene/gruppene fra Valøyen i 2011.

Val 1	Ant.	Ind.	%	Kum %	Val 2	Ant.	Ind.	%	Kum %
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	39	15	15		<i>Thyasira flexuosa</i>	38	11	11	
<i>Polycirrus norvegicus</i>	27	10	25		<i>Polydora sp.</i>	31	9	20	
<i>Polydora sp.</i>	19	7	32		<i>Labidoplax buskii</i>	28	8	28	
<i>Owenia borealis</i>	19	7	39		<i>Myrtea spinifera</i>	24	7	35	
<i>Thyasira flexuosa</i>	17	6	46		<i>Spiophanes kroeyeri</i>	22	6	41	
<i>Thelepus cincinnatus</i>	10	4	50		<i>Polycirrus norvegicus</i>	17	5	46	
<i>Myrtea spinifera</i>	7	3	52		<i>Galathowenia oculata</i>	11	3	49	
<i>Chaetozone sp.</i>	6	2	55		<i>Owenia borealis</i>	10	3	52	
<i>Pectinaria auricoma</i>	5	2	56		<i>Nephtys hombergi</i>	9	3	54	
<i>Galathowenia fragilis</i>	5	2	58		<i>Paramphinome jeffreysii</i>	9	3	57	
<i>Eumida sanguinea</i>	5	2	60		<i>Polycarpa fibrosa</i>	9	3	60	

Val 3	Ant.	Ind.	%	Kum %
<i>Polycirrus norvegicus</i>	18	15	15	
<i>OLIGOCHAETA indet.</i>	17	14	28	
<i>Glycera lapidum</i>	15	12	41	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	7	6	46	
<i>Laonice bahusiensis</i>	6	5	51	
<i>Aonides paucibranchiata</i>	4	3	54	
<i>Similipecten similis</i>	4	3	58	
<i>Ophiocten affinis</i>	4	3	61	
<i>Limatula subauriculata</i>	3	2	63	
<i>Sabellides indet.</i>	3	2	66	
<i>Phascolion strombus</i>	3	2	68	
<i>Mediomastus fragilis</i>	3	2	71	

Tabell 3.5. Geometriske klasser fra Valøyen i 2011.

Geometriske klasser	Val 1	Val 2	Val 3
I	33	35	22
II	20	30	11
III	11	7	5
IV	1	5	1
V	4	5	2
VI	1	1	0
VII	0	0	0
VIII	0	0	0



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

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved matfiskanlegget Valøyen tilhørende Marine Harvest AS i Frøya kommune, Sør-Trøndelag. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 10. mai 2011. Det ble tatt bunnprøver og registrert hydrografi på tre stasjoner.

Sedimentundersøkelsen viste at prøvetakingsstasjonene besto av mye materiale i den grovkornede del av skalaen. Alle tre stasjoner besto av over 75 % sand, med en mindre andel leire og silt. Dette indikerer at det er en god bunnstrøm i prøvetakingsområdet. Det organiske innholdet (% glødetap) var relativt lavt på samtlige stasjoner, det samme var TOC (TK II, god). Mengden sink og kobber var også lav (TK I), det samme gjaldt også for mengden fosfor. De hydrografiske dataene viser normal salinitet nedover i vannsøylen ved alle stasjonene. De bentiske forholdene er gode til svært gode på de undersøkte stasjonene i området rundt anlegget Valøyen. Oppsummert kan man si at det marine miljøet rundt matfiskanlegget ser ut til å være i god tilstand, uten negativ påvirkning fra produksjonen ved anlegget.

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
Val 1	113	I	I	I	I	II
Val 2	128	I	-	I	I	II
Val 3	77	I	I	I	I	II

5 TAKK

Vi takker mannskapet fra Surnadal Sjøservice AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på deres båt. På toktet deltok Fredrik R Staven og Anders W Olsen fra Aqua Kompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Tommie Christensen. Bunndyrene ble identifisert av P. Johannessen, Per-Otto Johansen, og Tom Alvestad.

6 LITTERATUR

- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktorsgruppen for gjennomføringen av vanddirektivet.

