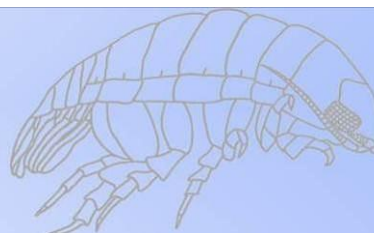


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



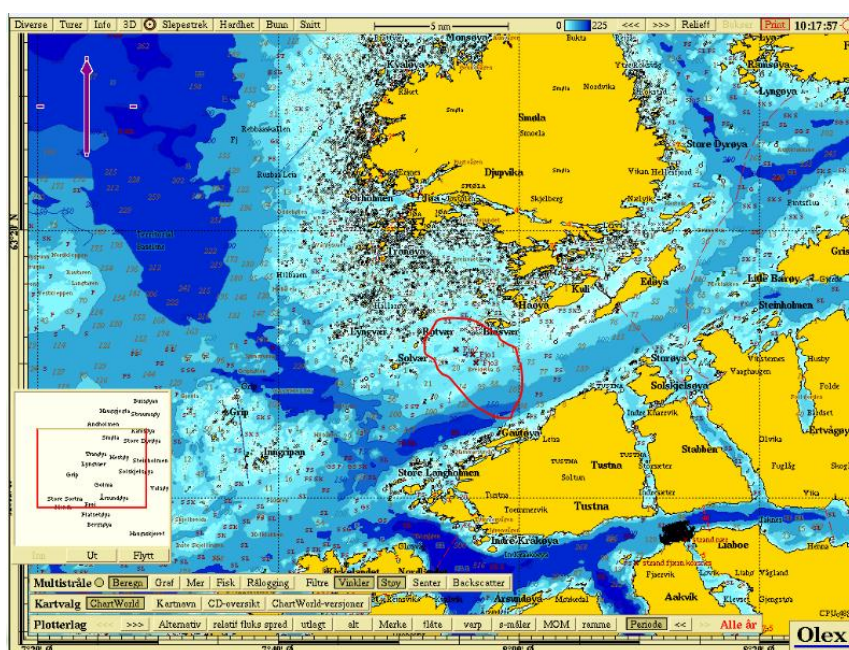
e-rapport nr: 12– 2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Fjordprakken i Smøla kommune, august 2013

Rune Haugen

Øydis Alme

Per-Otto Johansen



Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 06.03.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 06.03.2014 (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: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Fjordprakken i Smøla kommune, august 2013	Dato: 20.2.2013
	Antall sider og bilag: 44
Forfatter(e): Rune Haugen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Stian E. Kvalø
	Prosjektnummer: 807826

Oppdragsgiver: SalMar Farming AS	Tilgjengelighet: Åpen
----------------------------------	-----------------------

Abstract: On assignment from SalMar Farming AS, a MOM-C survey was conducted to investigate the marine recipient of the fish farm that is to be built at Fjordprakken in Møre og Romsdal, describing the environmental state of the area based on chemical and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data. Three stations were chosen for sampling; FJO1 in the near zone, FJO 2 (transition zone), and FJO 3 (remote zone). The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution Control Authority (Miljødirektoratet). The levels of copper, zinc and phosphorous were low at all stations. The total organic carbon (TOC) showed low levels of organic content (classification II - Good) at all stations. The organic content expressed as % volatile total solids also indicated low organic content. The sediment consisted mostly of sand at all three stations. The bottom water at FJO 3 had a high oxygen concentration (classification I - Very good). The soft bottom macrofauna investigation showed good conditions with classification I - Very Good at FJO1 and FJO 3.

Keywords: Fish farm, MOM-C, recipient, benthos, sediment, Fjordprakken	Emneord: Fiskeoppdrett, MOM-C, resipient, bunndyr, sediment, Fjordprakken	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 12-2014
---	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	21.3.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	21.2.2014	<i>Stian E. Kvalø</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 002

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

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 06.03.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 06.03.2014 (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 sediment analyser, samlet av: Rune Haugen, Jostein Pettersen;

Havbrukstjenesten AS

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Lenka Nealova;

SAM-Marin

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Fartøy fra oppdragsgiver

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment Testing Norway AS og underleverandør

Eurofins Umwelt Ost GmbH. **akkrediteringsnummer** Test 003 og D-PL-14081-01-00

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

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: TOM (glødetap), kornfordeling

Ikke akkreditert: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment	14
3.3 Kjemi	15
3.4 Bunndyr	16
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	21
5 TAKK	22
6 LITTERATUR	23
7 VEDLEGG	24
Generell vedleggsdel	25
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	34
Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste	36
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	40
Vedleggstabell 4. Analysebevis	41
Vedleggstabell 5. CTD- data	44

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Fjordprakken sørvest av Kuli i Edøyfjorden, Smøla kommune. Innsamlingene ble gjennomført 6. august 2013. Fjordprakken er en ny lokalitet og var ikke tatt i bruk når undersøkelsen ble gjennomført.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Fjordprakken. 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), Vanddirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Havbrukstjenesten AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra SalMar Farming AS. SAM-Marin, en seksjon ved Uni Research AS, 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. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 22 år og utført miljøundersøkelser i 12 år. En del av erfaringen består i utførelsen av MOM-B undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM-C undersøkelser.

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.

2 MATERIALE OG METODER

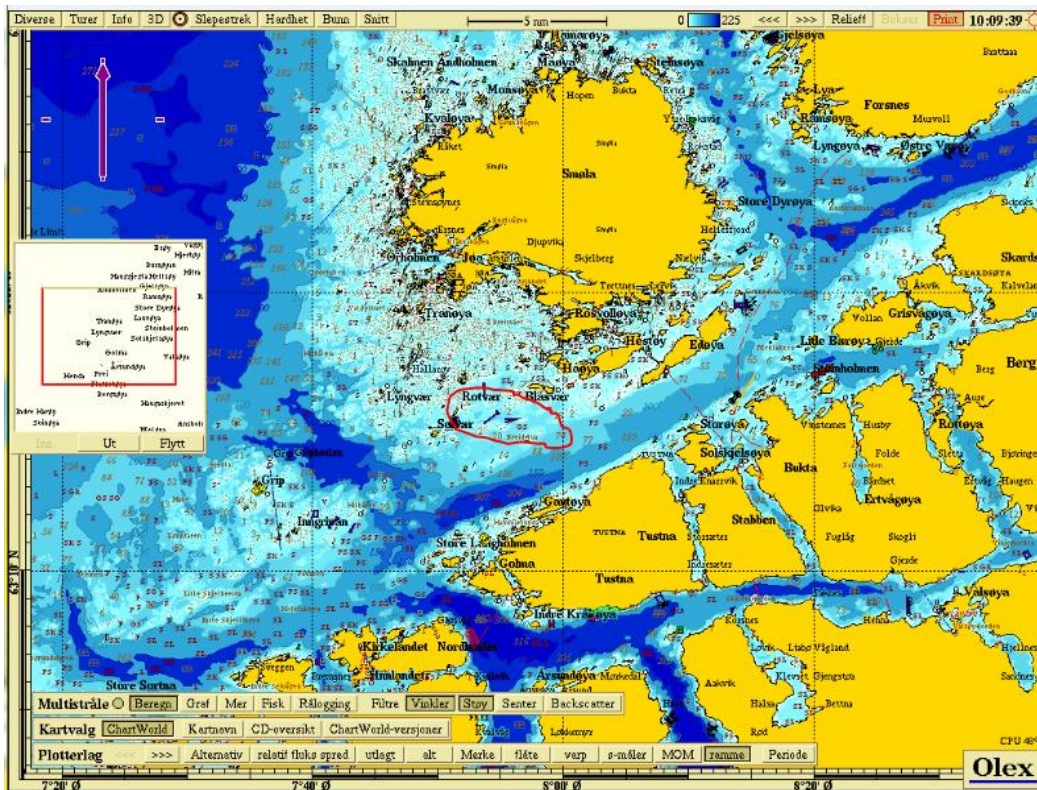
2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger sørvest av Kuli, i Smøla kommune (Figur 2.1 og 2.2). Anlegget skal ligge i et større grunt område, der dybden på det maksimale er 50- 60 m, med mange grunnere områder, skjær og fløer. Anlegget skal ligge over 30- 47 m dyp, og nærstasjonen FJO 1 er plassert i østre ende av anlegget på 32 m dyp. Nordvest for anlegget, i den dypeste delen av området, ble overgangsstasjonen FJO 2 lagt på 57 m dyp. Fjernstasjonen, FJO 3 ble lagt sør for anlegget på 45 m dyp. Da det er et dyphull nordvest for anlegget ble stasjon FJO 2 lagt mot hovedstrøms-retningen for å fange opp eventuell påvirkning her. FJO 3 ble plassert i hovedstrøms-retningen. For å følge krav til plassering i henhold til NS9410 skulle det ideelt sett ha blitt lagt en stasjon til lenger utover i dypet i samme retning, med både FJO 2 og 3 som overgangsstasjoner. Ved fremtidige undersøkelser kan det eventuelt opprettes en ny fjernstasjon lenger ut.

