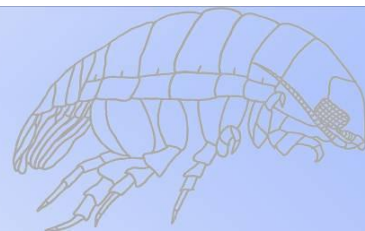


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 31 – 2013

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Storvikbukta i Kreklingbassenget, Indre Follafjorden Nærøy kommune, februar 2013.

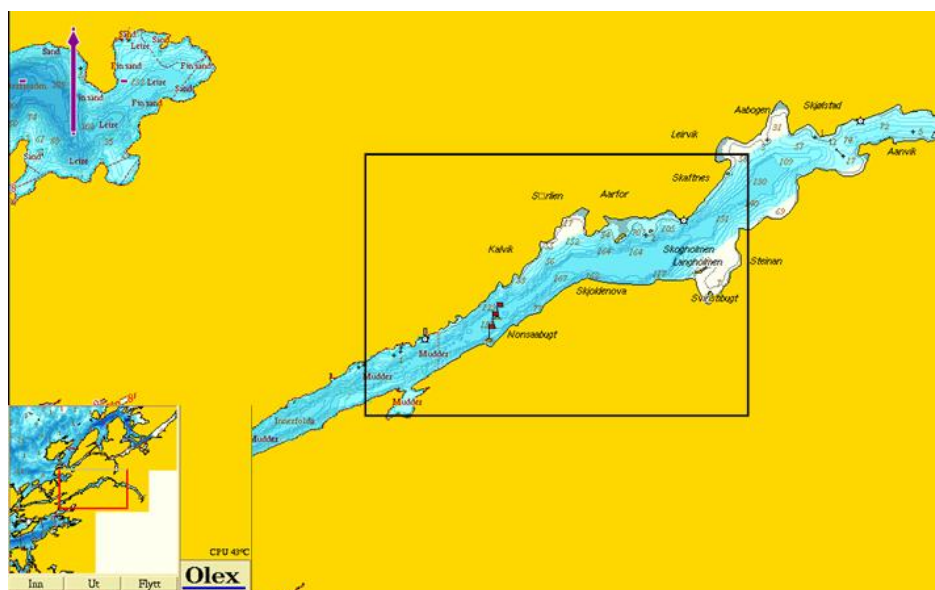
Vidar Strøm



Otto K Sandnes

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen

Thomas Dahlgren



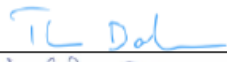

	SAM-Marin	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf. 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Storvikbukta, Kreklingbassenget, Indre Follafjord, Nærøy kommune, februar 2013.	Dato: Felt: 10.01.2013 Rapport: 23.07.13 Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Vidar Strøm, Otto K Sandnes, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen og Thomas Dahlgren	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 807320

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS Region Nord	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

Abstract: On assignment from Marine Harvest AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-marin, was hired in to investigate the marine area by the fish farm Storvikbukta, which is located in Nærøy, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling: Stor1, which is located in the near zone, Stor2, which is located further southeast of the fish farm, and Sel3, which lies further southwest of the farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (KLIF). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was also low on all stations. The total organic carbon (TOC) showed low levels (classification II, good). The organic content expressed as % volatile total solids indicated a low organic content on all three stations. The sediment from the near zone station consisted mostly of gravel, while the sediment from the deeper stations consisted mostly of fine-grained material, mainly in the silt category. The hydrographical data shows that the bottom water in the investigated area had a high oxygen concentration, which gave the classification 'very good' according to Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed good conditions at both Stor2 and Sel3, while it showed moderate to bad conditions at Stor1.

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos Sediment, Storvikbukta	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient, Bunndyr Sediment, Strovikbukta	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 31-2013
--	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	18. juli, 2013	
Prosjektet / undersøkelsen:	10.1, 14.2 og 7.6, 2013	

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Aqua Kompetanse; Nasir El Shaikh og Vidar Strøm

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, Natalia Korableva, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaite; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad; SAM-Marin

Rapportering utført av: Vidar Strøm, Otto K Sandnes, Silje Hadler-Jacobsen og Per-Otto Johansen

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning; SAM-Marin

Ikke akkreditert:

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning; SAM-Marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Marine Harvest anleggsbåt

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse og Eurofins Umwelt Ost GmbH.

Freiberg akkrediteringsnummer Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: Cu, P, Zn, TOC og tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Andre: -



Kontoradresse: Miljøbygget, Lauvsnes
 Postadresse: Miljøbygget 7770 Flatanger
 Telefon: 74 28 84 30
 Mobil: 909 43 493
 E-post: post@aqua-kompetanse.no
www.aqua-kompetanse.no
 Bankgiro: 4400.07.25541
 Org. Nr.: 982 226 163

MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokalitet Storvikbukta i 2013

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Storvikbukta, Kreklingbassenget, Indre Follafjord, Nærøy kommune, februar 2013.		
Rapport-nummer:	15-2-13C	Lokalitetens navn:	Storvikbukta
Lokalitetsnummer:	10421	GPS, senter i anlegg:	64°54.493N 11°50.654Ø
Fylke:	Nord-Trøndelag	Kommune:	Nærøy
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Reinert Torsvik
Dato undersøkelse:	10.01, 14.02. og 09.06.2013	Dato rapport:	20.06.2013
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS, region Nord		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007):				
Stasjoner		Stasjon 1 (nærsonen)	Stasjon 2 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsonen)
Parametere				
GPS (prøvestasjoner):		64° 55,698'N 11° 54,608'Ø	64° 55,698'N 11° 54,608'Ø	64° 53,990'N 11° 47,916'Ø
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	10	50	69
	Antall individer:	1738	464	598
	Jevnhet (0-1):	0,26	0,79	0,74
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:		4,12 I (Meget god)	4,24 I (Meget god)
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:		26,39 Meget god	29,40 Meget god
	MOM-tilstand:	2		
Normal. TOC	TOC (mg/g):	23,2	22,9	26,5
	TOC, tilst.klasse:	II	II	II
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg):	50,0	130,0	110,0
	Zn, tilst.klasse:	I (Meget god)	I (Meget god)	I (Meget god)
	P (g/kg):	0,75	0,90	0,84
	P, kommentar:	Lavt nivå	Lavt	Lavt
Oksygen	Cu (mg/kg)	10,0	24,0	21,00
	Cu, tilst.klasse:	I	I	I
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parametere):	Målt verdi (%):			94
	O ₂ , tilst.klasse:			Meget god
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parametere):	Mørk overflate, grus og sand.		Hovedsakelig silt. Lys sedimentoverflate, normal lukt.	Leire. Lys farge, normal lukt.
	Ansvarlig feltarbeid / Signatur:	Vibe Skram		

INNHOOLD

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER.....	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment.....	10
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr.....	11
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	19
3.3 Kjemi.....	20
3.4 Bunndyr	22
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	27
5 TAKK	28
6 LITTERATUR.....	29
7 VEDLEGG.....	30
Generell vedleggsdel	30
Generelt	30
Geometriske klasser	30
Univariate metoder.....	31
Ømfintlighet	32
Sammensatte indekser	32
Referansetilstand og klassegrenser.....	32
Multivariate analyser.....	32
Dataprogrammer.....	34
Litteratur til Generelt Vedlegg	37
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	38
Vedleggstabell 2. Artsliste	40
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	44
Vedleggstabell 4. Analysebevis.....	45

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Storvikbukta i Indre Follafjord, Nærøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført 14. februar 2013 på stasjonene Stor 1 og 2, og 10. januar på fjernstasjonen Sel 3.

Lokaliteten blir bruk til utsett av høstsmolt. Fisken settes ut hvert år i august – oktober og flyttes påfølgende år til andre lokaliteter i mai-juni. Brakklegges i så måte hvert år, minimum 2 måneder om sommeren.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Storvikbukta. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIFs tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Aquakompetanse AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Marine Harvest Norway, region nord. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

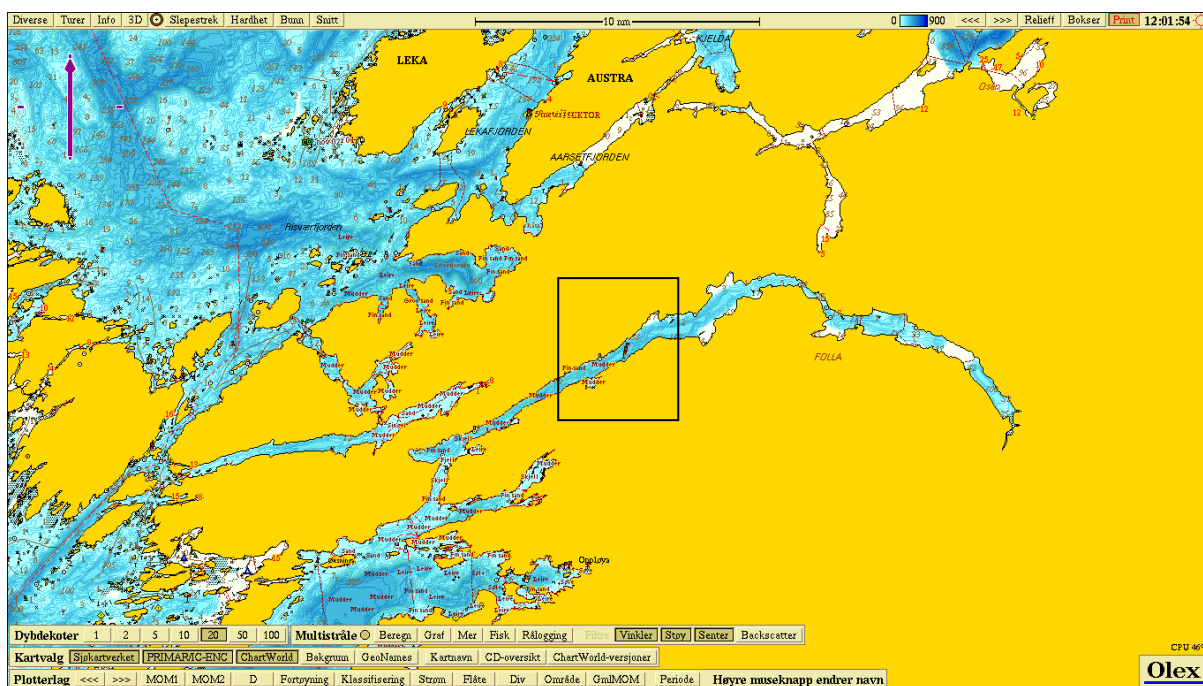
2.1 Undersøkelsesområdet

Lokaliteten ligger i Indre Follafjord i Nærøy kommune, på ca 65-125 meters dyp. (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Lokaliteten ligger over en bergskråning som flater ut mellom 140 og 160 m dyp. Fjorden blir dypere utover mot fjernstasjonen i dyprenna på ca 180 m. Indre Follafjord er 42 km lang fra innløpsterskelen på 12 m og inn til Kongsmoen.

