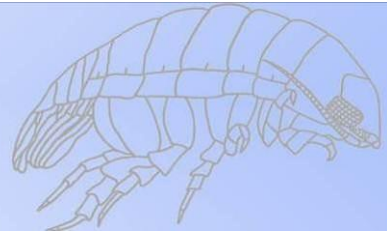


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



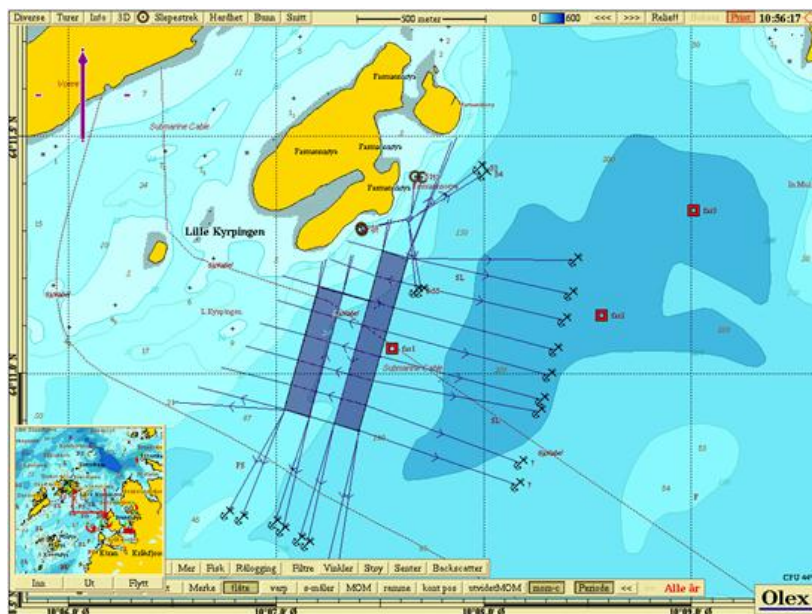
e-rapport nr: 29– 2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Farmansøya i Roan kommune, november 2013

Rune Haugen

Øydis Alme

Per-Otto Johansen



ID: 10723 Versjonsnr: 004

Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av sammendrag SAM e-rapport

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 04.07.2014 (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 Farmansøya i Roan kommune, november 2013	Dato: 15.7.2014
	Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Rune Haugen, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Øydis Alme
	Prosjektnummer: 808066
Oppdragsgiver: SalMar Farming AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from SalMar Farming AS, SAM-Marin, in cooperation with Havbrukstjenesten AS, was hired to investigate the marine area by the fish farm Farmansøya, located in Roan, Sør-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; FAR 1 in the near zone, FAR 2, in the transition zone northeast of the fish farm, and FAR 3, which lies further northeast in the deepest part. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet).

The results show low levels of copper and zinc and slightly elevated levels of phosphorous at all three stations. The content of total organic carbon (TOC) was moderate (classification III) at FAR 1 and very high (classification V) at FAR 2 and 3. The organic content expressed as percent volatile total solids also indicated slightly elevated organic content at the transition and remote stations. The sediment in the area was dominated by silt/clay (70-80 %) and sand. Samples from FAR 1 also contained some gravel. The hydrographical data shows that the bottom water at FAR 3 had a high oxygen concentration, giving the classification I (Very Good). The soft bottom macrofauna investigation also showed good conditions (classification II) in both the near zone (FAR 1) and remote zone (FAR 3), with a high species diversity.

Keywords: Fish farm, recipient, MOM C, benthos, sediment

Emneord: Fiskeoppdrett, resipient, MOM C, bunndyr, sediment

ISSN NR.: 1890-5153

SAM e-Rapport nr. 29-2014

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	15.7.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	15.7.2014	<i>Øydis Alme</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 004

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av
sammendrag SAM e-rapport**

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 04.07.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 04.07.2014 (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: Christian Bøe; Havbrukstjenesten AS

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Nargis Islam, Ragna Tveiten

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

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 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 550)

Ikke akkreditert: -

Andre: -

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	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment	15
3.3 Kjemi	16
3.4 Bunndyr	17
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	22
5 TAKK	23
6 LITTERATUR	24
7 VEDLEGG	25
Generell vedleggsdel	26
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre	35
Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste	36
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	40
Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi	41
Vedleggstabell 5 Analysebevis geologi	42
Vedleggstabell 6. CTD- data	44

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Farmansøya i Roan kommune, Sør-Trøndelag. Innsamlingene ble gjennomført 7. november 2013.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Farmansøya. 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 13 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, og tetthetsindeksen DI er tatt inn.

2 MATERIALE OG METODER

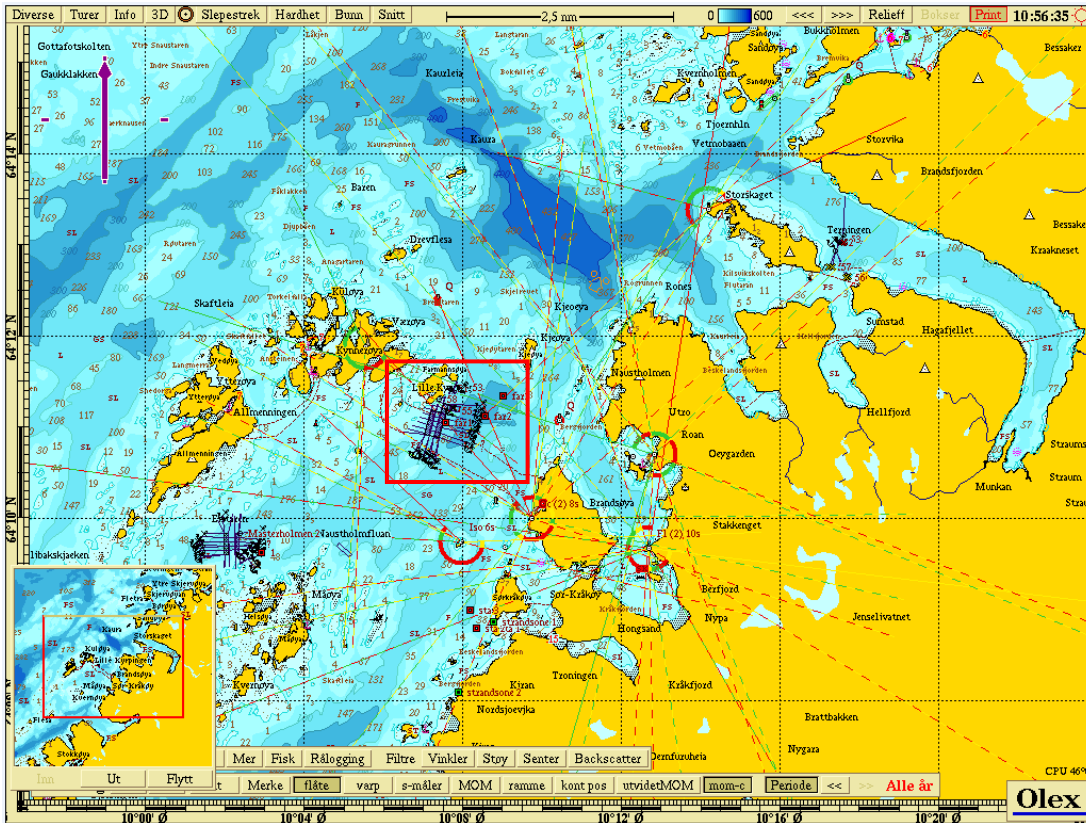
2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger ved Farmansøya, rett ved hovedfartsleia øst for Allmenningen i Roan kommune (Figur 2.1 og 2.2). Anlegget ligger rett sør for Farmansøya. Under anlegget varierer dybden fra 50 m i nordvestre hjørne til 150 m i sørøstre hjørne av rammefortøyningen. I vest er det grunner med dybder på minimum 4 – 5 m, et stykke sør for anlegget er minimumsdybden 19 m. I øst skråner bunnen raskt, og mellomstasjonen (FAR 2) og fjernstasjonen (FAR 3) ligger i dette dypet i nordøstlig retning, på henholdsvis 209 m og 206 m.