7 VEDLEGG

GENERELL VEDLEGGSDDEL

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden.

Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

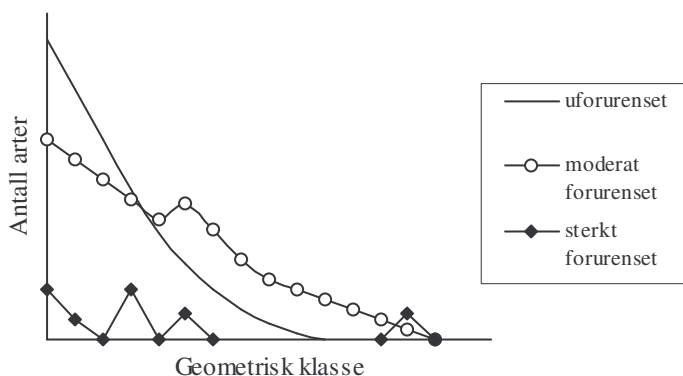
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks $ES(100)$ er beskrevet som:

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

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES_{100}	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både

til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k
 y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen
 y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter
 p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

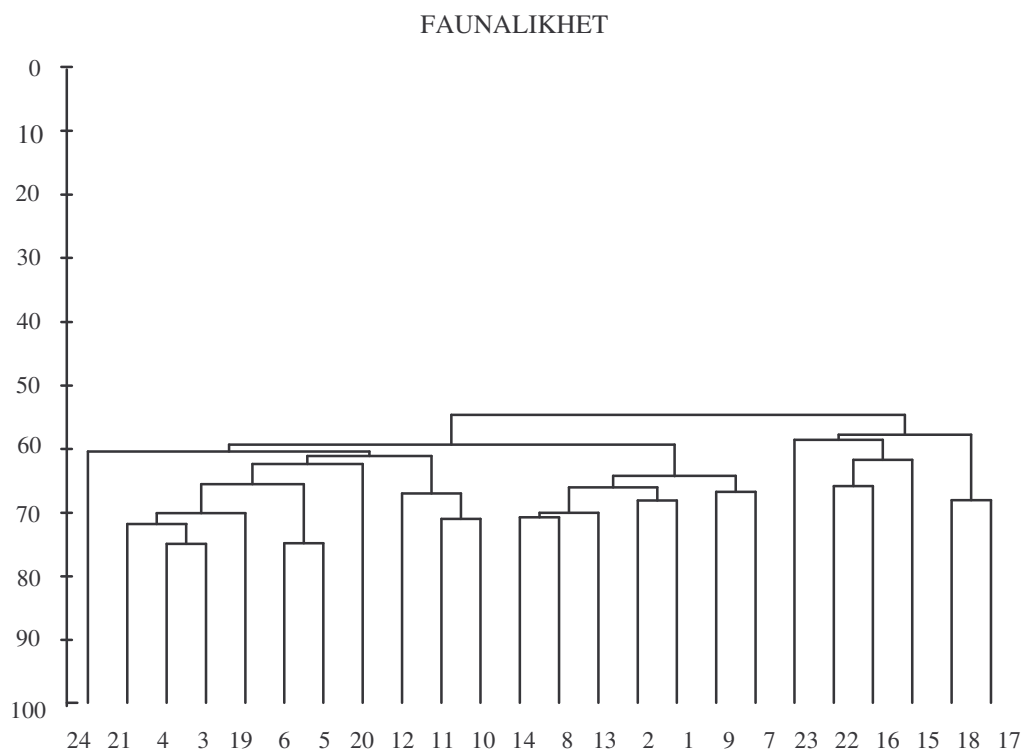
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