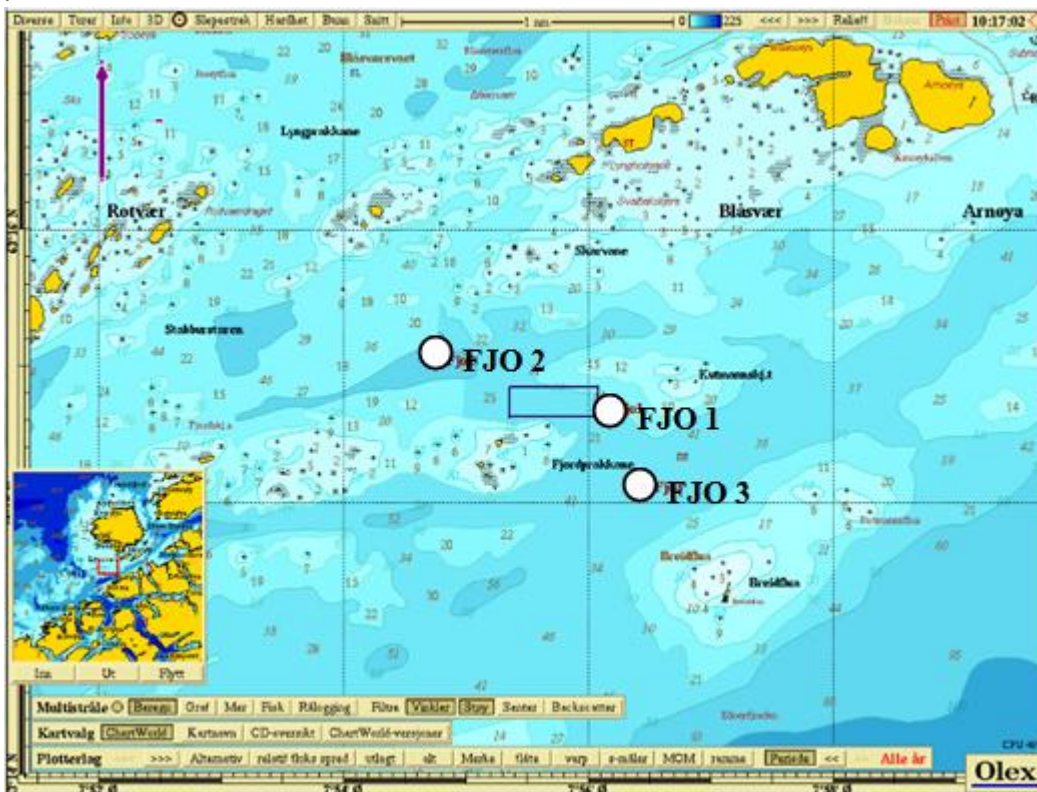
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 6. august 2013. Det ble tatt kjemi-, geologi- og faunaprøver ved de tre valgte stasjonene, FJO 1, FJO 2 og FJO 3. Undersøkelsen ble gjennomført av Jostein Pettersen og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS.

Det ble også tatt hydrografi-målinger ved fjernstasjonen (FJO 3). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.



Figur 2.1: Oversiktskart over Havområdene nord av Kristiansund, og sørvest av Smøla, med undersøkelsesområdet Fjordprakken tegnet inn i rødt. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Kart over Fjordprakken med punkt for prøvestasjonsstasjoner tegnet inn med kakediagram. Eksakt plassering av stasjonen 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 ved Fjordprakken i Edøyfjorden. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble brukt en van Veen grabb til kjemi-, geologi- og biologiprøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg-nummer	Prøve-volum (l)	Andre opplysninger
FJO 1 06.08.13	Fjordprakken, Edøyfjorden 63.15.343N 07.56.117Ø	32	1	1,5	Kjemi, geologi, pH og Eh
			2*	2,0	Biologi
			3	3,5	Biologi
Alle huggene like, med sand/stein Stein i kjeften på biologi *hugg 2; ikke akkreditert					
FJO 2 06.08.13	Fjordprakken, Edøyfjorden 63.15.522N 07.54.734Ø	57	1	3,0	Kjemi, geologi, pH og Eh
			2	5,5	Biologi
			3	3,0	Biologi
Alle huggene like, med sand/stein					
FJO 3 06.08.13	Fjordprakken, Edøyfjorden 63.15.055N 07.56.432Ø	45	1	3,0	Kjemi, geologi, pH og Eh
			2	3,0	Biologi
			3	3,0	Biologi
Alle huggene like, med sand/stein					

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en geologiprøve 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 (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

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

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig 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 første 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 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne 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 henholdsvis WTW pH 3110 pH- meter og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

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 17 liter (van Veen). Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetting av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra 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 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt

Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder 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 (E_{S100}), NQII, 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. NQII 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 bunndyrsdata (side 28). For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt gjort på bakgrunn av Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Nye indekser er 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). Da anlegget i dette tilfellet ennå ikke er tatt i bruk er det imidlertid ikke hensiktsmessig å vurdere tilstanden etter MOM-standardene.

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

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H')	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
	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 nærsone og overgangssone 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 .

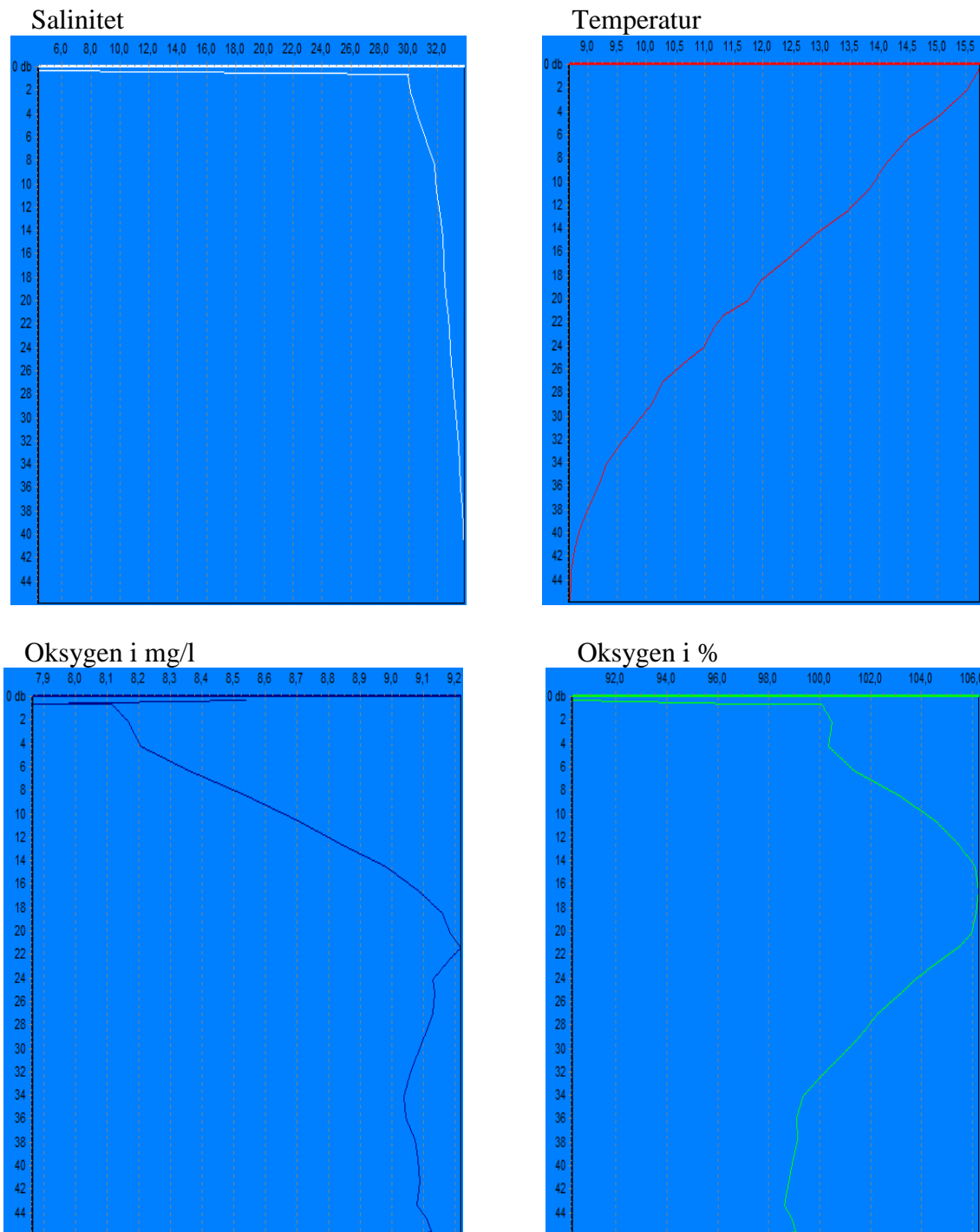
2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Da Fjordprakken er en ny lokalitet, og ikke var tatt i bruk ved undersøkelsestidspunktet, er det aldri fôret noe ved lokaliteten. Lokaliteten bør derfor være uberørt av oppdrettsvirksomhet, da nærmeste lokalitet i bruk, Solværet, ligger 3,5 km i vest.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen på stasjon FJO 3 6.august 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.



