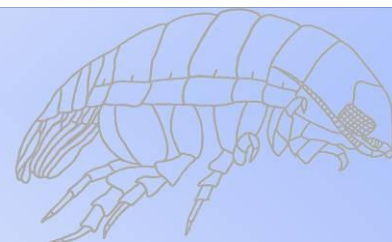


SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
Uni Miljø





e-Rapport nr. 6-2013

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune i 2012

Ragni Torvanger
Tone Vassdal
Silje Hadler-Jacobsen
Per-Otto Johansen



	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 Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune i 2012	Dato: 08.03.2013 Antall sider og bilag: 51
Forfatter(e): Ragni Torvanger, Tone Vassdal, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Silje Hadler-Jacobsen Prosjektnummer: 807024

Oppdragsgiver: Grieg Seafood Rogaland AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

Abstract:

This report describes the MOM-C analyses conducted 17th of Oktober 2012 in order to map the environmental condition of the sea floor around the fish farm Rennaren in Rennesøy municipality. The results have been compared with the MOM-C of 2008 and 2011 which both indicated poor conditions in close vicinity to the farm, but good conditions in the deepest part of the fjord.

No pollution of copper, zink or phosphor was detected and the bottom fauna did not seem to be affected by the fish farm in and bottom in the transition station and in the deepest part of the fjord.

Close to the fish farm, copper pollution was detected and the benthic fauna was characterized by low diversity and species tolerant to stress. It is therefore advised to thoroughly monitor the location in the future.

Keywords: MOM C, Fish farm, Recipient, Benthos, Sedimen	Emneord: MOM C, Fiskeoppdrett, Resipient, Bunndyr, Sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 6-2013
---	---	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	8.3.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	8.3.2013	<i>Silje Hadler-Jacobsen</i>

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: SAM-Marin

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Lise Rikstad, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaite.

Identifikasjon av marin fauna utført av: Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad.

Rapportering utført av: Ragni Torvanger, Tone Vassdal, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning

Ikke akkreditert:

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Scallop, Kvitsøy Sjøtjenester

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse akkrediteringsnummer 003

Akkreditert: Kobber, Sink, Fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	11
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment	16
3.3 Kjemi	18
3.4 Bunndyr	19
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	26
5 TAKK	27
6 LITTERATUR	28
7 VEDLEGG	29

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført i 17.oktober 2012. På samme tokt ble miljøforholdene ved Grieg Seafood AS oppdrettsanlegg i områdene ved Hestholmen/Kvitsøy og Lauplandsholmen også undersøkt. Resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert i egne rapporter.

Det har også tidligere vært gjennomført MOM C undersøkelser ved lokalitet Rennaren i 2008 og 2011 (Heggøy & Vassenden, 2008; Hadler-Jacobsen & Johansen, 2011). Disse undersøkelsene viste at bunnfaunaen i området nærmest anlegget var påvirket av anleggsdriften. Det ble konkludert med at bunnforholdene under anlegget burde følges nøye i fremtidig drift for å unngå opphopning av fekalier og fôrrester. Tidligere MOM B undersøkelser ved anlegget har vist forhold med lokalitetstilstand 1 (Meget god) i 2009 og 2011 (Børsheim, 2009; Brekke & Eilertsen, 2011) og lokalitetstilstand 2 (God) i 2012 (Isaksen og Johansen, 2012). Strømmålinger utført ved lokaliteten i 2012 viser at bunnstrømmen (75 og 100 m dyp) har en relativ vannfluks som går i vestlig retning, med en svært sterk snittstrøm på henholdsvis 6 og 4,6 cm/s (Vassdal, 2012).

Nærstasjonene til MOM-C undersøkelsene i 2008 og 2011 er tatt fra forskjellige stasjoner, plassering i forhold til hverandre vises i Fig. 2.3. Begge lå i umiddelbar nærhet til anlegget og reflekterer bunntilstanden. Undersøkelsen i 2012 har samme nærstasjon som i 2008.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Rennaren. 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 KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007), Vanndirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009) og mot C- delen av MOM- systemet (Norsk Standard NS 9410).

SAM-Marin

Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-Marin) på oppdrag fra Grieg Seafood Rogaland AS. SAM-Marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåking på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, geologiske analyser, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