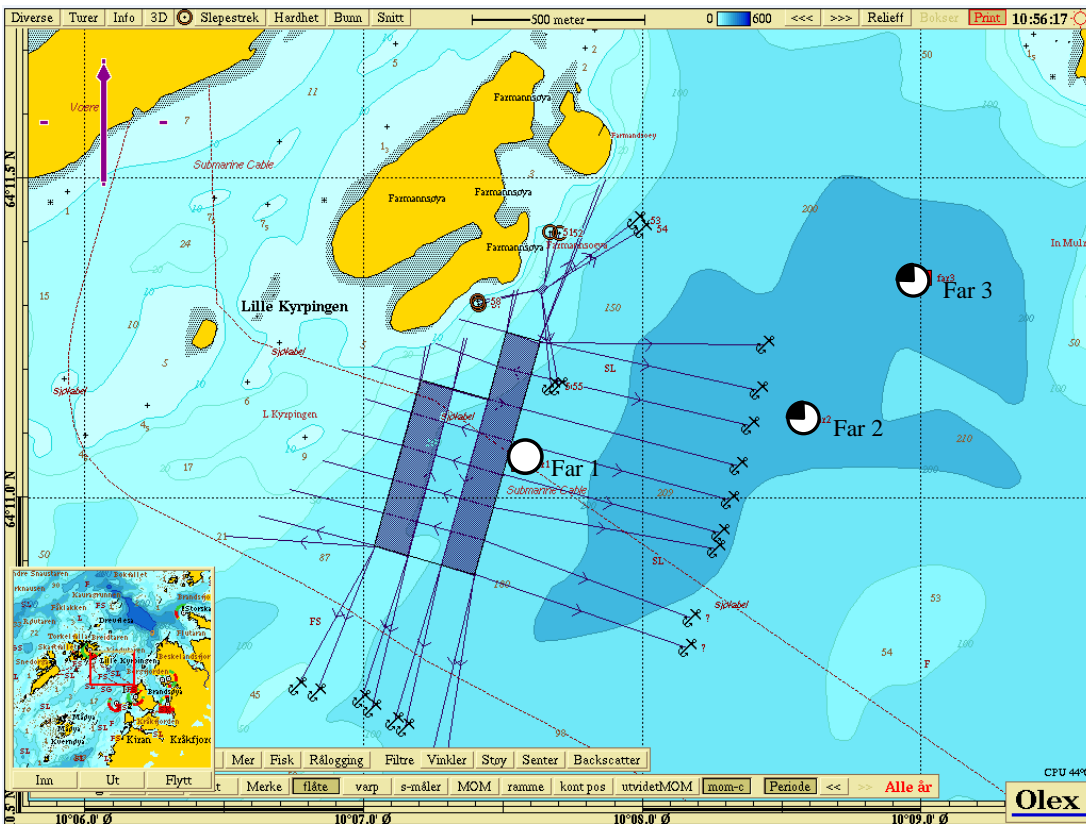
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 7. november 2013. Det ble tatt kjemi-, geologi- og faunaprøver ved de tre valgte stasjonene, FAR 1, FAR 2 og FAR 3. Undersøkelsen ble gjennomført av Christian Bøe fra Havbrukstjenesten AS.

Det ble også tatt hydrografi-målinger ved fjernstasjonen (FAR 3). Grunnet værforhold var det ikke mulig å gjennomføre hydrografimålingene på den opprinnelige prøvetakingsdatoen, og målingene ble gjort ved et senere besøk, 25. april 2014. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført med 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 for Stokkøya, med undersøkelsesområdet Farmansøya midt i kartet, markert i rødt. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Kart over Farmansøya med punkt for prøvestasjonstasjoner 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 Farmansøya i Roan kommune. Posisjonering vha. 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
FAR 1 07.11.13	Farmansøya, Roan 64°11.052N 10°07.558Ø	130	1	6,5	Kjemi, geologi, pH og Eh
			2	5,5	Biologi
			3	4,5	Biologi
Alle huggene like, med mest silt, noe sand/grus					
FAR 2 07.11.13	Farmansøya, Roan 64°11.122N 10°08.564Ø	209	1	15,5	Kjemi, geologi, pH og Eh
			2	14,0	Biologi
			3	14,0	Biologi
Alle huggene like, med silt					
FAR 3 07.11.13	Farmansøya, Roan 64°11.343N 10°09.007Ø	206	1	15,5	Kjemi, geologi, pH og Eh
			2	14,0	Biologi
			3	14,0	Biologi
Alle huggene like, med silt					

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

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 strømmen 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 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 er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 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 (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 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, med unntak av DI. Klassifisering er i denne rapporten oppgitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013, mens tilstandsklassen er basert på snittet. 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. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

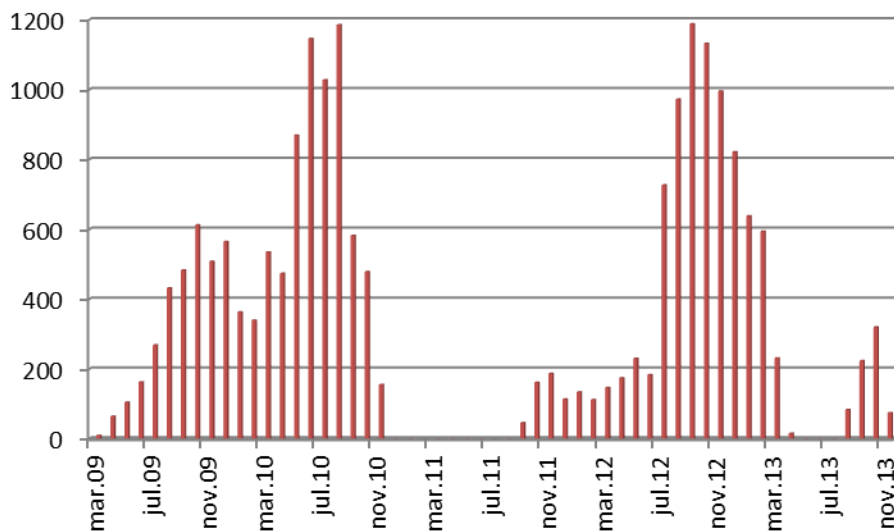
Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H')	02:2013		>4,8	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 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

Farmansøya har vært i bruk siden 2004. Høsten 2013 ble anleggets plassering endret, slik at det nå ligger ut i fra øya, mens det tidligere lå med langsiden mot Farmansøya. Fôrforbruket de siste fem årene er presentert i Figur 2.3.

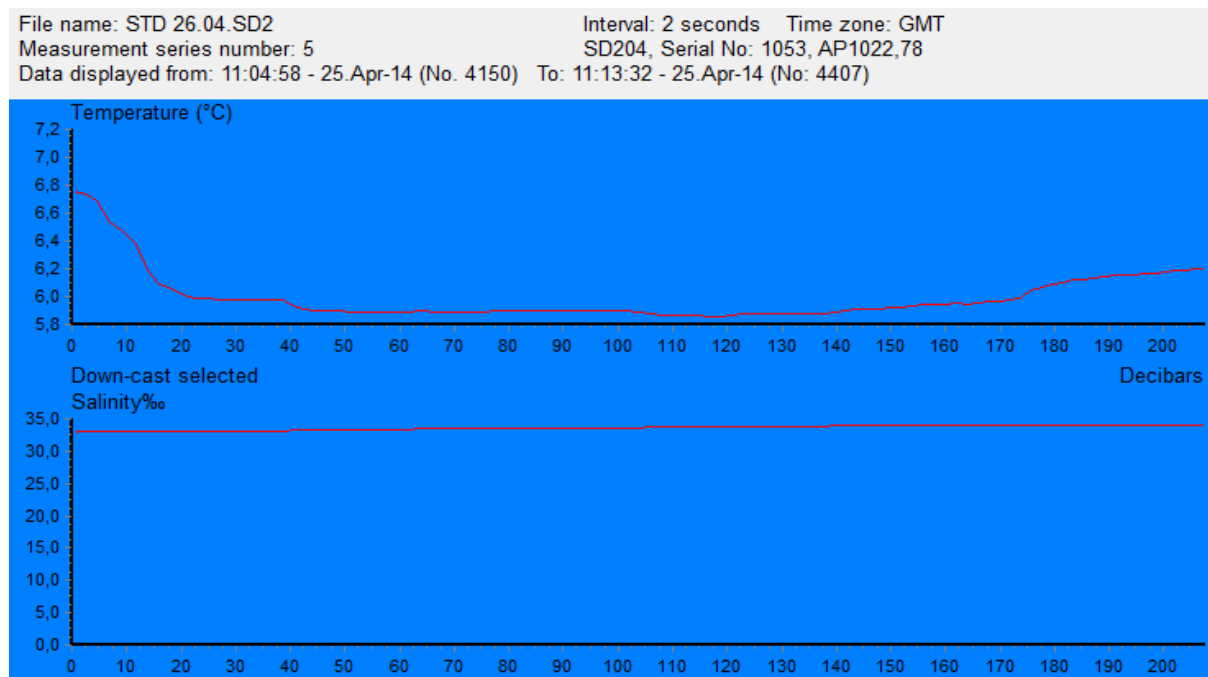


Figur 2.3: Fôrforbruk i tonn fôr pr. måned de siste 5 årene ved Farmansøya frem til 07.11.13.