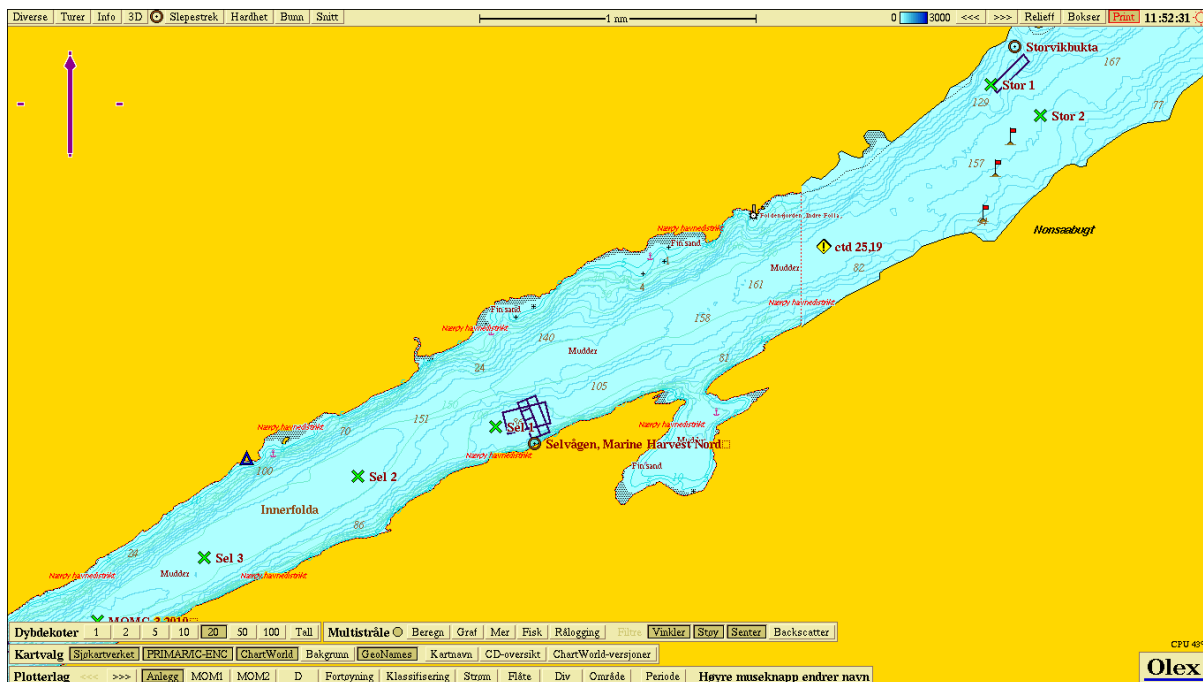
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 14. februar 2013 for Stor 1 og Stor 2, og 10. januar 2013 for stasjonen Sel 3. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i Follafjordens dyprenne. Den siste stasjonen er også fjernstasjon for lokaliteten Selvågen. Undersøkelsen ble gjennomført av Nasir El Shaikh og Vidar Strøm fra Aqua Kompetanse AS.

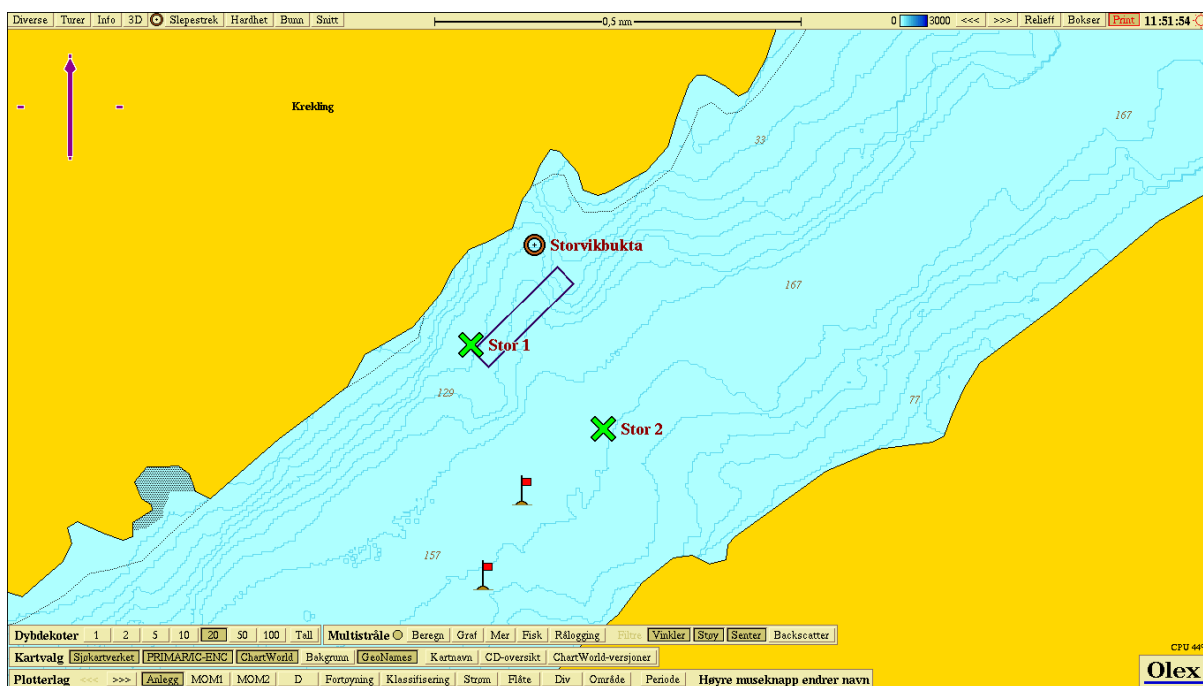
Det ble også målt hydrografiske parametre fra stasjonen. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.



Figur 2.1: Oversiktskart over Follafjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Storvikbukta. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Utsnitt av Indre Folla fjord med referansestasjonen Sel 3 i dyppet og stasjoner Stor 1 og Stor 2 ved anlegget. Stasjonene Sel 1-2 er rapportert i egen rapport. Eksakt plassering av stasjonene Stor 1-2 og Sel 3 er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



Figur 2.3: Skisse av anleggets plassering med nær-stasjon (Stor 1) og overgangsstasjon (stor 2) er markert med grønne kryss. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Midtre Follafjord, lokaliteten Storvikbukta. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb med prøveareal 0.1m².

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone 14.02.2013	Storvikbukta 64° 55,698'N 11° 54,608'Ø	95	1	5,3	Hovedsakelig sand, mørkt overflatelag. Noe lukt. Observerte børstemark. Uttak til faunaprøve.
			2	2,0	Sand og grus, samt noe stein, mørkt overflatelag. Noe lukt. Observerte børstemark. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
			3		Sand, og noe silt, mørkt overflatelag. Noe lukt. Observerte børstemark. Uttak til faunaprøver.
Overgangss. 14.02.2013	Storvikbukta 64° 55,698'N 11° 54,608'Ø	162	1	16,3	Hovedsakelig silt, lys grå sedimentoverflate. Ingen unormal lukt. Observerte børstemark. Uttak til faunaprøve.
			2	16,3	Hovedsakelig silt, lys grå sedimentoverflate. Ingen unormal lukt. Observerte børstemark. Uttak til faunaprøve.
			3	16,3	Hovedsakelig silt, lys grå sedimentoverflate. Ingen unormal lukt. Observerte børstemark. Uttak kjemisk og geologisk prøve.
Fjernsone 10.01.2013	Selvågen 64° 53,990'N 11° 47,916'Ø	175	1	12,6	Leire, lys farge. Normal lukt. Børstemark. Uttak til faunaprøver.
			2	12,6	Leire, lys farge. Normal lukt. Børstemark og pigghuder. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), 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 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

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 %.

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 sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt et eget hugg fra hver stasjon til prøveuttak for analyse av de de kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble

analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Prosess-Styring AS.

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 bløtbunns-artene 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 uforurensede områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede 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. Sediment-volumet 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 grabb har et volum på 16,3 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 8 % 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 i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. 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 gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIF's veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.2). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Generell vedleggsdel. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederene. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt

opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanddirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

Tabell 2.3: Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Storvikbukta startet produksjonen i 1988. Anlegget har ligget i nåværende posisjon i cirka 11 måneder. Anlegget er et todelt stålanlegg der hver halvdel er 110 meter med et mellomrom på 70 m. Det er produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (14. februar, 2013) var ca. 900 000 kg. Fisken er av 2012-årgang (høst) og ble flyttet 27. mai, 2013. Anlegget skal deretter brakklegges fram til uke august 2013.