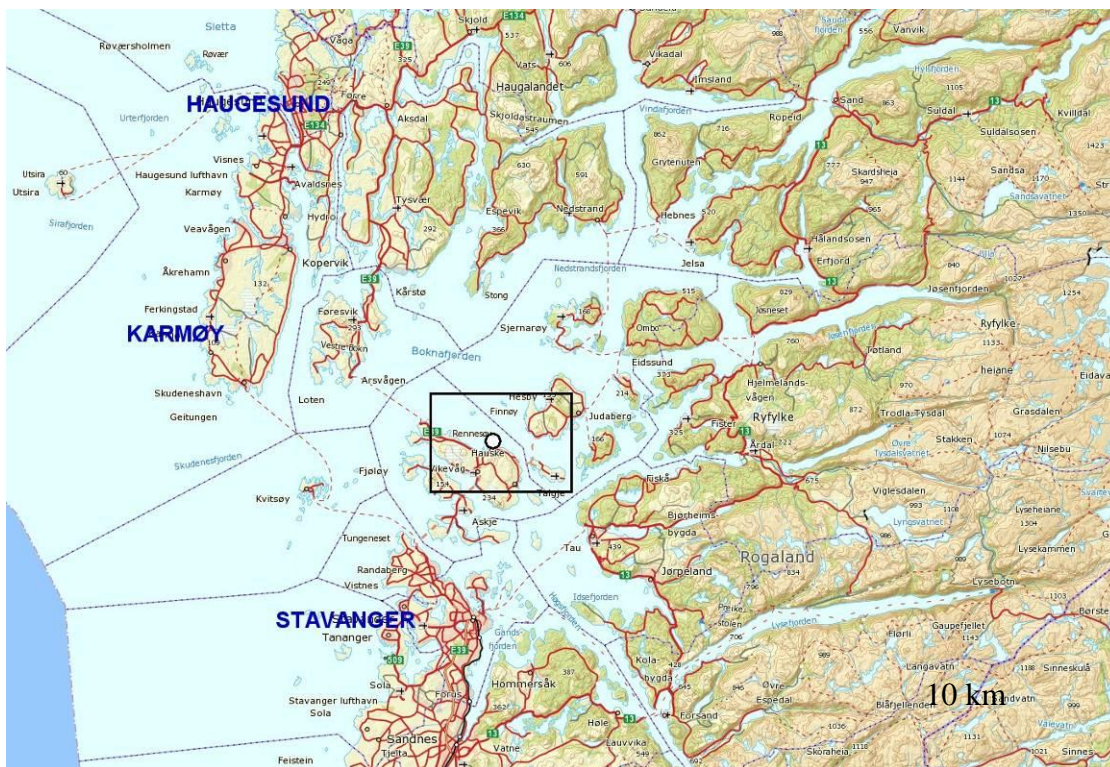
2.1 Undersøkelsesområdet

Undersøkelsesområdet ligger i Talgjefjorden nordsiden av Rennesøy (Figur 2.1- Figur 2.4). Bunnen under oppdrettsanlegget skrår fra ca. 60 m innerst til ca. 150 m. Fjorden utenfor lokaliteten skrår ned mot ca. 220 m. Ut mot Boknafjorden i vest er det en terskel på ca. 80 m.

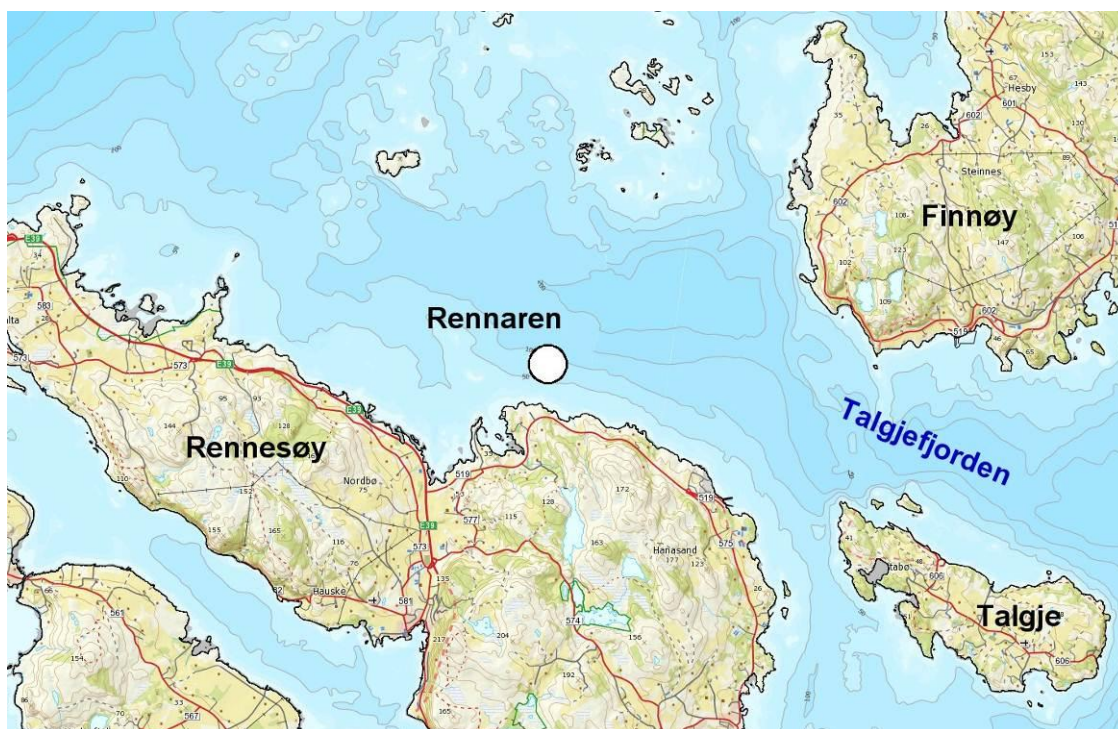
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 17. oktober 2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon på dypet av Talgjefjorden. Personell fra SAM-Marin var Frøydis Lygre og Stian E. Kvalø.

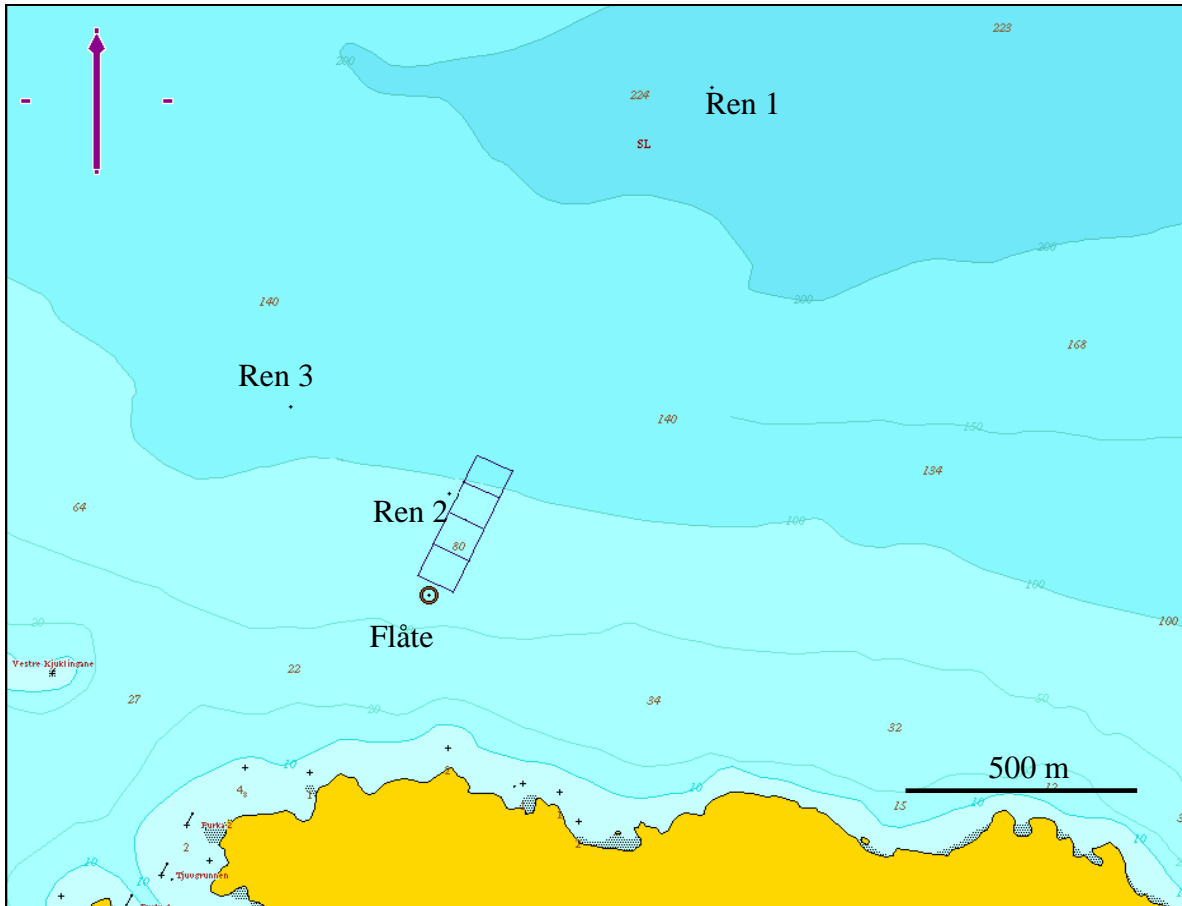
Det ble også gjort målinger av hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden. Dette ble utført 29.november 2012 av Trond Einar Isaksen. Under undersøkelsen i 2011 og i 2008 ble måling av temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde SD204. I 2012 ble det også benyttet en oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1