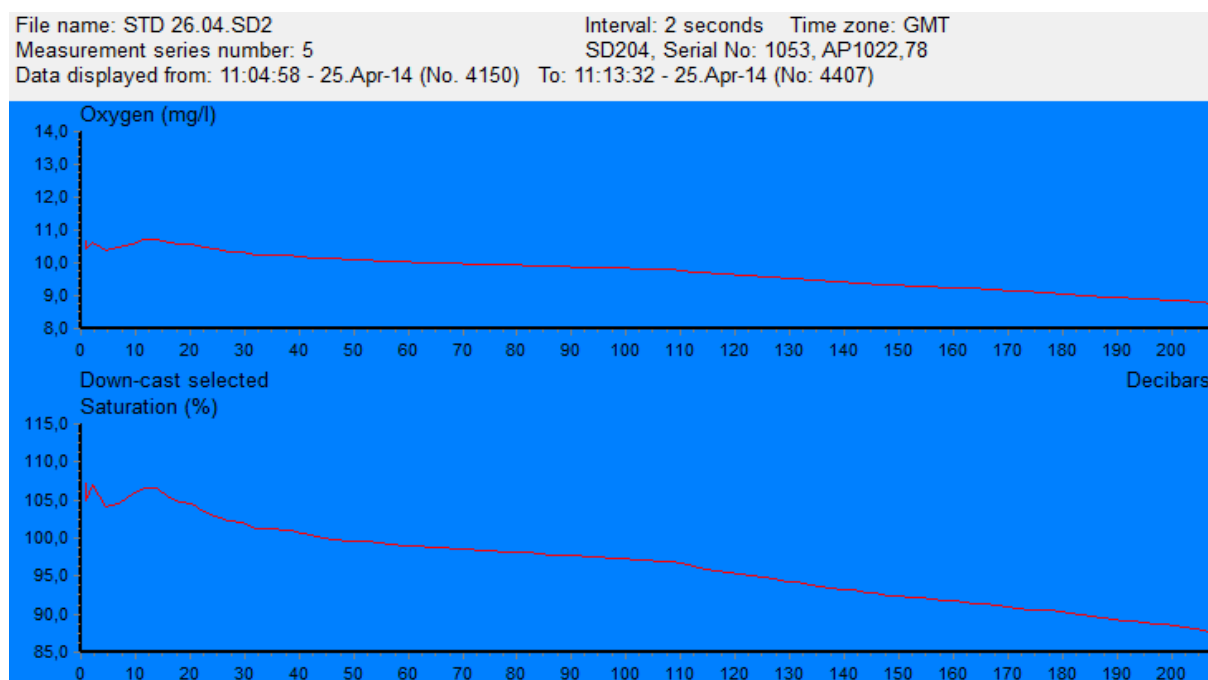
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til bunnen på stasjon FAR 3 den 25.04.14. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1.



Figur 3.1.a) Temperatur (°C) og saltholdighet (‰) på FAR 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til bunnen ved 207 m den 25.04.14.



Figur 3.1.b) Oksygen i % metning og mg/l på FAR 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til bunnen den 25.04.14. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mg O₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42

Temperaturen på FAR 3 den 25. april 2014, var ca. 6,8° C i overflatelaget. Deretter sank den jevnt ned til ca. 6° C ved 15 m dyp, fra der av var den stabil ned til 40 m. Fra 40 m sank den litt ned til 5,8° C og var stabil rundt det til 140 m dyp. Derfra steg den jevnt ned til bunnen hvor den var 6,2° C. Totalt sett en jevn temperatur fra overflate til bunn, med små variasjoner, uten noe temperatur-sjikt.

Saltholdigheten var jevn i hele vannsøylen fra overflate og ned til bunnen. Med lavest salinitet i overflatelaget, hvor den var på 33 promille, deretter steg den jevnt til 34 promille ved bunnen.

Oksygeninnholdet var høyt gjennom hele vannsøylen. I overflatelaget og ned til omtrent 20 m lå konsentrasjonen rundt 10,5 mg/l. Oksygeninnholdet sank deretter jevnt ned til bunnen (ved 207 m dyp), hvor den 8,71 mg/l, som tilsvarer 6,13 ml/l. Denne målingen plasserer bunnvannet i Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Svært god).

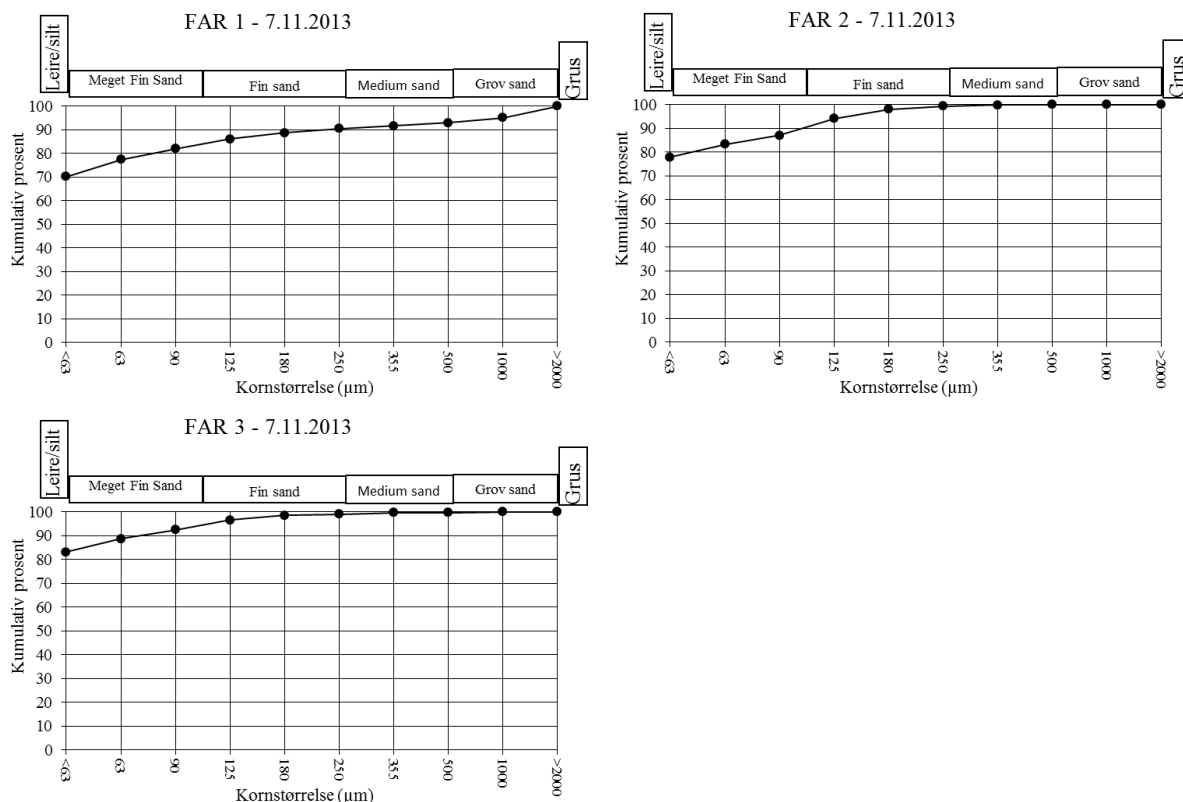
3.2 Sediment

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 Farmansøya 7. november 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Kornstørrelsesfordeling (%)		
			Silt og leire	Sand	Grus
FAR 1	130	6,14	70,2	24,9	4,9
FAR 2	209	13,3	78,0	22,0	0,0
FAR 3	206	13,9	83,2	16,8	0,0

Sedimentet var dominert av silt/leire på alle tre stasjonene med en andel mellom 70,2 % (FAR 1) og 83,2 % (FAR 3). Ved FAR 1 besto den resterende delen av sedimentet av 24,9 % sand og 4,9 % grus. Ved FAR 2 var det 22 % sand, mens ved fjernstasjonen FAR 3 var det 16,8 % sand. Sedimentet kan dermed karakteriseres som fint på alle stasjonene. Det organiske innholdet målt som glødetap var lavt på FAR 1, mens det var noe forhøyet (13- 14 %) på de to andre stasjonene FAR 2 og FAR 3.



Figur 3.2: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: FAR 1, Overgangssonen: FAR 2 og Fjernsonen: FAR 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, som Farmansøya (Aure et al. 1993).

De normaliserte TOC-verdiene var moderate (Tilstandsklasse III) ved nærstasjonen FAR 1. Ved de to dypere stasjonene (FAR 2 og FAR 3) var TOC-verdiene meget høye, og ga tilstandsklasse V (Svært dårlig). Metoden for normalisering av TOC er dog ikke den beste for å analysere det organiske innholdet, men i dette tilfellet samsvarte TOC godt med organisk innhold målt som % glødetap, som var lavt på FAR 1 og forhøyet på de to andre stasjonene. Begge analysemetodene indikerer at det er lite organisk materiale i sedimentet ved FAR 1, mens det indikerer mer organisk materiale ved de to dypeste stasjonene ved Farmansøya.

Verdiene av tungmetallene kobber og sink var lave på alle tre stasjonene, og får tilstandsklasse I (Svært god). Verdiene for fosfor var noe forhøyet ved 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 (%)
FAR 1	22	27,4	III	1200	73	I	20	I	63,7
FAR 2	50	54,0	V	960	94	I	28	I	38,3
FAR 3	47	50,0	V	1000	99	I	30	I	39,5

3.3.2. Måling av pH og Redokspotensial (Eh)

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

Målingen av pH og E_h på alle stasjonene ga beste tilstandsklasse, tilstand 1. De sensoriske vurderingene som er en del av undersøkelsen viste noe farge på FAR 2 og FAR 3, noe som indikerer litt påvirkning av organisk materiale, ut over dette ingen sensoriske observasjoner som lukt og konsistens som indikerer påvirkning.

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	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
FAR 1	7,51	-136	1	1
FAR 2	7,39	-204	1	1
FAR 3	7,41	-214	1	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 november 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrprøvene fra FAR 1 i anleggets nærsone, ble det funnet 67 arter med til sammen 541 individer. Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks ble på huggnivå (snitt) beregnet til 4,55 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 31,8, som begge plasserer stasjonen i Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God). NQI1, som beskriver artsmangfold og fordelingen av robuste og sårbare arter, og tetthetsindeksen DI havner også i tilstandsklasse II. Den samlede tilstandsklassen for FAR 1 blir dermed II (God). I følge MOM-standarden er imidlertid diversitets-indeks 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 på stasjonen var børstemarken *Paramphinome jeffreysii*, som med et individantall på 93 utgjorde 17 prosent av alle individene i prøven. Den nest mest individrike arten var skjellet *Thyasira equalis* (68 individer, 13 prosent). Ellers ble det funnet ytterligere fem børstemarkarter, to skjell og en sjøpølse blant de ti mest tallrike artene. De geometriske klassene indikerer gode forhold på stasjonen.