Figur 3.1: Temperatur (°C), saltholdighet (‰), oksygen i % metning og mg/l på FJO 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 46 m 6. august 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42

Temperaturen på FJO 3 den 6. august 2013, var ca. 15,6°C i overflatelaget. Deretter sank den jevnt hele veien ned til bunnen til i underkant av 9°C målt på 45 m dyp, uten noe temperatur-sjikt.

I overflatelaget var saltholdigheten rundt 30 promille. Deretter steg den jevnt nedover i dypet til 33,8 promille ved bunnen.

Oksygeninnholdet var høyt gjennom hele vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen på 8,1 mg/l. Oksygeninnholdet økte deretter jevnt ned mot 21 m til 9,2 mg/l, for deretter å synke noe ned mot bunnen til 9,0 mg/l, som tilsvarer 6,34 ml/l. Denne målingen plasserer bunnvannet i Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god).

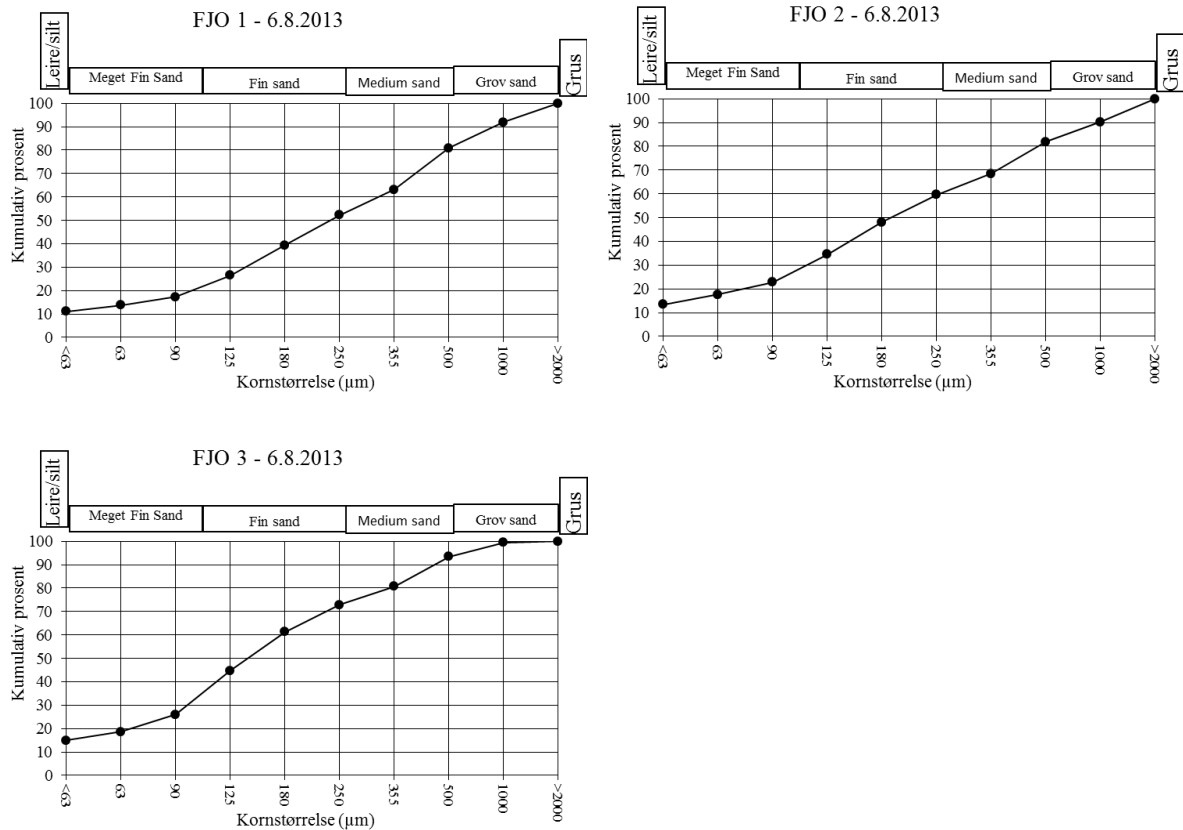
3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøvene fra stasjonene ved Fjordprakken 6. august 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
FJO 1	32	2,43	11,2	80,8	8,0
FJO 2	57	3,63	13,4	76,9	9,8
FJO 3	45	3,00	15,0	84,6	0,4

Sedimentet var dominert av sand på alle tre stasjonene med en andel på 77 til 85 %. Ved FJO 1 besto den resterende delen av sedimentet av 8 % grus og 11 % leire/silt. Ved FJO 2 var det 10 % grus og 13 % leire /silt, mens ved fjernstasjonen FJO 3 var det 15 % leire/silt og 0,4 % grus. Det er dermed et grovt sediment på alle stasjonene. Glødetapet var meget lavt på alle tre, med 2,4 til 3,6 %, som tilsvarer lite organisk innhold.



Figur 3.2: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: FJO 1, Overgangssonen: FJO 2 og Fjernsonen: FJO 3.

3.3 Kjemi

3.3.1. Sedimentanalyser

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

TOC-verdiene var lave på alle tre stasjonene, og ga tilstandsklasse II (God). Metoden for normalisering av TOC er dog ikke den beste for å analysere det organiske innholdet. TOC samsvarte i dette tilfellet godt med glødetapet, som var meget lavt på samtlige stasjoner. Begge analysemetodene indikerer at det er lite organisk materiale i sedimentet i området rundt Fjordprakken.

Verdiene av tungmetallene kobber og sink var lave på alle tre stasjonene, og får tilstandsklasse I (Svært god). Verdiene for fosfor var også lave samtlige stasjoner.

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

Stasjon	Totalt org. karbon (TOC) mg/g TS	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor (P) mg/kg TS	Sink (Zn) mg/kg TS	TK	Kobber (Cu) mg/kg TS	TK	Tørrstoff TS (%)
FJO 1	7	23,0	II	420	24	I	6	I	77,2
FJO 2	10	25,6	II	380	85	I	4	I	70,5
FJO 3	7	22,3	II	440	140	I	4	I	69,9

3.3.2. Måling av pH og Redokspotensial (E_h)

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

Målingen av pH og E_h på alle stasjonene ga beste tilstandsklasse, tilstand 1.

De sensoriske vurderingene som er en del av undersøkelsen indikerer et upåvirket område, med naturlige forhold.