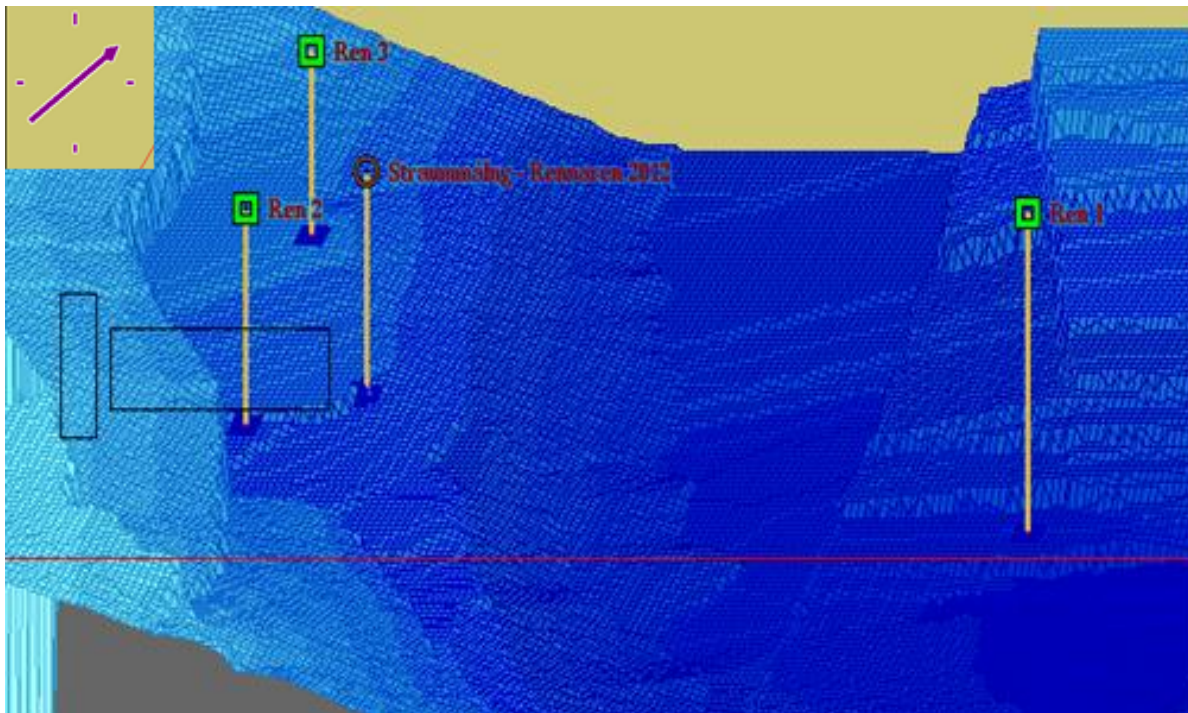
Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkellesområdet ved Rennaren avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Fiskeridirktoratet.



Figur 2.2. Utsnitt av Talgjefjorden med anlegget markert med lokalitet Rennaren merket med kvit sirkel. Eksakt plassering av stasjonene ved anlegget er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Fiskeridirktoratet.



Figur 2.3. Kartskisse over lokaliteten med stasjonene sine omtrentlige plasseringer i 2012. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex



Figur 2.4. Topografisk kart med skisse av anlegget og firkant-punkter(grønne) for prøvestasjoner undersøkt i 2012, og sirkel-punkt for strømmålingspunkt. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex

SAM-Marin

Tabell 2.1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 17. oktober 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en 0.1m² duograbb og en 0.1m² Van Veen grabb. Full grabb inneholder henholdsvis 21 og 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Overgangssone Ren 3 17.10.2012	Rennaren 59° 08,055'N 05° 42,911'Ø	111	1 2 3	12 16 18	Kjemi og geologi Biologi Biologi Grågrønn fin silt/leire Noe stein. Siktedyp: 7m Overgangssone
Nærsonne St. Ren 2 17.10.2012	Rennaren 59° 07,950'N 05° 43,270'Ø	93	1 2 3	9 8 7	Kjemi og geologi Biologi Biologi Brungrønngrå mudder/ silt Noe lukt Forrester Siktedyp: 7m Nærsonne
Fjernsone St. Ren 1 17.10.2012	Rennaren 59° 08,470'N 05° 44,000'Ø	220	1 2 3	17 17 17	Kjemi og geologi Biologi Biologi Siktedyp: 7m Grågrønn myk leire. Fjernsone CTD

2.2.1 Hydrografi

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

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut prøve fra det 1.hugget fra hver stasjon til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet,

og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan, 1984). Kornfordelingen av sedimentprøvene presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

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

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det 1. hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameterne. 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 KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus 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 bløtbunnsartene 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 og en duograb. 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. Sedimentvolumet 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 van Veen grabb eller en full 0,1 m² duograb har volumer på henholdsvis 17 og 21 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Når bunndyr brukes i klassifisering av lokaliteten benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) for å beskrive artsmangfold. Ømfintlighet beregnes ved indeksene ISI og AMBI. ISI er en indeks som begrenset verdi siden den ikke tar hensyn til antallet individer. Dette betyr at en prøve med ett individ *Capitella capitata* får samme indeks som en prøve med 10.000 individer. NQI1 og NQI2 er sammensatte indekser som i tillegg til artsmangfoldet også tar hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. Tabell 2.5 oppsummerer klassifiseringen ved hjelp av de ulike indeksene. For en grundigere gjennomgang, se Vedlegg 1. 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. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3). I generelt vedlegg presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. 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

SAM-Marin

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.

