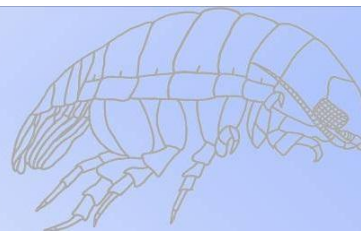


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 29–2013

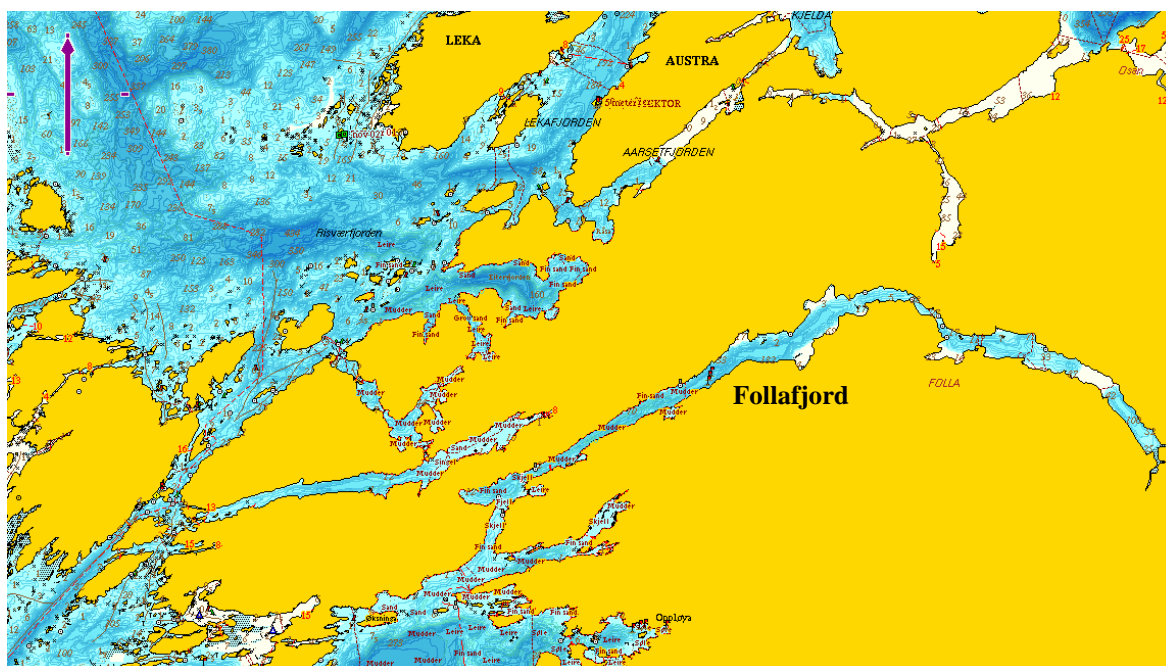
MOM-C undersøkelse fra lokalitet Selvågen i Follafjorden, Nærøy kommune, januar 2013

Vidar Strøm

Per-Otto Johansen



Kristin Hatlen

Silje Hadler-Jacobsen



Bildet viser Follafjorden i Nærøy kommune, hvor denne undersøkelsen ble foretatt. Kilde: Olex.



	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: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Selvågen i Follafjorden, Nærøy kommune, januar 2013	Dato: Felt: 10.01.2013 Rapport: 17.06.13 Antall sider og bilag: 40
Forfatter(e): Vidar Strøm, Per-Otto Johansen, Kristin Hatlen, Silje Hadler-Jacobsen	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 807280

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	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 Selvågen, 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; Sel1, which is located in the near zone, Sel2, which is located approximately 1 km southwest of the fish farm, and Sel3, which lies approximately 2,2 km 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 showed a low organic content on all three stations. The sediment from the near zone station consisted mostly of a sand, while the sediment from the deeper stations consisted mostly of fine-grained material as silt and clay. The hydrographical data shows that the bottom water in the investigated area had a high oxygen concentration, which gave the classification 'very good'. The soft bottom macrofauna investigation showed good conditions at both Sel1 and Sel2. This survey shows that the marine environment surrounding the fish farm Selvågen is in good condition.

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos, Sediment Selvågen	Emneord: Fiskeoppdrett, Resipient Bunndyr, Sediment Selvågen	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 29-2013
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	17.06.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	10.1 og 7.6, 2013	<i>Vidar Strøm</i>

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

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: SAM-marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad

Rapportering utført av: SAM-marin

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: SAM-marin

Ikke akkreditert:

Glødetap utført av SAM-marin

LEVERANDØRER

Toktfartøy: -

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Umwelt Ost GmbH. Freiberg **akkrediteringsnummer**

D-PL-14081-01-00

Akkreditert: TOC, metall, 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 Selvågen i 2013

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOMC-undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Selvågen, Nærøy kommune, i januar 2013		
Rapport-nummer:	SAM e-rapport nr: 29-2013	Lokalitetens navn:	Selvågen
Lokalitetsnummer:	12695	GPS, senter i anlegg:	64°54.493N 11°50.654Ø
Fylke:	Nord-Trøndelag	Kommune:	Nærøy
MTB-tillatelse:	3120 tonn	Driftsleder:	Reinert Torsvik
Dato undersøkelse:	10.01.2013	Dato rapport:	11.06.2013
Oppdragsgiver:	Marine Harvest region Nord		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007):				
Stasjoner		Sel 1 (nærsonen)	Sel 2 (overgangssone)	Sel 3 (fjernsone)
Parametere				
GPS (prøvestasjoner):		64°54.462N 11°50.392Ø	64°54.283N 11°49.218Ø	64°53.990N 11°47.916Ø
Fauna (resultater + tilstandsklasse)	Antall arter:	78		69
	Antall individer:	1249		598
	Jevnhet (0-1):	-		0,75
	Shann.Wien. (H) SW, tilst.klasse:			4,24 I (Meget god)
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:			29,40 Meget god
	MOM-tilstand:	1		
Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	22,62 II	25,4 II	26,52 II
Elementer (resultater + KLI-tilstands- klasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	41,00 I (Meget god)	90,0 I (Meget god)	110,0 I (Meget god)
	P (g/kg): P, kommentar:	0,63 Lavt nivå	0,80 Lavt	0,84 Lavt
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:	9,0 I	18,0 I	21,00 I
	Oksygen	Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse:	108 Meget god	96 Meget god
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		Silt og finsand. Lys grå farge, normal lukt.	Hovedsakelig leire. Lys sedimentoverflate, normal lukt.	Leire. Lys farge, normal lukt.
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:		<i>Vibe Skram</i>		

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.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	11
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER.....	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment.....	19
3.3 Kjemi.....	20
3.4 Bunndyr	21
5 TAKK	26
6 LITTERATUR.....	26
7 VEDLEGG.....	27
Generell vedleggsdel	27
Generelt	27
Geometriske klasser	27
Univariate metoder.....	28
Ømfintlighet	29
Sammensatte indekser	29
Referansetilstand og klassegrenser.....	29
Multivariate analyser.....	30
Dataprogrammer.....	32
Litteratur til Generelt Vedlegg	35
Vedleggstabell 1. Artsliste	36
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser.....	39
Vedleggstabell 3. Analysebevis.....	40

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Selvågen, i Follafjord i Nærøy kommune. Innsamlingene er utført av Aquakompetanse AS.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokalitet Selvågen. 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), Vanndirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanndirektivet 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 AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research 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