På fjernstasjonen FAR 3 ble det funnet 219 individer fordelt på 46 arter. Shannon-Wiener (H') diversitetsindeks ble beregnet til 3,8 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 29,6 på huggnivå (snitt). Den sammensatte indeksen NQI1 ble på huggnivå beregnet til 0,71 og tetthetsindeksen DI fikk verdien 0,01. Samtlige indekser havner i tilstandsklasse II – God, med unntak av DI, som havner i tilstandsklasse I – Svært God. Samlet får stasjonen tilstandsklasse II. De to mest tallrike artene var også her børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (79 individer, 36 %) og skjellet *Thyasira equalis* (21 individer, 10 %) De geometriske klassene indikerer også at man her har gode forhold på stasjonen.

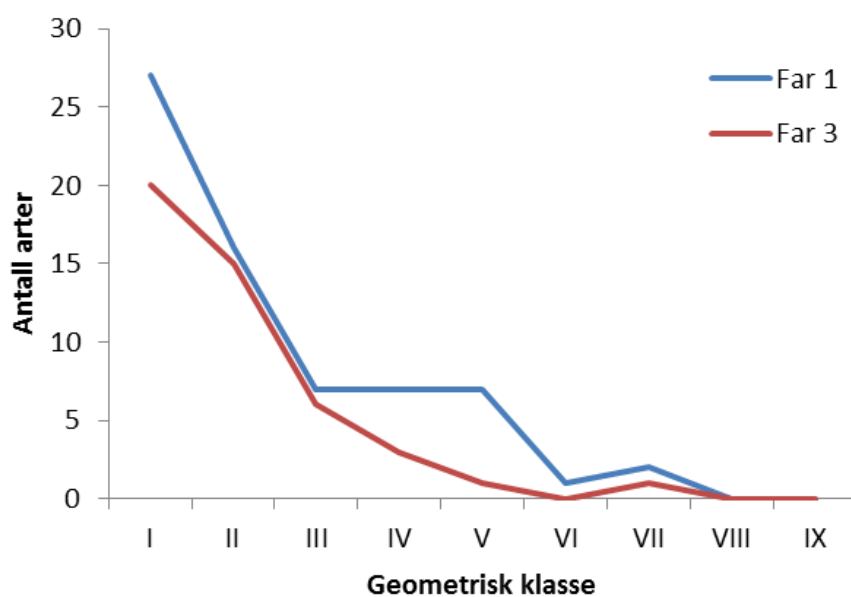
Grunnet gode forhold på både nær- og fjernsonestasjonen var det ikke nødvendig å sortere prøvene fra mellomsonestasjonen FAR 2.

De multivariate analysene viser at det var relativt høy likhet mellom huggene på hver stasjon, med en likhet som ligger mellom 60 og 70 prosent, og det er relativt liten forskjell mellom nærsonen og fjernsonen (Figur 3.4 og 3.5).

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI), individtetthet (DI) og den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQ11) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. MOM-tilstanden baseres på summen av to grabbhugg, mens de resterende indeksene baseres på gjennomsnitt. Indeksverdiene normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) og tilstandsklasse baseres på snittet av disse. Farget firkant angir tallmateriale brukt i MOM klassifisering.

Stasjon	Hugg	Antall		Diversitet			DI	TK	AMBI	Jevnhet (J)	MOM TK
		Arter	Individer	(H')	NQ11	ES_{100}					
FAR 1	2	57	384	4,53	0,74	30,1	0,53		2,37	0,78	
	3	42	157	4,57	0,75	33,5	0,15		2,28	0,85	
	Sum	67	541	4,65	0,75	31,2	0,38		2,35	0,77	1
	Snitt	50	271	4,55	0,75	31,8	0,38		2,33	0,81	
	nEQR			0,77	0,72	0,77	0,68	II			
FAR 3	2	37	137	3,91	0,71	31,2	0,09		2,67	0,75	
	3	28	82	3,70	0,70	28,0	0,14		2,63	0,77	
	Sum	46	219	4,03	0,72	31,3	0,01		2,66	0,73	
	Snitt	33	110	3,80	0,71	29,6	0,01		2,65	0,76	
	nEQR			0,69	0,68	0,75	0,99	II			

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

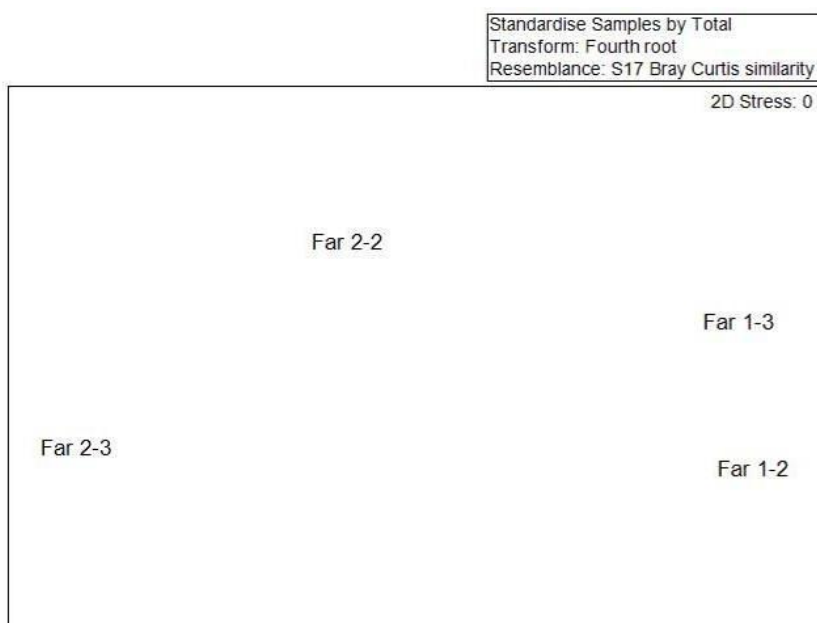


Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

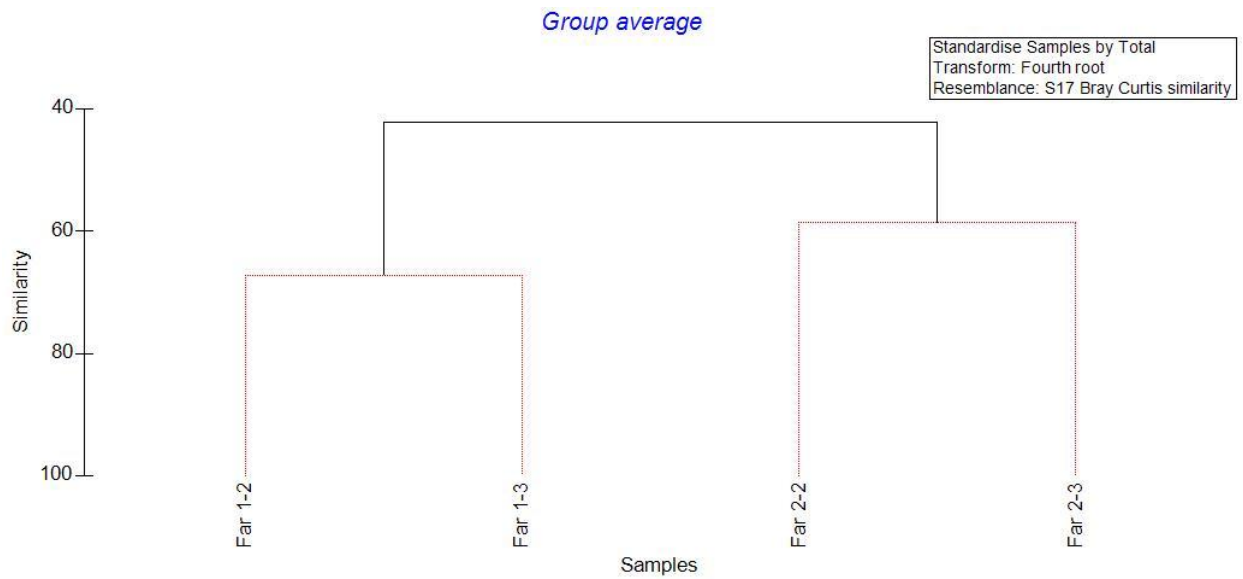
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene på stasjonene FAR 1 og FAR 3. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og kumulativ prosent av antall individer for stasjonene

FAR 1	Antall individer	%	Kum. %	FAR 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	93	17,2	17,2	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	79	36,1	36,1
<i>Thyasira equalis</i>	68	12,6	29,8	<i>Thyasira equalis</i>	21	9,6	45,7
<i>Thyasira sarsi</i>	42	7,8	37,5	Lumbrineridae indet.	12	5,5	51,1
<i>Chaetozone</i> sp.	29	5,4	42,9	<i>Heteromastus filiformis</i>	11	5,0	56,2
<i>Notomastus latericeus</i>	28	5,2	48,1	<i>Notomastus latericeus</i>	8	3,7	59,8
Synaptidae indet.	27	5,0	53,0	<i>Thyasira sarsi</i>	7	3,2	63,0
<i>Philine scabra</i>	25	4,6	57,7	<i>Aphelochaeta</i> sp.	7	3,2	66,2
<i>Pholoe pallida</i>	21	3,9	61,6	<i>Scalibregma inflatum</i>	5	2,3	68,5
<i>Pholoe baltica</i>	20	3,7	65,2	<i>Levinsenia gracilis</i>	4	1,8	70,3
Lumbrineridae indet.	18	3,3	68,6	<i>Amphiura chiajei</i>	4	1,8	72,1
				<i>Rhodine gracilior</i>	4	1,8	74,0

Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------

**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 Farmansøya i Roan kommune. Denne lokaliteten har vært i bruk siden 2004. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én nærstasjon (FAR 1) i østre kant av anlegget, én i overgangssonen (FAR 2) i nordøst, og én fjernstasjon (FAR 3) lengst nordøst, ute i leia.

