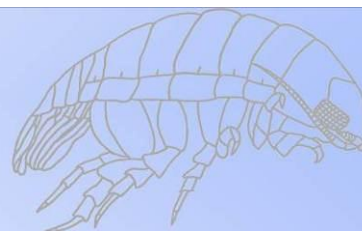


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



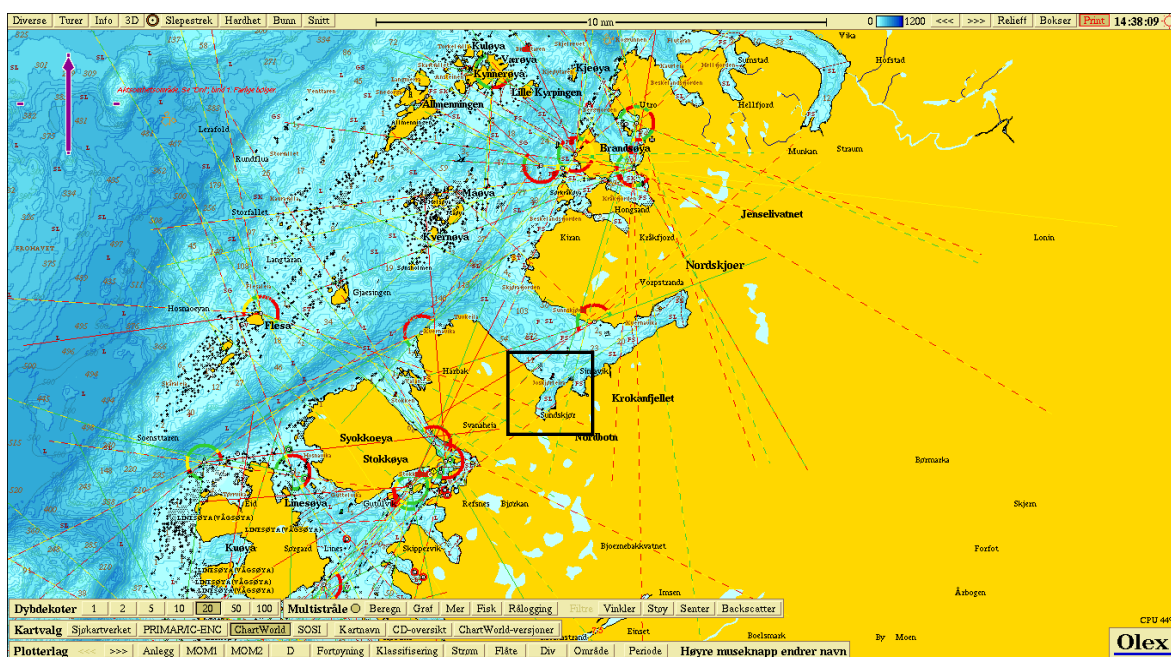
e-rapport nr: 20-2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Sunnskjør i Skjøråfjorden, Åfjord kommune, oktober 2013

Vidar Strøm

Øydis Alme



Per-Otto Johansen



ID: 10723 Versjonsnr: 003

Uni Miljø - Sam Marin**SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 19.05.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 19.05.2014 (Øydis Alme)

	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 fra lokalitet Sunnskjør, i Skjoråfjorden, Åfjord kommune, oktober 2013	Dato: Felt: 29.10.2013 Rapport: 5.6.2014
	Antall sider og bilag: 48
Forfatter(e): Vidar Strøm, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 807982
Oppdragsgiver: Trøndersmolt AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Trøndersmolt AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-Marin, was hired to investigate the marine area around the marine hatchery Sunnskjør settefisk, located in Åfjord, Sør-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three stations were chosen for sampling; Sun1 located near the discharge, Sun2, located approximately 400 meters away from the discharge, and Sun3 which lies about one kilometer away. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet).

The results show that the level of copper, zinc and phosphorus was low on all stations. The total organic carbon (TOC) showed low levels (classification I 'Very good') at Sun1, moderate levels (classification III) at Sun2, and high levels (classification V 'Very bad') at Sun3. However, the organic content expressed as percent volatile total solids was low on all three stations. The sediment from Sun1 consisted mostly of sand, while the sediment from Sun2 and 3 consisted mainly of silt and clay. The hydrographical measurements show that the bottom water at Sun1 and Sun2 had a high oxygen concentration, while the water column at Sun3 was poor of oxygen near the bottom, which gave the classification IV 'Bad', according to Molvær et al., 97. The soft bottom macrofauna investigation showed good conditions at Sun1, moderate conditions at Sun 2, while the conditions at Sun3 can be characterized as moderate to bad.

Keywords: Fish farm, recipient, MOM C, benthos, sediment	Emneord: Fiskeoppdrett, resipient, MOM C, bunndyr, sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 20-2014
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	2.6.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	5.6.2014	<i>Øydis Alme</i>

**SF506-Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 19.05.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 19.05.2014 (Øydis Alme)

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sedimentanalyser, samlet av: Vidar Strøm, Kai-Erling Staven, Aqua Kompetanse

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Øydis Alme, Einar Bye-Ingebrigtsen, Natalia Korableva, Linda B. Pedersen; SAM-Marin

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

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen; SAM-Marin

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Fartøy fra oppdragsgiver

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment Testing Norway AS og Eurofins Umwelt Ost GmbH **akkrediteringsnummer** Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: P, Cu, Zn, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: MoLab AS **akkrediteringsnummer** Test 032

Akkreditert: Kornfordeling, glødetap (TOM)

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment	19
3.3 Kjemi	20
3.3.1 Sedimentanalyser	20
3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh).....	20
3.4 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	26
5 TAKK	27
6 LITTERATUR	28
7 VEDLEGG	29
Generell vedleggsdel	29
Vedleggstabell 1. Artsliste	38
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	43
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi.....	44
Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi	45
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema	47

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved settefiskanlegget Sunnskjør i Åfjord kommune i Sør-Trøndelag. Lokaliteten eies av Trøndersmolt AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 29. oktober 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten. 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 Miljødirektoratets (tidligere KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007, Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) i samarbeid med Aqua Kompetanse AS på oppdrag fra Trøndersmolt 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.

Februar 2014 ga Direktorsgruppa ut en ny veileder (Veileder 02:2013). Denne innebærer at det kommer inn enkelte nye indekser for beregninger av bunnfauna, samt at en gammel (NQI2) går ut. Det er ikke mulig pr. i dag å få med alle nye beregninger i henhold til Veileder 02:2013 da det må utarbeides makroer og programmer for utregning av nye indekser. Den nye veilederen er derfor tatt i bruk så langt det lar seg gjøre. Endringer er gjort i tabell 2.2, med nye grenseverdier for NQI1, H' og ES₁₀₀, og den nye tetthetsindeksen DI er tatt inn.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

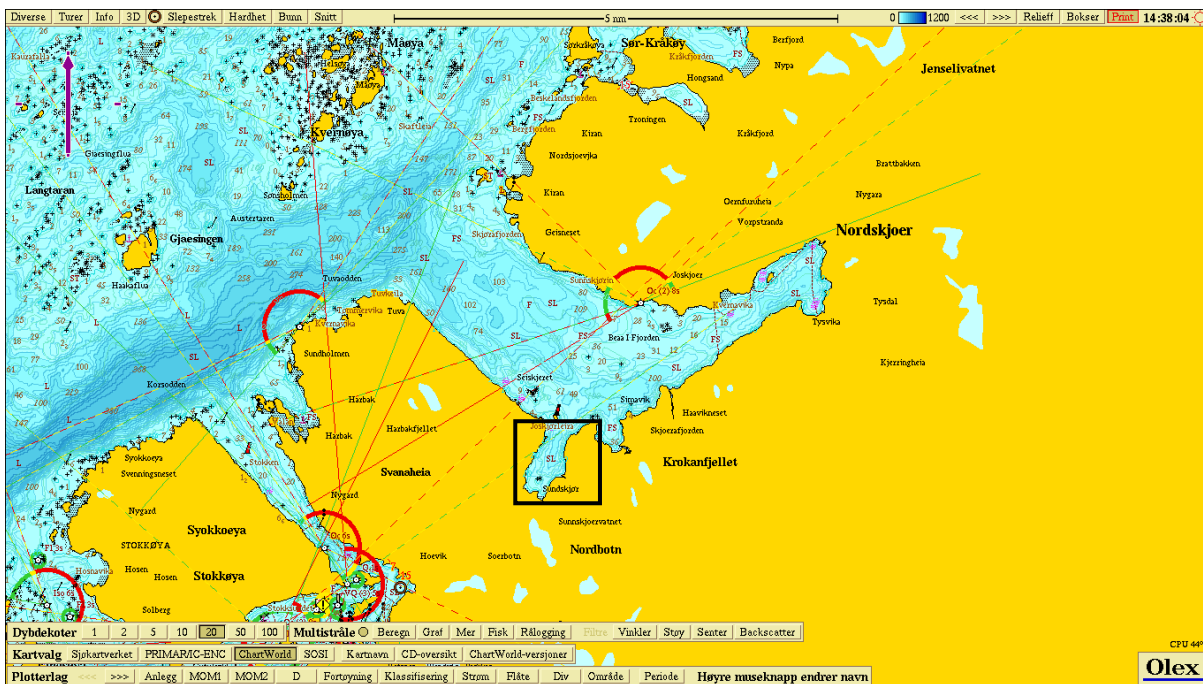
Undersøkellesområdet ligger i sørlig del av Skjøråfjorden (figur 2.1-2.3), i Åfjord kommune i Sør-Trøndelag. Det største dypet i undersøkellesområdet er 88 m og ligger innenfor en terskel med et salddyp på 59 meter. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner, som ble lagt i et transekt med ulik avstand fra utslippet. Sun 1 ligger i nærheten til utslippet, cirka 20 meter unna. Sun 2 ligger omtrent 410 meter lenger ut i bukta, mens Sun 3 ligger i fjordens største dyp, en drøy kilometer meter unna utslippet til settefiskanlegget.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