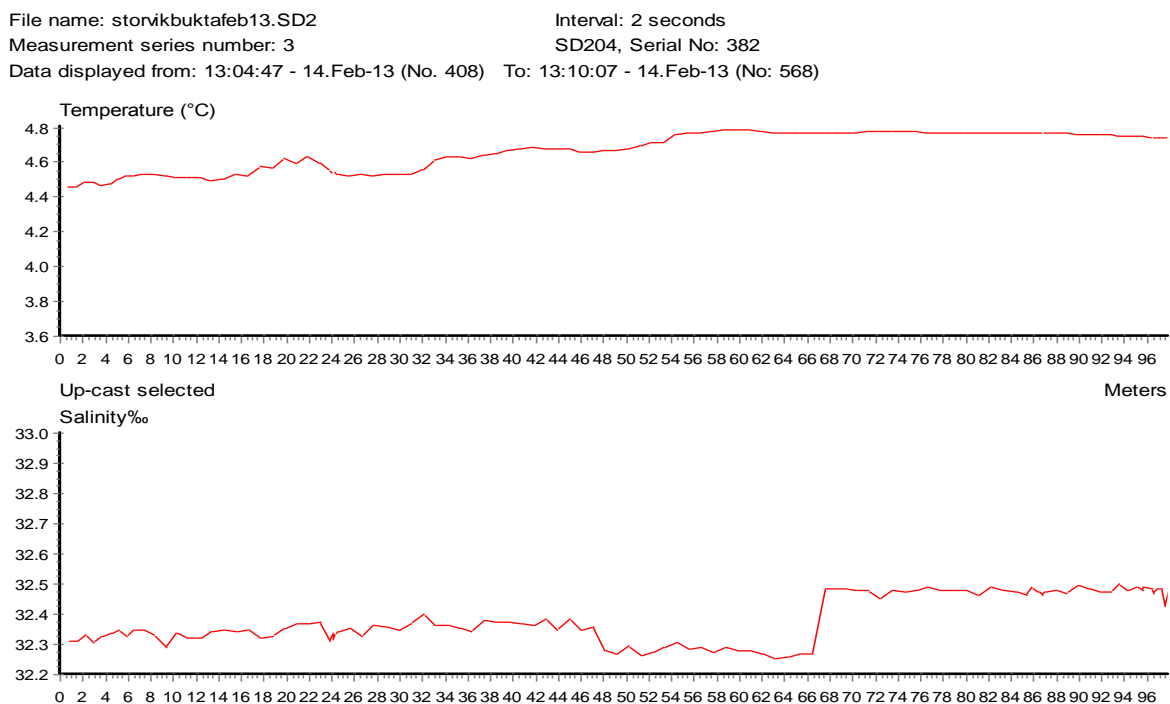
Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	1432 tonn	ca. 1408 tonn
Siste 3 år	3888 tonn	ca. 3805 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på alle 3 stasjoner. Prøvene ble tatt 14. februar 2013 på Stor 1 og Stor 2, og 7. juni 2013 på fjernstasjonen Sel 3 etter at det viste seg at det opprinnelige datasettet på fjernstasjonen fra februar måtte forkastes. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres nedenfor (Figur 3.1-3.6).

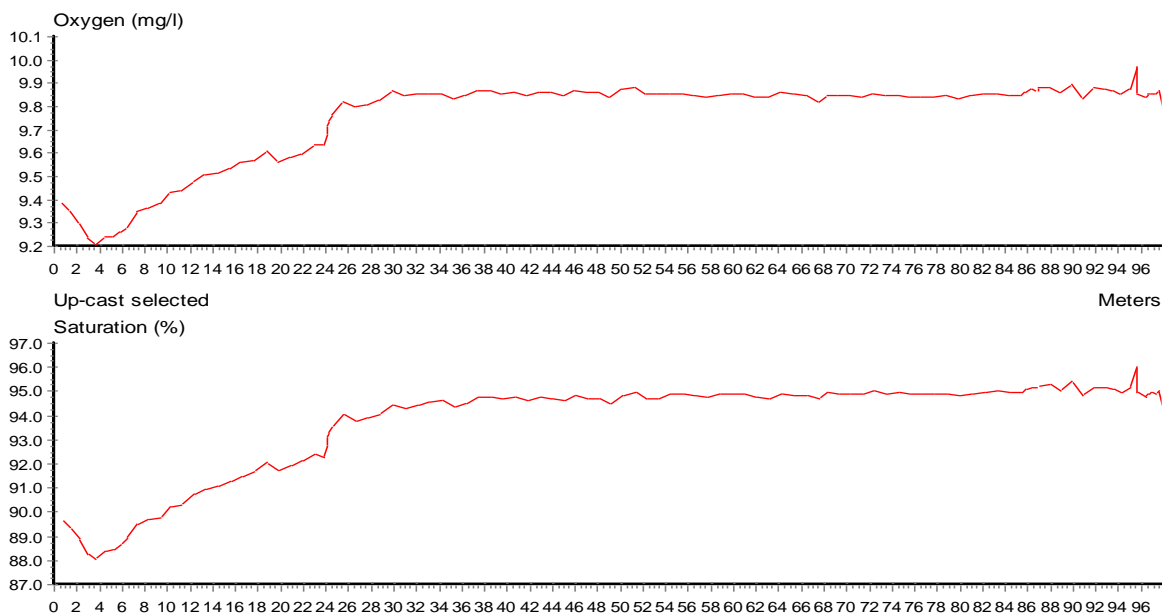


Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 96 meters dyp på stasjon Stor 1 den 14. februar 2013.

Ved nærsonestasjonen Stor 1 lå sjøtemperaturen mellom 4,4 og 4,6 °C i hele vannsøyla, fra overflate til bunn. Saliniteten var også jevn nedover i vannsøyla, og lå rundt 32,3 ‰.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

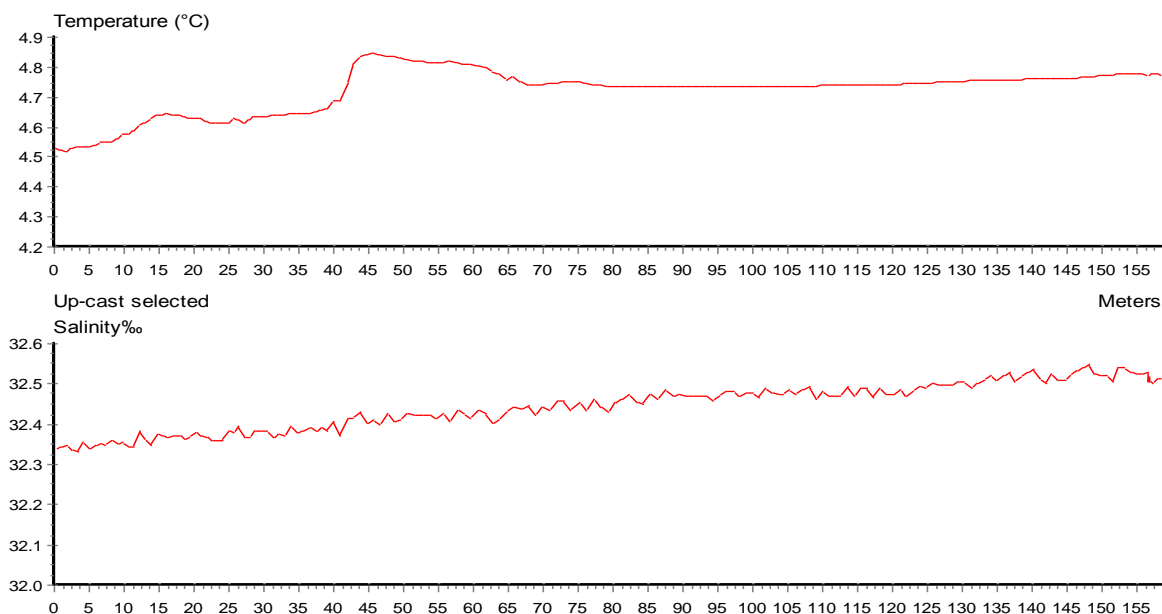
File name: storvikbuktafeb13.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 13:04:47 - 14.Feb-13 (No. 408) To: 13:10:07 - 14.Feb-13 (No: 568)



Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 96 meters dyp på stasjon Stor 1 den 14. februar 2013.

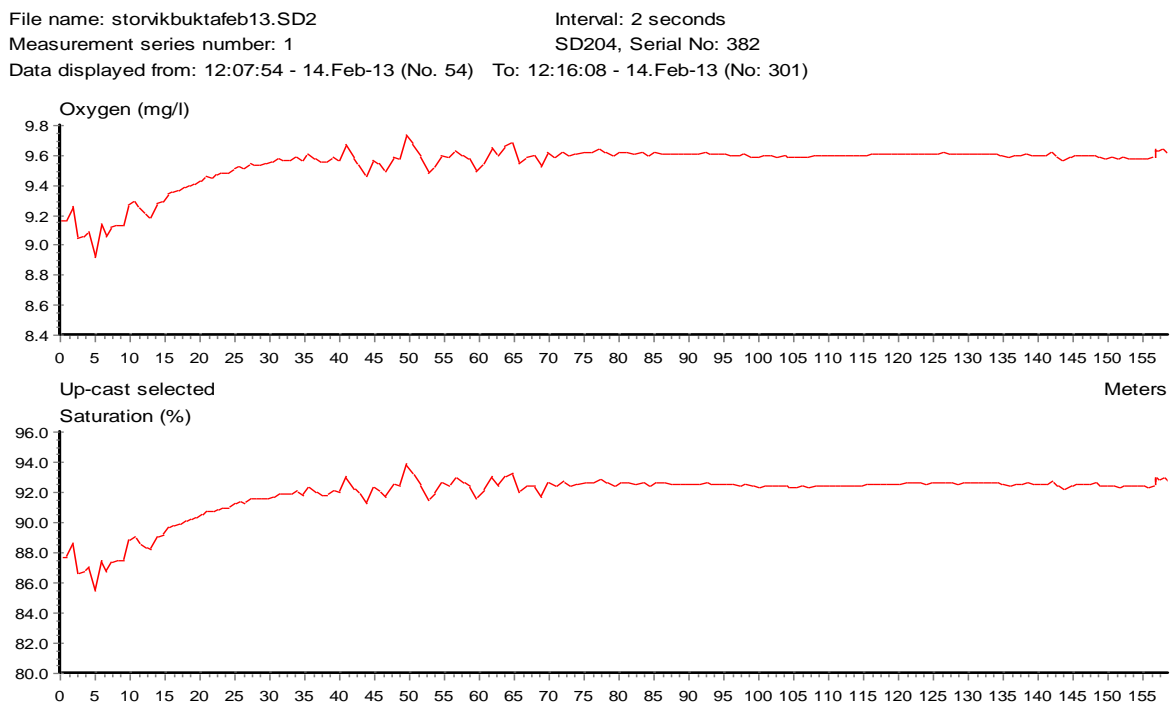
Figur 3.2 viser at oksygennivået i vannmassene ved nærsone til Storvikbukta var høyt på undersøkelsestidspunktet. Konsentrasjonen lå over 9 mg O₂/liter sjøvann i hele vannsøyla, og metningen lå mellom 88 og 95 %.