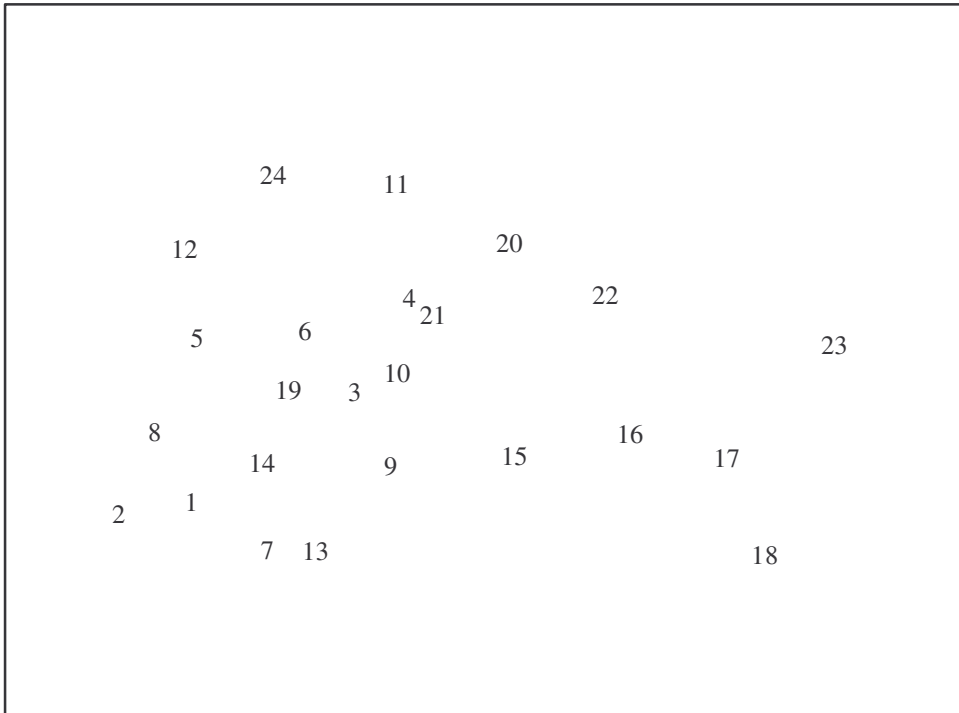
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt “DIVERSI”. Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

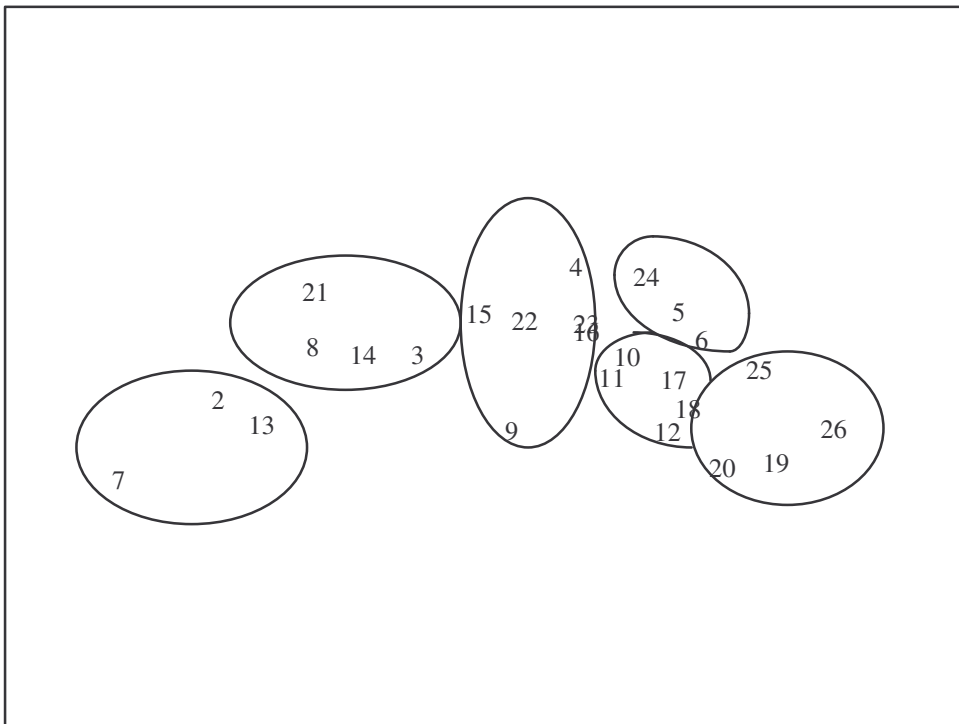


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon ta 2229:2007*.

Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114

Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.

Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.

Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.

Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.

Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.

Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.

Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Veileder nr 1:2009: Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av: Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.4

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse
Prosjekt nr.: 805835
Prøvetakingssted (område): Valøyan
Dato for prøvetaking: 10.5.2011
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Per Johannessen, Per-Otto Johansen og Tom Alvestad

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

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

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

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

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

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

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


Signatur:.....
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	10.05.2011 Hugg nr	Valøyen					
		Val 1		Val 2		Val 3	
		1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.		+	+	+		+	
* ANTHOZOA							
Cerianthus lloydii				0/1			
Edwardsia sp.					1		
Actinidae indet.					0/2		
* NEMERTINI indet.		1	1		1	1	1
* NEMATODA indet.		2			1	8	4
POLYCHAETA							
* Siboglinum fiordicum		+	+	+	+		
Paramphinome jeffreysii		1		4	5	1	
Polynoidae indet.		3			2	1	1
Pholoe baltica		3	1	3	3/1		
Sthenelais limicola		1			1		
Chaetoparia nilssoni		1					
Phyllodoce groenlandica		1					
Phyllodoce mucosa							0/1
Eumida sanguinea		3/1	1		3		
Lacydonia sp.		1			1		
Sige fusigera					1/1		
Eulalia mustela						0/1	0/1
Eteone longa				1			1
Gyptis rosea							1
Kefersteinia cirrata				1			
Nereimyra punctata		1			1		
Syllidae indet.		1		1	1		
Exogone sp.						1	1
Platynereis dumerilii		1					
Nephtys hombergi		1	1/2	3/5	0/1		
Nephtys longosetosa		1					
Glycera lapidum		1			0/1	0/6	0/9
Goniada maculata				1	1/1		
Hyalinoecia tubicola				1			
Protodorvillea kefersteini						5	2
Ophryotrocha sp.				1			
Scoloplos armiger			0/1	1	1		
Aonides paucibranchiata		1	1	3		3	1
Laonice bahusiensis						3	3
Polydora sp.		16	3	15	16		
Prionospio cirrifer		1			2		
Prionospio fallax				1			
Scolecopsis korsuni						1	
Spio sp.				1			
Spiophanes kroeyeri		19/5	10/5	9/1	11/1		
Spiophanes wigleyi		1/1			0/1		
Chaetopterus norvegicus		2					
Aricidea catherinae		2	2	1	2		
Paraonis sp.		3	1	1	1	2	
Aphelochaeta sp.		1			3	1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

10.05.2011	Valøyen					
	Val 1	Val 2		Val 3		
	Hugg nr	1	2	1	2	1
Chaetozone sp.	2	4	3	1	1	
Cirratulus cirratus	1		2/1	1/1	1/1	
Diplocirrus glaucus			0/1	1/1		
Ophelina cylindricaudata			2			
Mediomastus fragilis					1	2
Notomastus latericeus	1	1	1	4	1	
Lumbriclymene cylindricaudata				2	0/1	
Maldanidae indet.		2	1	1		
Owenia borealis	5/2	3/9	2/1	6/1	1	1
Galathowenia fragilis	4	1				
Galathowenia oculata	1	2	5	6		
Pectinaria auricoma		4/1	4	1		
Ampharete lindstroemi	2	1				
Sabellides indet.			1		2	1
Sabellides octocirrata	1	1		0/1		
Sosane sulcata				0/1		
Anobothrus gracilis	2/1	1				
Amythasides macroglossus	1	1				
Eclysippe vanelli			1			
Melinna elisabethae		0/1				
Amphitrite cirrata				2/1		
Eupolymnia nesidensis				1		1
Pista lornensis	0/1	0/2		0/1		
Nicolea zostericola	1					
Thelepus cincinnatus	1/6	1/2		3/2	0/1	
Streblosoma intestinale		1		1		
Polycirrus arcticus	2					
Polycirrus norvegicus	13/7	6/1	5/2	7/3	8/3	3/4
Polycirrus plumosus				1		
Lysilla loveni					1	
Trichobranchus roseus	2	2		2		
Terebellides stroemi	1					
Sabellidae indet.	2					
Jasmineira sp.				2		
Euchone sp.	1		1			
Hydroides norvegica	2					
OLIGOCHAETA indet.					4	13
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.					1	1
Phascolion strombus	0/1				1/1	1
CRUSTACEA						
* Calanus finmarchicus	5	2		2	6	6
* Eurydice pulchra						1
* Amphipoda indet.	10	1	1	7	3	2
MOLLUSCA						
Caudofoveata indet.	1			1		
Leptochiton asellus				2/1		
Gibbula tumida						1
Trivia arctica						1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