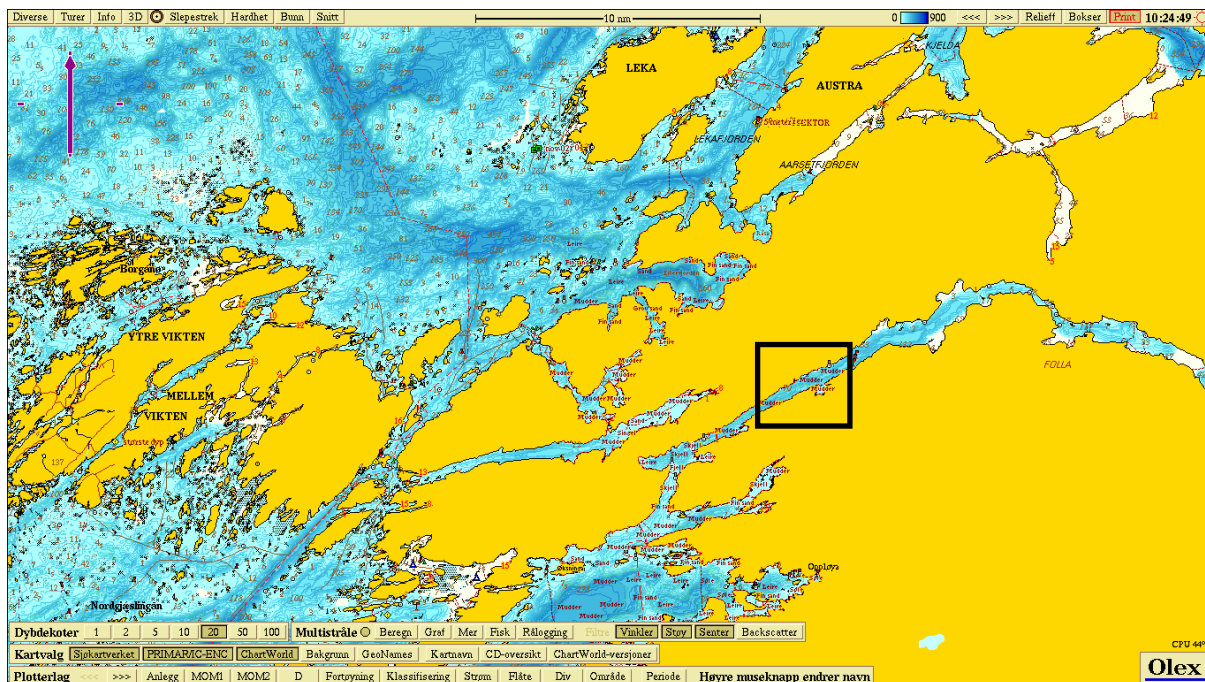
2.1 Undersøkelsesområdet

Lokalitet Selvågen ligger i Follafjorden, Nærøy kommune (Figur 2.1 og 2.2). Follafjorden har en ytre terskel med saltdyp på 12 m og maksimaldypet i fjorden er på 190 m. Havdybden ved selve lokaliteten varierer fra 85-100 meters dybde. Bunntopografien under anlegget viser at havbunnen er forholdsvis flat i dette området. Nord for anlegget har man en kant der det blir brått dypere, fra 100 meter til over 160 meters dyp. Prøvetakingsstasjonene ble plassert sørvest for lokaliteten, lenger ut i Follafjorden. Dette på grunn av at hovedstrømretningen har vist seg å være sørvestlig i spredningsdypet på denne lokaliteten (Olsen & Sandnes, 2010)

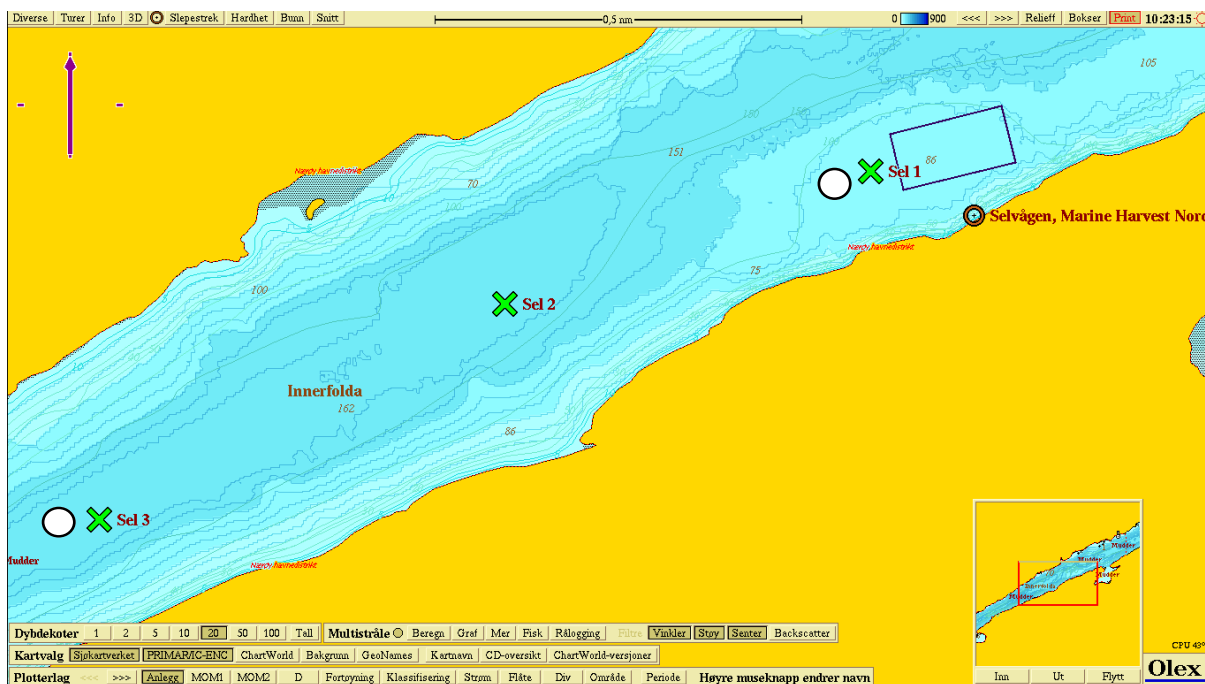
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Innsamlingen av sediment og fauna ble gjort 10. januar, 2012. Det ble tatt prøver fra én stasjon ved anlegget, én i overgangssonen og én stasjon i dypet av fjorden (fjernsonen). Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS.

Det ble også målt hydrografiske data 10. januar 2012 av vannsøylen ved hver stasjon. Dette datasettet var mislykket og måtte tas på nytt den 7. juni 2013. 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 3.13.0.146 benyttet.



Figur 2.1: Oversiktskart over Follafjorden i Nærøy kommune. Til venstre i bildet sees Vikna, og lengst mot nord sees Leka. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Selvågen i Follafjorden. Kartkilde: Olex.



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.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Selvågen i Follafjorden. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb, som dekker et overflateareal på 0,1 m² (full grabb = 16,3 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsonsone 10.01.2013	Sel 1 64° 54,462'N 11° 50,392'Ø	92	1	2,4	Silt og sand av lys grå farge. Normal lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			2	3,6	Silt og sand av lys grå farge. Normal lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Overgangssone 10.01.2013	Sel 2 64° 54,283' N 11° 49,218'Ø	165	1	14,0	Hovedsakelig leire av lys grå farge. Normal lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Leire av lys grå farge. Normal lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Leire av lys grå farge. Normal lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøve.
Fjernsone 10.01.2013	Sel 3 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 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 (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 strømmen 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 ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS, akkrediteringsnummer Test 003, (Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg,) akkrediteringsnummer D-PL-14081-01-00). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

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 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 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 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 sediment-restene 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 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 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 Vedlegg 1. 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 veilederne. 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 Vanndirektivet 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 ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	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
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ / l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

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 Selvågen startet produksjonen i 2007. Anlegget har ligget i nåværende posisjon ca. 2 år. Anlegget er 300 meter og består av 8 ringer. Det var ikke fisk i anlegget ved undersøkelsestidspunktet (13. januar, 2013).

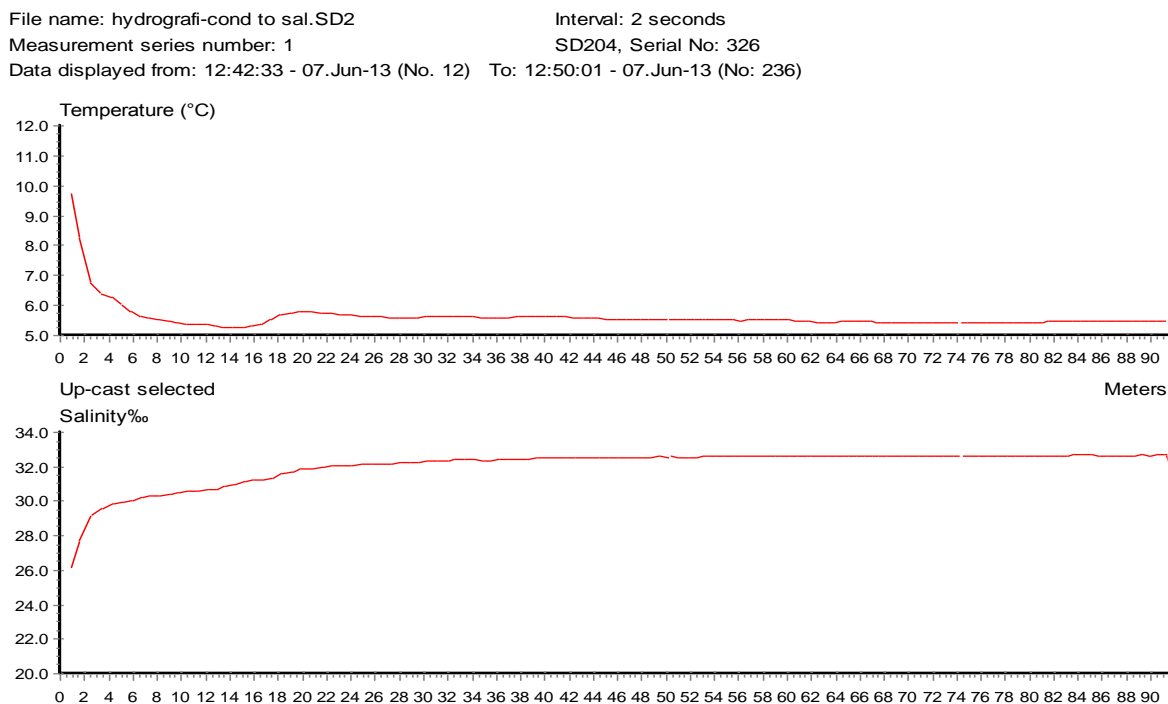
Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	0 tonn	ca. 0 tonn
Siste 3 år	1633 tonn	ca. 1480 tonn

3 RESULTATER

3.1 Hydrografi

Det ble utført målinger av salinitet, temperatur, og oksygenivå på alle tre stasjoner (figur 3.1-3.6).