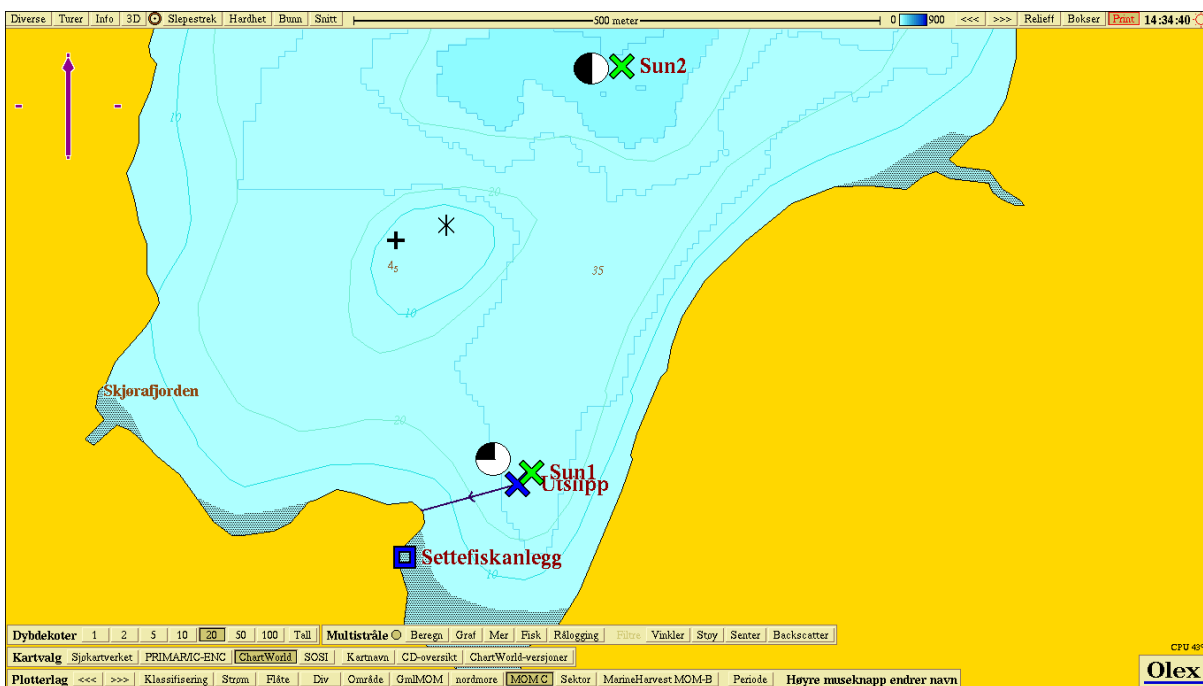
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra båten til Trøndersmolt AS den 29. oktober 2013.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved fjernstasjon på feltdagen 29. oktober, 2013. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. All data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

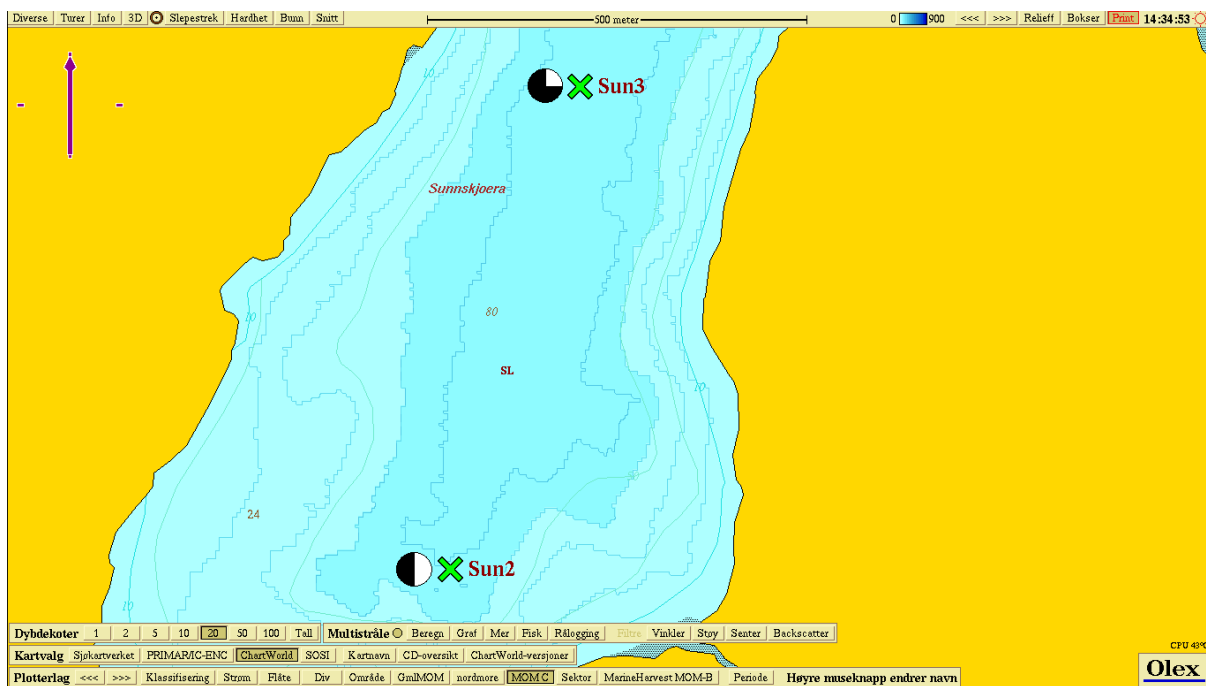
Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over Skjorafjorden i Åfjord, Sør-Trøndelag. Undersøkelingsområdet er avmerket med svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene, anlegget, og utslippet. Grønne kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene som er opparbeidet er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ● = dødt. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3: Detallskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene som er opparbeidet er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Skjøråfjorden, Åfjord kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, med et maksimalvolum på 16,3 liter.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Sun1 29.10.2013	Skjøråfjorden 64° 04,124'N 10° 08,191'Ø	28	1	2,7	Silt, lysegrå sedimentfarge, normal lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			2	2,7	Silt, lysegrå sedimentfarge, normal lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemi og geologi.
Overgangs- sone Sun2 29.10.2013	Skjøråfjorden 64°04,332'N 10° 08.297'Ø	79	1	6,37	Silt, lysegrå sedimentfarge, normal lukt. Børstemark og slangestjerner observert. Uttak til faunaprøver.
			2	12,9	Silt, lysegrå sedimentfarge, normal lukt. Børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Sun3 29.10.2013	Skjøråfjorden 64° 04.675'N 10° 08.508'Ø	88	1	14,0	Silt, lysegrå sedimentfarge, normal lukt. Skjell, sjømus, og børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			2	12,9	Silt, lysegrå sedimentfarge, normal lukt. Sjømus og børstemark observert. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemi og geologi.

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, da oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Analysene ble gjennomført av MoLab AS.

Analysene av kornfordelingen i sedimentet ble utført etter NS-9423. Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap (totalt organisk innhold, TOM), og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med NS 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.

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.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det tredje hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). 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 parametrene som inngår i Miljødirektoratets 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 Hach Lange gjennom firmaet 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 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 en sikt med hulldiameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % 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 blir 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 i Veileder 02:2013 – «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets veiledere 01:2009 og 97:03 (TA 1467/1997). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes

Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}), NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI og AMBI, samt indeks for individtetthet DI. 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 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 – Analyse av bunndyrdata (side 28). For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Med unntak av DI er nye indekser foreløpig ikke tatt i bruk. Klassifisering er i denne rapporten gitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2014). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V 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')	02:2013		>4,8	3,0-4,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1	02:2013		>0,82	0,63-0,82	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	ES_{100}	02:2013		>34	17-34	10-17	5-10	<5
	DI	02:2013		0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	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 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

Produksjonen ved Sunnskjør settefisk startet i 2013. Anlegget har en konsesjon på 4 millioner settefisk.

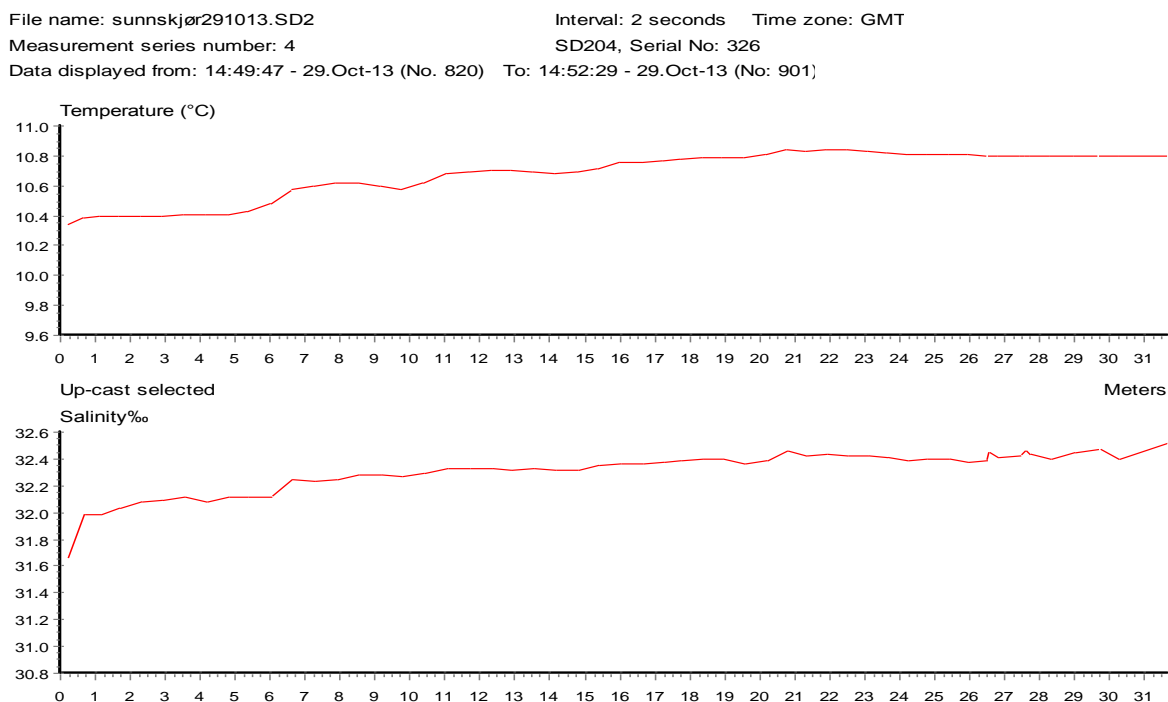
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn ved anlegget de siste 2 år fram til MOM C-prøvetaking:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	61 tonn	ca. 68 tonn
Siste 2 år	61 tonn	ca. 68 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved alle tre prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.6.