File name: storvikbuktafeb13.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 382
Data displayed from: 12:07:54 - 14.Feb-13 (No. 54) To: 12:16:08 - 14.Feb-13 (No: 301)



Figur 3.3: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 155 meters dyp på stasjon Stor 2 den 14. februar 2013.

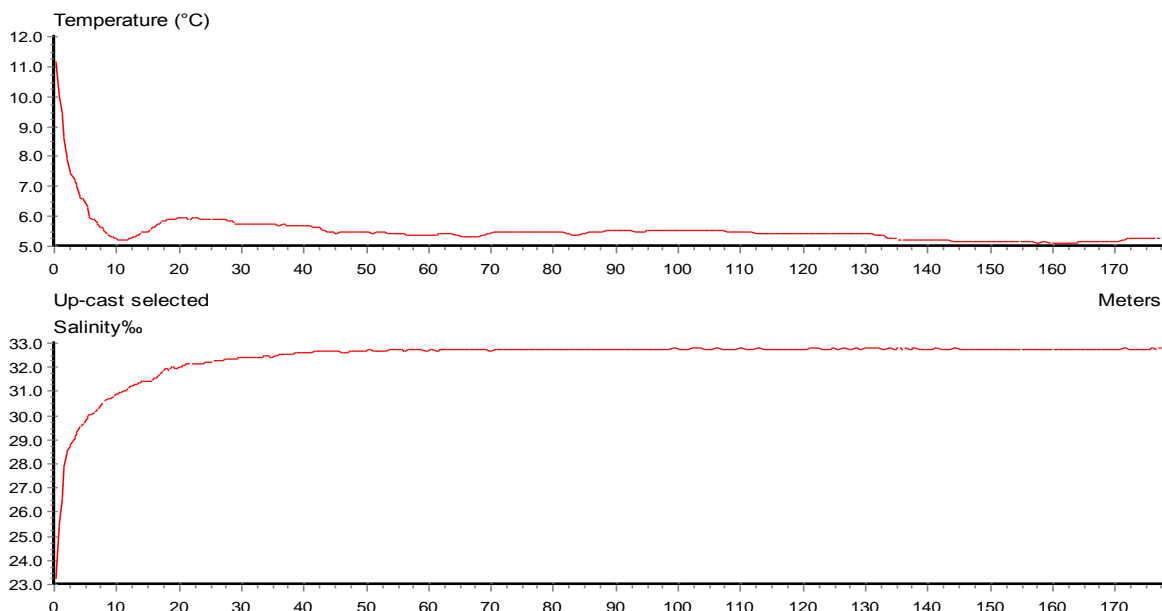
Ved overgangssonen, Stor 2, var både sjøtemperaturen og saliniteten stabil fra overflaten og ned til sjøbunnen. Temperaturen lå på rundt 4,6 °C, mens saliniteten lå mellom 32,3 og 32,5 ‰.



Figur 3.4: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 155 meters dyp på stasjon Stor 2 den 14. februar 2013.

Oksygenivået i vannmassene ved overgangssonen var høyt, konsentrasjonen lå over 9 mg O₂/liter i hele vannsøylen. Ved bunnen på 155 meter viser målingen vår en konsentrasjon på 9,6 mg O₂/liter sjøvann. Med en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 6,3 ml O₂/liter sjøvann, og gir tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al. 97 (se tabell 2.2). Metningen lå mellom 86 og 92 %.

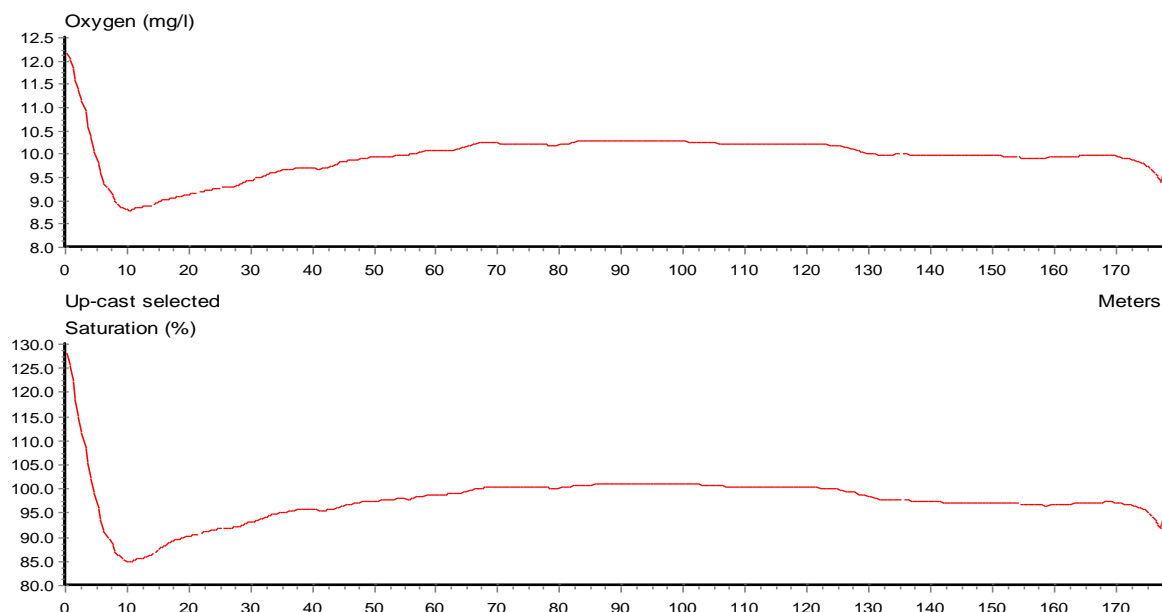
File name: hydrografi-cond to sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 13:19:28 - 07.Jun-13 (No. 688) To: 13:32:56 - 07.Jun-13 (No: 1092)



Figur 3.5: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 175 meters dyp på stasjon Se1 3, den 7. juni 2013.

Sjøtemperaturen ved Sel 3 den 7. juni 2013 var over 11° C i overflatelaget. Den sank jevnt til ca 5° C på 10 meter og lå mellom 5° og 6° C helt ned til bunnen på 175 m. Saliniteten helt i overflaten lå på cirka 23 ‰. Ned til cirka 20 m steg den jevnt opp til over 32 ‰, og lå på dette helt nedover til sjøbunnen.

File name: hydrografi-cond to sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 13:19:28 - 07.Jun-13 (No. 688) To: 13:32:56 - 07.Jun-13 (No: 1092)



Figur 3.6: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 175 meters dyp på stasjon Sel 3 den 7. juni 2013.

Oksygenkonsentrasjonen i vannsøylen ved fjernsonestasjonen viser høye oksygenivå fra sjøoverflaten og helt ned til bunnen. Bunnvannet på over 170 meters dyp har en oksygenkonsentrasjon på 9,6 mg O₂/liter sjøvann. Med en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 6,7 ml O₂/l sjøvann, og gir tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen i Molvær et al, 97 (se tabell 2.2). Metningen ligger over 85 % i helle vannsøyla.

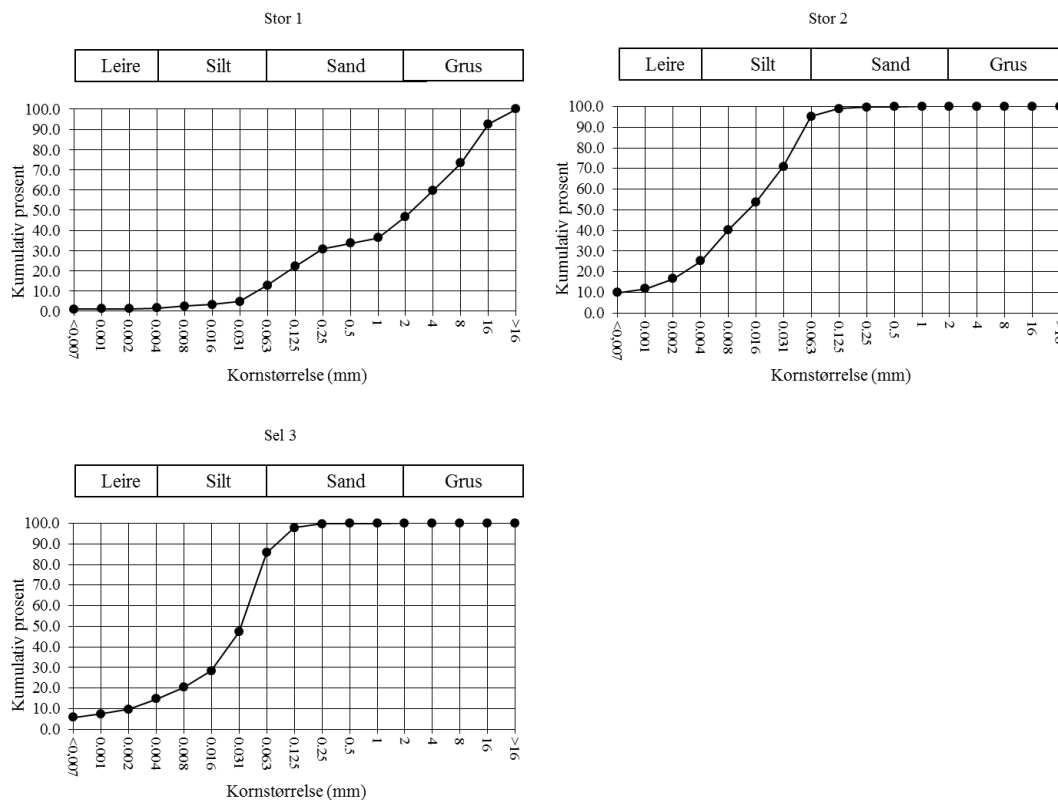
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Storvikbukta og Selvåg er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.7.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap*) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Storvikbukta og Selvågen i januar og februar 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Stor 1	95	2,5*	2	11	13	34	53
Stor 2	162	6,3*	25	70	95	5	0
Sel 3	175	6,7*	15	71	86	14	0

*Det er knyttet avvik til analysemetoden på analysetidspunktet og resultatet rapporteres ikke akkreditert.



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Storvikbukta i februar 2013 og i fjernsonen til lokaliteten Sel 3, januar 2013.