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

	Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser				
				I	II	III	IV	V
				Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	ISI	01:2009		>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

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

Tabell 2.3 Vurdering av miljøtilstanden i 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	- Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

(meget dårlig)

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Rennaren startet produksjonen i 2007. Siste brakkleggingsperiode var fra 5. juli til 5. september 2011.

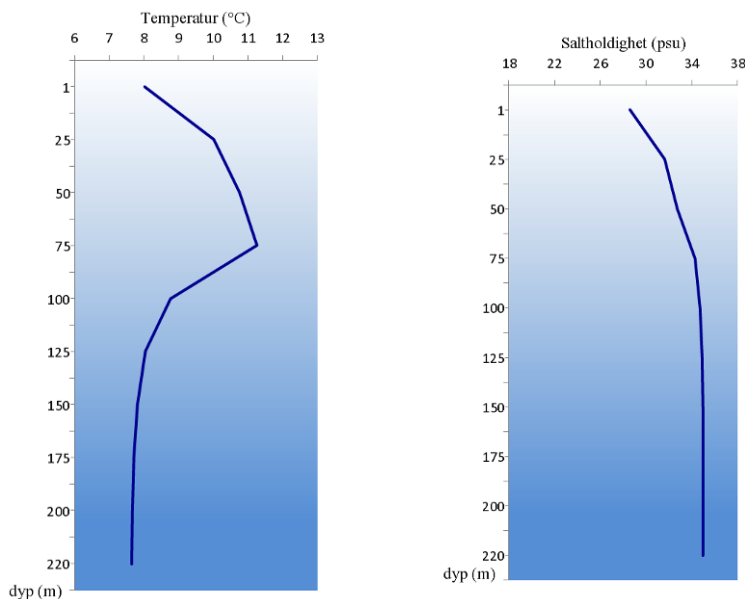
Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Rennaren siste tre år.

År	Produksjonsdata	
	Utfôret (tonn)	Produsert (tonn)
2011	2248	2029
2010	3837	3185
2009	1741	1348

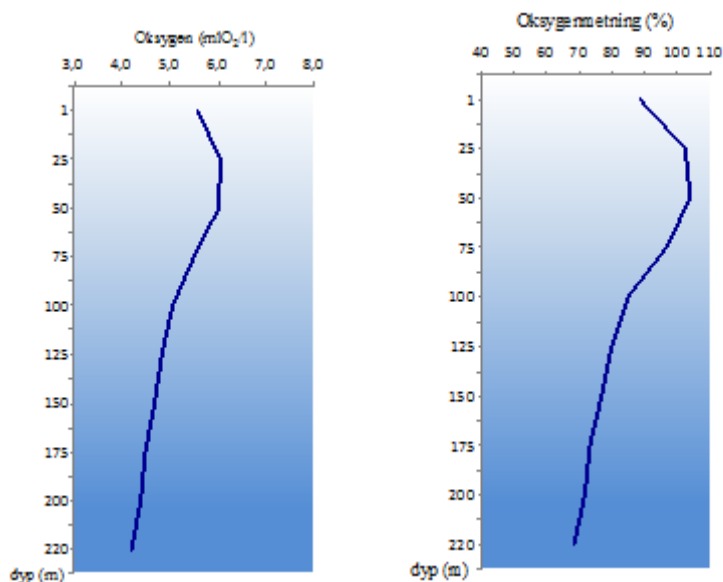
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Ren 1 den 29. november 2012. Resultatene fra denne undersøkelsen sammen med tallene fra 2008 og 2011 er presentert i Figur 3.1 og Figur 3.2. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet på Ren 1, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 220 meter den 29. november 2012.



Figur 3.2. Oksygen i % metning og mg O₂/L på Ren 1, målt med oksygen-sonde fra overflaten og til 220 meter dyp ved Ren 1 den 29. november 2012. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

SAM-Marin

Temperaturen på stasjon i fjernsone, Ren 1, den 29.11.12 var 8° C i overflatelaget og økte jevnt opp til 11,2 °C på ca. 75 meters dyp. Fra 75 til 220 meter ved bunnen sank temperaturen til 7,6 grader.

I overflatelaget og ned til 3 meter var saltholdigheten på rundt 29 psu. Fra 3 meter og ned til 75 meter steg saltholdigheten relativt raskt til 34 psu. Fra 75 til 125 meter økte saltholdigheten sakte opp mot 35 psu. Fra 125 til 220 meter var saltholdigheten stabil på rundt 35 psu.

Oksygeninnholdet i overflaten på stasjon Ren 1 var på 5,6 ml/ l og 88 % metning. Fra overflaten og ned til 40 meter økte oksygeninnholdet sakte til maksverdi på 6,1 mg/l. Fra 40 meter og nedover mot bunnen på 220 meter minket oksygenivået ned til 4,2 ml/l, noe som tilsvarer 68 % metning. De målte resultatene for oksygen i bunnvann på Ren 1 tilsvarer tilstandsklasse II-God, for oksygenverdi i ml/l og tilstandsklasse I - Svært god for % metning.

3.2 Sediment

Resultatene fra sediment-undersøkelsene fra 2008, 2011 og 2012 er presentert i Tabell 3.1 og fra 2012 i Figur 3.4.