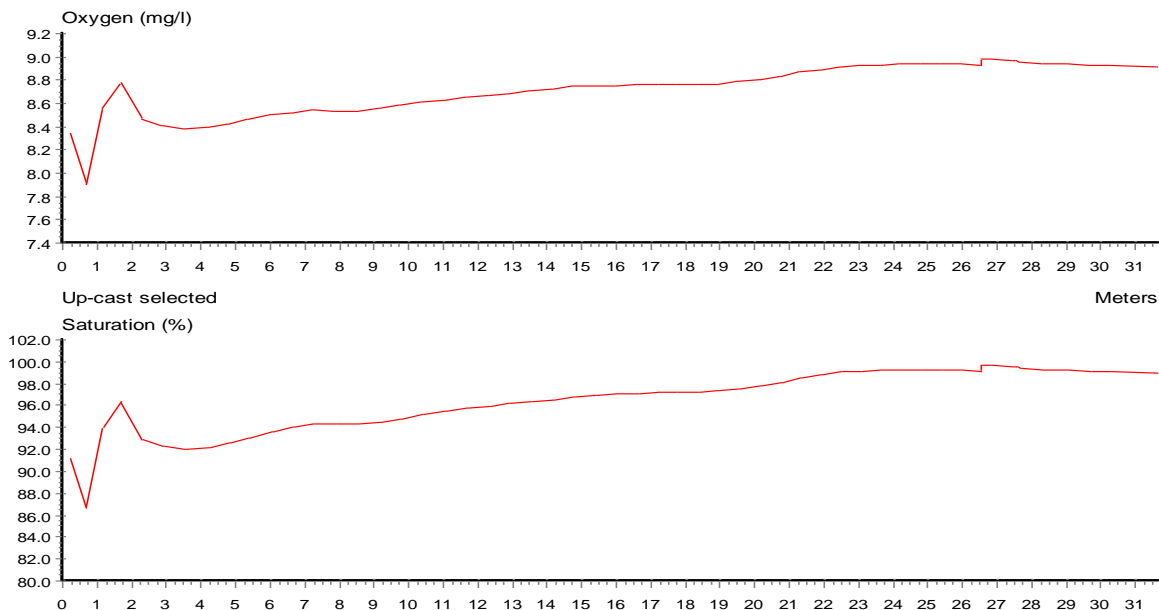
Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 31 meters dyp ved nærstasjonen Sun 1 den 29. oktober, 2013.

Figur 3.1 viser jevn temperatur og salinitet nedover i vannsøyla ved utslippsområdet. Sjøtemperaturen ligger rundt 10,5 °C, mens saliniteten ligger rundt 32,2 ‰ nedover i hele vannsøyla.

Av figur 3.2 ser man at oksygeninnholdet i vannmassene ved utslippsområdet er høyt. Konsentrasjonen varierer fra 7,9 mg O₂/liter sjøvann på 0,5 m dybde til 8,9 mg O₂/liter sjøvann ved sjøbunnen.

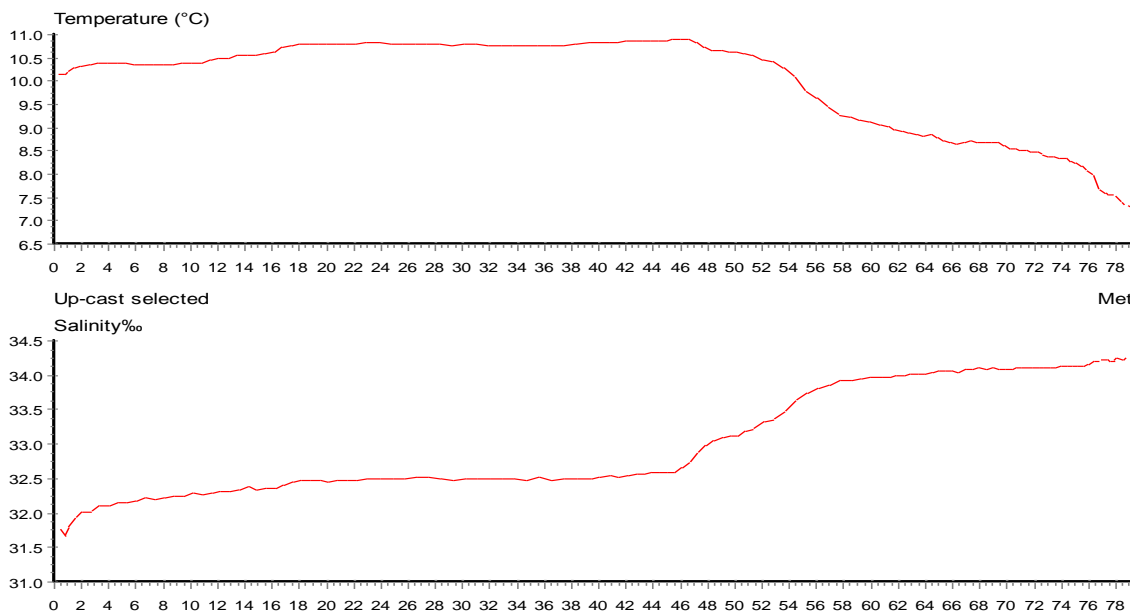
SAM-Marin og Aqua Kompetanse

File name: sunnskjør291013.SD2 Interval: 2 seconds Time zone: GMT
Measurement series number: 4 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 14:49:47 - 29.Oct-13 (No. 820) To: 14:52:29 - 29.Oct-13 (No: 901)



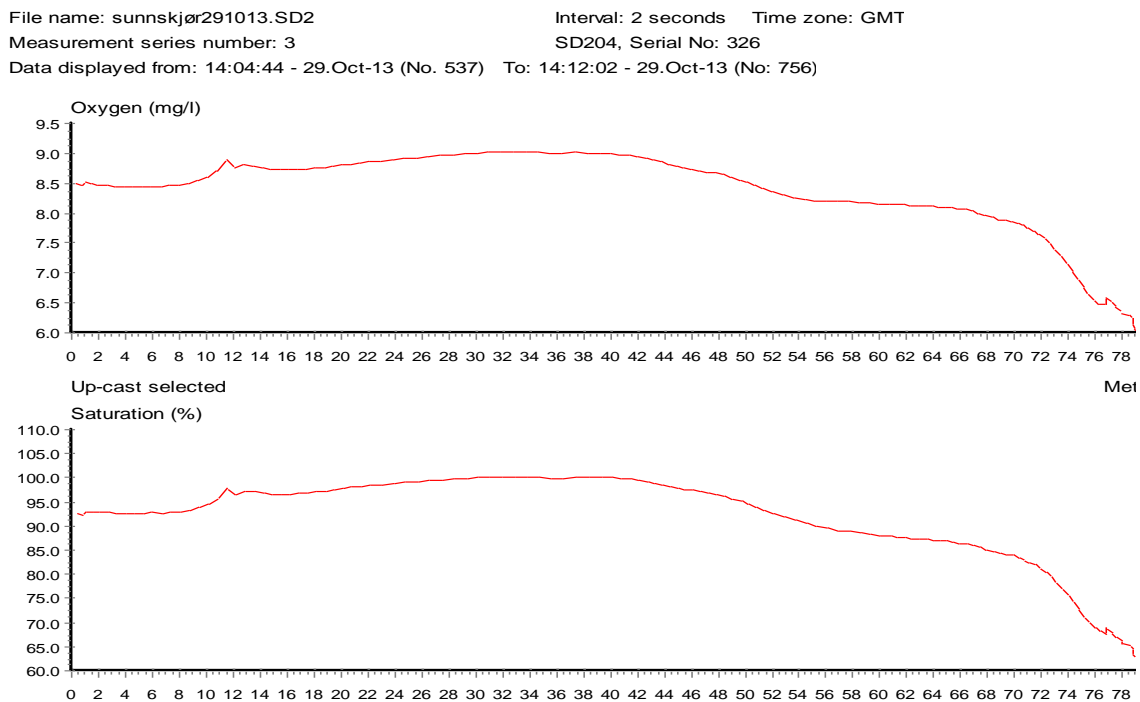
Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 31 meters dyp ved nærstasjonen Sun 1 den 29. oktober, 2013.

File name: sunnskjør291013.SD2 Interval: 2 seconds Time zone: GMT
Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 14:04:44 - 29.Oct-13 (No. 537) To: 14:12:02 - 29.Oct-13 (No: 756)



Figur 3.3: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 80 meters dyp ved overgangsstasjonen Sun 2 den 29. oktober, 2013.

Sjøtemperaturen og saliniteten ved Sun 2 i de øvre vannlag ligger jevnt på henholdsvis rundt 10,5 °C og 32,5 ‰. Ved omtrent 50 meters dyp og videre nedover i dypet avtar temperaturen mens saliniteten øker opp til 34 ‰. I bunnvannet er temperaturen 7,3 °C.



Figur 3.4: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 80 meters dyp ved overgangsstasjonen Sun 2 den 29. oktober, 2013.

Oksygenivået i den øvre delen av vannsøylen ved Sun 2 er jevnt over høyt, og ligger rundt 8,5 mg/liter, og i overkant av 90 % metning. Ved bunnen avtar imidlertid nivået noe. I bunnvannet er konsentrasjonen nede på 6,0 mg/liter, mens metning avtar ned mot 60 %. Legger man til grunn en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 4,2 ml O₂/liter sjøvann, som gir tilstandsklassen II (God), etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

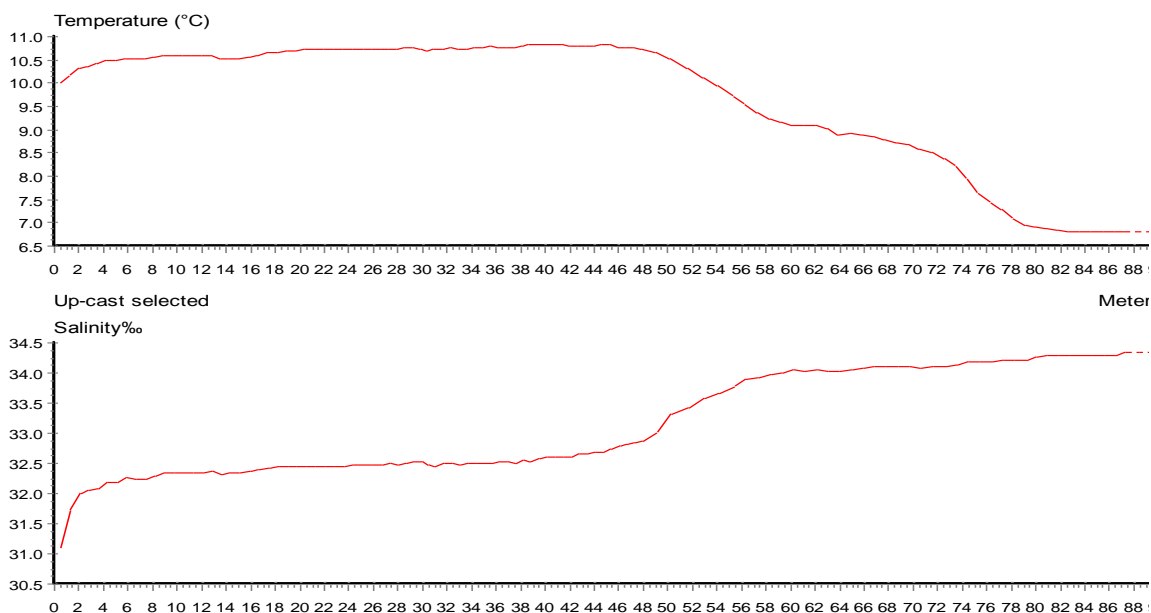
File name: sunnskjør291013.SD2

Interval: 2 seconds Time zone: GMT

Measurement series number: 1

SD204, Serial No: 326

Data displayed from: 12:51:24 - 29.Oct-13 (No. 55) To: 12:57:58 - 29.Oct-13 (No: 252)