I nærsonen, stasjon Stor 1, dominerte grus og utgjorde 53 % av sedimentet. Sand utgjorde 34 %. De resterende 13 % bestod av 11 % silt og 2 % leire. Glødetapet var 2,5 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Overgangssonen, Stor 2, var dominert av silt, 70 %, mens leire utgjorde 25 %, og sand 5%. Her var glødetapet 6,3 %. Det organiske innholdet på stasjonen var dermed innenfor det en karakteriserer som normalt for norske fjorder.

Fjernstasjon, Sel 3, i fjordens dyprenne, hadde et finkornet sediment bestående av 86 % leire og silt, 14 % sand og ingen grus. Glødetapet var 6,7 %, som betraktes som normalt.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al.*, 1993). TOC verdiene for alle tre stasjonene viser tilstandsklasse II, noe som er meget bra for norske fjorder. Dette samsvarer også med glødetapmålingene.

Sink- og kobberverdiene er også lave på alle stasjoner og viser tilstandsklasse I (Meget god).

Tabell 3.2: Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og etter SFT 97:03 for normalisert TOC i sedimentprøver fra stasjonene ved Storvikbukta og Selvågen i januar og februar 2013.

Stasjon	År	Totalt organisk carbon mg/g	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Stor 1	2013	7,5	23,2	II	0,75	50	I	10	I	81,2
Stor 2	2013	22	22,9	II	0,9	130	I	24	I	45,7
Sel 3	2013	24	26,5	II	0,84	110	I	21	I	46,3

Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingen av pH og E_h på nærstasjonen, Stor 1, viste en svakt redusert pH og negativt redokspotensiale og plasserer dermed (Stor 1, nærsone) i tilstand 2. Stor 2, i overgangssonen har en mer nøytral pH og får tilstand 1. På fjernsonestasjonen, Sel 3, ble ikke disse parameterne målt.

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsone	7,27	-221	2	2
Overgangssone	7,52	254	0	1
Fjernsone	---	---	---	---

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabell 2.

Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i januar og februar 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Stor 1 ligger i nærsonen sørvest ved lokaliteten Storvikbukta på 95 meters dyp. Her ble funnet totalt 10 arter med til sammen hele 1738 individer på 0,2 m². Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 0,7 og en Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 3,27. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får verdiene henholdsvis 0,35 og 0,22. I følge MOM-standard er diversitets-indeks lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 2 (god). Artene på denne stasjonen hadde en svært ujevn fordeling der en art dominerer bunndyrsamfunnet. Børstemarken *Ophryotrocha lobifera* utgjorde ca. 86 % av det totale individtallet med 1498 individer. Dette er en art som trives under dårlige forhold med økt organisk tilførsel. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 217 individer og 12,5 % av det totale individtallet. De resterende artene på denne stasjonen utgjorde mindre enn 2 prosent. Artssammensetningen viser at man her har pressede forhold for bunndyrsfaunaen, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser.

Stor 2 ligger i overgangssonen like sørøst for lokaliteten, midt i Follafjorden på 162 meters dyp. Her ble funnet totalt 50 arter med til sammen 464 individer på 0,2 m². Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 4,12 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 26,34. Indeksene for artsmangfold og ømfintlighet, NQI1 og NQI2 gav henholdsvis verdiene 0,75 og 0,71. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse I som tilsvarer «Meget god». I henhold til MOM-standard fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (svært god). Den mest tallrike dyregruppen på denne stasjonen var pølseormer i slekten *Sipuncula* med 78 individer. Denne rekken utgjorde ca. 17 % av individene i prøven. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Proclea graffi* med 77 individer og ca. 17 % av det totale individtallet. Den tredje mest individrike arten var børstemarken *Heteromastus filiformis*. Denne arten utgjorde

ca. 10 % med sine 46 individer. Blant de 10 mest individrike artene finner man i tillegg seks arter børstemark, et skjell og en gravende sjøpølse. Artssammensetningen og de geometriske klassene viser også at det er svært god miljøtilstand på stasjonen.

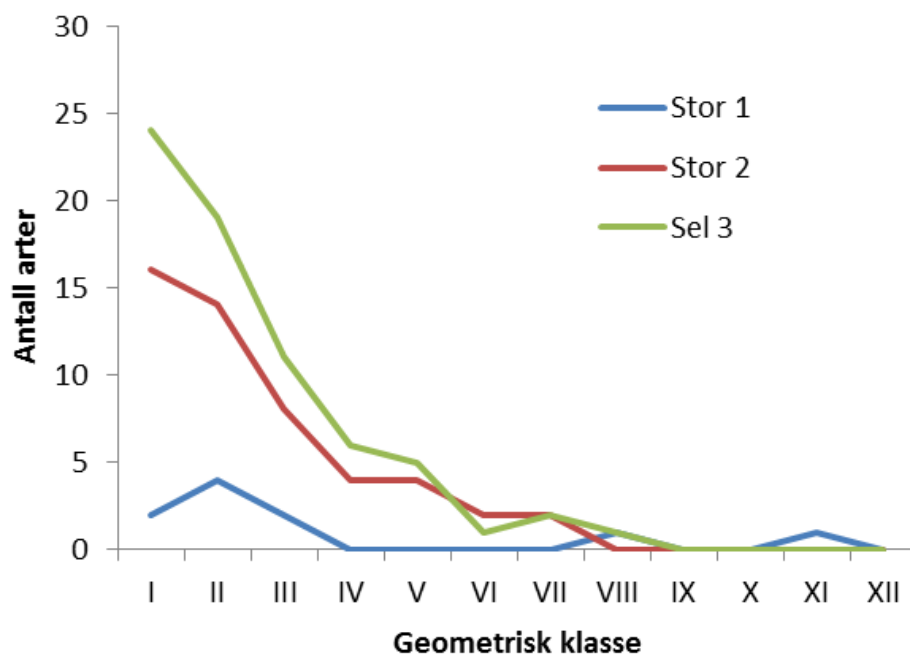
Sel 3 ligger på 175 meters dyp lenger vest i fjorden. Her ble det funnet i alt 598 individer fordelt på 69 arter. Diversiteten var høy (H' : 4,24) og gir stasjonen tilstand I Meget god. Jevnheten indikerer en god fordeling av individer innen de ulike artene og de sammensatte indeksene NQI1 og NQI2 indikerer et godt artsmangfold (Tilstand I, Meget god). Blant de tolv mest individrike artene fantes det 8 børstemarkarter, 3 mollusk arter/familier og en type pølseorm. Den mest individrike var børstemarken *Heteromastus filiformis* (131 stk.) etterfulgt av mollusken *Yoldiella lucida* (74 stk.). Alt i alt tyder resultatene på at var svært gode forhold på stasjonen Sel 3.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (Figur 3.9). Like grabbhugg sier noe om variasjonen på bunnen på stasjonen. Både dendogrammet og MDS-plottet viser at stasjon Stor 1 (nærstasjonen) skiller seg fra de to andre stasjonene. Dette gjenspeiler både det at stasjonene ligger på forskjellig dyp og resultatene fra de biologiske beregningene som viser en stasjon som er påvirket av anlegget og to stasjoner som ikke er påvirket av anlegget (fig. 3.10).

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. MOM-tilstanden baseres på summen av to grabbhugg, mens de resterende indeksene baseres på gjennomsnitt. Firkant angir tallmateriale brukt i MOM klassifisering.

Stasjon	År	Hugg	Antall	Antall	Diversitet	NQI1	NQI2	ES100	TK	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
			arter	individ	(H')								
Stor 1	2013	1	4	1049	0,46	0,30	0,21	2,28		4,63	0,23	2,00	
		2	9	689	0,93	0,38	0,24	4,25		4,73	0,29	3,17	
Sum			10	1738	0,68			3,20			0,20	3,32	2
Snitt			6,5	869	0,70	0,35	0,22	3,27		4,68	0,26	2,58	
Stor 2	2013	1	40	303	3,92	0,76	0,70	24,97		1,72	0,74	5,32	
		2	34	161	4,32	0,74	0,71	27,81		2,03	0,85	5,09	
Sum			50	464	4,24			26,71			0,75	5,64	1
Snitt			37	232	4,12	0,75	0,71	26,39	I	1,88	0,79	5,20	
Sel 3	2013	1	60	356	4,57	0,79	0,75	32,36		1,80	0,77	5,91	
		2	41	242	3,91	0,70	0,63	26,43		2,73	0,73	5,36	
Sum			69	598	4,48			30,94			0,73	6,11	-
Snitt			50,5	299	4,24	0,75	0,69	29,40	I	2,26	0,75	5,63	

I – Svært god II - God III – Moderat IV – Dårlig V – Svært dårlig

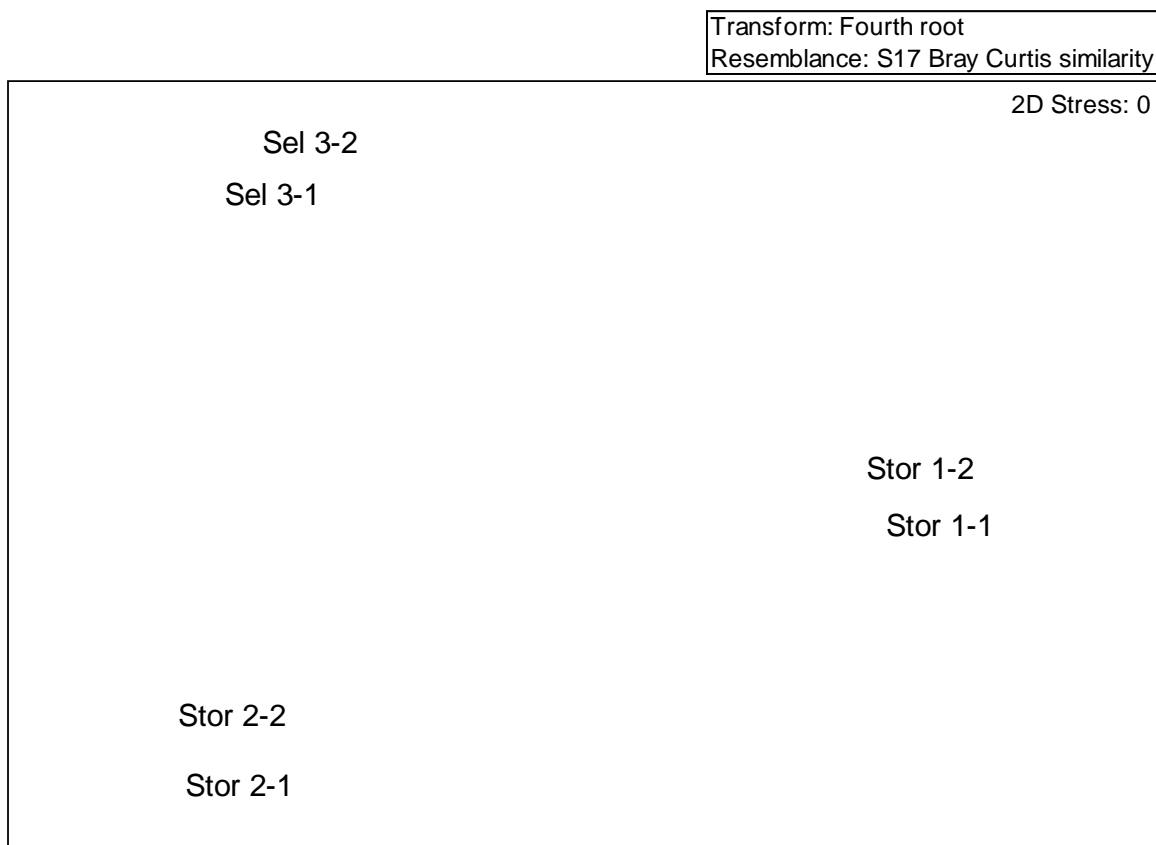


Figur 3.8: Antall arter (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene