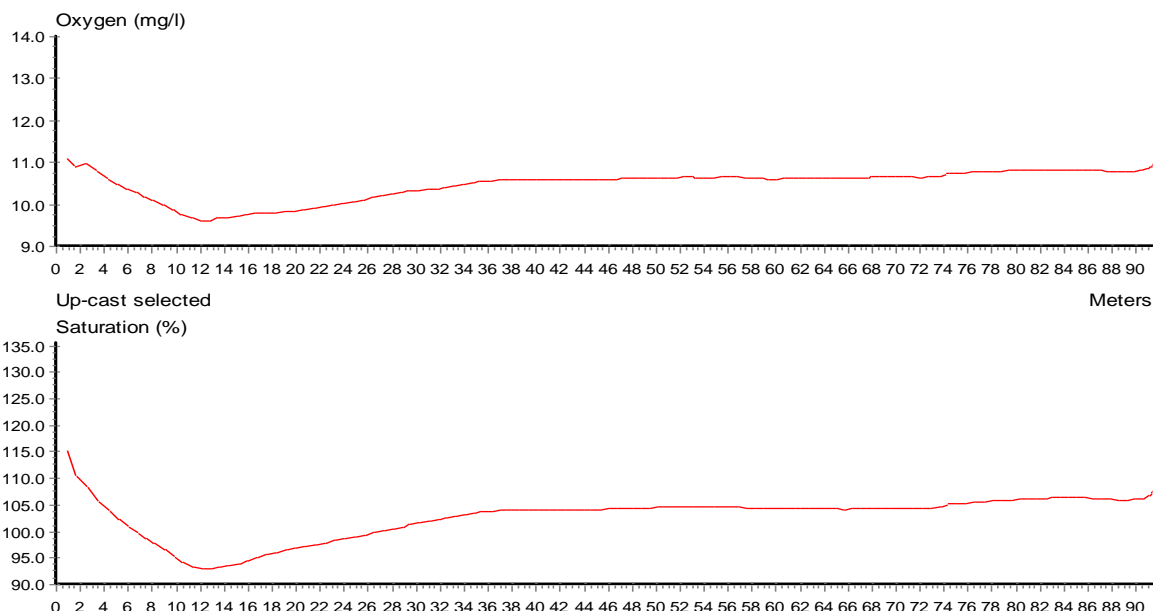
Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 90 meters dyp på stasjon Se1 1, den 7. juni 2013.

Figur 3.1 viser at sjøtemperaturen i overflatevannet ved nærsone-stasjonen holder tett oppunder 10 °C. Den faller raskt ned til 5,5 °C på 10 meters dybde. Videre nedover i vannsøylen ligger temperaturen stabilt rundt 5,5 °C. Salinitetsmålingen viser et noe ferskere vannlag i overflatevannet (29 ‰). Ned på 40 meters dybde har saliniteten steget til 32,5 ‰, og videre nedover mot bunnen ligger den stabilt rundt dette.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

File name: hydrografi-cond to sal.SD2
Measurement series number: 1
Data displayed from: 12:42:33 - 07.Jun-13 (No. 12) To: 12:50:01 - 07.Jun-13 (No. 236)

Interval: 2 seconds
SD204, Serial No: 326

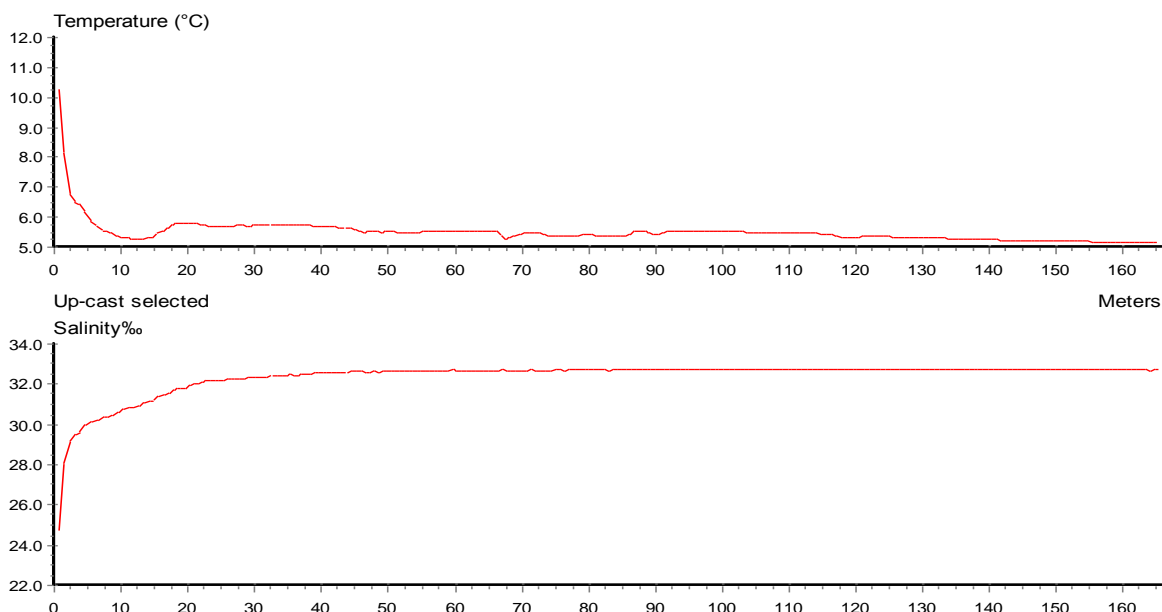


Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 90 meters dyp på stasjon Sel 1 den 7. juni 2013.

Figur 3.2 viser at høye oksygenivå i hele vannsøylen ved nærsone stasjonen. I bunnvannet er oksygenkonsentrasjonen rundt 11 mg O₂/liter sjøvann, mens metningen er tett oppunder 110 %.

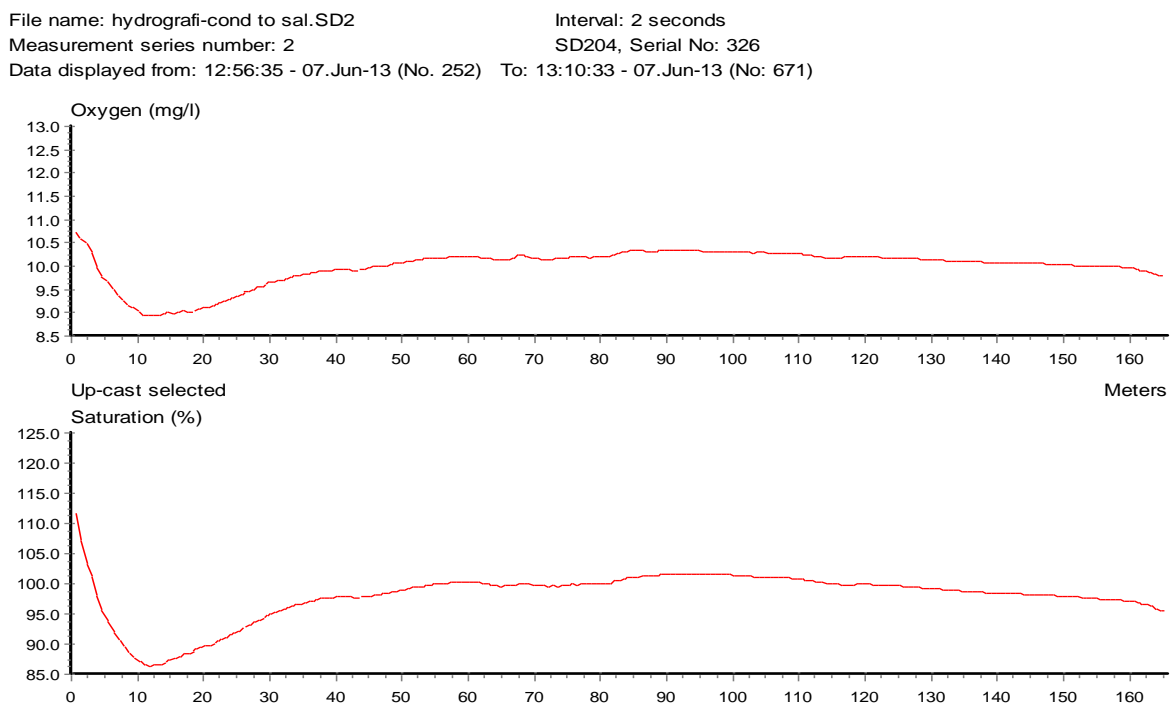
File name: hydrografi-cond to sal.SD2
Measurement series number: 2
Data displayed from: 12:56:35 - 07.Jun-13 (No. 252) To: 13:10:33 - 07.Jun-13 (No. 671)

Interval: 2 seconds
SD204, Serial No: 326



Figur 3.3: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og til 165 meters dyp på stasjon Se1 2, den 7. juni 2013.