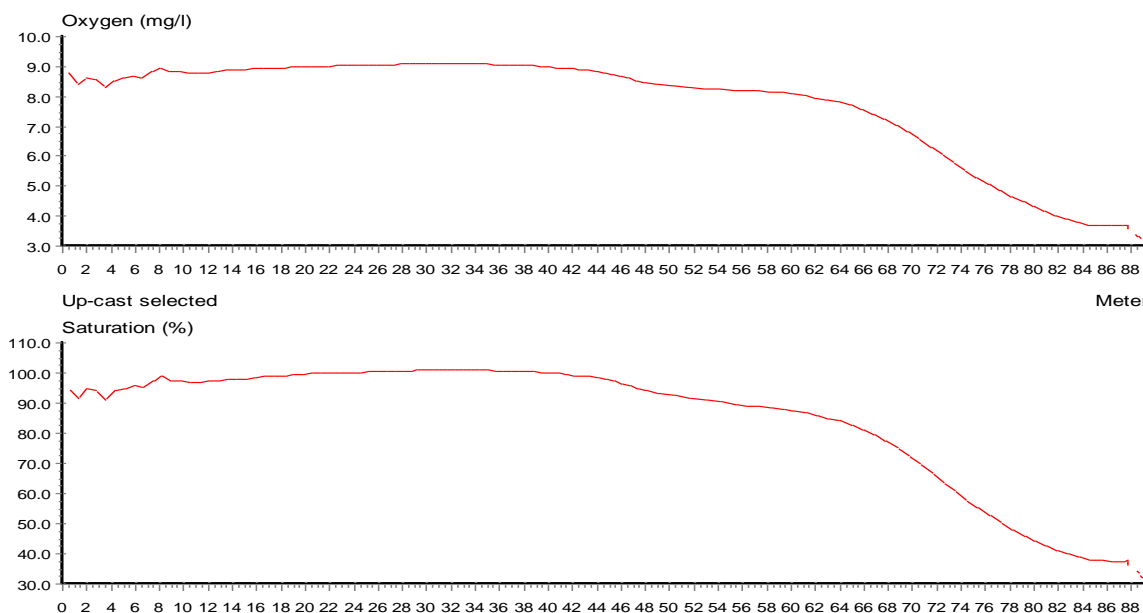


Figur 3.5: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 90 meters dyp ved fjernstasjonen Sun 3 den 29. oktober, 2013.

Ved fjernstasjonen Sun 3 har man samme bilde som ved Sun 2 når det gjelder sjøtemperatur og salinitet. I de øvre vannmassene er sjøtemperaturen rundt 10,5 °C, mens saliniteten er rundt 32,5 ‰. Ved rundt 50 meters dyp begynner temperaturen å avta, mens saliniteten øker nedover i dypet. Ved 80 meters dyp har temperaturen falt til 7,0 °C, mens saliniteten er 34,2 ‰. Ved bunnen er temperaturen 6,8 °C, og saliniteten 34,3 ‰.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

File name: sunnskjør291013.SD2 Interval: 2 seconds Time zone: GMT
Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 12:51:24 - 29.Oct-13 (No. 55) To: 12:57:58 - 29.Oct-13 (No: 252)

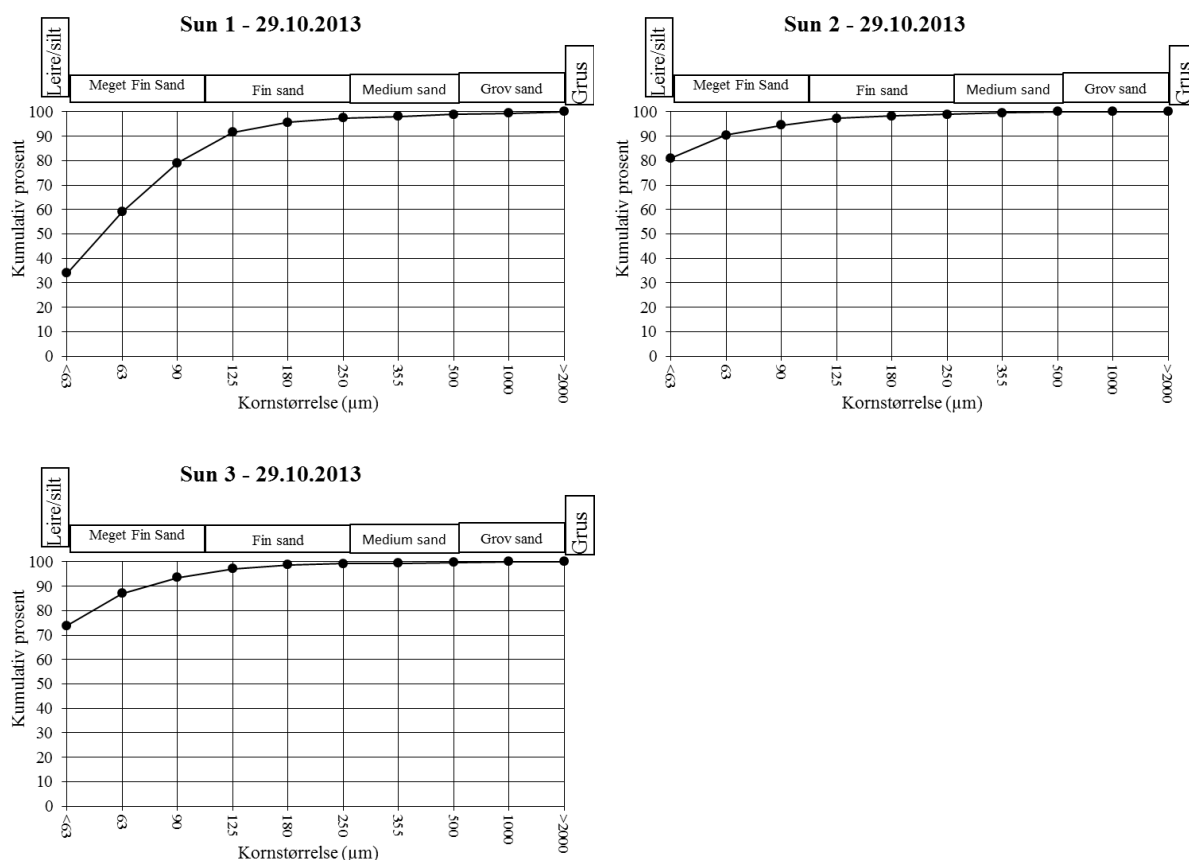


Figur 3.6: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 90 meters dyp ved fjerntasjon Sun3 den 29. oktober, 2013.

Oksygenivået i de øvre vannmassene var høyt ved fjerntasjonstasjonen. Ved rundt 50 meters dyp avtar nivået med økende dybde. I bunnvannet har konsentrasjonen sunket ned til 3,0 mg O₂/liter sjøvann, mens metningen er på 31 %. Denne konsentrasjonen tilsvarer 2,1 ml O₂/liter, og gir tilstandsklassen IV (Dårlig) etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i tabell 2.2.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Sunnskjør er presentert i figur 3.7 og tabell 3.1.



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

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Sunnskjør i 2013.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% Glødetap)	Kornstørrelsefordeling (%)		
				Silt og leire	Sand	Grus
Sun 1	2013	28	2,25	33,9	65,4	0,6
Sun 2	2013	79	6,02	81,0	19,0	0,0
Sun 3	2013	88	9,37	73,9	26,1	0,0

På nærsone stasjonen, Sun 1, dominerte sand og utgjorde 65 % av sedimentet. Den resterende andelen bestod av fraksjonen silt og leire. Glødetapet var 2,25 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og innenfor det som er å forvente for norske fjorder.

Overgangs stasjonen, Sun 2, hadde et finkornet sediment bestående av 81 % leire og silt. De resterende 19 % besto av sand. Glødetapet var 6,02 %, og kan betegnes som normalt.

Fjernstasjonen, Sun 3, hadde også et relativt finkornet sediment med 73,9 % silt og leire. De resterende 26,1 % besto av sandpartikler. Her var glødetapet 9,37 %, og det organiske innholdet var dermed innenfor det man karakteriserer som vanlig for norske fjorder.

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. 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).

Nivået av TOC var moderat ved Sun 2 og gav tilstandsklasse III, mens nivået var høyt ved Sun 3 og gav tilstandsklasse V (Svært dårlig). Ved Sun 1 var nivået lavt, og gav tilstandsklasse II (God).

Verdiene av sink og kobber var lave og lå innenfor tilstandsklasse I (Svært god) ved samtlige stasjoner. Verdiene av fosfor kan også betegnes som lave.

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

Stasjon	Dyp (m)	Fosfor	Sink	Kobber		Tot. Org.	Normalisert TOC mg/g	Tørrstoff (TS) %		
		mg/kg TS	mg/kg TS	TK	mg/kg TS	TK			mg/g	
Sun 1	28	800	37	I	6	I	10	21,9	II	65,5
Sun 2	79	910	56	I	12	I	27	30,4	III	49,6
Sun 3	88	1000	82	I	20	I	43	47,7	V	39,3

3.3.2 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 5.

Målingen av pH og E_h i undersøkelsesområdet viste normal pH, positivt redokspotensiale og plasserer dermed alle tre stasjonene i tilstand 1.