Sedimentet var fint og relativt likt mellom de tre stasjonene. Alle stasjonene var dominert av silt/leire, med en andel på 70 til 83 %. Den resterende andelen av sedimentet besto av sand, men på nærstasjonen (FAR 1) var det også noe grus (5 %).

Oksygenforholdene ble målt 25. april 2014 ved FAR 3. Ved bunnen ble oksygenkonsentrasjonen målt til 8,71 mg/l, som tilsvarer 6,13 ml/l. Denne målingen 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. Fosforverdiene var noe forhøyet på samtlige stasjoner. Organisk innhold målt som totalt organisk karbon (TOC) var moderat høyt ved FAR 1, mens det var meget høyt og ga dårligste tilstandsklasse (V – Svært dårlig) for de to dypeste stasjonene, FAR 2 og FAR 3. TOC-verdiene indikerer lite/noe organisk materiale i sedimentet ved FAR 1, og høyt innhold av organisk materiale ved de to andre. Det organiske innholdet målt som glødetap var også en del forhøyet på de to dypeste stasjonene. Måling av pH og Eh ga alle stasjonene beste tilstand 1.

Analysene av bunnfauna ga verdier som viser gode forhold på både FAR 1 og FAR 3. Samtlige indekser plasserer bunnfaunaen i tilstandsklasse II (God), med unntak av tetthetsindeksen DI som ved FAR 3 havner i tilstandsklasse I (Svært god). Etter MOM-standarden får nærsone (FAR 1) miljøtilstand 1 (meget god). Grunnet de gode forholdene for fauna på både FAR 1 og FAR 3, ble ikke mellomstasjonen FAR 2 analysert.

Siden området har vært i bruk i lengre tid viser dette at området generelt så langt har taklet oppdrettsvirksomheten, men at det er en del organisk materiale ut i dypet nordøst for anlegget. Analysen viser at nærstasjonen er lite påvirket, mens mellomstasjonen FAR 2 og FAR 3 er noe påvirket. En kan anta at fremtidige undersøkelser vil gi et bilde på om området vil bli mer påvirket. Det vil være interessant å følge utviklingen ved neste undersøkelse.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Christian Bøe fra Havbrukstjenesten AS. Bunnprøvene ble sortert av Nargis Islam og 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 klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering 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>	26
<u>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</u>	35
<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.

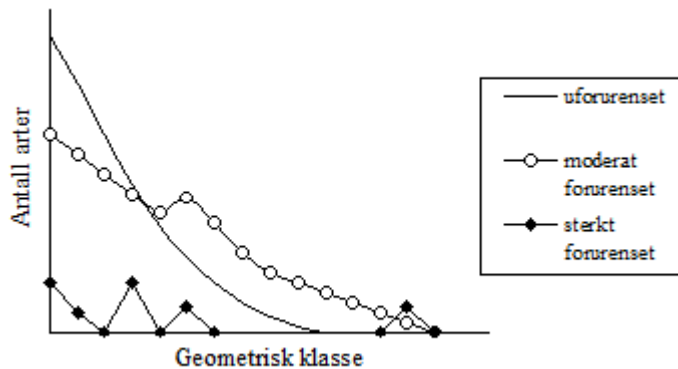
Geometriske klasser

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 uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratsgruppa 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:

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

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

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 m².

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:

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og 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
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 FARrder 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 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 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:

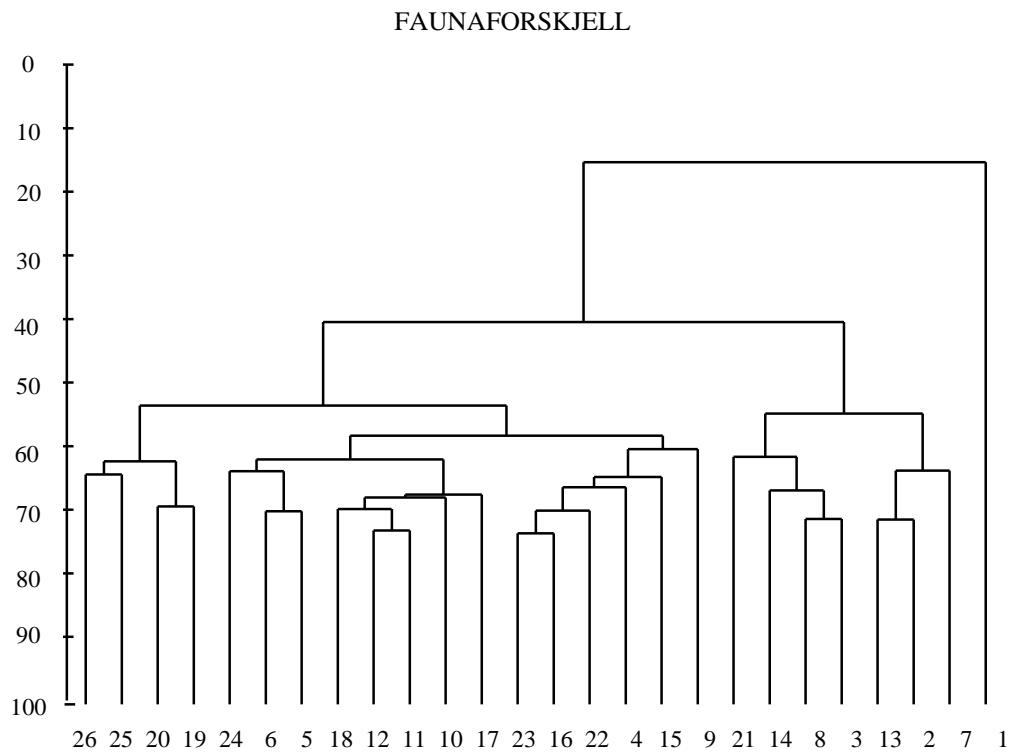
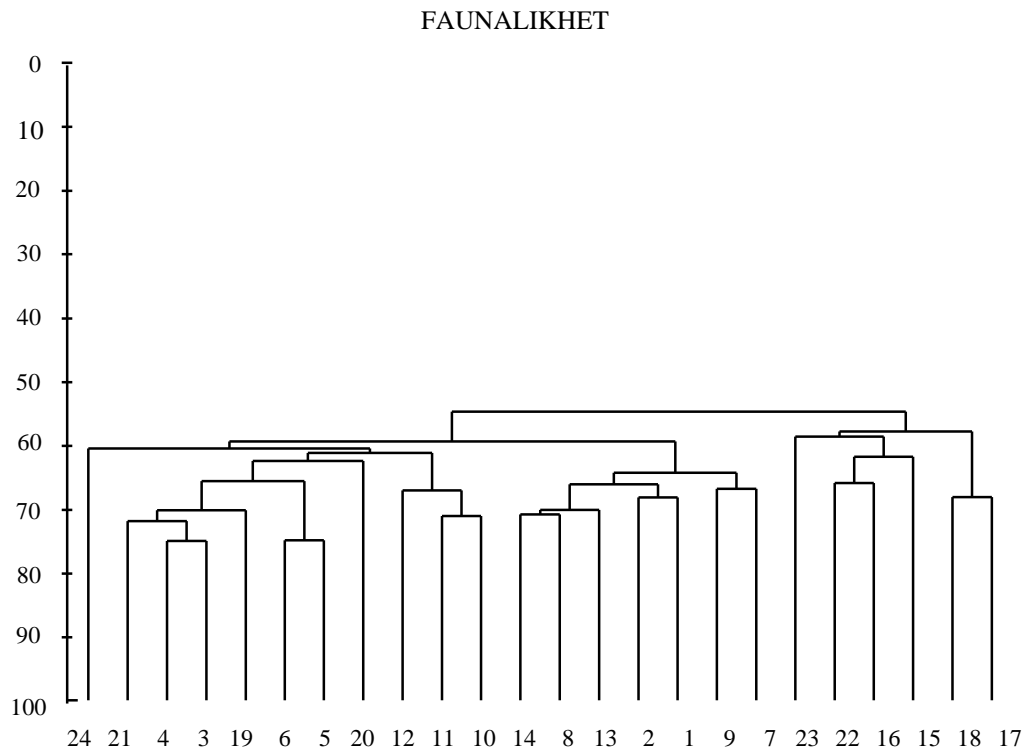
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