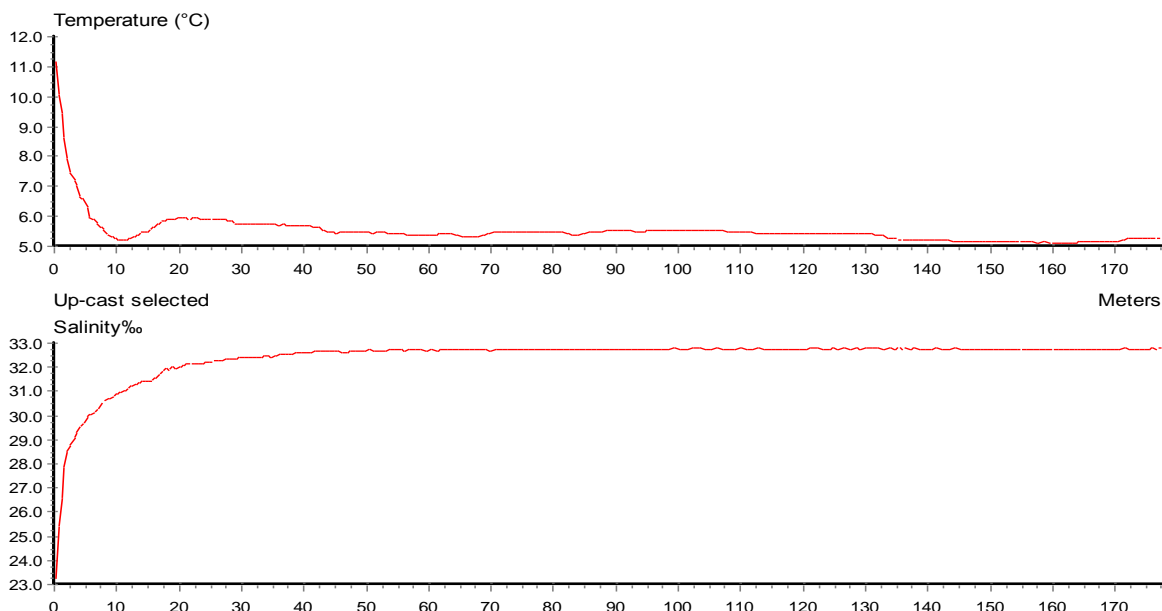
Sjøtemperaturen ved overgangssonestasjonen Sel 2 holder rundt 10 °C, og synker ned til 5,5 °C ved 10 meters dybde. Saliniteten ligger på 29 ‰ i overflatevannet. Den stiger så gradvis nedover i vannsøylen til den stabiliserer seg rundt 32,5 ‰ ved 40 meters dyp.



Figur 3.4: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og til 165 meters dyp på stasjon Sel 2 den 7. juni 2013.

Oksygenivåene var også høye fra overflaten og ned til sjøbunnen ved overgangssonestasjonen Sel 2. Bunnvannet holder en oksygenkonsentrasjon på 9,8 mg O₂/liter sjøvann. Dette tilsvarer 6,9 ml O₂/liter sjøvann (omregningsfaktor: 1,42), noe som svarer til tilstand 'Meget god' i klassifiseringen for oksygen i dypvann (se tabell 2.2).

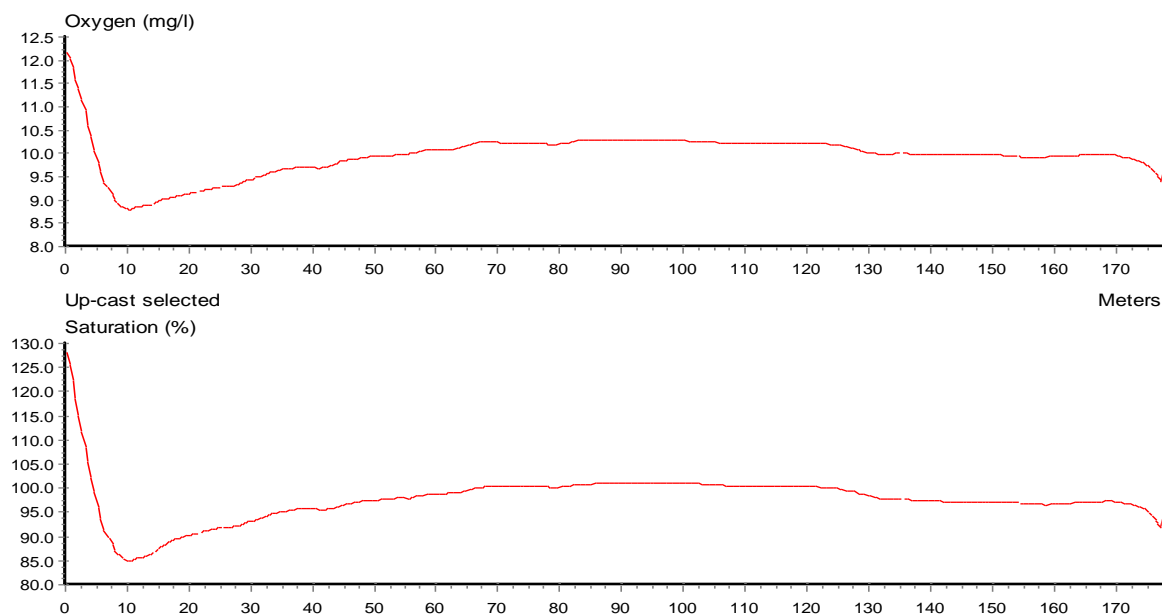
File name: hydrografi-cond to sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 13:19:28 - 07.Jun-13 (No. 688) To: 13:32:56 - 07.Jun-13 (No. 1092)



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

I fjernsonen fant man også et varmere og ferskere overflatelag. Kommer man ned på 10 meters dyp er man under dette overflatelaget, og herifra og nedover i dypet ligger både sjøtemperaturen og saliniteten jevnt på henholdsvis 5,5 °C og 32,5 ‰.

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, i likhet med overgangssonen, høye oksygenivå fra overflaten 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 O₂/l sjøvann, og gir tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen i Molvær et al, 97 (se tabell 2.2).

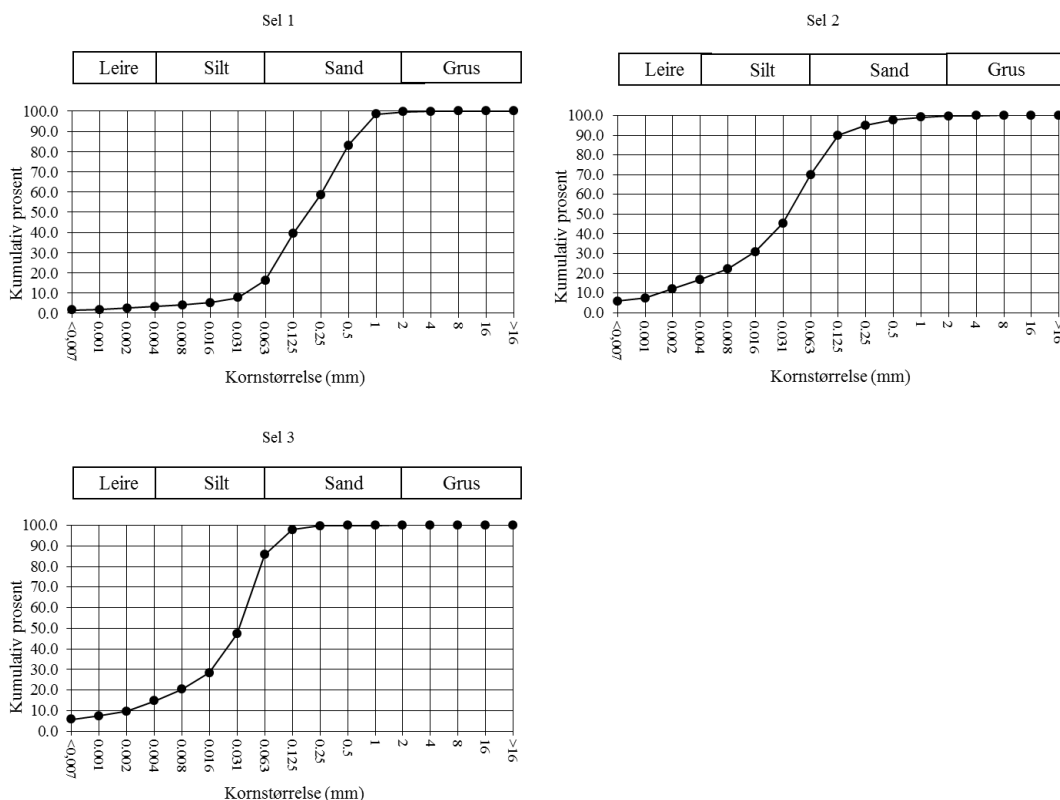
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Selvågen 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 Selvåg, januar 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Sel 1	92	1,7*	3	13	16	83	0
Sel 2	165	5,8*	17	53	70	30	0
Sel 3	175	6,7*	15	71	86	14	0

*ikke akkreditert pga. avvik knyttet til analysemetoden på analysetidspunktet.