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
Nærsonen	7,93	225	0	1
Overgangssonen	7,73	167	0	1
Fjernsonen	7,67	157	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.8-3.9, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i oktober 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Sun 1 ligger i nærsonen til lokalitet Sunnskjør, på 28 m dyp. Her ble det funnet totalt 69 arter med til sammen 588 individer. På huggnivå (snitt) gav dette en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 4,63 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 31,3. Tetthetsindeksen DI, som er laget med tanke på svært få eller svært mange individer, ble beregnet til 0,42 og indeksen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) ble beregnet til 0,79. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 1 (meget god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Pectinaria auricoma*, som med 77 individer utgjorde 13 % av det totale antallet individer i prøven. I tillegg til børstemark ble det også funnet pigghuder, bløtdyr og en anemone blant de mest tallrike artene.

Ved stasjon Sun 2, i overgangssonen på 79 m dyp, ble det funnet 72 arter og 1787 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggnivå (snitt) beregnet til 3,36 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 20,6. Den sammensatte indeksen NQI1 ble beregnet til 0,65. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). Tetthetsindeksen (DI) havner imidlertid i tilstandsklasse V (Svært dårlig), og dette gir en samlet tilstandsklasse III (Moderat). MOM-standarden, som også gjelder for overgangssonen, gir miljøtilstand 1. Bunnfaunaen på stasjonen var dominert av børstemark i slekten *Polydora*, med 716 individer

og 40 % av totalen. Blant de ti mest tallrike artene finner man ytterligere syv børstemark- og to skjell-arter.

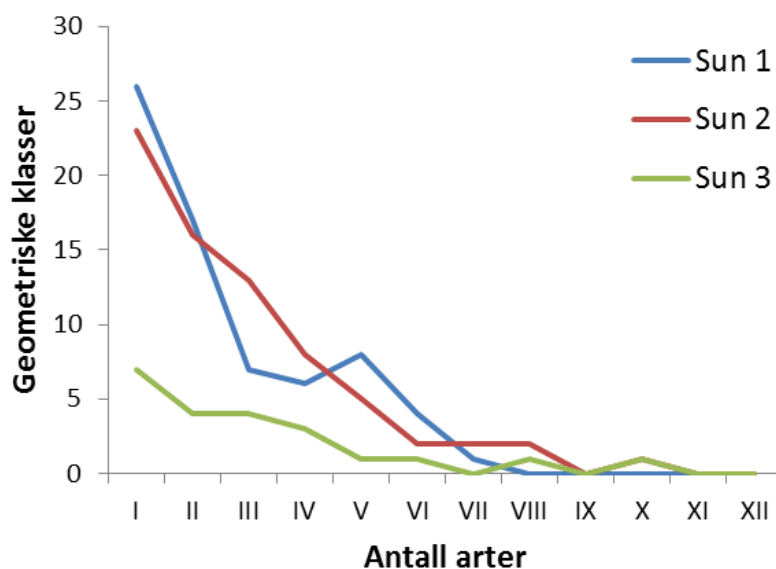
Ved fjernstasjonen Sun 3, som lå på ca. 88 m dyp og lengst fra anlegget ble det funnet til sammen 811 individer fordelt på 22 arter. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggnivå (snitt) beregnet til 1,72 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 9,8. Den sammensatte indeksen NQI1 ble beregnet til 0,48. Samtlige plasserer stasjonen i tilstandsklasse IV (Dårlig). Tetthetsindeksen (DI) havner i tilstandsklasse III (Moderat). På stasjonsnivå (sum) havner også H' og NQI1 i tilstandsklasse III. Bunnfaunaen var dominert av børstemark av arten *Heteromastus filiformis* (543 individer, 67 %) og slekten *Polydora* (146 individer, 18 %). De geometriske klassene, med en flat kurve med flere nullverdier, viser også tydelig at stasjonen bærer preg av miljøpåvirkning.

De multivariate analysene viser at samtlige stasjoner skiller seg klart fra hverandre. Sun 1 ligger langt grunnere enn de øvrige stasjonene, med et grovere sediment, og vil dermed forventes å skille seg ut fra disse. Dendrogrammet (figur 3.10) viser at parallellene fra hver stasjon er relativt like, med en likhet på mellom 64 % og 74 %.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), individtetthet (DI), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) hver enkelt prøve (grabbhugnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007. Tilstandsklasse er basert på snitt av normaliserte indeksverdier (nEQR)

Stasjon	Hugg	Antall		Diversitet			Tetthet		Jevnhet		H'-max	MOM TK
		arter	individer	(H')	NQI1	ES(100)	(DI)	TK	AMBI	(J)		
Sun 1	1	58	360	4,81	0,78	33,0	0,51		1,91	0,82	5,86	
	2	42	228	4,44	0,79	29,6	0,31		1,50	0,82	5,39	
	Sum	69	588	4,83	0,79	32,6	0,42		1,75	0,79	6,11	1
	Snitt	50	294	4,63	0,79	31,3	0,42		1,71	0,82	5,63	
	nEQR			0,78	0,77	0,77	0,63	II				
Sun 2	1	52	796	3,15	0,64	19,3	0,85		3,38	0,55	5,70	
	2	60	991	3,57	0,66	22,0	0,95		3,20	0,61	5,91	
	Sum	72	1787	3,44	0,66	20,9	0,90		3,28	0,56	6,17	1
	Snitt	56	893,5	3,36	0,65	20,6	0,90		3,29	0,58	5,80	
	nEQR			0,64	0,62	0,64	0,19	III				
Sun 3	1	17	331	1,72	0,49	10,2	0,47		4,24	0,42	4,09	
	2	16	480	1,73	0,47	9,4	0,63		4,28	0,43	4,00	
	Sum	22	811	1,77	0,49	10,1	0,56		4,26	0,40	4,46	
	Snitt	16,5	405,5	1,72	0,48	9,8	0,56		4,26	0,43	4,04	
	nEQR			0,36	0,39	0,39	0,45	IV				

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



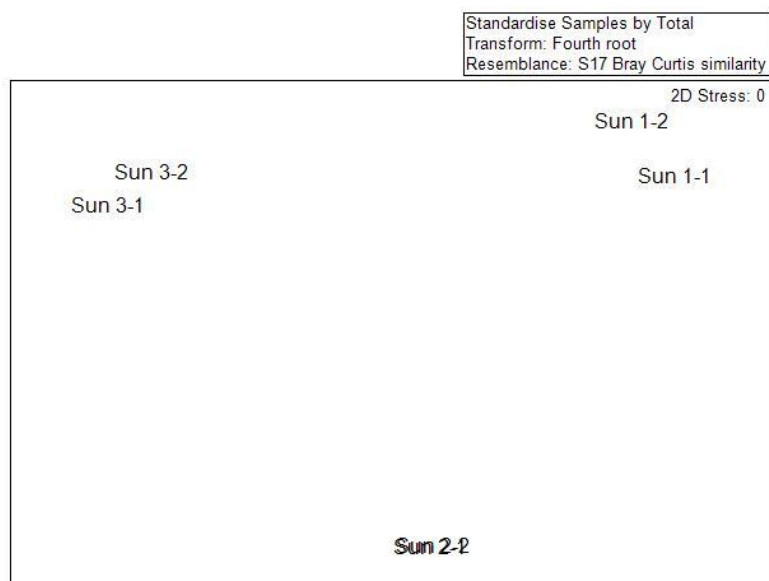
Figur 3.8: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Sunnskjør i 2013.

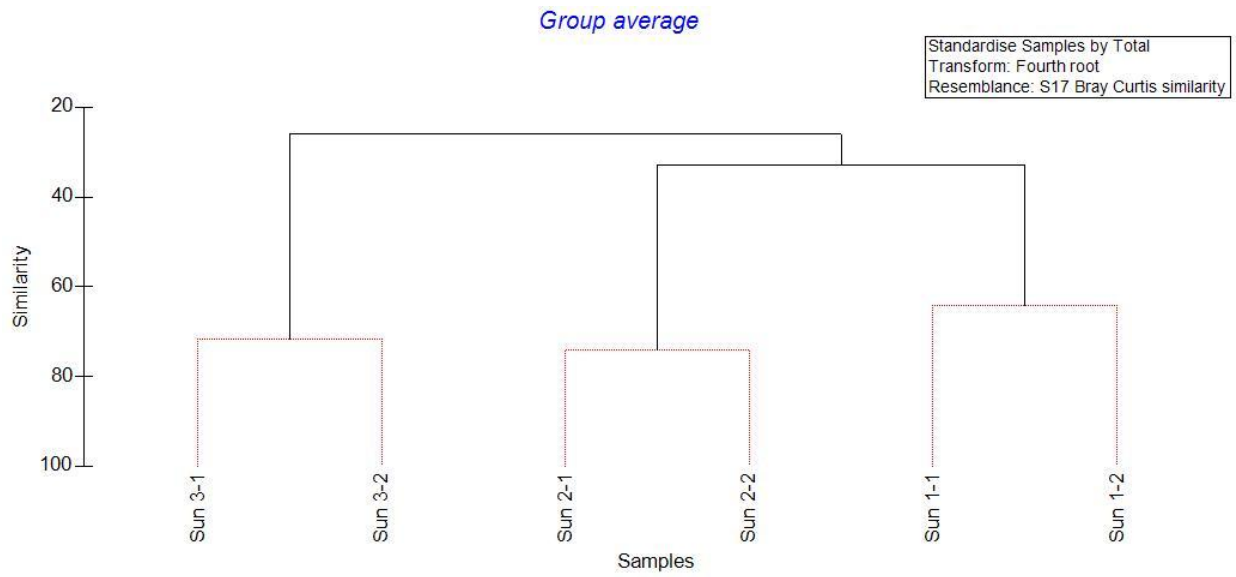
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene/gruppene fra Sunnskjør i 2013.