10.05.2011	Valøyen						
	Val 1	Val 2		Val 3			
	Hugg nr	1	2	1	2	1	2
Euspira montagui	0/1	0/1					1
Eulima bilineata					1		
Trophonopsis barvicensis	1						
Raphitoma linearis					1		
Diaphana minuta					1		
Philine scabra			0/1	1/1			
Cylichna cylindracea	1	2	1	1			
Nucula nucleus					1/2		
Yoldiella philippiana	1	1			2		
Crenella decussata			0/1				
Modiolula phaseolina	0/2	0/1					
Mytilus edulis		0/1					
Limatula subauriculata		0/1		0/1	1/1		1
Similipecten similis	0/1		0/1	0/1	0/2		0/2
Lucinoma borealis	1		4	0/1			
Myrtea spinifera	3/2	2	5/4	10/5			
Thyasira flexuosa	6/6	4/1	16/3	13/6			
Thyasira sarsii				1/1			
Kurtiella bidentata				1			
Astarte sulcata			1	0/1			
Parvicardium minimum			1/1				
Gari fervensis	1			0/1			
Abra prismatica	1						
Arctica islandica	1			1			
Timoclea ovata	1						1
Saxicavella jeffreysi		3					
Lyonsia norvegica	1						
Antalis entalis	1	2	1	1	1		
BRACHIOPODA indet.							
Novocrania anomala					0/1		
* PHORONIDA indet.			1				
* BRYOZOA							
* Bryozoa skorpeformet	+		+		+		
* Bryozoa grenet	+		+		+	+	
ECHINODERMATA							
Ophiactis balli					1		0/1
Ophiopholis aculeata					1		
Amphiura chiajei			1	1			
Amphiura filiformis	0/1				1		
Ophiocten affinis						1/2	1
Echinocyamus pusillus						1	
Echinocardium flavescens						1	
HOLOTUROIDEA							
Ocnus lacteus					0/1		
Labidoplax buskii		1	14	14			
CHORDATA							
ASCIDIACEA							
Ascidiacea indet.						1	
Polycarpa fibrosa			2	6/1			

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	10.05.2011	Valøyen					
		Val 1		Val 2		Val 3	
		Hugg nr	1	2	1	2	1
*	PISCES egg.		4				
*	VARIA		+			+	

Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Bergen

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 55 54 92 92

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

AR-11-MX-000252-01



EUNOBE-00000279

Prøvemottak: 22.08.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 22.08.2011-20.09.2011
Referanse: 805835 ref nr: 36/2011

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 441-2011-0824-018	Prøvetakingsdato: 22.08.2011				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: 1	Analysestartdato: 22.08.2011				
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	57	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	7.4	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	14	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	360	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	8.70	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	

Prøvenr.: 441-2011-0824-019	Prøvetakingsdato: 22.08.2011				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: 2	Analysestartdato: 22.08.2011				
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	55	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	9.2	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	19	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	360	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	8.20	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	

Prøvenr.: 441-2011-0824-020	Prøvetakingsdato: 22.08.2011				
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Oppdragsgiver				
Prøvemerkning: 3	Analysestartdato: 22.08.2011				
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	66	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	5.5	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	10.0	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	190	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	

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-000252-01



EUNOBE-00000279



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Kopi til:

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

Bergen 20.09.2011

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Teanforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2