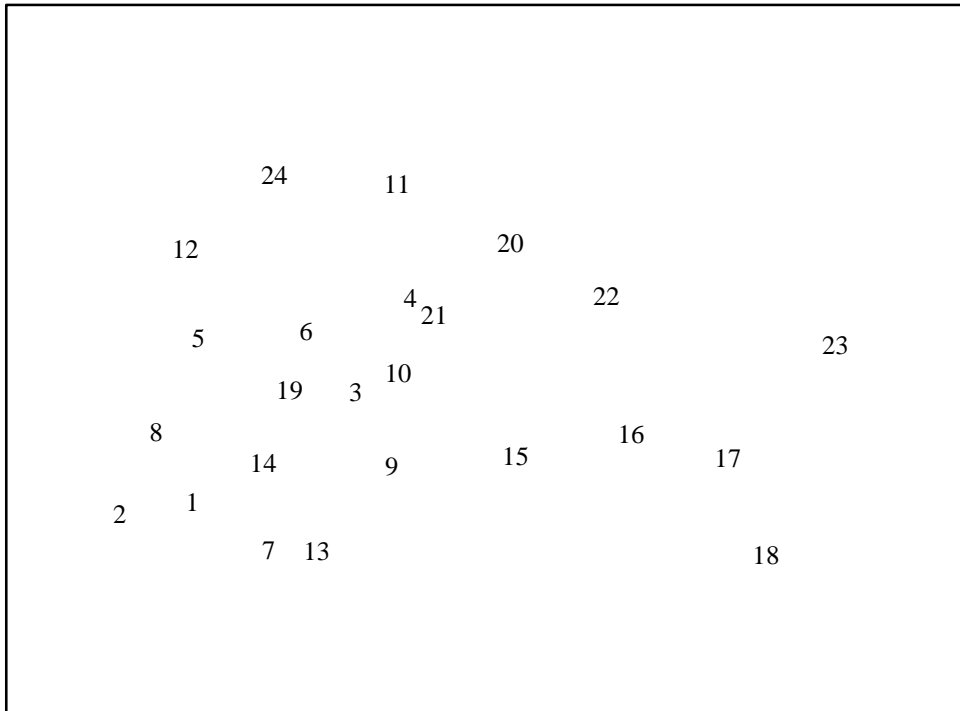
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

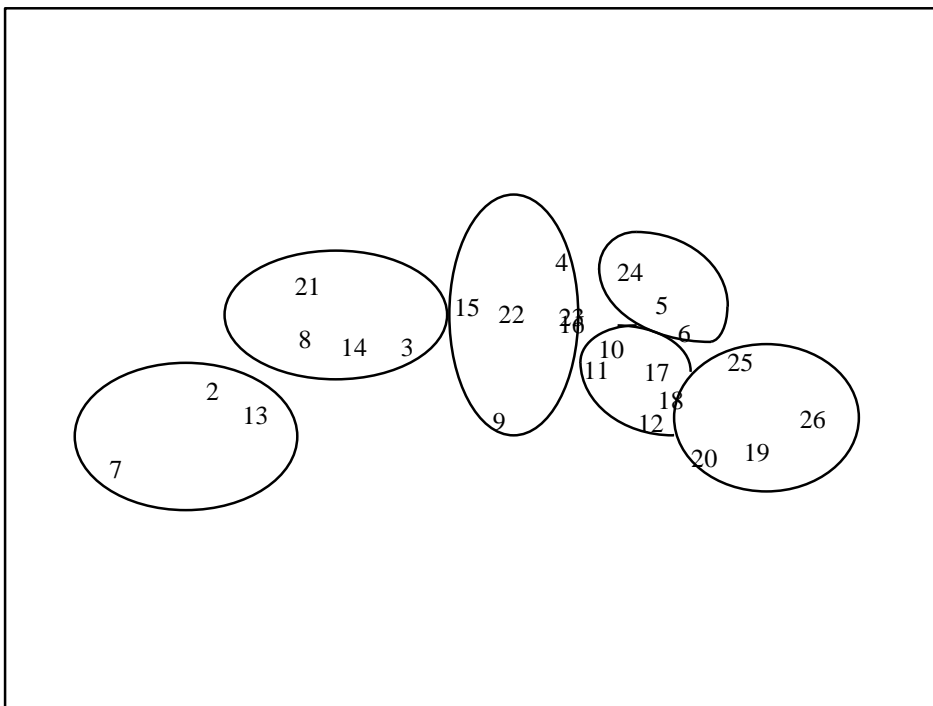


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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 FARrder 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

HAVBRUKSTJENESTEN AS									
Firma: <i>Salmor Farming AS</i>									
Innhold: <i>Farmansøya</i>									
Gr	Parametre	Poenng	Prøvenummer						Tilstand
			For1	For2	For3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
II	pH	Måltverdi	7,51	7,39	7,41				
	Eh (mV)	Måltverdi	-136	-204	-214				
		plur ref. potensri	95	27	17				
	pH/Eh	Poenng (tillegg D)	0	0	0				0,00
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II)		1						
III	Gærbobler	Ja (4) / Nei (0)	0	0	0				
	Farge	Lyn/grå (0)	0						
		Brun/brak (2)		1	1				
		Ingen (0)	0	0	0				
	Lukt	Naer (2)							
		Stærk (4)							
		Fart (0)							
	Kornrøttene	Myk (2)	1	2	2				
		Lur (4)							
		u < X (0)							
Grabbølur (v)	X < u < X (1)	1							
	u < 2X (2)		2	2					
Tykkelse på ramlag	t < 2 cm (0)	0	0	0					
	2 cm < t < 8 cm (1)								
	t > 8 cm (2)								
	Sum		2	5	5				
	Korr. Sum (0,22)		0,44	1,10	1,10				0,88
	Tilstand (prøve)		1	2	2				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelværdi (Gruppe II & III)		0,22	0,55	0,55				0,44
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
Fk/Eh/Korr. samletdekkemiddelværdi	Tilstand								
	< 1,1	1							
	1,1 - < 2,1	2							
	2,1 - < 3,1	3							
> 3,1	4								
			Tilstand						
			Gruppe 1		Gruppe II & III				
			0		1,2,3,4				
			1		1,2,3				
			4		4				
			Tilstand						1

Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

**Vedlegg SF-SAM-505 Benthos
Artsliste****Uni Miljø - Sam Marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 27.06.2014 (Øydis Alme)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 27.06.2014 (Øydis Alme)



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

**Oppdragsgiver (navn og adresse): SalMar ASA, 7266 Kverva****Prosjekt nr.: 808066****Prøvetakingssted (område): Farmannsøya, Roan kommune, Sør-Trøndelag****Dato for prøvetaking: 7.11.2013****Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -****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-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	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:.....*Frøydis Lygre*.....
 Godkjent taksonom

SAM-Marin og Havbruksstjenesten

s. 1/3	Stasjonsnavn	Far 1	Far 1	Far 3	Far 3	
		Dato	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013
		Dybde	130 m	130 m	206 m	206 m
		Hugg	2	3	2	3
	ANTHOZOA					
	<i>Virgularia mirabilis</i>	1				
	<i>Cerianthus lloydii</i>	0/1				
*	NEMERTEA	1	1	4	1	
*	NEMATODA	2				
	POLYCHAETA					
	<i>Amythasides macroglossus</i>	3	1			
	<i>Aphelochaeta</i> sp.	1		5	2	
	<i>Aricidea catherinae</i>				1	
	<i>Capitella capitata</i>		1		1	
	<i>Chaetozone</i> sp.	22	7	3		
	<i>Chirimia biceps</i>	1	4			
	<i>Diplocirrus glaucus</i>			1	1	
	<i>Drilonereis filum</i>	2				
	<i>Eteone</i> sp.	10	4	1		
	<i>Galathowenia oculata</i>	3	1			
	<i>Glycera lapidum</i>	1				
	<i>Glycinde nordmanni</i>			0/1		
	<i>Goniada maculata</i>	5				
	<i>Heteromastus filiformis</i>	2	1	4	7	
	<i>Levinsenia gracilis</i>		1	1	3	
	<i>Lumbriclymene</i> sp.	1	1			
	Lumbrineridae	13	5	7	5	
	Maldanidae			1		
	<i>Melinna albicincta</i>				1	
	<i>Melinna elisabethae</i>	1				
	<i>Nephtys paradoxa</i>			1	1	
	<i>Nothria conchylega</i>	1				
	<i>Notomastus latericeus</i>	19	9	7	1	
	<i>Owenia borealis</i>	3	2			
	<i>Paradiopatra quadricuspis</i>				2	
	<i>Paradoneis</i> sp.	1				
	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	64	29	50	29	
	<i>Pectinaria auricoma</i>	4	4	1		
	<i>Pectinaria</i> sp.	3	5			
	<i>Pholoe baltica</i>	18	2			
	<i>Pholoe pallida</i>	15	6		2	
	<i>Pista cristata</i>	0/2				
	<i>Pista lornensis</i>			1		
	<i>Polycirrus norvegicus</i>		1			
	<i>Polycirrus plumosus</i>			1		