Sun 1	Antall individer	%	Kum. %	Sun 2	Antall individer	%	Kum. %
<i>Pectinaria auricoma</i>	77	13,3	13,3	<i>Polydora</i> sp.	716	40,1	40,1
Synaptidae indet.	57	9,8	23,1	<i>Maldane sarsi</i>	236	13,2	53,3
<i>Ophiocten affinis</i>	56	9,7	32,8	<i>Heteromastus filiformis</i>	221	12,4	65,6
<i>Philine scabra</i>	42	7,2	40,0	<i>Chaetozone</i> sp.	94	5,3	70,9
<i>Prionospio fallax</i>	32	5,5	45,5	<i>Thyasira equalis</i>	76	4,3	75,2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	31	5,3	50,9	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	58	3,3	78,4
<i>Pholoe baltica</i>	22	3,8	54,7	<i>Galathowenia oculata</i>	55	3,1	81,5
<i>Galathowenia oculata</i>	20	3,4	58,1	<i>Thyasira sarsii</i>	30	1,7	83,2
<i>Trichobranchus roseus</i>	20	3,4	61,6	<i>Diplocirrus glaucus</i>	22	1,2	84,4
<i>Gonactinia prolifera</i>	18	3,1	64,7	<i>Euchone</i> sp.	21	1,2	85,6
<i>Spio</i> sp.	18	3,1	67,8				
<i>Thyasira flexuosa</i>	18	3,1	70,9				

Sun 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Heteromastus filiformis</i>	543	67,0	67,0
<i>Polydora</i> sp.	146	18,0	85,0
<i>Philine scabra</i>	33	4,1	89,0
<i>Lagis koreni</i>	16	2,0	91,0
<i>Capitella capitata</i>	15	1,8	92,8
<i>Echinocardium flavescens</i>	13	1,6	94,5
<i>Abra nitida</i>	8	1,0	95,4
<i>Owenia borealis</i>	6	0,7	96,2
<i>Thyasira sarsii</i>	6	0,7	96,9
<i>Ophiocten affinis</i>	4	0,5	97,4
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	4	0,5	97,9

Anneldia/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------

**Figur 3.9:** MDS plot på hugg-nivå fra Sunnskjør i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.10: Cluster plot på hugg-nivå fra Sunnskjør i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av de marine miljøforholdene i resipienten til Trøndersmolt avdeling Sunnskjør settefisk i Åfjord kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 29. oktober 2013. Det ble samlet bunnprøver ved tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én lengre ut i fjernsonen til fjorden. Det ble også tatt en hydrografisk profil av vannsøyla ved alle tre stasjoner.

Den hydrografiske målingen viste at vannsøyla ute i fjorden besto av to forskjellige vannlag, der vannlaget ovenfor terskeldypet var varmere og ferskere enn vannlaget under terskeldypet, som var kaldere og saltere. Målingen viste videre et høyt oksygennivå i vannmassene ved utslippet. I vannsøylene ved stasjonene Sun 2 og 3 var oksygenivået høyt i de øvre vannlag, men sank med økende dybde når man kom under cirka 50 meters dyp. I bunnvannet ved stasjon Sun 3 var oksygenivået lavt, noe som gav tilstandsklassen IV (Dårlig) etter klassifiseringen i tabell 2.2.

Sedimentundersøkelsen viste at bunnsedimentet ved utslippet består av sand hovedsakelig (65,4 %), men også en del finkornede partikler (33,9 % silt og leire). Ved Sun 2 og 3 var det en overvekt av finkornede partikler, henholdsvis 81,0 og 73,9 %. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste normale nivåer ved alle 3 stasjoner. Den kjemiske undersøkelsen viste høye nivå av total organisk karbon (TOC) ved det dypeste punktet i undersøkelsesområdet (Sun 3), noe som gav tilstanden 'Svært dårlig'. Ved Sun2 var nivået moderat, mens karbonnivået ved utslippet var lavt. Nivåene av fosfor, sink, og kobber var lave ved alle tre stasjoner. At det er lite samsvar mellom organisk innhold målt som prosent glødetap, og parameteren total organisk karbon, er en problematikk som vi har sett tidligere, og gjør at man bør tolke TOC-parameteren med varsomhet. Dette understøttes av det faktum at man tidligere har påvist dårlige tilstander etter måling av TOC i uberørte marine områder, og forteller at et høyt nivå kan være naturtilstand i enkelte områder (Sandnes, 2004).

Bunndyrunderøkelsen viste gode forhold ved nærsonestasjonen Sun1. Samtlige indekser plasserte faunaen i tilstandsklassen II (God). Etter MOM-standarden fikk stasjonen miljøtilstand 1 'Meget god'. I overgangssonen, ved stasjon Sun 2, havnet samtlige diversitetsindekser i tilstandsklasse II (God) med unntak av tetthetsindeksen DI. Det høye

individantallet trekker den samlede tilstandsklassen ned til III (Moderat). Etter MOM-standarden fikk stasjonen miljøtilstand 1 'Meget god'. Ved fjernsonestasjonen Sun 3 gav indeksene tilstandsklassene bunndyrsamfunnet moderat (III) til dårlig (IV) tilstand. Bunnfaunaen var dominert av børstemark av arten *Heteromastus filiformis* (543 individer, 67 %) og slekten *Polydora* (146 individer, 18 %). De geometriske klassene viser også tydelig at stasjonen bærer preg av miljøpåvirkning.

Oppsummert viser denne MOM C-undersøkelsen gode miljøforhold på havbunnen ved utslippsområdet, og cirka 400 meter ut i bukta (Sun2). I buktas største dyp fant man lave oksygenivå på bunnen, høyt nivå av total organisk karbon, samt lav artsdiversitet i bunndyrsamfunnet. Det tyder dermed på at man har noe bunnfelling av organisk materiale i det dypeste punktet i bukta. Man skal imidlertid være varsom med å holde settefiskanlegget som eneste forurensningsfaktor, da man ikke har noe referanse på hva som er naturtilstand i dette området. Det er ikke uvanlig at man har lave oksygenivå, og dermed redusert artsmangfold på sjøbunnen i norske terskelfjorder fra naturens side. At miljøforholdene var gode ved utslippet, peker i retning av at anlegget ikke har en negativ effekt på det marine miljøet i bukta.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og et hyggelig tokt. På toktet deltok Vidar Strøm og Kai-Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS. Fra oppdragsgiver deltok Jon Sunnskjør. Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Ina Birkeland og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad, 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 2014. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse AS rapp.) 60 s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårige 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).

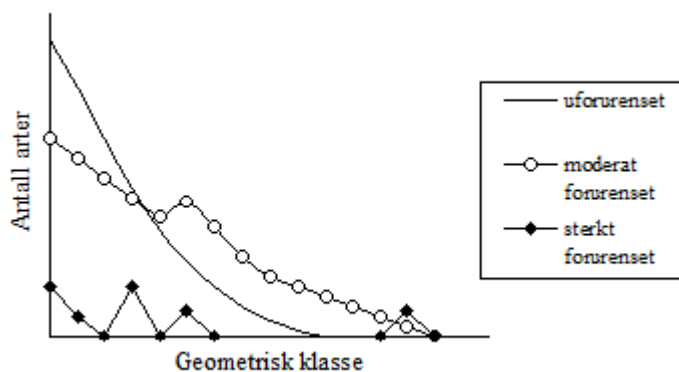
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes 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)

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. Ut fra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2014, Tabell v2 og v3).

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.

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

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

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.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Individtetthet

DI (Density Index) er beskrevet som:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

Hvor abs står for absolutt tallverdi (negative verdier gjøres positive), og $N_{0,1m^2}$ er antall individer per $0,1 m^2$.

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 faunaeksperter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Den sammensatte indeksen NQII bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQII er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQII.

NQII-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQII beregnes for hver prøve (grabbhugg) samt gjennomsnitt og sum som klassifiserer stasjonen etter Veileder 02:2013. Diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen kan sammenlignes med historiske data rapportert i henhold til Molvær et al. 1997. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (svært god) til V (svært dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2: Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 02:2013*

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* 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 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 individtallet, 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 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:

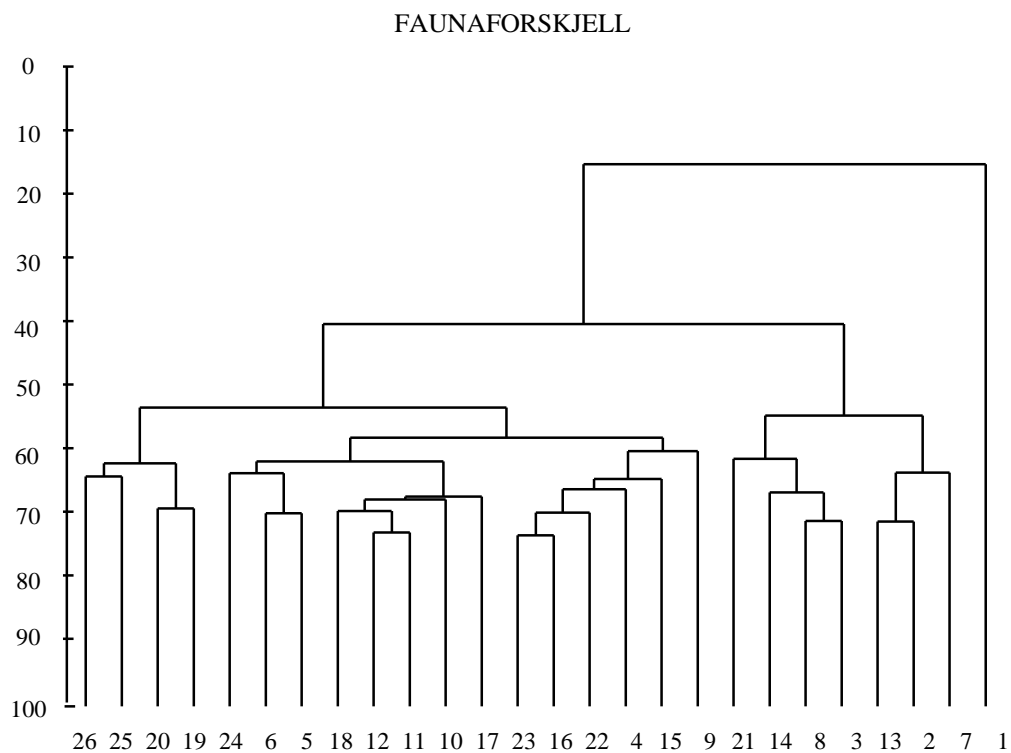
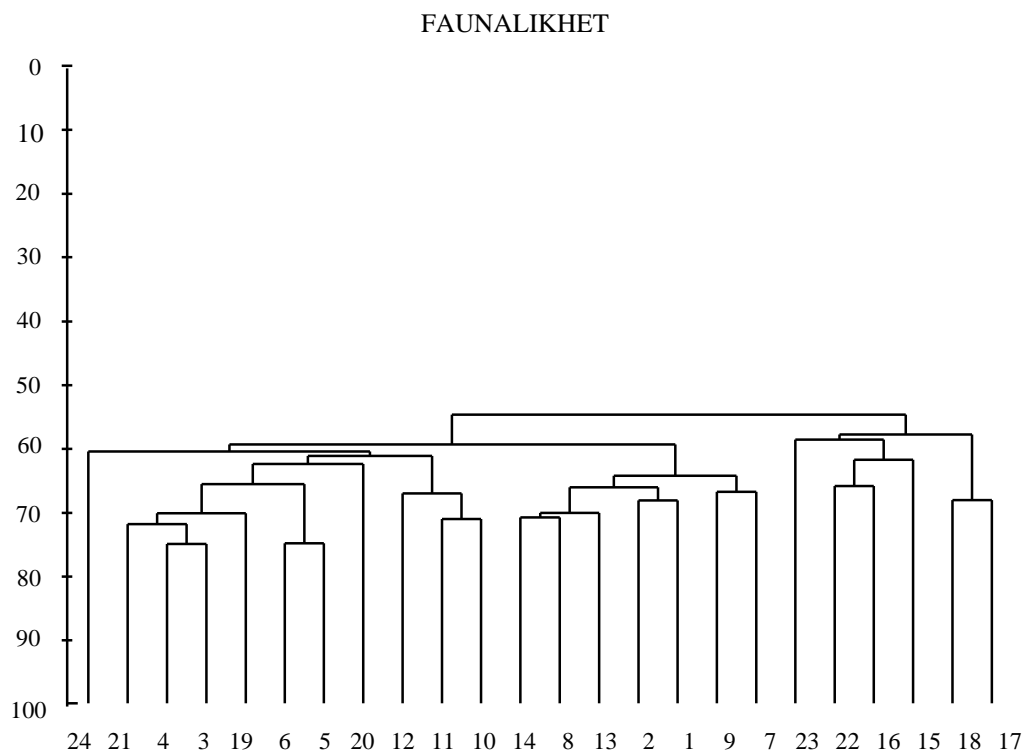
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