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	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
FJO 1	7,81	-34	0	1
FJO 2	7,68	-2	0	1
FJO 3	7,78	41	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i august 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra FJO 1 i anleggets nærsone, ble det funnet 71 arter med til sammen 275 individer. Her er 2. hugg ikke akkreditert, da det var stein i åpningen på grabben og for lite sediment. Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks ble på huggnivå (snitt) beregnet til 4,88 og

Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 40, som begge plasserer stasjonen i Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god). NQII, som beskriver artsmangfold og fordelingen av robuste og sårbare arter, havnet i tilstandsklasse I. Den mest tallrike arten på stasjonen var børstemarken *Hydroides norvegicus*, som med et individantall på 40 utgjorde 15 prosent av alle individene i prøven. Den nest mest individrike arten var mollusken *Leptochiton asellus* (20 individer, 7 prosent). Det er et variert utvalg av dyregrupper blant de ti mest tallrike artene, med både børstemark, bløtdyr, pigghuder og pølseormer, noe som tyder på gode forhold ved stasjonen. De geometriske klassene indikerer gode forhold på stasjonen.

På fjernstasjonen FJO 3 ble det funnet 265 individer fordelt på 78 arter. Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks ble beregnet til 5,08 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 44,6 på huggnivå (snitt). Begge indekser havner i tilstandsklasse I. Den sammensatte indeksen NQII ble på huggnivå beregnet til 0,81, som gir tilstandsklasse II (God). På stasjonsnivå (sum) havner NQII i tilstandsklasse I. Samlet sett vurderes FJO 3 til tilstandsklasse I. De to mest tallrike artene var også her børstemarken *Hydroides norvegicus* (26 individer, 10 %) og mollusken *Leptochiton asellus* (26 individer, 10 %) De geometriske klassene indikerer også at man her har gode forhold på stasjonen.

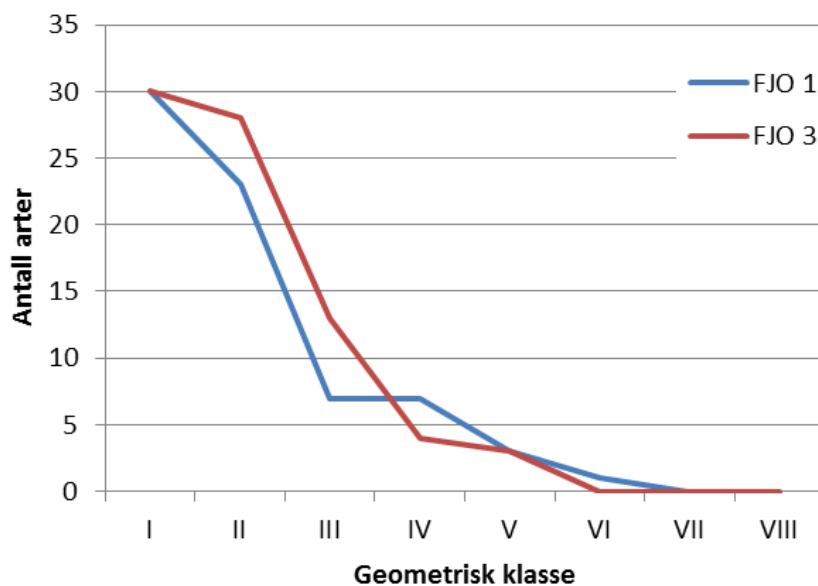
Grunnet gode forhold på nær- og fjernsonestasjonen var det ikke nødvendig å sortere prøvene fra mellomsonestasjonen FJO 2.

De multivariate analysene viser at det var relativt stor variasjon mellom huggene, med en likhet som for det meste ligger rundt 50 prosent, og ingen klar forskjell mellom nærsone og fjernsone (Figur 3.4 og 3.5). FJO 3-2 er det hugget som skiller seg mest fra de andre. Både FJO 1 og FJO 3 er relativt grunne (32 og 45 m) med et sediment dominert av sand, så det er ikke uventet at det ikke er noen tydelig forskjell mellom stasjonene.

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

Stasjon	Hugg	Antall		Diversitet			TK	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
		arter	individer	(H')	NQI1	ES100					
FJO 1	2*	40	109	4,68	0,83	38,4		1,27	0,88	5,32	
	3	54	166	5,08	0,85	41,6		1,28	0,88	5,75	
	Sum	71	275	5,25	0,95	42,8			0,85	6,15	1
	Snitt	47	137,5	4,88	0,84	40,0	I	1,28	0,88	5,54	
FJO 3	2	45	95	5,12	0,80	45,0		1,99	0,93	5,49	
	3	59	170	5,03	0,83	44,1		1,66	0,86	5,88	
	Sum	78	265	5,53	0,96	48,1			0,88	6,29	
	Snitt	52	132,5	5,08	0,81	44,6	I	1,83	0,89	5,69	

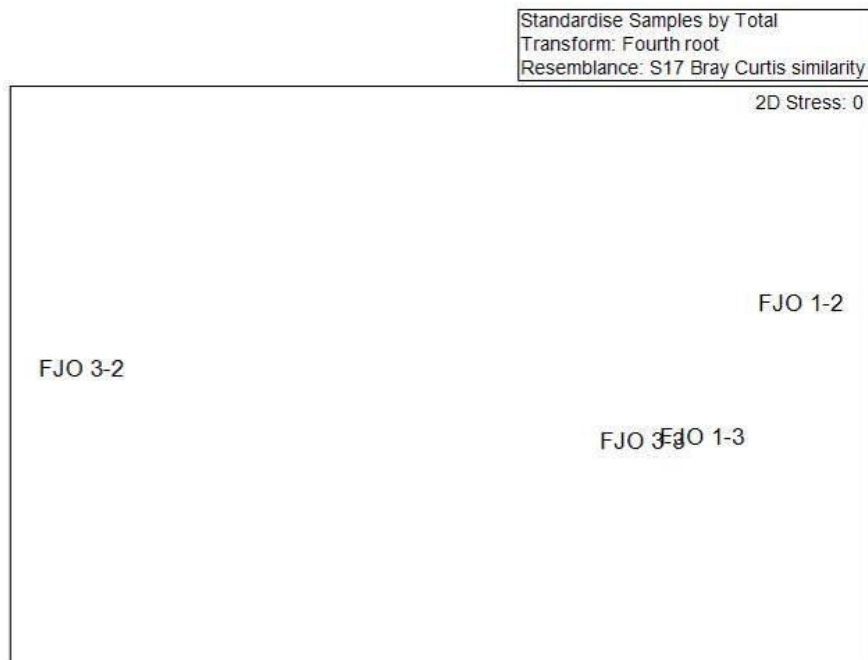
I – Svært god II - God III – Moderat IV – Dårlig V – Svært dårlig



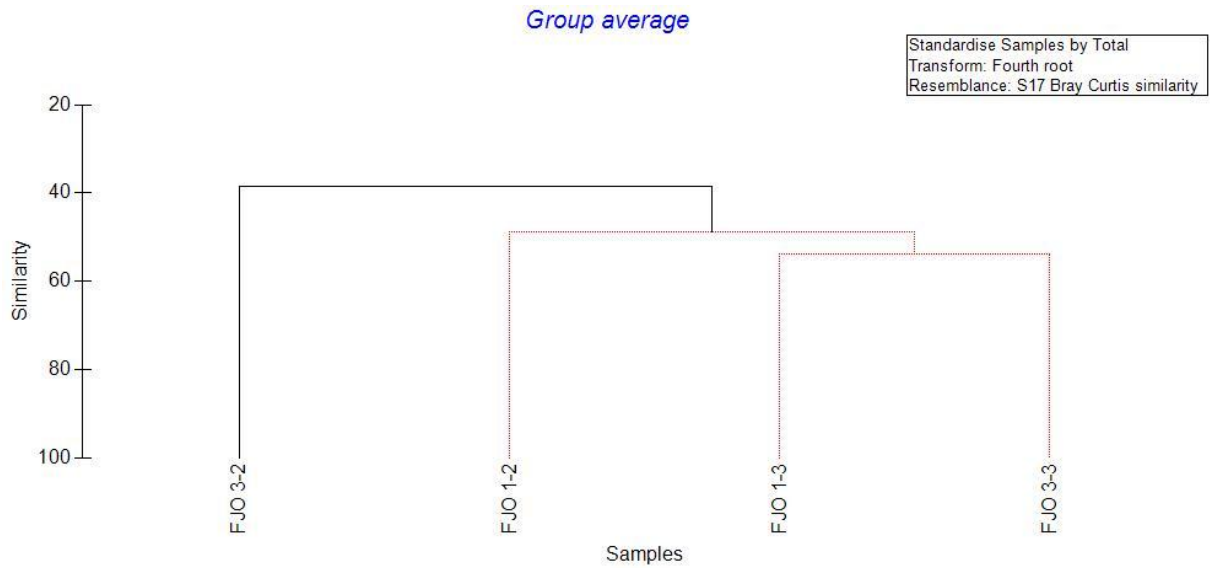
Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene på stasjonene FJO 1 og FJO 3. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og kumulativ prosent av antall individer for stasjonene