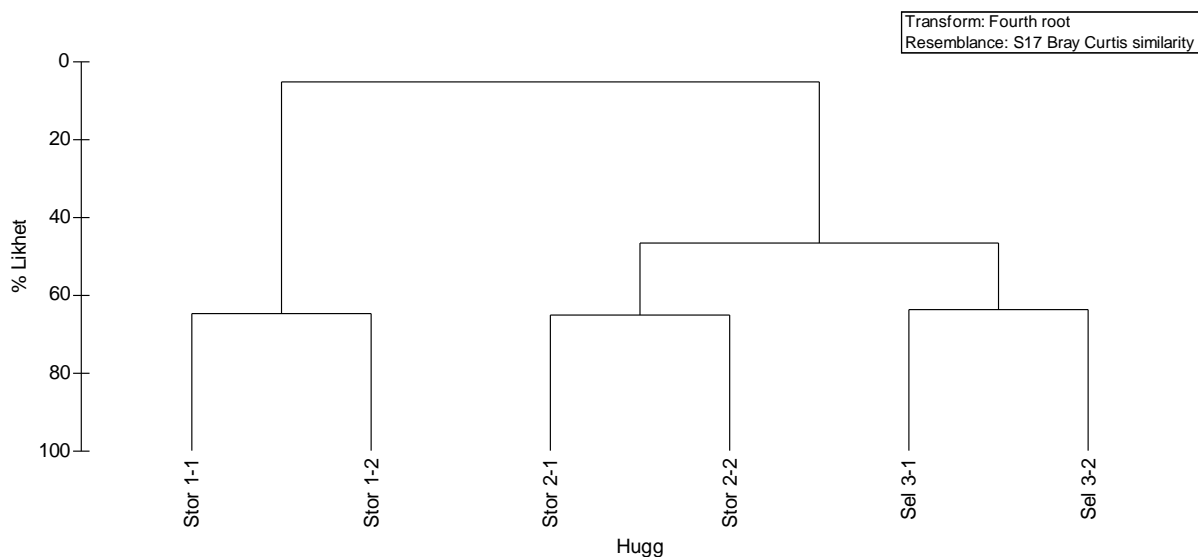
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene, Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Stor 1	Ant, Ind,	0,2 m ² %	Kum, % %	Stor 2	Ant, Ind,	0,2 m ² %	Kum, % %
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	1498	86,2	86,2	<i>Sipuncula</i> indet ₇	78	16,8	16,8
<i>Capitella capitata</i>	217	12,5	98,7	<i>Proclea graffi</i>	77	16,6	33,4
<i>Thyasira sarsii</i>	7	0,4	99,1	<i>Heteromastus filiformis</i>	46	9,9	43,3
<i>Mediomastus fragilis</i>	6	0,3	99,4	<i>Thyasira equalis</i>	45	9,7	53,0
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	2	0,1	99,5	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	27	5,8	58,8
<i>Syllidae</i> indet ₇	2	0,1	99,7	<i>Synaptidae</i> indet ₇	25	5,4	64,2
<i>Chirimia biceps</i>	2	0,1	99,8	<i>Diplocirrus glaucus</i>	21	4,5	68,8
<i>Nebalia</i> sp ₇	2	0,1	99,9	<i>Aphelochaeta</i> sp ₇	16	3,4	72,2
<i>Chaetozone</i> sp ₇	1	0,1	99,9	<i>Streblosoma bairdi</i>	13	2,8	75,0
<i>Sphaerodorum flavum</i>	1	0,1	100,0	<i>Maldanidae</i> indet ₇	9	1,9	76,9
				<i>Phylo norvegica</i>	9	1,9	78,9

Sel 3	Ant, Ind,	0,2 m ² %	Kum, % %
<i>Heteromastus filiformis</i>	131	21,9	21,9
<i>Yoldiella lucida</i>	74	12,4	34,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	69	11,5	45,8
<i>Diplocirrus glaucus</i>	37	6,2	52,0
<i>Pholoe baltica</i>	30	5,0	57,0
<i>Sipuncula</i> indet	19	3,2	60,2
<i>Caudofoveata</i> indet	18	3,0	63,2
<i>Polydora</i> sp	17	2,8	66,1
<i>Drilonereis filum</i>	16	2,7	68,7
<i>Aphelochaeta</i> sp	13	2,2	70,9
<i>Yoldiella nana</i>	13	2,2	73,1
<i>Pholoe pallida</i>	13	2,2	75,3



Figur 3.9: MDS plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i januar og februar 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.10: Cluster plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i januar og februar 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Storvikbukta i Kreklingbassenget i Indre Follafjord i Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 10. januar og 14. februar 2013, og vannundersøkelser fra 14. februar og 7. juni 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

I nærsonen, Stor 1, dominerte grus og utgjorde 53 % av sedimentet. Sand utgjorde 34 %. De resterende 13 % bestod av 11 % silt og 2 % leire. Glødetapet var 2,5 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 2 (etter MOM B-metodikk). Den hydrografiske målingen viste jevne temperaturverdier nedover i vannsøylen. Saliniteten viste også jevne verdier. Oksygenmålingen viste et høyt oksygennivå fra sjøoverflaten og helt ned til bunnvannet. Artene på denne stasjonen hadde en ujevn fordeling der en art dominerer bunndyrsamfunnet. Børstemarken *Ophryotrocha lobifera* utgjorde ca. 86 % av det totale individtallet med 1498 individer. Bunnfaunaen under anlegget viser at man har et miljø som er noe påvirket av økt tilførsel av organisk materiale. I henhold til MOM-standarden fikk stasjonen i nærsonen tilstand 2- God.

Overgangssonen, Stor 2, var dominert av silt, 70 %, mens leire utgjorde 25 %, og sand 5%. Her var glødetapet 6,3 %. Det organiske innholdet på stasjonen var dermed innenfor det en karakteriserer som normalt for norske fjorder. Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 1 (etter MOM B-metodikk). Vannundersøkelsen viste jevne verdier av temperatur og salinitet i hele vannsøyla. Oksygennivået i vannsøyla var høyt, og bunnvannet fikk tilstandsklassen 'Meget god' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al. 97. Samtlige bunndyrsindekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse I som tilsvarer «Meget god». I henhold til MOM-standarden fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (svært god). Den mest tallrike dyregruppen på denne stasjonen var pølseormer i rekken *Sipuncula* med 78 individer. Denne rekken utgjorde ca. 17 % av individene i prøven.

Fjernstasjon, Sel 3, i fjordens dyprenne, hadde et finkornet sediment bestående av 86 % leire og silt, 14 % sand og ingen grus. Glødetapet var 6,7 %, som betraktes som normalt.

Oksygenkonsentrasjonen i vannsøylen ved fjernsonestasjonen viser høye oksygenivå fra sjøoverflaten og helt ned til bunnen. Bunnvannet på over 170 meters dyp har en oksygenkonsentrasjon på 6,7 ml O₂/liter sjøvann. Dette gir tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen i Molvær et al, 97 (se tabell 2.2). Indeksene for artsmangfold plasserer fjernsonestasjonen i tilstandsklassen I, 'Meget god'. Jevnheten indikerer god fordeling av arter, og de sammensatte indeksene NQI1 og NQI2 indikerer et godt artsmangfold. Den mest individrike arten var børstemarken *Heteromastus filiformis*.

TOC verdiene for alle tre stasjonene viser tilstandsklasse II, noe som er meget bra for norske fjorder. Dette samsvarer også med resultatene fra glødetapsmålingene.

Sink- og kobberverdiene er lave på alle stasjoner og viser tilstandsklasse I (Meget god).

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen tyder på gode forhold i det marine miljøet i overgangssonen og i fjernsonen til oppdrettslokaliteten Storvikbukta i Follafjorden. Dette er ikke overraskende funn, da den 40 km lange fjorden har vært overvåket over flere år, og man har funnet at den tåler oppdrettsvirksomheten som er lokalisert der godt. I nærsone viser denne undersøkelsen en del forstyrrelse på bunnfaunaen, noe som indikerer at havbunnen ved nærsone tilføres en del nedfall fra produksjonen ved oppdrettsanlegget.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Reinert Thorsvik fra Marine Harvest, samt Nasir El Shaikh og Vidar Strøm fra Aqua Kompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Natalia Korableva, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaite fra SAM-Marin. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad fra SAM-Marin.

6 LITTERATUR

- 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.
- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- 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.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- 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 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

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.

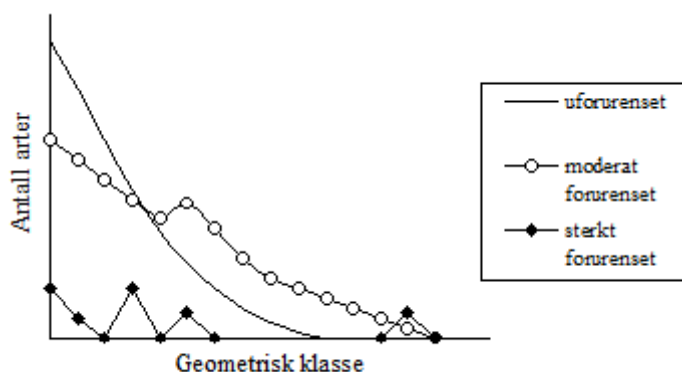
Geometriske klasser

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 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 toppe 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 (Molvær et al. 1997 og Direktorsgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

hvor 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.