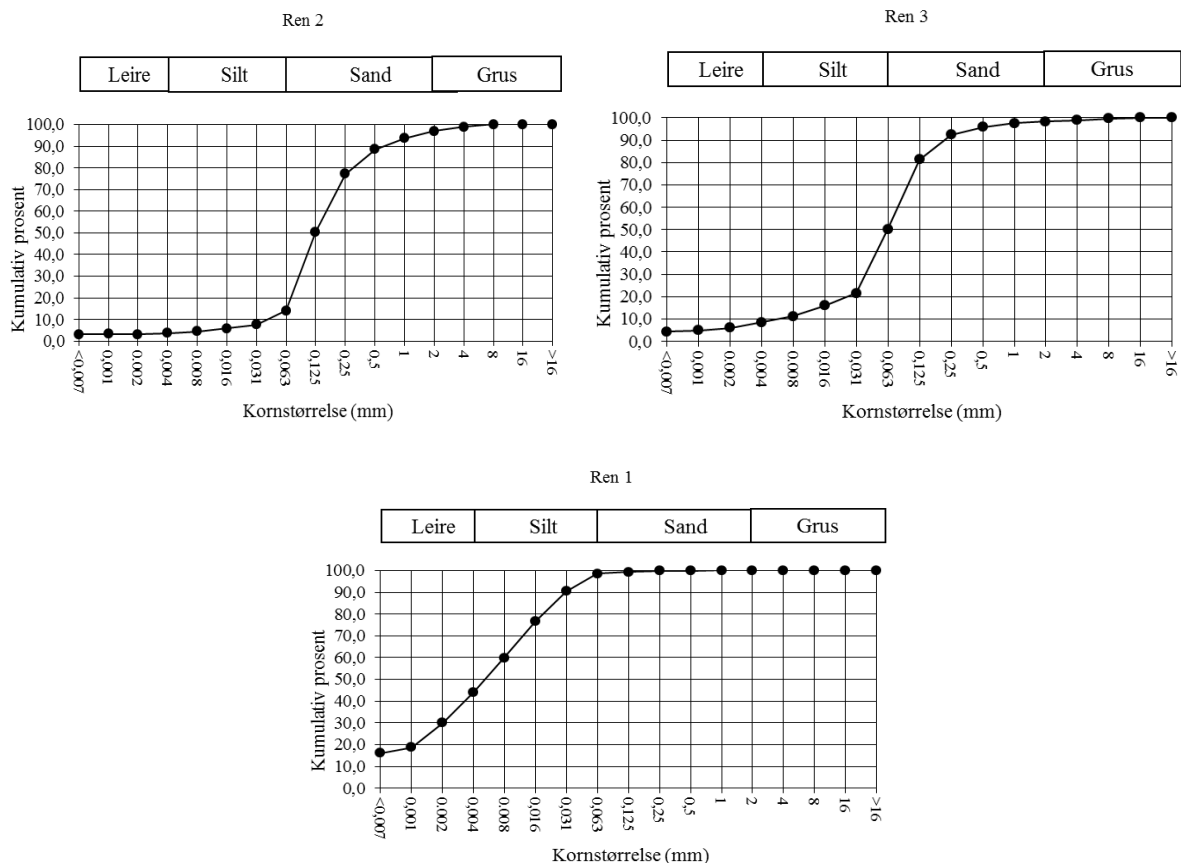
Siden analysene av prosent glødetap ble foretatt, ble det registrert en usikkerhet med nøyaktigheten til termometeret man kontrollerer temperaturen på glødetapsovn med. Dette gjør at det er kan være noe usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra Rennaren, og dermed også til resultatene av prosent glødetap.

Tabell 3.1. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Rennaren i 2008, 2011 og 2012.

Stasjon	Sone	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Ren 1	Fjern-	2012	220	13,3*	44	54	99	1	0
Ren 1		2011	220	13,86	49,5	48,9	98,4	1,6	0
Ren 1		2008	224	12,67	44,1	54,8	98,9	1,1	0
Ren 2	Nær-	2012	93	7,9*	4	10	14	83	3
Ren 2A		2011	93	5,38	2,2	10,8	13	80,6	6,5
Ren 2		2008	93	2,44	2,3	19,7	22	74,9	3,1
Ren 3	Overgang-	2012	111	5,0*	9	42	50	48	2
Ren 3		2011	111	5,64	8,4	41,2	49,6	49,9	0,5
Ren 3		2008	114	4,12	9,9	35,1	45	54,6	0,4

*Knyttet avvik til analyse av prøven

SAM-Marin



Figur 3.4. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Ren 2, Overgangssonen: Ren 3 og Fjernsonen: Ren 1.

Ren 2, like ved anlegget, var den stasjonen som hadde mest grovkornet sediment bestående av 83 % sand og 3 % grus, noe som indikerer gode strømforhold på stasjonen. Det organiske innholdet er noe høyere i 2012 enn i 2008 for nærstasjonen Ren 2. Vi kan ellers se av de geologiske parameterne at Ren 2(2008 og 2012) og Ren 2A (2011) har noenlunde like forhold når det kommer til kornfordeling og glødetap. Begge stasjonene er plassert ved anlegget (Figur 2.3).

Ren 3 i overgangssonen hadde også et grovkornet sediment med 48 % sand og 2 % grus. Det organiske innholdet var innen for det en karakteriserer som ”normalt” og det er lite variasjon både med hensyn på organisk innhold og sediment-type mellom undersøkelsen i 2012 og undersøkelsene fra 2008 og 2011.

Stasjon Ren 1 ute i dypet av fjorden hadde et finkornet sediment bestående av en samlet finfraksjon på 99 % mens det var kun 1 % sand og ingen grus. Dette er typisk for dype fjorder.

3.3 Kjemi

Sediment-analyser

Inntil anlegget, ved Ren 2, ble det funnet lave verdier av sink (tilstandsklasse I - Bakgrunnsnivå) (Tabell 3.2), men høye verdier av kobber (Tilstandsklasse IV – Dårlig). Andelen fosfor var noe forhøyet (4,1 g/kg), og ligger høyere enn både Ren 2A i 2011 (2,4 g/kg) og Ren 2 i 2008 (1,1 g/kg). Mengden organisk karbon (TOC) tyder på relativt høyt innhold av organisk materiale på stasjonen. Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al*, 1993).

Verdiene av metaller i overgangssonen (Ren 3) var lave og får i 2012 som i 2008 og 2011 tilstandsklasse I (Meget god), med unntak av organisk karbon, som går fra tilstandsklasse I i 2008 og 2011 til II i 2012. Det er liten forandring på denne stasjonen fra 2008 og frem til 2012.

På den dypeste stasjonen (Ren 1), ble det kun funnet bakgrunnsnivåer av metaller (TK I). Fosfor-verdiene er normale. De kjemiske parameterne har generelt forandret seg lite på Ren 1 og Ren 3 fra tidligere undersøkelser.