SAM-Marin og Havbrukstjenesten

s. 2/3	Stasjonsnavn	Far 1	Far 1	Far 3	Far 3
		07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013
	Dato				
	Dybde	130 m	130 m	206 m	206 m
	Hugg	2	3	2	3
	<i>Praxillella praetermissa</i>	7	1	1	
	<i>Prionospio cirrifera</i>	2			
	<i>Prionospio dubia</i>	1		3	
	<i>Rhodine gracilior</i>			3	1
	Sabellidae	1	1		
	<i>Sabellides octocirrata</i>		1		
	<i>Scalibregma inflatum</i>	1	1	4	1
	<i>Scolelepis korsuni</i>		1	1	
	<i>Scoloplos armiger</i>	2			
	<i>Spiophanes</i> sp.	1			
	Syllidae	2			
	<i>Terebellides stroemii</i>	3		1	
	<i>Trichobranchus roseus</i>	0/2	0/3		
	ECHIURA				
	<i>Echiurus echiurus</i>	1			
	SIPUNCULA				
	<i>Phascolion strombus</i>		1		
	CRUSTACEA				
*	Amphipoda			1	
*	<i>Anapagurus laevis</i>	1	1		
*	<i>Calanus finmarchicus</i>			1	3
*	<i>Lophogaster typicus</i>	1			
	MOLLUSCA				
	<i>Abra nitida</i>	2/7	3/1	1	
	<i>Adontorhina similis</i>	2	1	1	1
	<i>Antalis agilis</i>	1	1		
	Caudofoveata indet.	4	4	1	
	<i>Cylichnina umbilicata</i>	1		2	1
	<i>Entalina tetragona</i>	1			
	<i>Euspira montagui</i>			1/1	
	<i>Euspira pulchella</i>	0/1			
	<i>Kelliella abyssicola</i>			2	1
	<i>Limatula</i> sp.	1			
	<i>Mendicula ferruginosa</i>	12	3	3	
	Mytilidae			0/1	
	<i>Nucula tumidula</i>				0/1
	<i>Parvicardium minimum</i>		1		
	<i>Philine aperta</i>		1		
	<i>Philine quadrata</i>	0/1	0/1		
	<i>Philine scabra</i>	0/19	0/6		
	Solenogastres indet.				1

SAM-Marin og Havbrukstjenesten

s.3/3	Stasjonsnavn	Far 1	Far 1	Far 3	Far 3
	Dato	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013	07.11.2013
	Dybde	130 m	130 m	206 m	206 m
	Hugg	2	3	2	3
	<i>Thyasira equalis</i>	50/3	13/2	12	8/1
	<i>Thyasira flexuosa</i>	1	1		
	<i>Thyasira obsoleta</i>	2			
	<i>Thyasira sarsi</i>	20/14	5/3	1/5	1
	<i>Yoldiella lucida</i>	1		1	1
	<i>Yoldiella nana</i>			2	1
	<i>Yoldiella philippiana</i>			1	
	ECHINODERMATA				
	<i>Amphipholis squamata</i>	2	2/1	1	
	<i>Amphiura chiajei</i>		1	1	0/3
	<i>Amphiura filiformis</i>	2	1		
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	0/1			
	<i>Ophiura</i> sp.	0/1			0/2
	Spatangoida				0/1
	Synaptidae	15	12	2	1
	ENTEROPNEUSTA		1		
*	VARIA	+			

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Far 1	Far 3
I	27	20
II	16	15
III	7	6
IV	7	3
V	7	1
VI	1	0
VII	2	1
VIII	0	0
IX	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. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-14-MX-000956-01



EUNOBE-00009638

Prøvemottak: 06.03.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 06.03.2014-01.04.2014
Referanse: 808066/16/14

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1200	mg/kg tv	a) 960	mg/kg tv	a) 1000	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 20	mg/kg tv	a) 28	mg/kg tv	a) 30	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 73	mg/kg tv	a) 94	mg/kg tv	a) 99	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 22	mg/g tv	a) 50	mg/g tv	a) 47	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total torrstoff		a) 63.7	% (w/w)	a) 38.3	% (w/w)	a) 39.5	% (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 01.04.2014

Kristine Fiane Johnson

Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)



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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

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		
		RAPPORT Sedimentanalyser		
Kunde: Uni Research AS Att: Stian E. Kvalø Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 53225	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-18383	Dato: 19.02.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101/808066/07/14	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur: Terje Kolberg	

Prøver mottatt dato: 22.01.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Far 1, 130m	Far 2, 209m	Far 3, 206m		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA-085627	KA-085628	KA-085629		
TOM (550 oC)	%	07.02.14	6,14	13,3	13,9		

Kornfordeling

Analysedato: 05.02.2014

Far 1		KA-085627					
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,39	4,9	4,9	MdΦ	Silt og leire	70,2
1000	0	0,17	2,1	7,0	5,15	Sand	24,9
500	1	0,10	1,3	8,3		Grus	4,9
355	1,5	0,09	1,1	9,4	SdΦ		
250	2	0,15	1,9	11,3	2,40		
180	2,5	0,21	2,6	14,0			
125	3	0,32	4,0	18,0	SkΦ		
90	3,5	0,37	4,7	22,6	-0,26		
63	4	0,57	7,2	29,8			
<63	8	5,59	70,2	100,0	KΦ		
		7,96	100,0		1,22		

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



Far 2	KA-085628	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	78,0
1000	0	0,00	0,0	0,0	0,0	5,44	Sand	22,0
500	1	0,01	0,2	0,2	0,2		Grus	0,0
355	1,5	0,02	0,3	0,5	SdΦ			
250	2	0,08	1,4	1,9	1,75			
180	2,5	0,23	4,0	5,9				
125	3	0,40	6,9	12,8	SkΦ			
90	3,5	0,22	3,8	16,6	-0,11			
63	4	0,31	5,4	22,0				
<63	8	4,50	78,0	100,0	KΦ			
		5,77	100,0			0,86		

Far 3	KA-085629	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	83,2
1000	0	0,01	0,2	0,2	0,2	5,59	Sand	16,8
500	1	0,00	0,0	0,2	0,2		Grus	0,0
355	1,5	0,03	0,7	0,9	SdΦ			
250	2	0,02	0,4	1,3	1,59			
180	2,5	0,09	2,0	3,4				
125	3	0,18	4,0	7,4	SkΦ			
90	3,5	0,17	3,8	11,2	-0,08			
63	4	0,25	5,6	16,8				
<63	8	3,70	83,2	100,0	KΦ			
		4,45	100,0			0,86		

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediteringsstatus	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjonsgrense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	Intern metode	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 6. CTD- data

SD204, Serial No 1053										
Ser	Meas	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density	Press	Date	Time
5	4153	32.97	6.738	108.00	10.75	0.51	25.859	0.98	25.Apr-14	11:05:04
5	4154	32.97	6.742	106.92	10.64	0.65	25.864	2.14	25.Apr-14	11:05:06
5	4155	33.02	6.684	104.03	10.36	0.89	25.922	4.45	25.Apr-14	11:05:08
5	4156	33.02	6.528	104.55	10.45	1.14	25.954	6.96	25.Apr-14	11:05:10
5	4157	33.03	6.469	105.74	10.59	1.03	25.980	9.35	25.Apr-14	11:05:12
5	4158	33.06	6.374	106.56	10.69	1.04	26.027	11.62	25.Apr-14	11:05:14
5	4159	33.13	6.184	106.52	10.73	0.91	26.116	13.88	25.Apr-14	11:05:16
5	4160	33.12	6.092	105.32	10.64	0.81	26.130	16.07	25.Apr-14	11:05:18
5	4161	33.15	6.054	104.73	10.58	0.85	26.169	18.23	25.Apr-14	11:05:20
5	4162	33.14	6.012	104.44	10.57	0.70	26.176	20.40	25.Apr-14	11:05:22
5	4163	33.14	5.994	103.49	10.47	0.69	26.188	22.53	25.Apr-14	11:05:24
5	4164	33.16	5.985	102.89	10.41	0.51	26.215	24.73	25.Apr-14	11:05:26
5	4165	33.16	5.981	102.26	10.35	0.51	26.226	27.03	25.Apr-14	11:05:28
5	4166	33.16	5.979	102.04	10.33	0.66	26.237	29.36	25.Apr-14	11:05:30
5	4167	33.17	5.973	101.33	10.26	0.47	26.257	31.86	25.Apr-14	11:05:32
5	4168	33.18	5.974	101.29	10.25	0.42	26.274	33.80	25.Apr-14	11:05:34
5	4169	33.19	5.980	101.24	10.25	0.45	26.289	35.51	25.Apr-14	11:05:36
5	4170	33.20	5.982	101.08	10.23	0.65	26.304	36.96	25.Apr-14	11:05:38
5	4171	33.20	5.975	101.08	10.23	0.37	26.311	38.42	25.Apr-14	11:05:40
5	4172	33.19	5.968	100.86	10.21	0.76	26.308	39.15	25.Apr-14	11:05:42
5	4173	33.24	5.936	100.54	10.18	0.25	26.358	40.68	25.Apr-14	11:05:44
5	4174	33.24	5.913	100.32	10.17	0.29	26.369	42.32	25.Apr-14	11:05:46
5	4175	33.26	5.905	100.00	10.13	0.20	26.394	44.22	25.Apr-14	11:05:48
5	4176	33.28	5.899	99.85	10.12	0.17	26.421	46.55	25.Apr-14	11:05:50
5	4177	33.29	5.895	99.68	10.10	0.67	26.441	48.99	25.Apr-14	11:05:52
5	4178	33.30	5.892	99.64	10.10	1.76	26.459	51.11	25.Apr-14	11:05:54
5	4179	33.31	5.892	99.68	10.10	0.42	26.473	52.49	25.Apr-14	11:05:56
5	4180	33.34	5.891	99.37	10.07	0.19	26.507	54.55	25.Apr-14	11:05:58
5	4181	33.38	5.890	99.23	10.05	0.28	26.549	56.87	25.Apr-14	11:06:00
5	4182	33.41	5.889	99.06	10.03	0.14	26.584	59.33	25.Apr-14	11:06:02
5	4183	33.42	5.892	98.97	10.02	0.10	26.603	61.74	25.Apr-14	11:06:04
5	4184	33.45	5.895	98.81	10.00	0.34	26.637	64.08	25.Apr-14	11:06:06
5	4185	33.47	5.894	98.77	10.00	0.12	26.663	66.34	25.Apr-14	11:06:08
5	4186	33.48	5.893	98.60	9.98	0.08	26.682	68.65	25.Apr-14	11:06:10
5	4187	33.53	5.890	98.47	9.97	0.44	26.733	70.95	25.Apr-14	11:06:12
5	4188	33.53	5.892	98.41	9.96	0.09	26.743	73.30	25.Apr-14	11:06:14
5	4189	33.52	5.894	98.38	9.96	0.67	26.744	75.30	25.Apr-14	11:06:16
5	4190	33.55	5.898	98.21	9.94	0.09	26.778	77.57	25.Apr-14	11:06:18
5	4191	33.54	5.903	98.16	9.93	0.09	26.780	79.86	25.Apr-14	11:06:20
5	4192	33.56	5.903	98.07	9.92	0.11	26.806	82.05	25.Apr-14	11:06:22
5	4193	33.56	5.900	97.97	9.91	0.11	26.816	84.23	25.Apr-14	11:06:24
5	4194	33.57	5.897	97.83	9.90	0.07	26.834	86.36	25.Apr-14	11:06:26
5	4195	33.60	5.900	97.75	9.89	0.11	26.868	88.48	25.Apr-14	11:06:28