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Selvåg, januar 2013.

I nærsonen, Sel 1, dominerte sand og utgjorde 83 % av sedimentet. De resterende 16 % var i fraksjonen leire og silt, der 3 % var leire, og 13 % var silt. Glødetapet var 1,7 %. Det organiske innholdet var dermed å betrakte som lavt.

Sedimentet fra overgangssonen, Sel 2, var mer finkornet og besto av 17 % leire og 53 % silt. De resterende 30 % var sand. Glødetapet var 5,8 %, og er også å betrakte som et lavt organisk innhold.

Fjernsonestasjonen, Sel 3, hadde også et finkornet sediment som besto av 15 % leire, og 71 % silt. 14 % besto av sand. Glødetapet var 6,7 %. Generelt kan man si at glødetapet fra alle 3 stasjoner viste lave nivåer, og var godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i undersøkelsesområdet er vist i Tabell 3.2 og i Vedleggstabell 3.

For å benytte KLIF's tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), er de målte verdiene normalisert dvs. standardisert for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993).

Ved alle tre stasjoner var nivåene av fosfor, sink, og kobber lave (Tilstandsklasse I, 'meget god'). Nivået av TOC var også lavt (TK II, 'god') på alle tre stasjonene.

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	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) %
Sel 1	7,50	22,62	II	0,63	41,0	I	9,0	I	78,40
Sel 2	20,00	25,40	II	0,80	90,0	I	18,0	I	54,40
Sel 3	24,00	26,52	II	0,84	110,0	I	21,0	I	46,30

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3-3.4, Figur 3.7-3.9, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i januar 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Sel 1 ligger på 92m dyp i Indre Follafjord. I sedimentprøvene fra denne stasjonen ble det funnet til sammen 1249 individer og 78 arter på 0,2m². Diversiteten i prøvene var høy (H': 4,45) og det var en jevn fordeling av individer innen de forskjellige artene (J: 0,71).

NQI1 og NQI2 tyder på gode forhold. Dette er sammensatte indekser som beskriver artsmangfold og ømfintlighet. Disse er imidlertid utarbeidet for overgangssone og fjernsone og bør derfor ikke vektlegges i nærsonen. Mollusken *Thyasira sarsii* hadde flest individer (23,3 %), etterfulgt av børstemarkfamilien *Sabellidae* (7,8 %) og børstemarken *Notomastus latericeus* (7,8 %). Til sammen fantes det 8 børstemarkarter eller familier, en mollusk-art og en type pølseorm innen de ti mest individrike artene. Gjødsling fra for eksempel oppdrettsanlegg fører ofte til et høyt arts- og individantall. Dette er trolig tilfellet her. Samtidig er glødetapet lavt, noe som tyder på at dyrene på dette tidspunkt klarer å ta unna det tilførte organiske materialet. Indeksene indikerer også et godt artsmangfold. Dette underbygges av at stasjonen får MOM-tilstanden I, Svært god.

Ettersom faunaen på Sel 1 tydet på gode forhold, ble ikke prøvene fra overgangssonen Sel 2 opparbeidet.

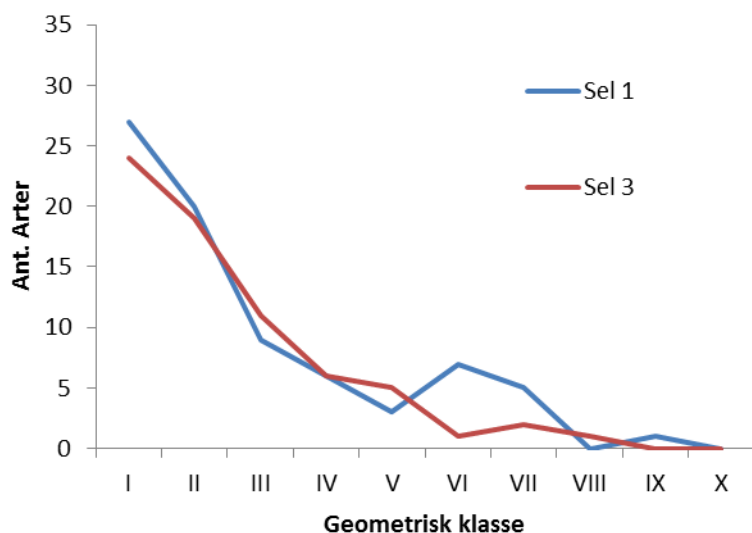
Sel 3 ligger på 175m dyp lenger vest i fjorden. Her ble det funnet i alt 598 individer fordelt på 69 arter. Diversiteten var høy (H': 4,48) og gir stasjonen tilstand I Meget god. Jevnheten indikerer en god fordeling av individer innen de ulike artene og de sammensatte indeksene NQI1 og NQI2 indikerer 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* (21,9 %) etterfulgt av mollusken *Yoldiella lucida* (12,4 %). Det forekommer vanligvis færre arter og individer på dypere stasjoner, men artsantallet var relativt høyt på denne stasjonen. Alt i alt tyder resultatene på at var svært gode forhold på stasjonen Sel 3.

Clusteranalysen samt MDS-plotet viser en likhet på i underkant av 40 % mellom de to stasjonene. Dette skyldes trolig hovedsakelig dybdeforskjellen på de to stasjonene. Det er noe større ulikhet mellom huggene på den dypeste stasjonen Sel 3 enn nærstasjonen Sel 1.

Tabell 3.3: 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.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
Sel 1-13	1	683	60	4.35	0.72	0.68	27.58	2.57		0.74	5.91	
	2	566	59	4.40	0.71	0.68	28.07	2.67		0.75	5.88	
Sum		1249	78	4.45			27.94			0.71	6.29	1
Snitt		624.5	59.5	4.37	0.716	0.68	27.82	2.62	God	0.74	5.89	
Sel 3-13	1	356	60	4.57	0.79	0.75	32.36	1.79		0.77	5.91	
	2	242	41	3.91	0.70	0.63	26.43	2.73		0.73	5.36	
Sum		598	69	4.48			30.94			0.73	6.11	-
Snitt		299	50.5	4.24	0.75	0.69	29.40	2.26	Svært God	0.75	5.63	

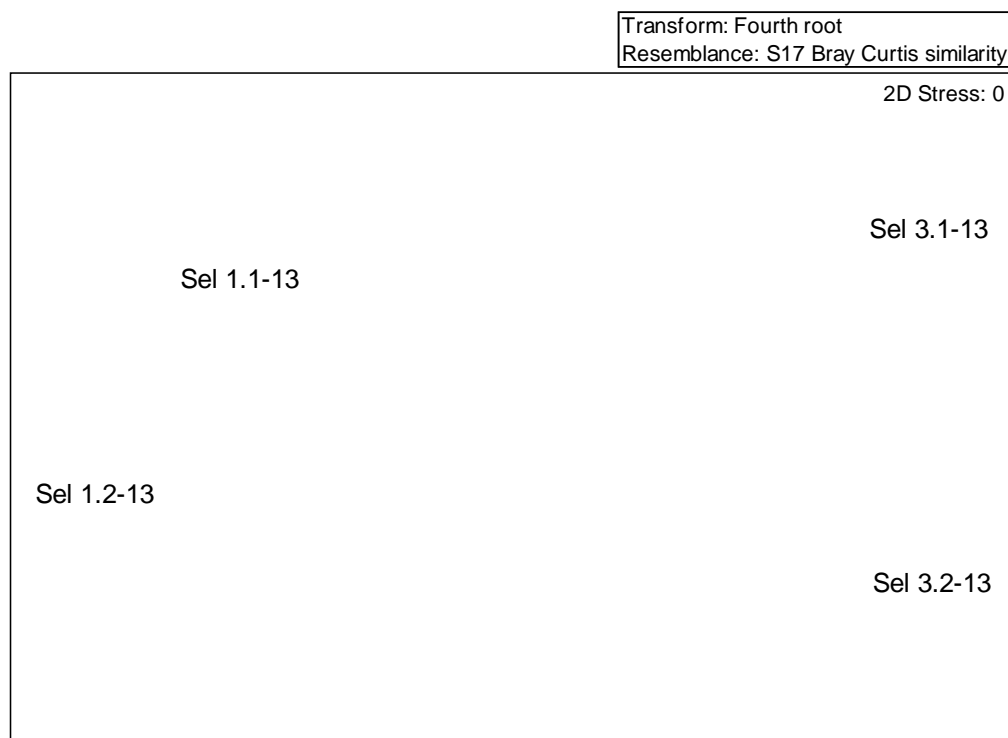
I – Meget god	II - God	III – Mindre god	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
---------------	----------	------------------	-------------	------------------