FJO 1	Antall individer	%	Kum. %	FJO 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Hydroides norvegicus</i>	40	14,5	14,5	<i>Hydroides norvegicus</i>	26	9,8	9,8
<i>Leptochiton asellus</i>	20	7,3	21,8	<i>Leptochiton asellus</i>	26	9,8	19,6
Sabellidae indet.	18	6,5	28,4	<i>Myriochele danielsseni</i>	18	6,8	26,4
<i>Ischnochiton albus</i>	16	5,8	34,2	<i>Pholoe baltica</i>	10	3,8	30,2
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	10	3,6	37,8	<i>Thyasira flexuosa</i>	10	3,8	34,0
Sipuncula indet.	10	3,6	41,5	Sipuncula indet.	9	3,4	37,4
<i>Pholoe baltica</i>	9	3,3	44,7	<i>Chaetozone</i> sp.	9	3,4	40,8
<i>Placostegus tridentatus</i>	9	3,3	48,0	<i>Galathowenia oculata</i>	7	2,6	43,4
<i>Astarte sulcata</i>	8	2,9	50,9	<i>Paradoneis</i> sp.	6	2,3	45,7
<i>Amphipholis squamata</i>	8	2,9	53,8	<i>Pectinaria auricoma</i>	6	2,3	47,9
<i>Ophiura albida</i>	8	2,9	56,7				

**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

SAM-Marin og Havbrukstjenesten



Figur 3.5: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene ved Fjordprakken i Smøla kommune. Dette er en ny lokalitet som ikke var tatt i bruk ved undersøkelsestidspunktet. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført den 6. august 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én nærstasjon (FJO 1) der anlegget skal ligge, én i overgangssonen (FJO 2 i vest, noe bortenfor anleggsplassering) og én fjernstasjon (FJO 3) i sør.

Sedimentet var meget likt og dominert av sand på alle tre stasjonene, med en andel på 77 til 85 %. Den resterende andelen var en blanding av grus og leire/silt på FJO 1 og FJO 2, mens det resterende på FJO 3 var i hovedsak leire/silt.

Oksygenforholdene ble målt ved bunnen ved FJO 3 til 9,0 mg/l, som tilsvarer 6,34 ml/l. Denne målingen ved bunnen plasserer bunnvannet i Miljødirektoratets tilstandsklasse I (svært god).

Analysene av tungmetallene ga verdier i beste tilstandsklasse for både sink og kobber for alle tre stasjonene. Likeledes var fosforverdiene lave på samtlige stasjoner. TOC-verdien var lav på alle tre stasjonene, noe som samsvarer godt med det lave glødetapet og indikerer lite organisk materiale i sedimentet. Måling av pH og Eh ga alle stasjonene beste tilstand 1.

Analysene av bunnfauna ga beste tilstand etter MOM for nærstasjonen FJO 1 og beste tilstand etter Veileder 02:2013 for både FJO 1 og FJO 3. Indeksen som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) ga henholdsvis beste og nest beste karakter for de to stasjonene. Grunnet de gode forholdene for fauna på både FJO 1 og FJO 3, ble ikke mellomstasjonen, FJO 2 analysert.

Volumet i nesten alle hugg i denne MOM C- undersøkelsen var lite i forhold til ønskelig på grunn av beskaffenheten til sedimentet. Ett hugg ved FJO 1, nærstasjonen ble ikke utført akkreditert, da hugg 2 ble tatt med stein i kjeften og var litt åpen. Dermed har sannsynligvis noe sediment falt ut under heving. Bunnen i området inneholder mye stein, noe kornfordelingsanalysen viser. Da analysen av faunaen gav tilstandsklasse I – Svært god indikerer dette uansett at forholdene er gode.

Siden området ikke er tatt i bruk til oppdrett er det vanskelig å kunne si noe om innvirkningen på miljøet etter oppstart av drift av anlegget. Diversiteten er god og fauna viser at det er fine miljøforhold. Likeledes viser alle andre analyseparametere, som glødetap, oksygen og kjemiske analyser at stasjonene har naturlige meget gode forhold. En kan anta at fremtidige undersøkelser vil gi et bilde på om området blir påvirket etter at det har vært i bruk til oppdrett over tid. Det vil være interessant å følge utviklingen ved neste undersøkelse.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Jostein Pettersen og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, og bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Lenka Nealova og Frøydis Lygre, 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. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

7 VEDLEGG

<u>Generell vedleggsdel</u>	25
<u>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</u>	34
<u>Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste</u>	36
<u>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</u>	40
<u>Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi</u>	41
<u>Vedleggstabell 5. Analysebevis geologi</u>	42
<u>Vedleggstabell 6. CTD-data</u>	44

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

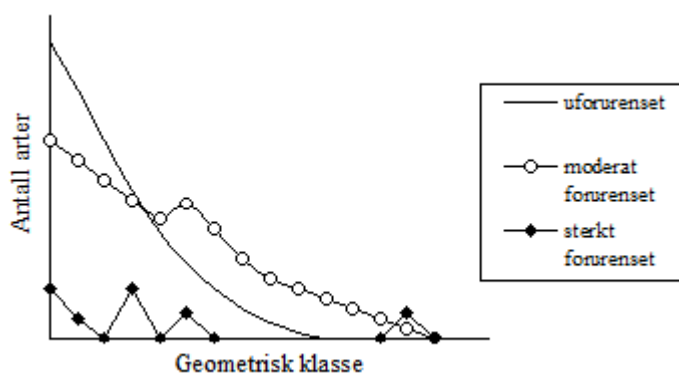
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et 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. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa 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 ES100 = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni 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 faunaeksperter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Den sammensatte indeksen NQI1 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.

NQI1-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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) 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
ISL 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 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 bløtbunnsfauna	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	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 miljøgradienter. Miljøgradienten

trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

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

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

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en “maksimal” projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