Diversitetsindekse 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 faunaekspert. 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 nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammen-ligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 :Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009*:

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.

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03-Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold for bløtbunnsfauna	Hulberts indeks (ES _n =100)	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Multivariate analyser

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

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik 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:

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

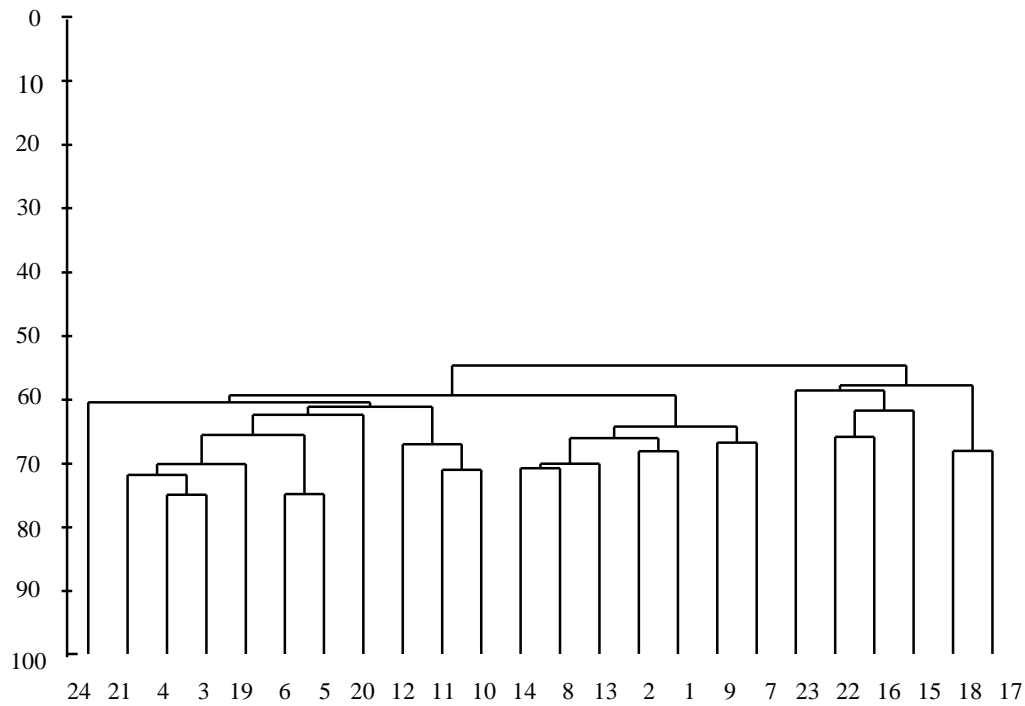
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

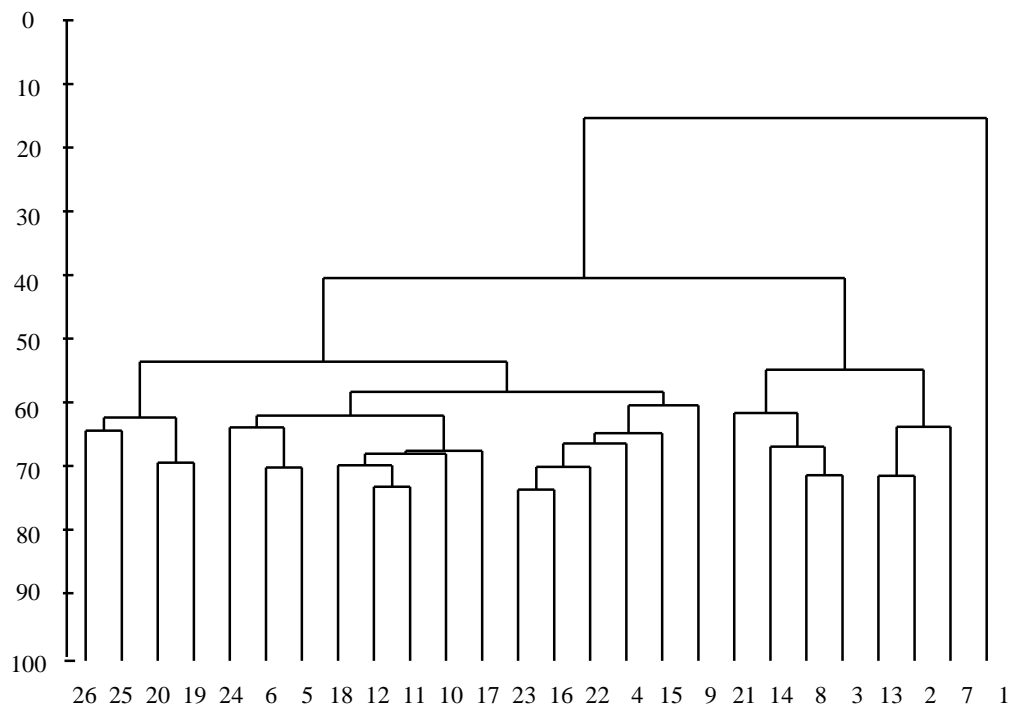
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget 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. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

FAUNALIKHET

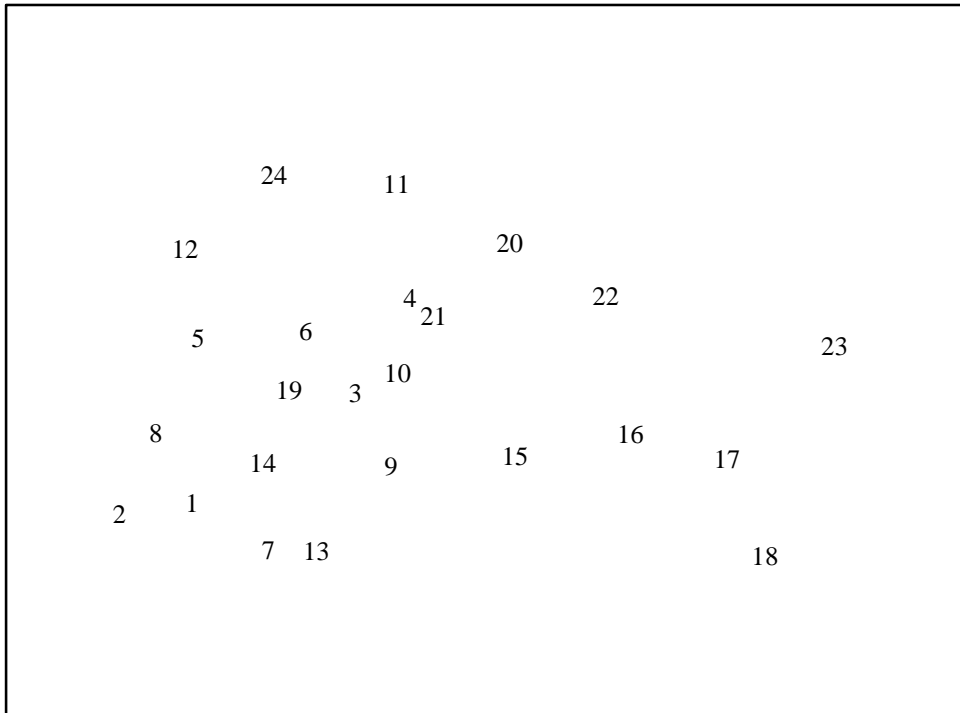


FAUNAFORSKJELL

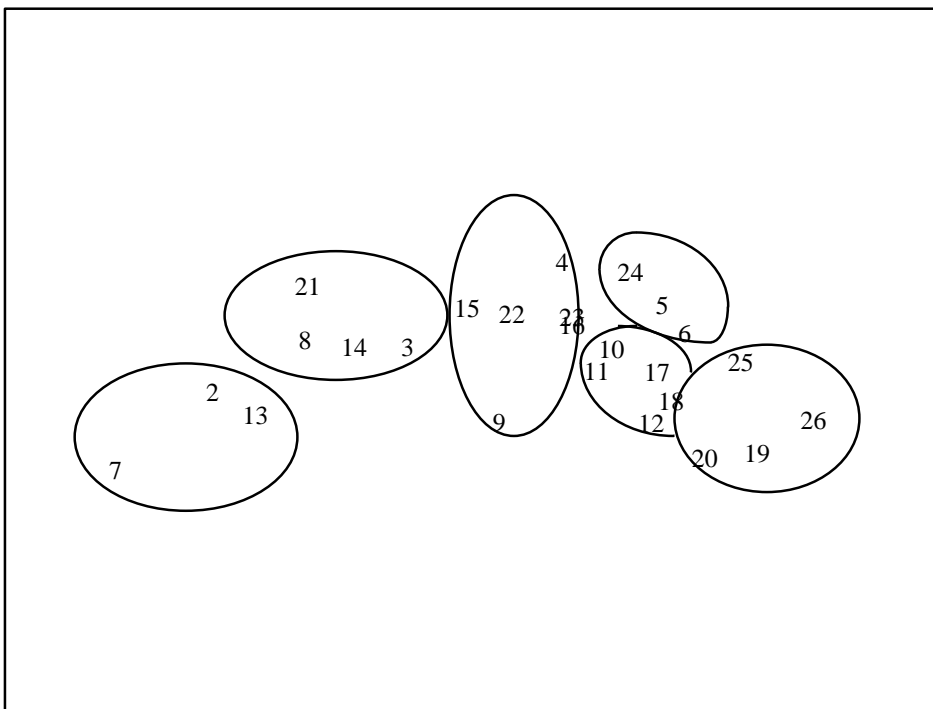


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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, Thélín, 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.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Harvest AS, reg. Nord

Dato: 14.02.13

Lokalitet: Storvikbukta

Lokalitetsnr: 10421

Lokalitetstype: Matfisk Laks

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks	
			Stor 1	Stor 2								
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0								0.0
I	Tilstand (Gruppe I)		A									
II	pH	verdi	7.27	7.52								
	E _h (mv)	verdi	-221	254								
		+ ref. verdi	-21	454								
	pH/E _h	fra figur	2	0								1.0
	Tilstand, prøve		2	1								
	Tilstand, gruppe II		1									
	Buffer temp:											
	pH sjø:											
	Temp sjø:											
	Eh sjø:											
	Temp sediment:											
	Ref. elektrode:											200
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):											
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0								
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0								
		Brun/Sort = 2										
	Lukt	Ingen = 0		0								
		Noe = 2	2									
		Sterk = 4										
	Konsistens	Fast = 0	0									
		Myk = 2		2								
		Løs = 4										
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0										
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1										
v ≥ 3/4 = 2			2									
Tykkelse på slamiag	0 - 2 cm = 0	0	0									
	2 - 8 cm = 1											
	≥ 8 cm = 2											
	SUM		3	4								
	Korrigert sum (*0,22)		0.66	0.88								0.8
	Tilstand prøve		1	1								
	Tilstand gruppe III		1									
	Middelverdi gruppe II og III		1.33	0.44	0	0	0	0	0	0	0	0.2
	Tilstand gruppe II og III		1									
	pH/Eh											
	Korr. sum											
	Indeks											
	Middelverdi											
	< 1,1	1										
	1,1 - < 2,1	2										
	2,1 - < 3,1	3										
	≥ 3,1	4										
	Lokalitetstilstand										1	

Korrekturlest: 17-13
dato

SHJ
Sign.