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

Stasjon	Sone	År	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Ren 1	Fjern	2012	220	27	I	120	I	42,2	V	0,76	36,1
Ren 1		2011	220	20	I	130	I	24,3	II	0,72	37
Ren 1		2008	224	16	I	130	I	43,8	V	0,75	39,9
Ren 2	Nær	2012	93	210	IV	130	I	37,5	IV	4,1	74,3
Ren 2A		2011	93	8,8	I	65	I	21,6	II	2,4	73
Ren 2		2008	93	2	I	35	I	10,0	I	1,1	74,4
Ren 3	Overgang	2012	111	20	I	48	I	22,9	II	0,93	66,4
Ren 3		2011	111	9,3	I	39	I	15,3	I	0,91	66
Ren 3		2008	114	5,1	I	35	I	19,2	I	0,8	64,8

Måling av pH og Redokspotensialet (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.

Målingene av pH og E_h i 2012 plasserte alle stasjonene i tilstand 1. Ved anlegget hadde Ren 2 i 2008 tilstand 2, mens den i år fikk tilstand 1 i MOM-B standarden (Tabell 3.3). Ved de to andre stasjonene ser man ingen endring i tilstand.

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	Sone	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Ren 1 2012	Fjern-	7,6	535	0	1
Ren 1 2011		7,55	173	0	1
Ren 1 2008		7,5	135	0	1
Ren 2 2012	Nær-	7,15	187	1	1
Ren 4 2011		7,3	133	0	1
Ren 2 2008		7,2	0	2	2
Ren 3 2012	Overgang-	7,36	242	0	1
Ren 3 2011		7,35	146	0	1
Ren 3 2008		7,3	239	1	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 - 3.5, Figur 3.5 - 3.7, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i oktober 2012 sammenlignet med miljøforholdene i 2008 og 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremer) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk materiale.

SAM-Marin

I bunndyrsprøvene fra Ren 2, like ved anlegget, ble det funnet 12 arter med til sammen 2166 individer. Shannon Wieners diversitetsindeks (H') ble beregnet til 0,47 og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 3,46, som begge plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse V - Svært dårlig. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse V - Svært dårlig, og AMBI-verdien tyder på at faunaen er «Svært forstyrret». I følge MOM-standard er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 3 (Dårlig)(Tabell 2.3). Med et individ-antall på 2021 dominerte børstemakken *Capitella capitata* totalt på denne stasjonen, og utgjorde hele 93,3 prosent av alle individene i prøven. Dette er en art som trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter ikke kan leve. De geometriske klassene indikerer også at man har dårlige forhold på stasjonen. Forholdene på stasjonen tilsvarer forholdene under tidligere undersøkelser.

På Ren 3 i overgangssonen, ble det funnet 123 arter med til sammen 3877 individer. Shannon Wieners diversitets (H') ble beregnet til 4,39 og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 29,23 som begge plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse Svært god. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse I "Svært god". I henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (Meget god). De tre mest tallrike artene var skjellet *Abra nitida* med 820 individer (21,2 %), slangestjerna *Amphiura filiformis* med 779 individer (20.1 %) og skjellet *Thyasira sarsii* med 298 individer (7,7 %)(Tabell 3.6). Bland de ti mest tallrike artene ellers finner man en slangestjerne art og flerbørstemarker. Man finner få forandringer ved lokaliteten sammenlignet med resultatene fra de to tidligere undersøkelsene, men man kan se en trend av både økende antall arter og antall individer siden 2008, som kan tyde på en stimulans fra anlegget på overgangssonen.

Ute i dypet på Ren 1 (220 m dyp) ble fant man 42 arter med til sammen 477 individer. Shannon Wieners diversitets (H') ble beregnet til 3,7 og Hulberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 23,45 som begge plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II – God. Dette er en forbedring, da stasjonen har fått tilstandsklasse III – Moderat i begge de tidligere undersøkelsene. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse II - "God". De tre mest tallrike artene var børstemarkene *Heteromastus filiformis* med 130 individer (27,3 %), skjellet *Thyasira equalis* med 64 individer (13,4 %) og

SAM-Marin

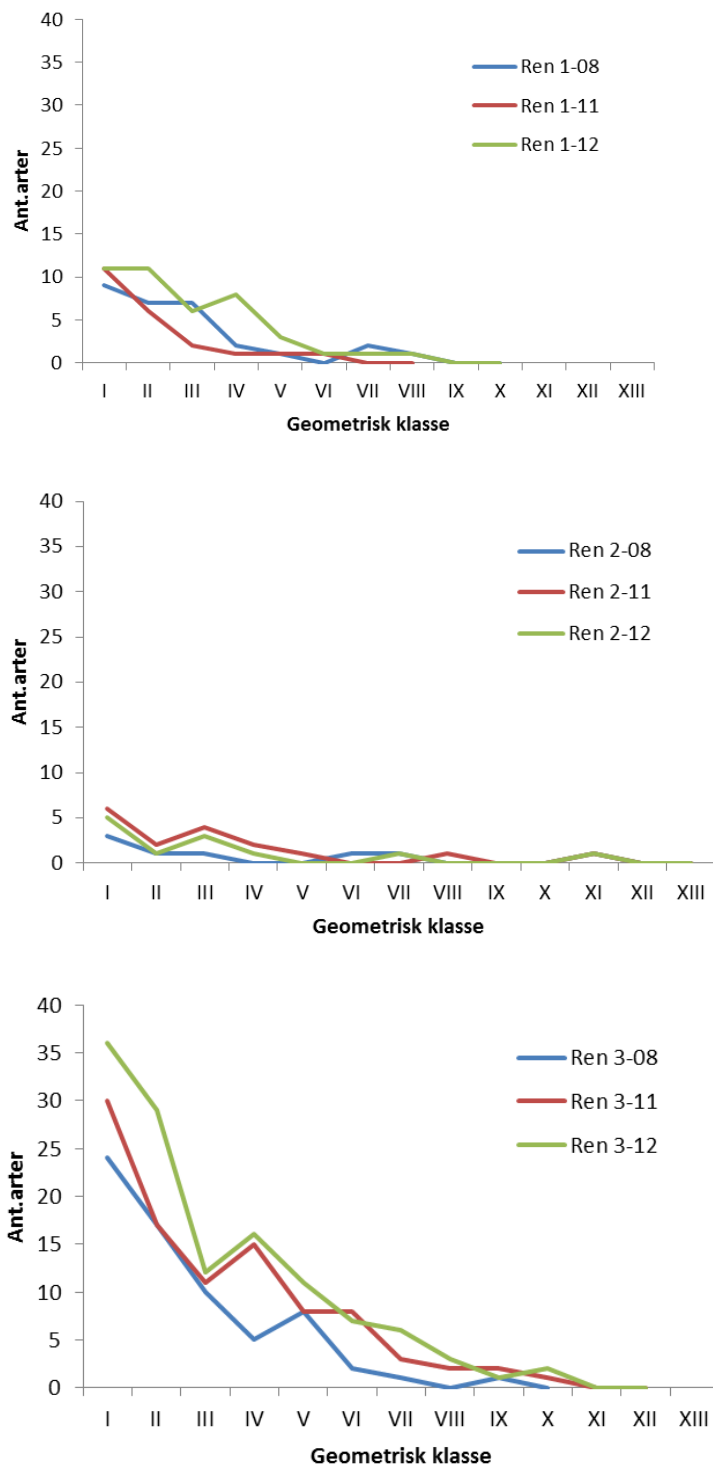
børstemark fra slekten *Polydora* (63 stk, 13,2 %). Artssammensetningen indikerer gode forhold på stasjonen, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon pr år (Figur 3.7). Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.6). Cluster-diagrammet i Figur 3.6 viser at Ren 1 og Ren 3 er mer like mellom årene enn Ren 2 og Ren 2A som vi vet ligger på forskjellig koordinat og dermed ikke er direkte sammenlignbar.