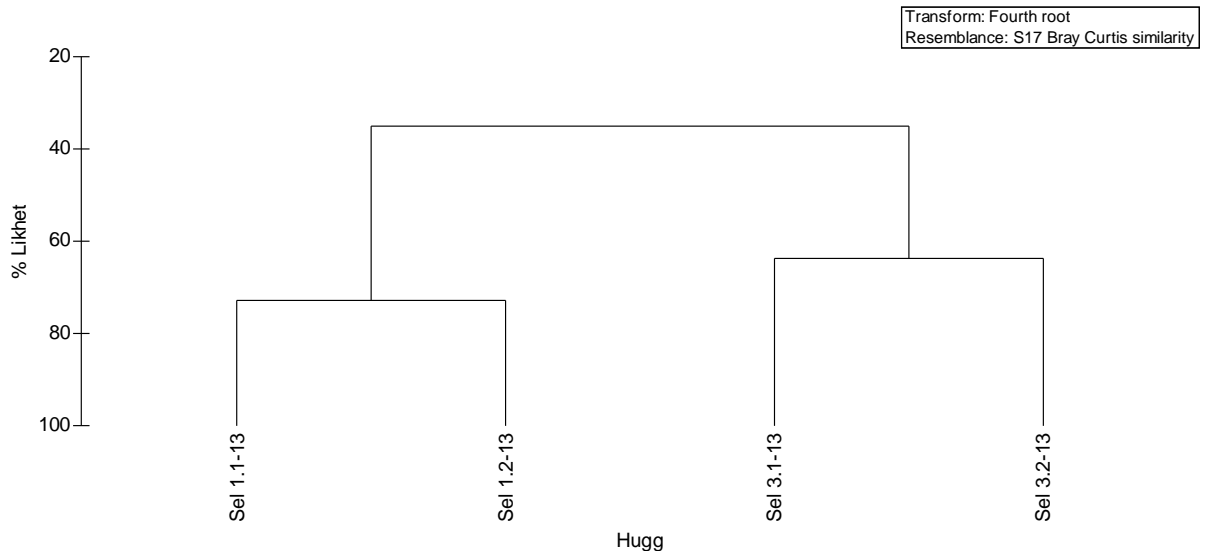
Figur 3.7: Antall arter (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.4: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Sel 1	Ant.individer	%	Kum %	Sel 2	Ant.individer	%	Kum %
<i>Thyasira sarsii</i>	291	23,3	23,3	<i>Heteromastus filiformis</i>	131	21,9	21,9
<i>Sabellidae</i> indet.	97	7,8	31,1	<i>Yoldiella lucida</i>	74	12,4	34,3
<i>Notomastus latericeus</i>	97	7,8	38,8	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	69	11,5	45,8
<i>Polydora</i> sp.	87	7,0	45,8	<i>Diplocirrus glaucus</i>	37	6,2	52,0
<i>Diplocirrus glaucus</i>	75	6,0	51,8	<i>Pholoe baltica</i>	30	5,0	57,0
<i>Chaetozone</i> sp.	66	5,3	57,1	<i>Sipuncula</i> indet.	19	3,2	60,2
<i>Pholoe baltica</i>	59	4,7	61,8	<i>Caudofoveata indet.M</i>	18	3,0	63,2
<i>Phascolion strombus</i>	46	3,7	65,5	<i>Polydora</i> sp.	17	2,8	66,1
<i>Ophelina acuminata</i>	41	3,3	68,8	<i>Drilonereis filum</i>	16	2,7	68,7
<i>Polycirrus norvegicus</i>	39	3,1	71,9	<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 3.8:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i januar 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse



Figur 3.9: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i januar 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Figuren viser likhet mellom hugg og stasjoner ved Selvågen.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Selvågen i Follafjorden, Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 10. januar, 2013. Det ble også utført en hydrografisk undersøkelse, men da ett halvtårstid seinere (7. juni, 2013) på grunn av en feil med temperatursonden på måleinstrumentet ved førstegangs prøvetaking. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner; én ved anlegget, én i overgangssonen og én i dypet av fjorden.

Den hydrografiske undersøkelsen viste homogene vannmasser nedover i dypet på undersøkelsespunktene ved Selvågen. I den øverste timeteren av vannsøylen fant man et ferskere og kaldere overflatelag, som også hadde et noe høyere oksygenivå enn det som var tilfellet lenger ned i dypet. Dette er ikke uventede funn, da man vet at Follafjorden er en lang fjord, med mye ferskvannsavrenning fra vassdrag. Under ferskvannslaget fant vi jevne verdier av parameterne temperatur, salinitet, og oksygen. Bunnvannet ved alle 3 stasjoner holdt et oksygenivå som tilsvarende tilstanden 'Meget god' etter klassifiseringen i Molvær et al., 97. Dette tyder på at det har vært god omrøring i vannmassene i fjorden forut for denne undersøkelsen.

Kornfordelingsanalysen viste at partikler i kategorien sand dominerte i nærsone, mens man fant hovedsakelig finfordelte partikler som silt og en god del leire på den flate sjøbunnen midt ute i fjorden. Den kjemiske analysen fant ingen forhøyede nivåer av metallene sink og kobber, og nivåene av fosfor var innenfor det som man kan betegne som normalt. Parameteren total organisk karbon (TOC) viser lave nivåer for alle 3 stasjoner, noe som gir tilstanden 'god'. Det organiske innholdet i sedimentet fra alle 3 stasjoner målt som % glødetap er også å betegne som lavt. Bunndyrsanalysen viste en høy artsdiversitet ved både nærsone og fjernsone stasjonen. Dette gav beste tilstand på alle indekser.

På bakgrunn av denne undersøkelsen kan man konkludere med at de marine miljøforholdene ved oppdrettslokaliteten Selvågen er gode. Det høye arts- og individtallet i prøven fra nærsone tyder på at dette området har hatt tilførsel av organisk materiale fra anlegget, der bunndyrene rekker å ta unna det organiske nedfallet fra produksjonen i anlegget. Anlegget ved Selvågen lå brakk på undersøkelsestidspunktet (januar 2013), og over de siste 3 årene har det blitt utført kun 1633 tonn, noe som betyr at belastningen på det marine miljøet fra dette

anlegget har vært begrenset. Selvågen ligger et godt stykke inn i Follafjorden, som er en over 40 km lang fjord med en innløpsterskel på 12 meter. Det har vært oppdrettsvirksomhet i Follafjorden over lengre tid, og den har derfor blitt overvåket over flere år og har vist seg å være en resipient som godt tåler miljøbelastningen som oppdrettsvirksomheten medfører.

5 TAKK

Vi takker Reinert Torsvik fra Marine Harvest Norway AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aquakompetanse AS. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaitė. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad.

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*.
- Olsen AW, Sandnes O. (2010) Strømmmåling med Aquapro 400 kHz og SD6000 i perioden 21.1.10 - 18.2.10. Rapport 18-2-1s Selvågen (Aquakompetanse AS rapp.)