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

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

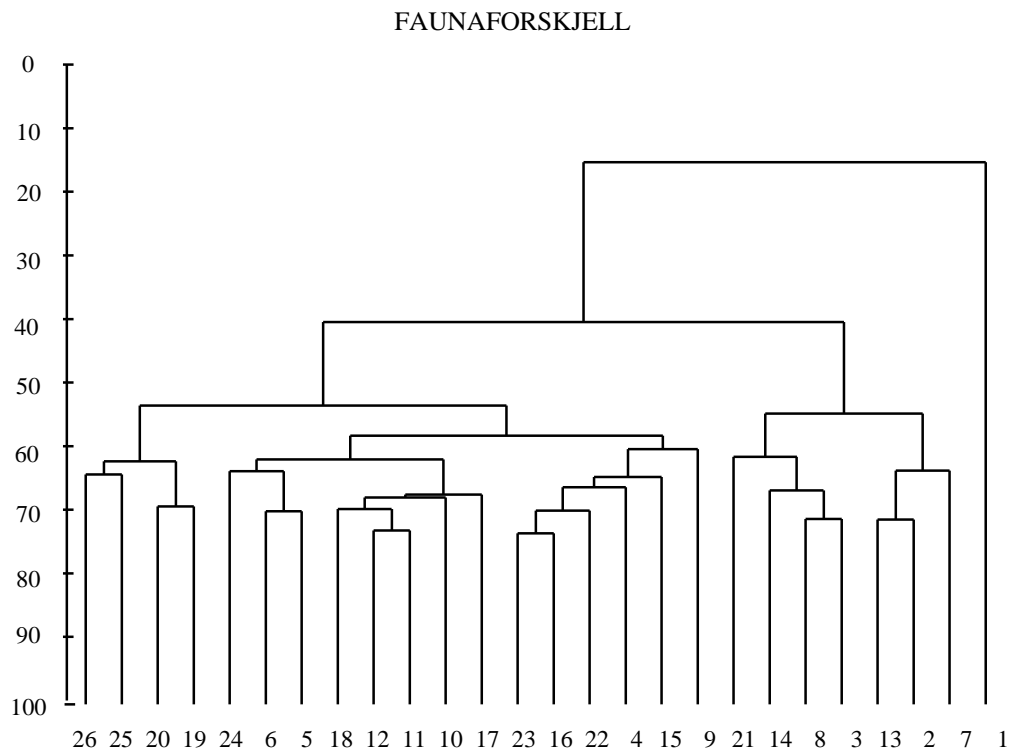
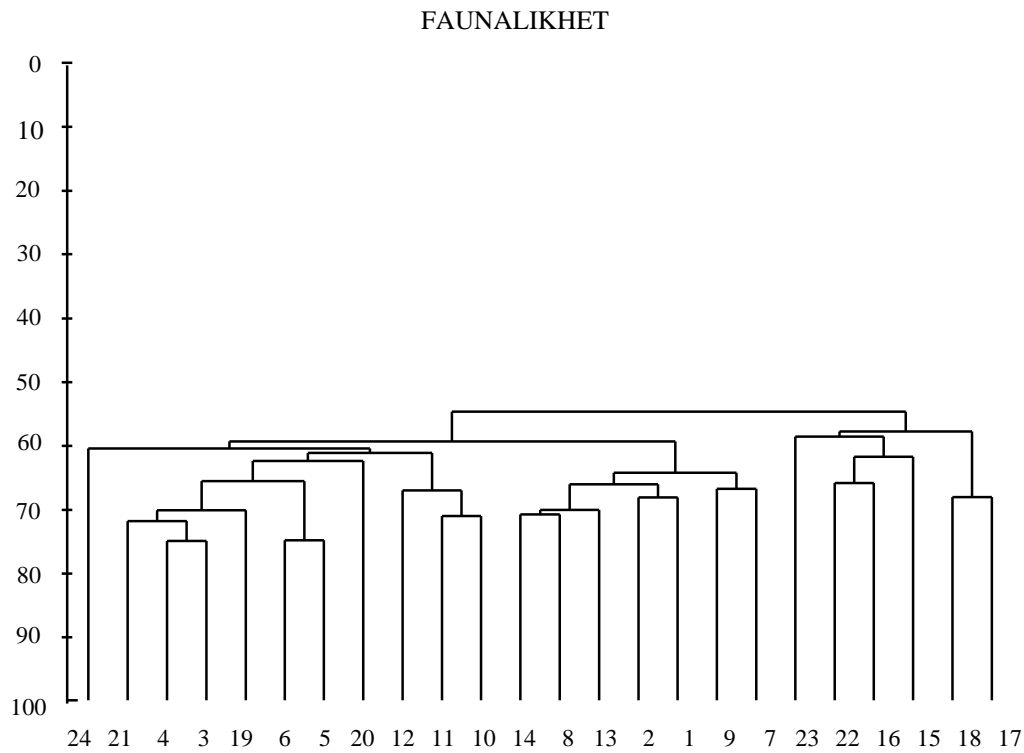
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

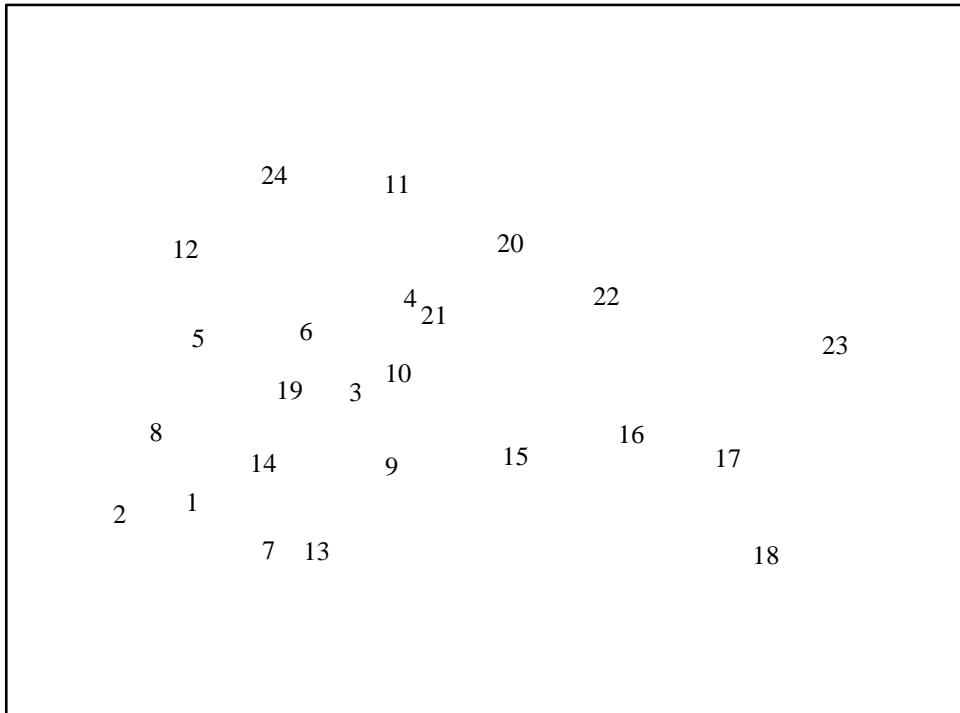
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

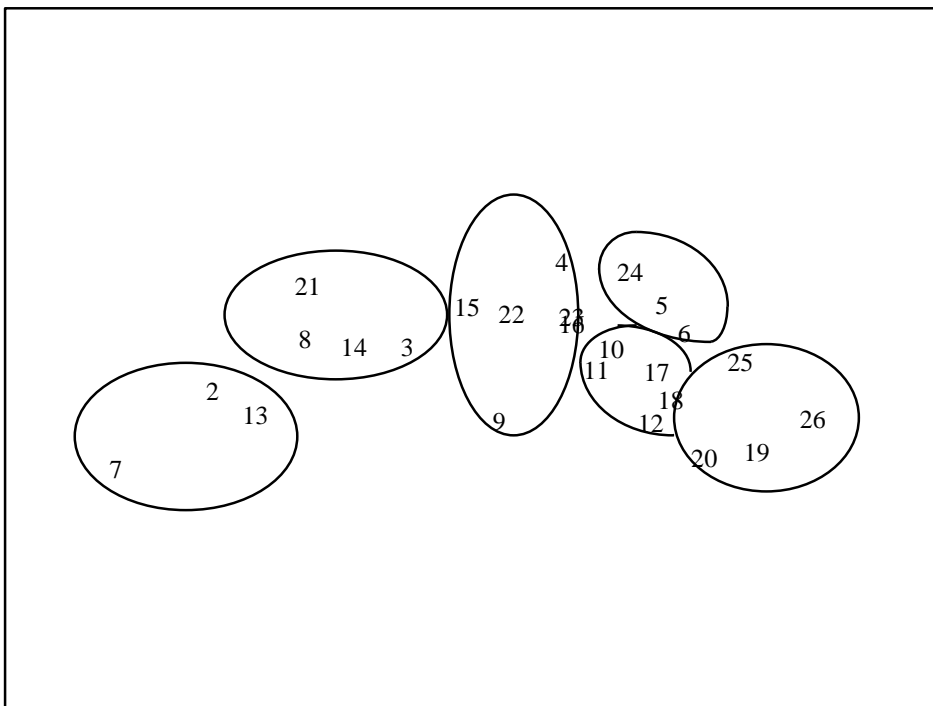


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: *SALTAKE FARMING AS*

Lokalitet: *FJORDPRAKKEN*

Lokalitetstype: *MARESK: NY*

Dato: *6/8-13*

Lokalitetsnr:

P.nr: *807826*

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr									Indeks
			FJ01	FJ01	FJ01	FJ02	FJ02	FJ02	FJ03	FJ03	FJ03	
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
I	Tilstand (Gruppe I)											
II	pH	verdi	<i>7,81</i>			<i>7,61</i>			<i>7,78</i>			
	E _h (mv)	verdi	<i>-39</i>			<i>-2</i>			<i>41</i>			
		+ ref. verdi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	pH/E _h	fra figur										#DIV/0!
	Tilstand prøve											
	Tilstand gruppe II											
			Buffer temp: <i>17</i>			Temp sjø: <i>15°C</i>			Temp sediment: <i>n/a</i>			
			pH sjø: <i>7,87</i>			Eh sjø: <i>34</i>			Ref. elektrode: <i>231</i>			
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):												
<i>OK 6/8-13 Rune Krogh</i>												
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/Grø = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Brunt/Sort = 2										
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Noe = 2										
		Stærk = 4										
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Myk = 2										
		Løs = 4										
	Grabbvolum	v < 14 = 0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
14 ≤ v < 34 = 1												
v ≥ 34 = 2												
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2 - 8 cm = 1											
	≥ 8 cm = 2											
SUM			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Korrigert sum (*0,22)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tilstand prøve												
Tilstand gruppe III												
Middelverdi gruppe II og III			0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
Tilstand gruppe II og III												
pH/Eh	Korr. sum											
	Indeks											
	Middelverdi											
	< 1,1	1										
	1,1 - < 2,1	2										
2,1 - < 3,1	3											
≥ 3,1	4											
			Tilstand		Lokalitetstilstand							
			Gruppe I	Gruppe II og III								
			A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4							
			4	1, 2, 3	1, 2, 3							
			4	4	4							
LOKALITETSTILSTAND											0	