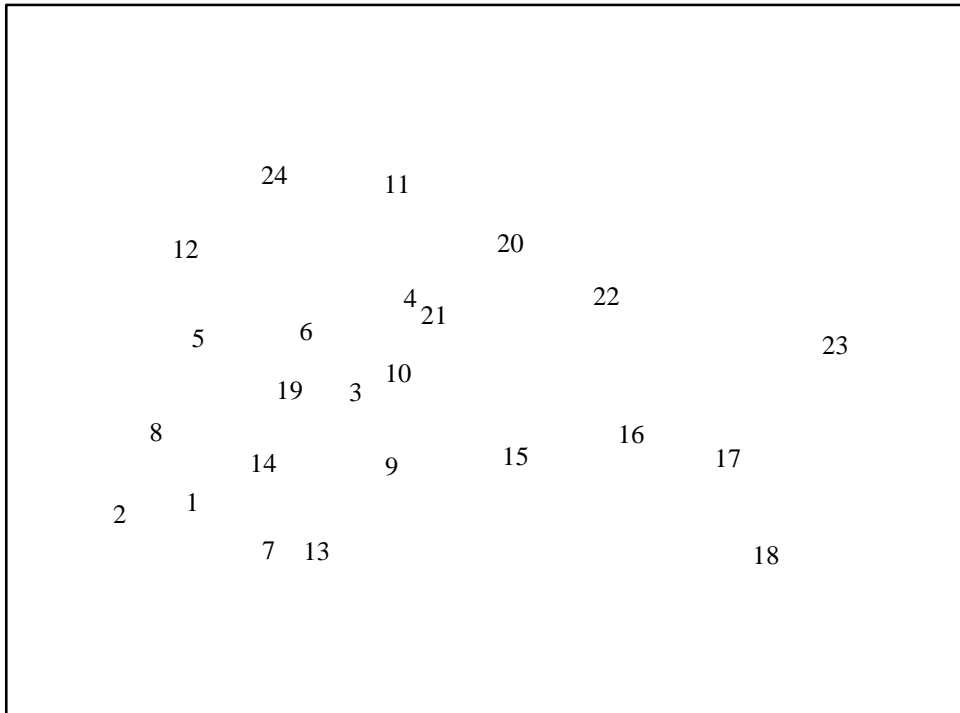
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

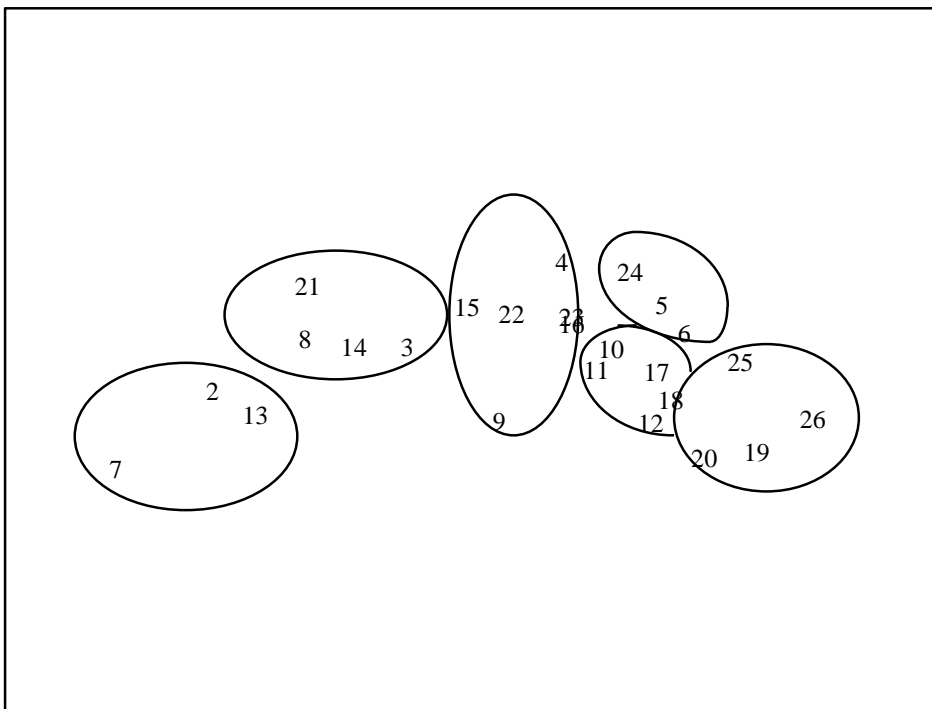


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon TA 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 002

Uni Miljø - Sam Marin

SF505-Benthos Artsliste

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 07.03.2014 (Kristin Hatlen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 07.03.2014 (Kristin Hatlen)



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Trøndersmolt AS, 6690 Aure**Prosjekt nr.: 807982****Prøvetakingssted (område): Skjøråfjorden, Åfjord kommune, Sør-Trøndelag****Dato for prøvetaking: 29.10.2013****Ansvarlig for prøvetaking (firma): AquaKompetanse AS****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -****Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre**

	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:4 sider.

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

Signatur: Frøydis Lygre
 Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/4	Stasjon	Sun 1	Sun 1	Sun 2	Sun 2	Sun 3	Sun 3
Dato		29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013
Dyp		28 m	28 m	79 m	79 m	88 m	88 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA indet.		+				+	
* ANTHOZOA							
Actiniaria indet.			1				
<i>Gonactinia prolifera</i>		16	2				
<i>Edwardsia</i> sp.		1	9				
* NEMERTEA indet.		3	4	4	4		
* NEMATODA indet.		2				1	
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>				12	46		
* <i>Siboglinum fiordicum</i>		3	1				
Polynoidae indet.		1					
<i>Bylgides elegans</i>						1	
<i>Pholoe baltica</i>		9	13	8	11		
<i>Sthenelais limicola</i>			1				
<i>Phyllodoce groenlandica</i>			0/2		4		
<i>Phyllodoce mucosa</i>		2	0/1	1		1	
<i>Sige fusigera</i>				0/1			
<i>Eteone</i> sp.		2	3	8	2	2	1
* <i>Tomopteris</i> sp.							1
<i>Ophiodromus flexuosus</i>					1		
Syllidae indet.					6		
<i>Exogone</i> sp.				1			
Nereidae indet.		0/2					
<i>Ceratocephale loveni</i>					1		
<i>Nephtys hombergii</i>				0/2	0/4		
<i>Nephtys longosetosa</i>			1				
<i>Sphaerodorum flavum</i>		1					
<i>Glycera alba</i>		1		0/1			
<i>Glycera lapidum</i>		1		0/1			
<i>Goniada maculata</i>		1	1/1	1/1	1/1		
Lumbrineridae indet.				7	5		
<i>Scoloplos armiger</i>		3			1		
<i>Polydora</i> sp.		7	3	364	352	59	87
<i>Prionospio cirrifera</i>		6	2	1			
<i>Prionospio fallax</i>		24	8	1	3		
<i>Spio</i> sp.		15	3	1			
<i>Spiophanes bombyx</i>			0/1				
<i>Apistobranchnus tullbergi</i>				1			
<i>Spiochaetopterus typicus</i>				1/1	0/3	2/1	1
<i>Aricidea catherinae</i>		1	1				
<i>Levinsenia gracilis</i>				7	12		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/4	Stasjon	Sun 1	Sun 1	Sun 2	Sun 2	Sun 3	Sun 3
Dato		29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013
Dyp		28 m	28 m	79 m	79 m	88 m	88 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
<i>Paradoneis</i> sp.		2	3				
<i>Chaetozone</i> sp.		8	3	38	56		1
<i>Diplocirrus glaucus</i>		5/13	3/10	12	10		
<i>Scalibregma inflatum</i>						3	
<i>Capitella capitata</i>						6	9
<i>Heteromastus filiformis</i>		2		87	134	224	319
<i>Mediomastus fragilis</i>		4	1	4	10		
<i>Notomastus latericeus</i>					2		
<i>Arenicola marina</i>						1	0/1
<i>Praxillella praetermissa</i>				1	3		
<i>Maldane sarsi</i>				95	141		
<i>Rhodine gracilior</i>				1	1		
Maldanidae indet.		0/3			0/4		
<i>Owenia borealis</i>		1/7	0/2		0/1	0/1	1/4
<i>Galathowenia oculata</i>		10	10	25	30	1	
<i>Pectinaria auricoma</i>		4/41	3/29				
<i>Lagis koreni</i>		0/5	0/5	1	1		0/16
<i>Ampharete falcata</i>							0/1
<i>Ampharete lindstroemi</i>		1	1/2				
<i>Sabellides borealis</i>				8	3	1	
<i>Sabellides octocirrata</i>		1	1	2	3		
<i>Mugga wahrbergi</i>				1	2		
<i>Amythasides macroglossus</i>				1	2		
<i>Samytha sexcirrata</i>		0/1					
<i>Melinna cristata</i>				0/2	0/1		
<i>Melinna elisabethae</i>		0/3					
<i>Laphania boeckii</i>				1	1		
<i>Polycirrus norvegicus</i>					1		
<i>Polycirrus plumosus</i>				1	5		
<i>Amaeana trilobata</i>				1	2		
<i>Trichobranchus roseus</i>		7/7	6		1		
<i>Terebellides stroemii</i>		1/1			0/2		
Sabellidae indet.		4	2	7	7		
<i>Euchone</i> sp.		1		6	15		
ECHIURA							
<i>Echiurus echiurus</i>						1	
SIPUNCULA							
Sipuncula indet.			1				
<i>Phascolion strombus</i>					2		
CRUSTACEA							
* Copepoda indet.							1