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

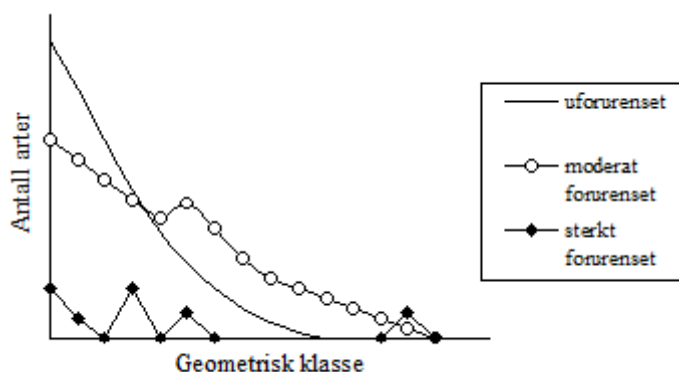
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, 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 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 uforurensset, moderat forurensset og for et sterkt forurensset 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 sammenligning 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	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks	>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 ulike prøvearealer. 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:

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

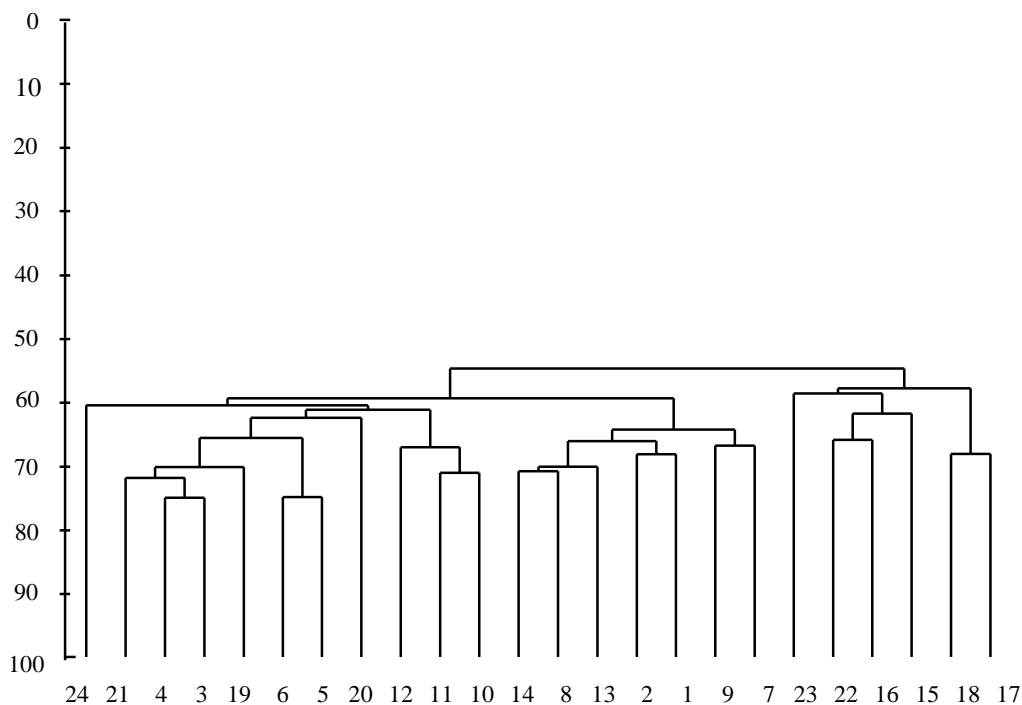
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgende skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon,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

Dataprogrammer

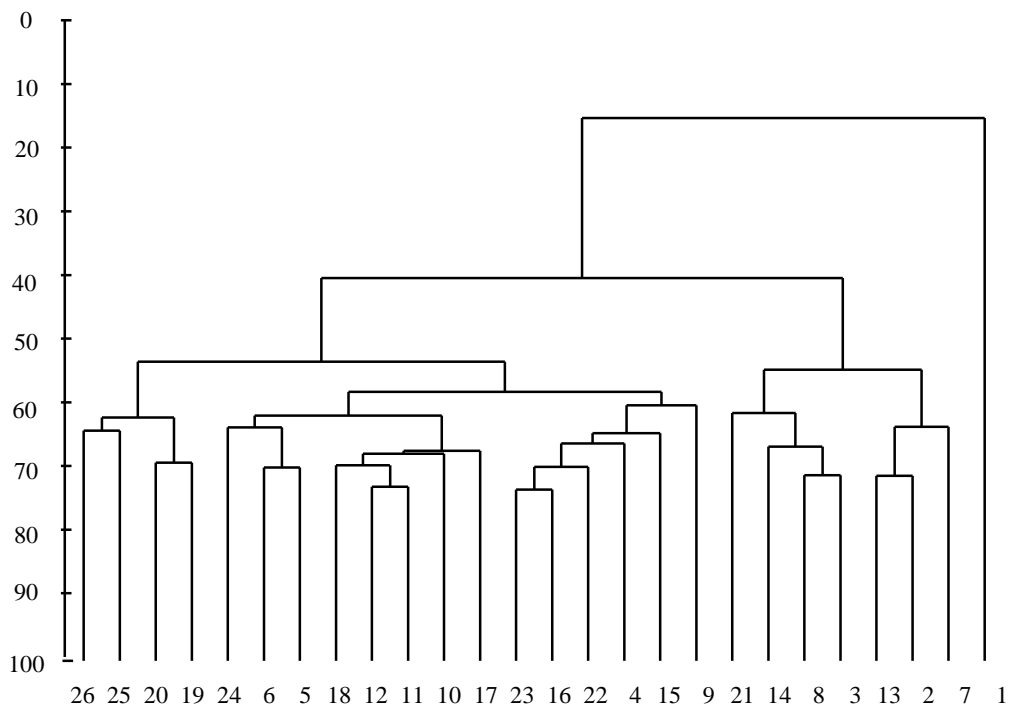
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

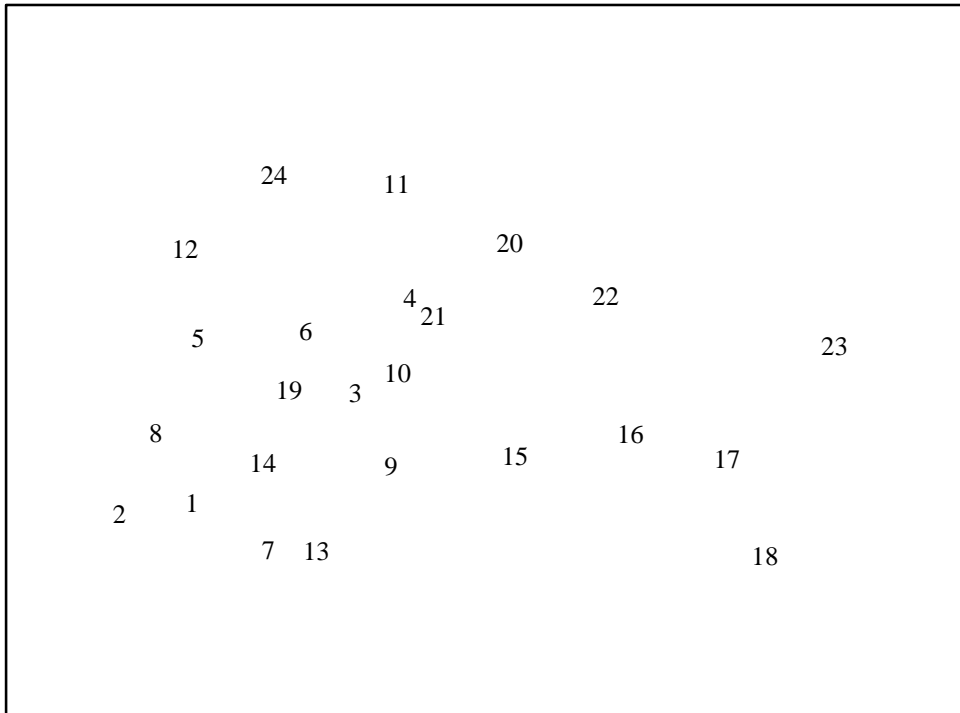


FAUNAFORSKJELL

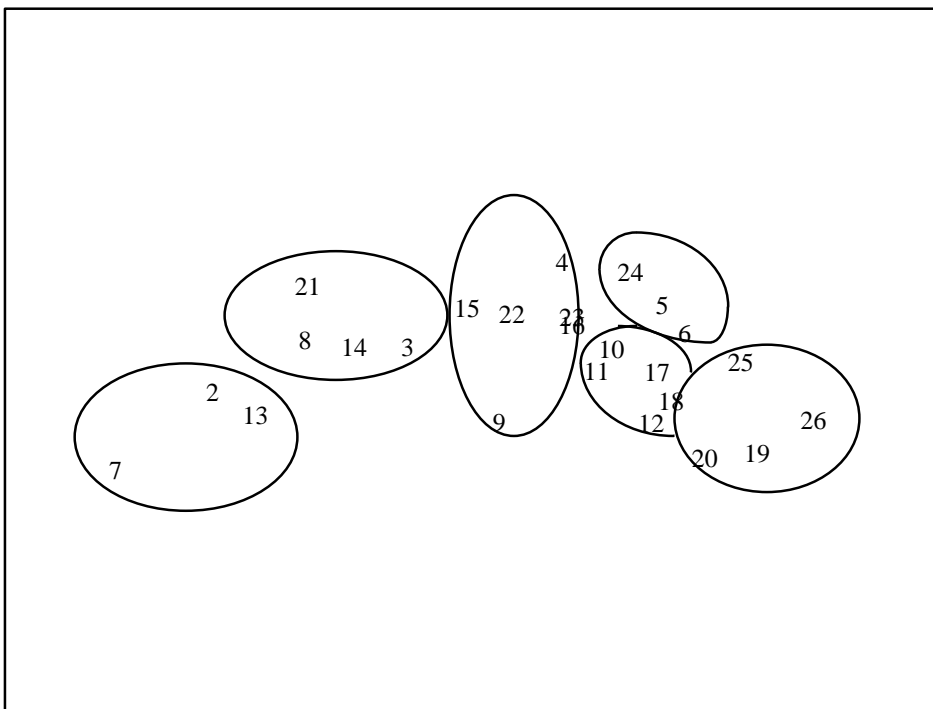


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



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

Prosjekt nr.: 807280

Prøvetakingssted (område): Selvågen

Dato for prøvetaking: 10.01.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: nei.