Tabell 3.4. Antall individer, arter, diversitet (H' og ES₁₀₀), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI og ISI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Firkant = grunnlag for MOM-klassifisering

Stasjon/ Sone	År	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	ISI	AMBI	Vanndir. TK	Jevnhet (J)	MOM	TK
Ren 1 Fjern-	2012	2	259	35	3,67	0,66	0,59	24,03	9,1	3,06		0,72		
		3	218	31	3,74	0,65	0,59	22,86	9,9	3,06		0,75		
		Sum	477	42	3,91	-	-	24,25	-	-		0,72		
		Snitt	238,5	33	3,7	0,65	0,59	23,45	9,5	3,06	God	0,73		
	2011	1	70	13	2,24	0,56	0,44	13	-	3,41		0,61		
		2	58	16	3,26	0,66	0,59	16	-	2,51		0,82		
		Sum	128	22	2,94	-	-	19,42	-	-		0,66		
		Snitt	64	14,5	2,75	0,61	0,52	14,5	-	2,96	Moderat	0,71		
	2008	1	184	25	3,29	0,61	0,53	20,05	-	3,36		0,71		
		2	337	17	2,21	0,52	0,41	10,23	-	3,88		0,54		
		Sum	521	29	2,7	-	-	14,78	-	-		0,56		
		Snitt	260,5	21	2,75	0,56	0,47	15,14	-	3,62	Moderat	0,62		
Ren 2 Nær-	2012	2	1374	9	0,37	0,28	0,11	3,31	3	5,91		0,12	3	
		3	792	10	0,57	0,31	0,13	3,62	3,3	5,85		0,17	(Dårlig)	
		Sum	2166	12	0,45	-	-	3,42	-	-		0,13		
		Snitt	1083	9,5	0,47	0,29	0,12	3,46	3,1	5,88		0,14		
	(A) 2011	1	890	12	0,69	0,32	0,14	5,52	-	5,81		0,19	2	
		2	886	12	1,02	0,34	0,18	4,78	-	5,63		0,28	(God)	
		Sum	1776	17	0,91	-	-	5,28	-	-		0,22		
		Snitt	888	12	0,86	0,33	0,16	5,15	-	5,72		0,24		
	2008	1	1201	7	0,38	0,26	0,11	3,31	-	5,92		0,14	3	
		2	589	6	0,59	0,26	0,13	3,88	-	5,85		0,23	(Dårlig)	
		Sum	1790	8	0,46	-	-	3,51	-	-		0,15		
		Snitt	895	6,5	0,49	0,26	0,12	3,6	-	5,89		0,18		
Ren 3 Overgang-	2012	2	1791	93	4,34	0,74	0,69	28,93	9,1	2,41		0,66	1	
		3	2086	101	4,44	0,75	0,7	29,52	9,1	2,41		0,67	(Meget god)	
		Sum	3877	123	4,43	-	-	29,39	-	-		0,64		
		Snitt	1938,5	97	4,39	0,75	0,69	29,23	9,1	2,41	Svært god	0,66		
	2011	1	1343	79	4,48	0,72	0,69	29,51	-	2,6		0,71	1	
		2	1165	73	4,07	0,72	0,65	27,56	-	2,62		0,66	(Meget god)	
		Sum	2508	97	4,38	-	-	28,96	-	-		0,66		
		Snitt	1254	76	4,28	0,72	0,67	28,54	-	2,61	Svært god	0,68		
	2008	1	367	45	3,32	0,64	0,52	24,66	-	3,57		0,6	1	
		2	477	53	4,09	0,69	0,63	27,29	-	2,93		0,71	(Meget god)	
		Sum	844	68	3,91	-	-	27,28	-	-		0,64		
		Snitt	422	49	3,7	0,66	0,58	25,98	-	3,25	Svært god	0,66		

SAM-Marin



Figur 3.5. Geometriske klasser på Ren 1, Ren 2 og Ren 3 i 2008, 2011 og 2012. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

SAM-Marin

Tabell 3.5. De ti mest tallrike artene på Ren 1 og Ren 2 i 2008, 2011 og 2012. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Ren 1-08				Ren 1-11			
	0,2 m ²				0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Polydora</i> sp.	223	42,8	42,8	<i>Heteromastus filiformis</i>	53	41,4	41,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	112	21,5	64,3	<i>Thyasira equalis</i>	28	21,9	63,3
<i>Thyasira equalis</i>	80	15,4	79,7	<i>Kelliella abyssicola</i>	11	8,6	71,9
<i>Abra nitida</i>	21	4,0	83,7	<i>Abra nitida</i>	6	4,7	76,6
<i>Kelliella abyssicola</i>	15	2,9	86,6	<i>Yoldiella philippiana</i>	4	3,1	79,7
<i>Spiophanes kroyeri</i>	9	1,7	88,3	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	2,3	82,0
<i>Entalina tetragona</i>	7	1,3	89,6	<i>Galathowenia oculata</i>	3	2,3	84,4
<i>Galathowenia oculata</i>	6	1,2	90,8	<i>Nephtys paradoxa</i>	3	2,3	86,7
<i>Tellimya ferruginosa</i>	6	1,2	91,9	<i>Caudofoveata</i> indet.	2	1,6	88,3
<i>Ceratocephale loveni</i>	5	1,0	92,9	<i>Entalina tetragona</i>	2	1,6	89,8
<i>Aglaophamus malmgreni</i>	5	1,0	93,9	<i>Tellimya ferruginosa</i>	2	1,6	91,4