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 3/4	Stasjon	Sun 1	Sun 1	Sun 2	Sun 2	Sun 3	Sun 3
		29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013
	Dato	28 m	28 m	79 m	79 m	88 m	88 m
Arter	Dyp						
	Hugg	1	2	1	2	1	2
* <i>Calanus finmarchicus</i>							1
<i>Eudorella emarginata</i>				3	2		
<i>Diastylis</i> sp.			1				
* Amphipoda indet.		20	9	2	4		
* Caprellidae indet.			1				
* Euphausiacea indet.						1	2
* Paguridae indet.		0/1	0/1				
* <i>Anapagurus laevis</i>			1				
* <i>Hyas coarctatus</i>		0/1					
* PYCNOGONIDA indet.		3	1				
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.		2			3		
<i>Rissoa parva</i>		0/1					
<i>Euspira pulchella</i>		0/1					
<i>Euspira montagui</i>					1		
<i>Propebela turricula</i>					1		
<i>Ondina divisa</i>		1					
<i>Diaphana globosa</i>							2
<i>Philine scabra</i>		15/10	11/6	1		10/3	12/8
<i>Cylichna cylindracea</i>		3/2					
<i>Roxania utriculus</i>		1					
* Nudibranchiata indet.			1				
<i>Ennucula tenuis</i>		0/1		1	3/2		
<i>Nuculana minuta</i>				1	0/1		
<i>Yoldiella philippiana</i>				1			
<i>Lucinoma borealis</i>			0/2		1		
<i>Thyasira flexuosa</i>		1/15	0/2	1			
<i>Thyasira sarsii</i>				10/2	13/5	2/1	1/2
<i>Thyasira equalis</i>				37/7	30/2		
<i>Mendicula ferruginosa</i>				1	0/1		
<i>Adontorhina similis</i>				2			
<i>Devonia perrieri</i>		1	1				
<i>Tellimya ferruginosa</i>			0/1		1		
<i>Kurtiella bidentata</i>			1				
<i>Astarte montagui</i>			0/1				
<i>Parvicardium minimum</i>		0/1	1				
<i>Abra nitida</i>				1/3	2/2	2/3	1/2
<i>Mysia undata</i>		0/1					
<i>Corbula gibba</i>		0/2					
<i>Hiatella</i> sp.		0/1					
<i>Thracia convexa</i>		0/1					

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 4/4	Stasjon	Sun 1	Sun 1	Sun 2	Sun 2	Sun 3	Sun 3
		29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013	29.10.2013
	Dato						
	Dyp	28 m	28 m	79 m	79 m	88 m	88 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
* PHORONIDA indet.		4	5				
ECHINODERMATA							
* Ophiuroidea indet.							0/1
<i>Amphiura chiajei</i>		0/3		2/2	5/3		
<i>Amphiura filiformis</i>		0/1		3	12		
<i>Ophiocten affinis</i>		19/14	12/11		1/2		0/4
<i>Ophiura albida</i>		0/4	1/1				
<i>Ophiura</i> sp.				0/2	0/2		
Echinoidea indet.		0/1					
<i>Echinocardium flavescens</i>		0/4	0/12		0/1	0/6	0/7
Synaptidae indet.		28	29				
ENTEROPNEUSTA indet.					1		
ASCIDIACEA indet.		1		1	1		
* VARIA			+			+	

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometrisk klasse	Sun 1	Sun 2	Sun 3
I	26	23	7
II	17	16	4
III	7	13	4
IV	6	8	3
V	8	5	1
VI	4	2	1
VII	1	2	0
VIII	0	2	1
IX	0	0	0
X	0	1	1
XI	0	0	0
XII	0	0	0

Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi



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-14-MX-000123-01



EUNOBE-00009020

Prøvemottak: 09.01.2014
 Temperatur:
 Analyseperiode: 09.01.2014-20.01.2014
 Referanse: 807982/124/13

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 800	mg/kg tv	a) 910	mg/kg tv	a) 1000	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 6	mg/kg tv	a) 12	mg/kg tv	a) 20	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 37	mg/kg tv	a) 56	mg/kg tv	a) 82	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 10	mg/g tv	a) 27	mg/g tv	a) 43	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff		a) 65.5	% (w/w)	a) 49.6	% (w/w)	a) 39.3	% (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 20.01.2014

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

ASM Kundesupport Bergen

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

Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT Sedimentanalyser		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 52595	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-17967	Dato: 28.11.2013	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101/807982/14/13	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur: 	

Prøver mottatt dato: 19.11.2013

RESULTATER

Prøve merket:			807982/ 14/13 Sun 1, 28,0 m	807982/ 14/13 Sun 2, 79,0 m	807982/ 14/13 Sun 3, 88,4 m		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 084404	KA- 084405	KA- 084406		
TOM (550 oC)	%	28.11.13	2,25	6,02	9,37		

Kornfordeling

Analysedato: 27.11.13

Sun 1	KA- 084404	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,06	0,6	0,6	0,6	MdΦ	Silt og leire	33,9
1000	0	0,04	0,4	1,0	1,0	3,68	Sand	65,4
500	1	0,08	0,8	1,9	1,9		Grus	0,6
355	1,5	0,07	0,7	2,6	2,6	SdΦ		
250	2	0,16	1,7	4,3	4,3	1,63		
180	2,5	0,39	4,1	8,4	8,4			
125	3	1,20	12,6	21,0	21,0	SkΦ		
90	3,5	1,91	20,0	41,0	41,0	0,44		
63	4	2,39	25,1	66,1	66,1			
<63	8	3,23	33,9	100,0	100,0	KΦ		
		9,53	100,0			1,12		

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Sun 2		KA-084405								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire			81,0	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,53	Sand			19,0	
500	1	0,03	0,5	0,5		Grus			0,0	
355	1,5	0,03	0,5	1,0	Sd Φ					
250	2	0,04	0,7	1,7	1,57					
180	2,5	0,06	1,0	2,7						
125	3	0,16	2,7	5,4	Sk Φ					
90	3,5	0,24	4,1	9,5	-0,04					
63	4	0,56	9,5	19,0						
<63	8	4,76	81,0	100,0	K Φ					
		5,88	100,0		0,80					

Sun 3		KA-084406								
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)						
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire			73,9	
1000	0	0,01	0,2	0,2	5,29	Sand			26,1	
500	1	0,02	0,4	0,6		Grus			0,0	
355	1,5	0,01	0,2	0,8	Sd Φ					
250	2	0,03	0,6	1,3	1,63					
180	2,5	0,08	1,5	2,8						
125	3	0,19	3,6	6,4	Sk Φ					
90	3,5	0,35	6,6	13,0	0,02					
63	4	0,69	13,0	26,1						
<63	8	3,91	73,9	100,0	K Φ					
		5,29	100,0		0,75					

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediteringsstatus	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjonsgrense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	NS-9423	A	20	-	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema

PRØVESKJEMAET, B.1
 Firma: Trøndersmølt avc
 Lokalitet: Resipient
 Lokalitetstype: Settefiskanlegg med utslipp til sjø

Dato: 28.10.18
 Lokalitetnr: 23735

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr				Indeks
			3	2	1		
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0		0,0
	Tilstand (Gruppe I)						
II	pH	verdi	7,67	7,73	7,93		0,0
	E _h (mv)	verdi	-50	-50	8		
		+ ref. verdi	157	167	225		
	pH _{E_h}	fra figur	0	0	0		
	Tilstand, prøve		1	1	1		
	Tilstand, gruppe II						
			Buffer temp: 8,3 °C	Temp sjø: 9,9 °C	Temp sediment: 9,2 °C		
			pH sjø: 8,18	Eh sjø: 270	Ref. elektrode: 217		
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			28.10.18 V8				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0		0,5
	Farge	Lys/Gul = 0	0	0	0		
		Brun/Sort = 2					
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0		
		Not = 2					
		Stærk = 4					
	Konsistens	Fast = 0			0		
		Mjuk = 2	2	2			
		Løs = 4					
	Grabbvolum	v < 1M = 0			0		
		1M < v < 2M = 1		1			
		v ≥ 2M = 2	2				
	Tykkelse på slæmlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0		
		2 - 8 cm = 1					
	≥ 8 cm = 2						
	SUM		4	3	0		
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,66	0,00		0,5
	Tilstand prøve		1	1	1		
	Tilstand gruppe III						
	Middelvei gruppe II og III		0,44	0,33	0		0,3
	Tilstand gruppe II og III						
	pH _{Eh} Korr. sum Indeks Middelvei	Tilstand	Tilstand			Lokalitetstilstand	
			Gruppe I	Gruppe II og III			
			K	1, 2, 3, 4			
			4	1, 2, 3			
			4	4			
			LOKALITETSTILSTAND				

Korrekturløst: 05.nov dato Olavik Hagen Sign. _____

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Trøndersmolt avd Sunnskjør Sette

Dato: 28.10.18

Lokalitet: Recipient

Lokalitetnr: 2373

Lokalitetstype: Settefiskanlegg med utslipp til sjø

Prøvetakingsted (nr)	3	2	1						
Dyp (m)	88,4	79	28						
Antall forsøk	1	1	1						
Bobling (i prøve)									
Primær- sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand								
	Mudder								
	Silt	5	5	5					
	Leire								
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigguder, antall	Noen	Mange							
Krepedyr, antall									
Skjell, antall	Noen								
Bærstemark, antall	Mange	Mange	Mange						
Andre dyr, antall									
Malacoceera fuliginosa									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekaller									
Kommentarer									

Korrekturlest:

05.nov
dato

Linda Hagen
Sign.

[Signature]
sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gvidlo fra: 11.03.2013

Side av .