Korrekturlest: *12/8-13*

dato

Rune Krogh
Sign

André Kjørd
Sign

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: SACRINE FARMING AS

Dato: 6/8-13

Lokalitet: FJORDPRAKKEN

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype: MATFISK : NY

P.nr. 8098

Prøvetakingssted (nr)	FJ01	FJ01	FJ11	FJ12	FJ02	FJ02	FJ03	FJ03	FJ03
Dyp (m)	32	32	39	57	57	57	45	45	45
Antall forsøk	2	0	1	2	1	1	1	1	2
Bobling (i prøve)	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand				1	1	1		
	Sand	2	2	2				2	1
	Mudder								
	Silt								
Leire									
Fjellbunn									
Steinbunn	1	1	1	2	2	2	1	2	1
Pigguder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Berstemark, antall									
Andre dyr, antall									
Malacoceros fuliginosa									
Begglatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer	x FJ01 HUG 2: IKKE AKKRES- STEN I HUG: IKKE I KJEFBN → AVVIK RM								

Korrekturlest:

12/8-13
dato

Sign.

Sign.

Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 002

SF505-Benthos Artsliste

Uni Miljø - Sam Marin

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): SalMar ASA, 7266 Kverva

Prosjekt nr.: 807826

Prøvetakingssted (område): Fjordprakken, Edøyfjorden, Møre og Romsdal

Dato for prøvetaking: 6.8.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbrukstjenesten AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: FJO 1, 2. hugg er ikke akkreditert, da det var stein i kjeften på grabb. Noe sediment kan ha gått tapt.

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre, Lenka Nealova; SAM-Marin

	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 Havbrukstjenesten

s. 1/3	Stasjonsnavn	FJO 1	FJO 1	FJO 3	FJO 3
	Dato	06.08.2013	06.08.2013	06.08.2013	06.08.2013
	Dybde	32	32	45	45
Art	Hugg	2*	3	2	3
PORIFERA					
* Porifera indet.			+		+
* <i>Cliona</i> sp.		+	+	+	+
HYDROZOA					
* Hydrozoa indet.		+	+	+	+
ANTHOZOA					
<i>Cerianthus lloydii</i>		0/1		0/1	0/1
<i>Edwardsia</i> sp.				5	
NEMERTEA					
* Nemertea indet.		3	1		
NEMATODA					
* Nematoda indet.		1	13		2
POLYCHAETA					
<i>Ampharete lindstroemi</i>		2		3	
<i>Amphicteis gunneri</i>				1	0/1
<i>Anobothrus gracilis</i>				2	
<i>Aonides paucibranchiata</i>				3	1
<i>Aphelochaeta</i> sp.				2	
<i>Aricidea suecica</i>				1	
<i>Chaetozone</i> sp.			1	6	3
<i>Cirratulus cirratus</i>		2	2		
<i>Diplocirrus glaucus</i>					1
<i>Euchone</i> sp.			1		
<i>Eulalia viridis</i>		1			
<i>Eumida bahusiensis</i>		1	2	2	3
<i>Eupolymnia nesidensis</i>		0/4	0/6	1	3
<i>Exogone</i> sp.			1		3
<i>Galathowenia oculata</i>			1	2	5
<i>Glycera alba</i>			1		
<i>Glycera lapidum</i>			2	2	
<i>Hesionidae</i> sp.		1			1
<i>Hydroides norvegicus</i>		19	21	2	24
<i>Kefersteinia cirrata</i>		1	1		
<i>Laonice</i> sp.				1	
Lumbrineridae indet.			4	1	1
Maldanidae indet.		1			
<i>Mediomastus fragilis</i>					1
<i>Myriochele danielsseni</i>			1	8	10
<i>Nephtys hombergii</i>				1	1
<i>Nephtys hystricis</i>			1		
<i>Nephtys pente</i>		2	1		
<i>Nephtys</i> sp.					0/1
<i>Nereimyra punctata</i>				1	1
<i>Nereis zonata</i>					1
<i>Notomastus latericeus</i>			2		
<i>Ophelina acuminata</i>				1	
<i>Owenia borealis</i>		3	2	1	4
<i>Paradoneis</i> sp.		4	2	3	3
<i>Pectinaria auricoma</i>				4	2
<i>Pectinaria</i> sp.		0/2			

SAM-Marin og Havbrukstjenesten

s. 2/3	Stasjonsnavn	FJO 1	FJO 1	FJO 3	FJO 3
	Dato	06.08.2013	06.08.2013	06.08.2013	06.08.2013
	Dybde	32	32	45	45
Art	Hugg	2*	3	2	3
<i>Pholoe baltica</i>		5	4	3	7
<i>Phyllodoce mucosa</i>			1		1
<i>Placostegus tridentatus</i>		6	3		2
<i>Polycirrus norvegicus</i>			2		2
<i>Polydora</i> sp.					1
Polynoidae indet.			2		
<i>Polyphysia crassa</i>			1		
<i>Praxillella affinis</i>					1/1
<i>Praxillella praetermissa</i>					1/1
<i>Prionospio cirrifera</i>		2	1		5
Sabellidae indet.		11	7		2
<i>Sabellides octocirrata</i>		1			
<i>Scoloplos armiger</i>			1		
<i>Sosane sulcata</i>		2		1	1
<i>Spiophanes kroyeri</i>				2	2
Syllidae indet.		1	5	3	1
<i>Terebellides stroemii</i>			1		1
<i>Thelepus cincimatus</i>		1	1	1	
<i>Trichobranchus roseus</i>		1			3
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.		2	8	4	5
CRUSTACEA					
* Amphipoda indet.		2	2	7	24
* <i>Anomalocera patersoni</i>			1		
* <i>Calanus finmarchicus</i>			2		
* Caridea indet.			1		
* Decapoda juv indet larve			1		
<i>Diastylodes serratus</i>					1
* <i>Eurydice</i> sp.		1	1		1
* <i>Galathea intermedia</i>		6/5	15/11		1/1
* <i>Gnathia</i> sp.			2		
<i>Janira maculosa</i>			2		3
* <i>Pagurus prideaux</i>				1	
* <i>Pandalina</i> sp.			1		
* <i>Philomedes globosus</i>		4	5		9
* Thoracica indet.					1
PYCNOGONIDA					
* Pycnogonida indet.		2			
MOLLUSCA					
<i>Acteon tornatilis</i>				1	
<i>Anatoma crispata</i>		1	1		1
<i>Antalis entalis</i>				1	
<i>Astarte montagui</i>			6		
<i>Astarte sulcata</i>			6/2	0/1	0/1
<i>Cochlodesma praetenue</i>				2	
<i>Cylichna cylindracea</i>		1			
<i>Emarginula fissura</i>			3		
<i>Euspira montagui</i>			1	1	1
<i>Euspira pulchella</i>		1			
<i>Hanleya hanleyi</i>					1/1