DA
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side | av 2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest AS, reg. Nord

Dato: 14.02.13

Lokalitet: Storvikbukta

Lokalitetsnr: 10421

Lokalitetstype: Matfisk Laks

Prøvetaksstedsnr (nr)	Stor 1	Stor 2								
Dyp (m)	95	162								
Antall forsøk	1	1								
Bobling (i prøve)	0	0								
Primær-sediment	Grus	2								
	Skjellsand	1	1							
	Sand	1								
	Mudder									
	Silt	1	2							
	Leire		2							
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall										
Børstemark, antall		6								
Andre dyr, antall										
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	mange									
Beggiatoa										
Før										
Fekalier										
Kommentarer										

Korrekturlest: 17/2-13
dato

SHJ
Sign.

OA
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av 22

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest AS, region Nord

Prosjekt nr.: 807320

Prøvetakingssted (område): Storvikbukta

Dato for prøvetaking: 14.2.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

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

Signatur: 
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/3	Stasjon Dato Dyp Hugg	Stor 1	Stor 1	Stor 2	Stor 2	Sel 3	Sel 3
		14.2.13	14.2.13	14.2.13	14.2.13	10.1.13	10.1.13
		95m	95m	162m	162m	175m	175m
Arter	1	2	1	2	1	2	
* PORIFERA indet.						+	+
* HYDROZOA							
* <i>Hydrozoa</i> indet.							+
* ANTHOZOA							
<i>Edwardsia</i> sp.						1	
* PLATYHELMINTES indet.							1
* NEMERTINI indet.				4	3	4	4
* NEMATODA indet.		4	11			4	1
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		2		8	19	33	36
<i>Aphrodita aculeata</i>						0/1	
<i>Laetmonice filicornis</i>						0/2	0/1
<i>Pholoe baltica</i>					2	19	11
<i>Pholoe pallida</i>				1		13	
<i>Paranaitis wahlbergi</i>					1		
<i>Protomystides exigua</i>				1	1		
<i>Eteone flava</i>					1		
<i>Nereimyra</i> cf. <i>woodsholea</i>						1	1
<i>Syllidae</i> indet.			2		2	3	
<i>Exogone</i> sp.				1			
<i>Ceratocephale loveni</i>						3/3	
<i>Nephtys pulchra</i>				1	2		
<i>Nephtys</i> sp.							0/1
<i>Sphaerodorum flavum</i>			1			0/1	
<i>Glycera lapidum</i>						0/1	
<i>Drilonereis filum</i>				4	1/3	9	7
<i>Ophryotrocha lobifera</i>		953	545				
<i>Phylo norvegica</i>				5	4		3/1
<i>Scoloplos armiger</i>							3
<i>Polydora</i> sp.					5	5	12
<i>Prionospio cirrifera</i>						1	
<i>Prionospio dubia</i>				2	1	2	
<i>Spiophanes kroyeri</i>				6			
<i>Apistobranthus tullbergi</i>					1		
<i>Levinsenia gracilis</i>				6			
<i>Monticellina</i> sp.				2			
<i>Aphelochaeta</i> sp.				5	11	9	4
<i>Chaetozone</i> sp.			1			5	4
<i>Diplocirrus glaucus</i>				12	9	21/3	12/1
<i>Scalibregma inflatum</i>				0/1		1	
<i>Capitella capitata</i>		93	124				1
<i>Heteromastus filiformis</i>				36	10	58	73
<i>Mediomastus fragilis</i>			6				
<i>Notomastus latericeus</i>				1	1	7	1
<i>Praxillella gracilis</i>						1	
<i>Praxillura longissima</i>						1	
<i>Chirimia biceps</i>			2			1	
<i>Maldane sarsi</i>				0/2			
<i>Maldanidae</i> indet.				6	3		
<i>Pectinaria koreni</i>						0/1	1
<i>Pista cristata</i>						2	
<i>Lanassa venusta</i>						3	2
<i>Proclea graffi</i>				65	12		
<i>Streblosoma bairdi</i>				8	5	7	1/2
<i>Streblosoma intestinale</i>						1	

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/3	Stasjon Dato Dyp Hugg	Stor 1 14.2.13 95m 1	Stor 1 14.2.13 95m 2	Stor 2 14.2.13 162m 1	Stor 2 14.2.13 162m 2	Sel 3 10.1.13 175m 1	Sel 3 10.1.13 175m 2
<i>Polycirrus latidens</i>				1			
<i>Polycirrus medusa</i>						3	1
<i>Polycirrus plumosus</i>				1			
<i>Amaeana trilobata</i>				1		1	1
<i>Lysilla loveni</i>							1
<i>Terebellides stroemi</i>					1		
<i>Sabellidae</i> indet.						1	1
<i>Euchone</i> sp.				1			
SIPUNCULA							
<i>Sipuncula</i> indet.				56	22	12	7
<i>Phascolion strombus</i>				2	0/1	2/1	1/1
CRUSTACEA							
* <i>Balanus balanus</i>		3					
<i>Nebalia</i> sp.		1	1				
<i>Leptostylis longimana</i>						2	
<i>Leucon</i> sp.						1	1
<i>Eudorella emarginata</i>							2
<i>Eudorella hirsuta</i>						1	
<i>Diastylis tumida</i>						1	
<i>Diastylodes serrata</i>				1	1		
<i>Campylaspis rubicunda</i>						1	
* <i>Tanaidacea</i> indet.				6	5	5	1
* <i>Parasellidae</i> indet				1			
* <i>Amphipoda</i> indet.				3	1	6	3
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata</i> indet.				3/1	1	7	10/1
<i>Solenogastres</i> indet.						1	
<i>Euspira pallida</i>						1/1	1
<i>Euspira montagui</i>					0/1		
<i>Haliella stenostoma</i>				1		1	3
<i>Admete viridula</i>							1
<i>Philine quadrata</i>						1	
<i>Philine scabra</i>						2	2
<i>Cylichma alba</i>				3	1/1	1	1
<i>Yoldiella lucida</i>				0/2	0/3	41/16	15/2
<i>Yoldiella nana</i>				0/1	0/4	5/8	
<i>Yoldiella</i> sp.						1	1
<i>Thyasira sarsii</i>			6/1			1/1	0/4
<i>Thyasira equalis</i>				19/12	9/5	1/1	
<i>Mendicula feruginosa</i>				0/2		1/2	2
<i>Abra nitida</i>					1	0/2	0/1
<i>Kelliella abyssicola</i>				1/1			
<i>Cuspidaria obesa</i>				2/1	0/2	0/1	
<i>Tropidomyia abbreviata</i>				1/1	0/1	1/1	1
ECHINODERMATA							
<i>Astropecten irregularis</i>						0/1	
<i>Amphiura chiajei</i>					0/1	4	
<i>Amphiura filiformis</i>						1	
<i>Amphilepis norvegica</i>				0/2			
<i>Brisaster fragilis</i>							1
<i>Brissopsis lyrifera</i>							1
HOLOTUROIDEA							
<i>Synaptidae</i> indet.				13	12	5	1
CHORDATA							
ASCIDIACEA							

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/3	Stasjon	Stor 1	Stor 1	Stor 2	Stor 2	Sel 3	Sel 3
	Dato	14.2.13	14.2.13	14.2.13	14.2.13	10.1.13	10.1.13
	Dyp	95m	95m	162m	162m	175m	175m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Polycarpa fibrosa</i> * VARIA				1		+	+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Geometrisk klasse	Stor 1	Stor 2	Sel 3
I	2	16	24
II	4	14	19
III	2	8	11
IV	0	4	6
V	0	4	5
VI	0	2	1
VII	0	2	2
VIII	1	0	1
IX	0		0
X	0		
XI	1		
XII	0		

Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

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

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-000551-01



EUNOBE-00005907

Prøvemottak: 22.02.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 25.02.2013-08.03.2013
Referanse: 807320 / 09/13

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøveemerkning:		441-2013-0225-081 14.02.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Stor 1, 095 m Hugg 2	441-2013-0225-082 14.02.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Stor 2, 162 m Hugg 3						
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 750	mg/kg tv	a) 900	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 10	mg/kg tv	a) 24	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 50	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 7.5	mg/g tv	a) 22	mg/g tv			EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 81.2	% (w/w)	a) 45.7	% (w/w)			EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 08.03.2013

Tommie Christensen

Avd. leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* : (ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
 (Bergen)**

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

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-000557-02



EUNOBE-00005910

Prøvemottak: 25.02.2013
 Temperatur:
 Analyseperiode: 25.02.2013-08.03.2013
 Referanse: 807280 / 06/13

ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).
 Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2013-0225-095 10.01.2013 SAM-marin 25.02.2013 Sedimenter Søl 3, 175 m Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 840	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 21	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 110	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 24	mg/g tv			EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 46.3	% (w/w)			EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverander:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 22.05.2013

Kristine Fiare Johnson

Kristine Fiare Johnson

Laboratorieingeniør

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 :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1