SAM-Marin og Havbrukstjenesten

5	4196	33.61	5.902	97.67	9.88	0.10	26.885	90.64	25.Apr-14	11:06:30
5	4197	33.63	5.900	97.55	9.86	0.11	26.911	92.67	25.Apr-14	11:06:32
5	4198	33.63	5.904	97.47	9.85	0.13	26.920	94.92	25.Apr-14	11:06:34
5	4199	33.64	5.904	97.36	9.84	0.12	26.939	97.18	25.Apr-14	11:06:36
5	4200	33.66	5.901	97.30	9.84	0.19	26.965	99.40	25.Apr-14	11:06:38
5	4201	33.68	5.897	97.22	9.83	0.09	26.991	101.57	25.Apr-14	11:06:40
5	4202	33.68	5.891	97.15	9.82	0.18	27.002	103.76	25.Apr-14	11:06:42
5	4203	33.70	5.879	96.95	9.80	0.06	27.030	105.94	25.Apr-14	11:06:44
5	4204	33.72	5.871	96.86	9.79	0.06	27.056	108.11	25.Apr-14	11:06:46
5	4205	33.79	5.869	96.61	9.77	0.08	27.122	110.26	25.Apr-14	11:06:48
5	4206	33.80	5.868	96.32	9.74	0.06	27.140	112.38	25.Apr-14	11:06:50
5	4207	33.80	5.865	95.95	9.70	0.06	27.150	114.48	25.Apr-14	11:06:52
5	4208	33.81	5.859	95.65	9.67	0.06	27.168	116.63	25.Apr-14	11:06:54
5	4209	33.82	5.858	95.43	9.65	0.05	27.186	118.77	25.Apr-14	11:06:56
5	4210	33.85	5.871	95.24	9.62	0.13	27.218	120.92	25.Apr-14	11:06:58
5	4211	33.86	5.875	95.09	9.61	0.06	27.235	123.03	25.Apr-14	11:07:00
5	4212	33.87	5.876	94.79	9.58	0.05	27.253	125.13	25.Apr-14	11:07:02
5	4213	33.87	5.877	94.56	9.55	0.07	27.262	127.25	25.Apr-14	11:07:04
5	4214	33.88	5.875	94.33	9.53	0.04	27.280	129.35	25.Apr-14	11:07:06
5	4215	33.91	5.879	94.15	9.51	0.04	27.313	131.43	25.Apr-14	11:07:08
5	4216	33.90	5.879	93.93	9.49	0.05	27.315	133.50	25.Apr-14	11:07:10
5	4217	33.91	5.874	93.70	9.46	0.05	27.333	135.56	25.Apr-14	11:07:12
5	4218	33.92	5.879	93.49	9.44	0.05	27.349	137.62	25.Apr-14	11:07:14
5	4219	33.94	5.884	93.25	9.41	0.05	27.374	139.68	25.Apr-14	11:07:16
5	4220	33.95	5.899	93.13	9.40	0.05	27.389	141.74	25.Apr-14	11:07:18
5	4221	33.96	5.908	92.88	9.37	0.04	27.406	143.78	25.Apr-14	11:07:20
5	4222	33.95	5.913	92.71	9.35	0.05	27.406	145.83	25.Apr-14	11:07:22
5	4223	33.96	5.916	92.49	9.33	0.04	27.423	147.85	25.Apr-14	11:07:24
5	4224	33.98	5.918	92.39	9.32	0.04	27.448	149.90	25.Apr-14	11:07:26
5	4225	33.98	5.924	92.24	9.30	0.10	27.457	151.92	25.Apr-14	11:07:28
5	4226	33.97	5.930	92.11	9.29	0.05	27.457	153.95	25.Apr-14	11:07:30
5	4227	34.00	5.942	91.99	9.27	0.04	27.489	156.00	25.Apr-14	11:07:32
5	4228	33.97	5.945	91.86	9.26	0.04	27.474	158.01	25.Apr-14	11:07:34
5	4229	34.00	5.949	91.73	9.24	0.05	27.506	159.98	25.Apr-14	11:07:36
5	4230	33.99	5.953	91.60	9.23	0.05	27.507	161.96	25.Apr-14	11:07:38
5	4231	33.99	5.949	91.46	9.22	0.05	27.517	163.93	25.Apr-14	11:07:40
5	4232	34.00	5.952	91.27	9.19	0.04	27.533	165.89	25.Apr-14	11:07:42
5	4233	34.01	5.962	91.11	9.18	0.05	27.549	167.88	25.Apr-14	11:07:44
5	4234	34.00	5.967	90.91	9.16	0.05	27.549	169.83	25.Apr-14	11:07:46
5	4235	34.01	5.976	90.78	9.14	0.11	27.565	171.80	25.Apr-14	11:07:48
5	4236	34.01	5.992	90.64	9.12	0.04	27.572	173.75	25.Apr-14	11:07:50
5	4237	34.03	6.047	90.58	9.10	0.04	27.590	175.65	25.Apr-14	11:07:52
5	4238	34.05	6.071	90.49	9.09	0.04	27.611	177.59	25.Apr-14	11:07:54

SAM-Marin og Havbrukstjenesten

5	4239	34.05	6.085	90.27	9.06	0.05	27.618	179.49	25.Apr-14	11:07:56
5	4240	34.05	6.099	90.11	9.04	0.05	27.625	181.40	25.Apr-14	11:07:58
5	4241	34.06	6.117	89.92	9.02	0.05	27.639	183.31	25.Apr-14	11:08:00
5	4242	34.06	6.127	89.68	8.99	0.04	27.647	185.23	25.Apr-14	11:08:02
5	4243	34.07	6.134	89.51	8.97	0.05	27.663	187.19	25.Apr-14	11:08:04
5	4244	34.08	6.143	89.32	8.95	0.05	27.678	189.10	25.Apr-14	11:08:06
5	4245	34.06	6.151	89.15	8.93	0.04	27.670	191.02	25.Apr-14	11:08:08
5	4246	34.07	6.155	89.01	8.92	0.05	27.686	192.92	25.Apr-14	11:08:10
5	4247	34.07	6.157	88.87	8.90	0.05	27.695	194.82	25.Apr-14	11:08:12
5	4248	34.06	6.163	88.77	8.89	0.05	27.695	196.68	25.Apr-14	11:08:14
5	4249	34.08	6.170	88.60	8.87	0.04	27.718	198.53	25.Apr-14	11:08:16
5	4250	34.07	6.179	88.48	8.86	0.05	27.717	200.38	25.Apr-14	11:08:18
5	4251	34.06	6.188	88.27	8.84	0.04	27.717	202.24	25.Apr-14	11:08:20
5	4252	34.08	6.194	88.08	8.82	0.05	27.740	204.10	25.Apr-14	11:08:22
5	4253	34.09	6.200	87.91	8.80	0.04	27.755	205.83	25.Apr-14	11:08:24
5	4254	34.06	6.201	87.73	8.78	0.21	27.736	206.82	25.Apr-14	11:08:26
5	4255	34.09	6.199	87.57	8.76	0.06	27.762	207.24	25.Apr-14	11:08:28
5	4256	34.09	6.200	87.44	8.75	0.05	27.762	207.37	25.Apr-14	11:08:30
5	4257	34.07	6.200	87.26	8.73	0.06	27.744	206.85	25.Apr-14	11:08:32