s. 3/3	Stasjonsnavn	FJO 1	FJO 1	FJO 3	FJO 3
	Dato	06.08.2013	06.08.2013	06.08.2013	06.08.2013
	Dybde	32	32	45	45
Art	Hugg	2*	3	2	3
<i>Hemilepton nitidum</i>			1		
<i>Hiatella</i> sp.			0/2		
<i>Ischnochiton albus</i>		3/2	9/2		3/2
<i>Leptochiton asellus</i>		4/3	12/1		24/2
<i>Limaria loscombi</i>		1/1			1/1
<i>Limatula gwyni</i>					0/1
<i>Lucinoma borealis</i>				0/1	
<i>Mya</i> sp.					0/1
<i>Nassarius</i> sp.			0/1		1
<i>Nucula nucleus</i>		0/1	1		
<i>Nudibranchia</i> indet.		1			
<i>Palliohum striatum</i>		1/1			1
<i>Parvicardium minimum</i>				1	
<i>Roxania utriculus</i>				1	
<i>Similipecten similis</i>					0/2
<i>Tectura virginea</i>		1			
<i>Tellimya ferruginosa</i>			1		
<i>Thracia phaseolina</i>				1	
<i>Thyasira flexuosa</i>			3	8	0/2
<i>Thyasira sarsi</i>			2		
<i>Timoclea ovata</i>				1	
<i>Tonicella rubra</i>			0/1		
<i>Vitreolina</i> sp.			1		
BRYOZOA					
* Bryozoa indet.		+	+		
* Bryozoa indet. grenet					+
* Bryozoa indet. skorpeformet				+	+
* <i>Reteporella beaniana</i>			+		
ECHINODERMATA					
<i>Amphipholis squamata</i>		1	2/5		0/1
<i>Ophiocomina nigra</i>			3		
<i>Ophiocten affinis</i>					1/2
<i>Ophiopholis aculeata</i>		3/1	1	0/1	1
<i>Ophiura albida</i>		1/1	2/4		3
<i>Echinocardium flavescens</i>				2/1	1
<i>Echinocyamus pusillus</i>					1
Holothuroidea indet.		0/1			
<i>Ocnus lacteus</i>		1			
<i>Pseudothyone raphanus</i>				1	
Synaptidae indet.		2	1	2	1
ASCIDIACEA					
Ascidiacea indet.			1	1	
<i>Pyura tessellata</i>					1
* VARIA			+		+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	FJO 1	FJO 3
I	30	30
II	23	28
III	7	13
IV	7	4
V	3	3
VI	1	0
VII	0	0
VIII	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi



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

Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)
F. reg. 985 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-002381-01



EUNOBE-00007870

Prøvemottak: 18.09.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 18.09.2013-01.10.2013
Referanse: 807826/101/13

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 420	mg/kg tv	a) 380	mg/kg tv	a) 440	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 6	mg/kg tv	a) 4	mg/kg tv	a) 4	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 24	mg/kg tv	a) 85	mg/kg tv	a) 140	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 7	mg/g tv	a) 10	mg/g tv	a) 7	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 77.2	% (w/w)	a) 70.5	% (w/w)	a) 69.9	% (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-09833, Halsbrücke

Bergen 01.10.2013

Helene L. Botnevik

Helene Lillethun Botnevik

Kvalitetsleder/avd.leder mikro

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

Vedleggstabell 5 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		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		RAPPORT Analyse av sediment		
		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		51826	2	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-17614	24.09.2013	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:	Ansvarlig signatur:	
0	611101	Terje Kolberg	Terje Kolberg 	

Prøver mottatt dato: 18.09.2013

RESULTATER

Prøve merket:			807826/ 5/13 FJO 1	807826/ 5/13 FJO 2	807826/ 5/13 FJO 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 082882	KA- 082883	KA- 082884		
TOM (550 oC)	%	23.09.13	2,43	3,63	3,00		

Kornfordeling

Analysedato: 19.09.13

FJO 1	KA- 082882 F	Diameter(µm)	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
		>2000	-1	0,96	8,0	8,0	MdΦ	Silt og leire	11,2
		1000	0	1,34	11,2	19,2	1,59	Sand	80,8
		500	1	2,11	17,6	36,7		Grus	8,0
		355	1,5	1,31	10,9	47,7	SdΦ		
		250	2	1,56	13,0	60,7	2,00		
		180	2,5	1,53	12,7	73,4			
		125	3	1,12	9,3	82,7	SkΦ		
		90	3,5	0,42	3,5	86,2	0,08		
		63	4	0,31	2,6	88,8			
		<63	8	1,34	11,2	100,0	KΦ		
				12,00	100,0		1,36		

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.

FJO 2		KA-082883						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	1,27	9,8	9,8	Md Φ	Silt og leire	13,4	
1000	0	1,09	8,4	18,1	1,92	Sand	76,9	
500	1	1,74	13,4	31,5		Grus	9,8	
355	1,5	1,15	8,8	40,3	Sd Φ			
250	2	1,50	11,5	51,8	2,21			
180	2,5	1,77	13,6	65,4				
125	3	1,53	11,8	77,2	Sk Φ			
90	3,5	0,67	5,1	82,3	0,02			
63	4	0,56	4,3	86,6				
<63	8	1,74	13,4	100,0	K Φ			
		13,02	100,0					1,38

FJO 3		KA-082884						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,03	0,4	0,4	Md Φ	Silt og leire	15,0	
1000	0	0,42	6,2	6,6	2,34	Sand	84,6	
500	1	0,86	12,6	19,2		Grus	0,4	
355	1,5	0,54	7,9	27,2	Sd Φ			
250	2	0,78	11,5	38,6	1,83			
180	2,5	1,13	16,6	55,2				
125	3	1,28	18,8	74,0	Sk Φ			
90	3,5	0,50	7,3	81,4	0,11			
63	4	0,25	3,7	85,0				
<63	8	1,02	15,0	100,0	K Φ			
		6,81	100,0					1,67

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	NS-9423	A	10	-	%

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 produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 6. CTD- data

SD204, Serial No 1053										
Ser	Meas	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density	Press	Date	Time
9	1936	29.94	15.689	100.06	8.11	0.75	21.931	0.62	06.Aug-13	10:26:28
9	1937	30.13	15.511	100.48	8.17	0.81	22.122	2.19	06.Aug-13	10:26:30
9	1938	30.66	15.065	100.34	8.20	1.22	22.635	4.26	06.Aug-13	10:26:32
9	1939	31.22	14.494	101.36	8.36	1.29	23.195	6.39	06.Aug-13	10:26:34
9	1940	31.79	14.136	103.10	8.53	1.20	23.718	8.40	06.Aug-13	10:26:36
9	1941	31.89	13.845	104.56	8.70	1.23	23.865	10.62	06.Aug-13	10:26:38
9	1942	32.14	13.426	105.50	8.85	1.17	24.152	12.73	06.Aug-13	10:26:40
9	1943	32.37	12.912	106.12	8.98	1.45	24.439	14.58	06.Aug-13	10:26:42
9	1944	32.40	12.425	106.25	9.09	1.03	24.566	16.59	06.Aug-13	10:26:44
9	1945	32.51	11.976	106.15	9.16	0.90	24.744	18.45	06.Aug-13	10:26:46
9	1946	32.63	11.738	105.96	9.18	0.67	24.889	20.24	06.Aug-13	10:26:48
9	1947	32.72	11.330	105.46	9.22	0.55	25.039	21.44	06.Aug-13	10:26:50
9	1948	32.80	11.166	104.71	9.18	0.55	25.136	22.55	06.Aug-13	10:26:52
9	1949	32.85	10.985	103.75	9.13	0.49	25.214	24.12	06.Aug-13	10:26:54
9	1950	32.96	10.715	103.24	9.13	0.43	25.352	25.26	06.Aug-13	10:26:56
9	1951	33.08	10.281	102.26	9.13	0.22	25.529	27.13	06.Aug-13	10:26:58
9	1952	33.16	10.100	101.60	9.10	0.19	25.630	28.98	06.Aug-13	10:27:00
9	1953	33.29	9.845	100.86	9.08	0.14	25.782	30.63	06.Aug-13	10:27:02
9	1954	33.45	9.568	100.07	9.06	0.10	25.960	32.31	06.Aug-13	10:27:04
9	1955	33.51	9.313	99.33	9.04	0.08	26.057	34.06	06.Aug-13	10:27:06
9	1956	33.57	9.178	99.12	9.05	0.08	26.134	36.00	06.Aug-13	10:27:08
9	1957	33.67	9.018	99.14	9.07	0.06	26.246	37.80	06.Aug-13	10:27:10
9	1958	33.75	8.874	98.96	9.08	0.05	26.339	39.40	06.Aug-13	10:27:12
9	1959	33.82	8.765	98.80	9.09	0.08	26.420	41.37	06.Aug-13	10:27:14
9	1960	33.82	8.711	98.61	9.08	0.05	26.437	43.37	06.Aug-13	10:27:16
9	1961	33.83	8.704	98.92	9.11	0.07	26.452	44.61	06.Aug-13	10:27:18
9	1962	33.83	8.699	99.07	9.13	0.06	26.458	45.66	06.Aug-13	10:27:20