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: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s.1/3	Stasjon	Sel 1-13		Sel 3-13	
		Dato	Sel 1-13	Sel 3-13	Sel 3-13
Arter	Dyp	10/01/2013	10/01/2013	10/01/2013	10/01/2013
	Hugg	92m	92m	175m	175m
		1	2	1	2
* PORIFERA indet.				+	+
* HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.			+		+
* ANTHOZOA					
<i>Edwardsia</i> sp.				1	
* PLATYHELMINTES indet.					1
* NEMERTINI indet.			3	4	4
* NEMATODA indet.		5	3	4	1
PRIAPULIDA					
<i>Priapulius caudatus</i>		3/1	2/1		
POLYCHAETA					
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		8	6	33	36
<i>Aphrodita aculeata</i>				0/1	
<i>Laetmonice filicornis</i>		0/3	0/2	0/2	0/1
<i>Harmothoe mariamae</i>		1			
<i>Malmgrenia castanea</i>			1		
<i>Pholoe baltica</i>		38	21	19	11
<i>Pholoe inornata</i>		20	12		
<i>Pholoe pallida</i>				13	
<i>Nereiphylla lutea</i>		0/1	0/1		
<i>Sige fusigera</i>		3/1	4/1		
<i>Eteone longa</i>		1	3		
<i>Nereimyra punctata</i>		1	0/1		
<i>Nereimyra</i> cf. <i>woodsholea</i>				1	1
<i>Syllidae</i> indet.		25	7	3	
<i>Nereidae</i> indet.			0/1		
<i>Ceratocephale loveni</i>				3/3	
<i>Nephtys</i> sp.					0/1
<i>Sphaerodorum flavum</i>				0/1	
<i>Glycera alba</i>			1		
<i>Glycera lapidum</i>			0/1	0/1	
<i>Goniada maculata</i>			1		
<i>Nothria conchylega</i>		5	1/3		
<i>Lumbrineridae</i> indet.		1	1		
<i>Drilonereis filum</i>				9	7
<i>Phylo norvegica</i>			1		3/1
<i>Scoloplos armiger</i>		3	3		3
<i>Polydora</i> sp.		37	50	5	12
<i>Dipolydora sosialis</i>			1		
<i>Prionospio steenstrupii</i>		1			
<i>Prionospio cirrifera</i>		3		1	
<i>Prionospio dubia</i>				2	
<i>Spio</i> sp.			2		
<i>Spiophanes kroyeri</i>		5/2	4/1		
<i>Paraonis</i> sp.		2	1		
<i>Aphelochaeta</i> sp.		2	3	9	4
<i>Caulleriella killariensis</i>		3	2		
<i>Chaetozone</i> sp.		24	42	5	4
<i>Cirratulus cirratus</i>		0/1			
<i>Brada villosa</i>			1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>		27/4	39/5	21/3	12/1
<i>Pherusa plumosa</i>			1		
<i>Pherusa falcata</i>		1			
<i>Ophelina acuminata</i>		21	20		
<i>Ophelina cylindricaudata</i>		15	4		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s.2/3	Stasjon	Sel 1-13		Sel 3-13	
		Dato	10/01/2013	10/01/2013	10/01/2013
Arter	Dyp	92m	92m	175m	175m
	Hugg	1	2	1	2
<i>Scalibregma inflatum</i>		2	5	1	
<i>Capitella capitata</i>			1		1
<i>Heteromastus filiformis</i>		5		58	73
<i>Mediomastus fragilis</i>		12	8		
<i>Notomastus latericeus</i>		42/4	41/10	7	1
<i>Praxillella gracilis</i>				1	
<i>Praxillura longissima</i>				1	
<i>Chirimia biceps</i>				1	
<i>Maldane sarsi</i>			0/1		
<i>Maldanidae</i> indet.		1			
<i>Pectinaria auricoma</i>		1			
<i>Pectinaria koreni</i>		0/1		0/1	1
<i>Ampharete falcata</i>			2		
<i>Ampharete lindstroemi</i>		1			
<i>Anobothrus gracilis</i>		0/8	1/2		
<i>Amphicteis gunneri</i>		0/1	0/2		
<i>Paramphitrite birulai</i>		0/2			
<i>Pista cristata</i>		0/1		2	
<i>Lanassa venusta</i>		8	7	3	2
<i>Streblosoma bairdi</i>				7	1/2
<i>Streblosoma intestinale</i>				1	
<i>Polycirrus medusa</i>				3	1
<i>Polycirrus norvegicus</i>		0/25	0/14		
<i>Amaeana trilobata</i>				1	1
<i>Lysilla loveni</i>					1
<i>Trichobranchus roseus</i>		0/1	0/2		
<i>Terebellides stroemi</i>		2/12	1/2		
<i>Sabellidae</i> indet.		60	37	1	1
<i>Sabella pavonina</i>			3		
<i>Euchone</i> sp.		1	1		
SIPUNCULA					
<i>Sipuncula</i> indet.				12	7
<i>Phascolion strombus</i>		4/20	3/19	2/1	1/1
CRUSTACEA					
<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>Campylaspis rubicunda</i>				1	
* <i>Tanaidacea</i> indet.		2		5	1
* <i>Amphipoda</i> indet.		13	4	6	3
* <i>Caprellidae</i> indet.		1	1		
* <i>Anapagurus laevis</i>			1		
MOLLUSCA					
<i>Caudofoveata</i> indet.		1	1	7	10/1
<i>Solenogastres</i> indet.		2		1	
<i>Euspira pallida</i>				1/1	1
<i>Euspira montagui</i>		0/1	0/2		
<i>Haliella stenostoma</i>				1	3
<i>Admete viridula</i>					1
<i>Ondina</i> cf. <i>divisa</i>		1			
<i>Philine quadrata</i>				1	
<i>Philine scabra</i>		1/1	1	2	2
<i>Cylichna alba</i>		1		1	1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s.3/3	Stasjon	Sel 1-13		Sel 3-13	
		Dato	Sel 1-13	Sel 3-13	Sel 3-13
Arter	Dyp	10/01/2013	10/01/2013	10/01/2013	10/01/2013
	Hug	92m	92m	175m	175m
		1	2	1	2
<i>Yoldiella lucida</i>				41/16	15/2
<i>Yoldiella nana</i>				5/8	
<i>Yoldiella</i> sp.				1	1
<i>Thyasira sarsii</i>		97/77	69/48	1/1	0/4
<i>Thyasira equalis</i>			0/3	1/1	
<i>Mendicula feruginosa</i>				1/2	2
<i>Astarte sulcata</i>			2		
<i>Abra nitida</i>			1	0/2	0/1
<i>Cuspidaria obesa</i>		0/2		0/1	
<i>Tropidomya abbreviata</i>				1/1	1
<i>Antalis entalis</i>		1			
<i>Pulsellum lofotense</i>		1	1		
* BRYOZOA					
* Bryozoa indet grenet			+		
ECHINODERMATA					
<i>Astropecten irregularis</i>				0/1	
<i>Amphiura chiajei</i>				4	
<i>Amphiura filiformis</i>		1		1	
<i>Ophiecten affinis</i>		0/3	0/4		
<i>Ophiura sarsi</i>			0/1		
<i>Brisaster fragilis</i>					1
<i>Brissopsis lyrifera</i>					1
HOLOTUROIDEA					
<i>Pseudothyone raphanus</i>		0/1			
<i>Synaptidae</i> indet.		15	20	5	1
ENTEROPNEUSTA indet.				2	
* VARIA			+	+	+

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometrisk klasse	Sel 1	Sel 3
I	27	24
II	20	19
III	9	11
IV	6	6
V	3	5
VI	7	1
VII	5	2
VIII	0	1
IX	1	0
X	0	0

Vedleggstabell 3. 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-000557-01



EUNOBE-00005910

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

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 630	mg/kg tv	a) 800	mg/kg tv	a) 840	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 9	mg/kg tv	a) 18	mg/kg tv	a) 21	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 41	mg/kg tv	a) 90	mg/kg tv	a) 110	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 7.5	mg/g tv	a) 20	mg/g tv	a) 24	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Total tørrstoff	a) 78.4	% (w/w)	a) 54.4	% (w/w)	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 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