Ren 1-12				Ren 2-08			
	0,2 m ²				0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	130	27,3	27,3	<i>Capitella capitata</i>	1668	93,2	93,2
<i>Thyasira equalis</i>	64	13,4	40,7	<i>Ophryotrocha lobifera</i>	74	4,1	97,3
<i>Polydora</i> sp.	63	13,2	53,9	<i>Heteromastus filiformis</i>	35	2,0	99,3
<i>Kelliella abyssicola</i>	30	6,3	60,2	<i>Prionospio steenstrupii</i>	7	0,4	99,7
<i>Abra nitida</i>	23	4,8	65,0	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	0,2	99,8
<i>Yoldiella philippiana</i>	18	3,8	68,8	<i>Malacoceros fuliginosus</i>	1	0,1	99,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	14	2,9	71,7	<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	1	0,1	99,9
<i>Echinocardium flavescens</i>	10	2,1	73,8	<i>Synaptidae</i> indet.	1	0,1	100,0
<i>Mendicula ferruginosa</i>	10	2,1	75,9				
<i>Pectinaria koreni</i>	10	2,1	78,0				
<i>Nephtys paradoxa</i>	10	2,1	80,1				

Ren 2-11				Ren 2-12			
	0,2 m ²				0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1492	84,0	84,0	<i>Capitella capitata</i>	2021	93,3	93,3
<i>Ophryotrocha</i> sp.	206	11,6	95,6	<i>Ophryotrocha lobifera</i>	109	5,0	98,3
<i>Eteone longa</i>	25	1,4	97,0	<i>Mytilus edulis</i>	15	0,7	99,0
<i>Pectinaria koreni</i>	13	0,7	97,7	<i>Prionospio steenstrupii</i>	5	0,2	99,3
<i>Prionospio steenstrupii</i>	12	0,7	98,4	<i>Malacoceros fuliginosus</i>	5	0,2	99,5
<i>Chaetozone</i> sp.	5	0,3	98,7	<i>Vigtorniella ardabilia</i>	4	0,2	99,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	0,2	98,9	<i>Ophryotrocha</i> sp.	2	0,1	99,8
<i>Amphiura chiajei</i>	4	0,2	99,2	<i>Heteromastus filiformis</i>	1	0,0	99,8
<i>Thyasira sarsii</i>	4	0,2	99,4	<i>Exogone</i> sp.	1	0,0	99,9
<i>Abra nitida</i>	3	0,2	99,5	<i>Caudofoveata</i> indet.	1	0,0	99,9
				<i>Actinidae</i> indet.	1	0,0	100,0
				<i>Hiatella</i> sp.	1	0,0	100,0

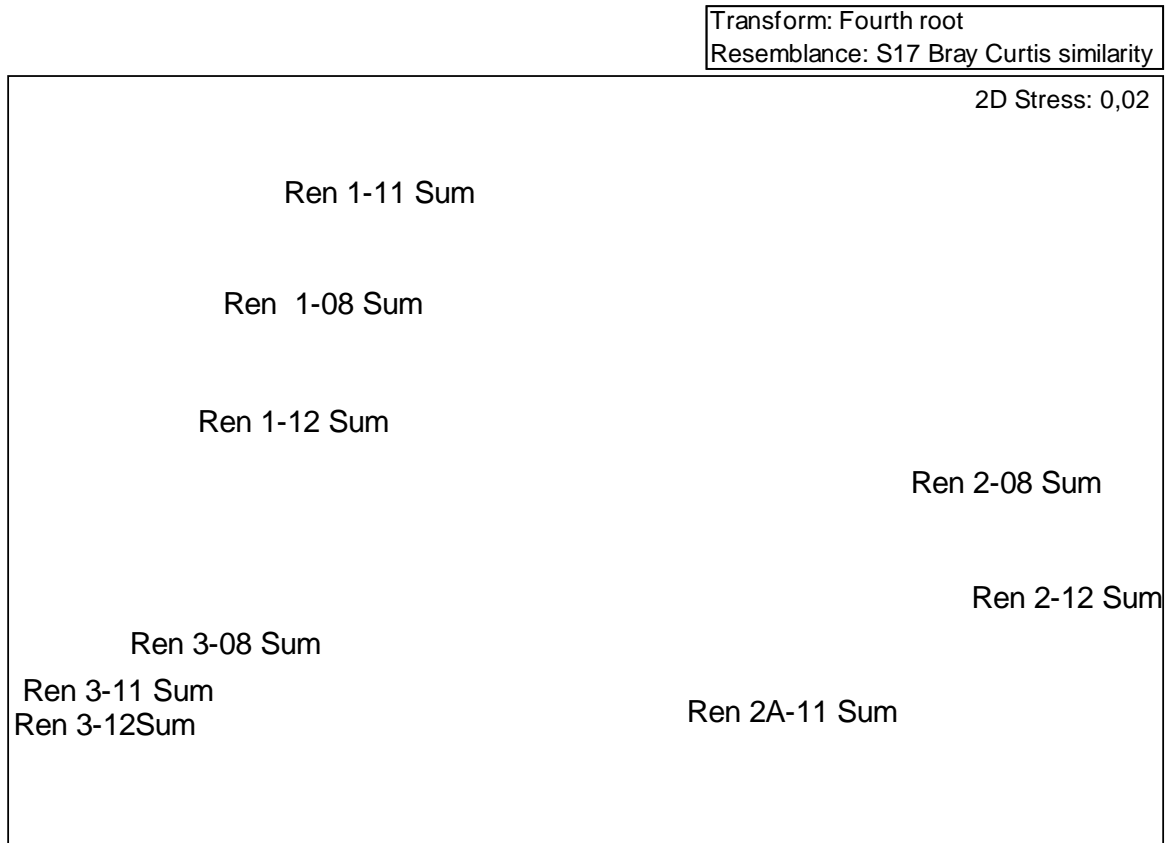
SAM-Marin

Tabell 3.5. forts: De ti mest tallrike artene på Ren 3 i 2008, 2011 og 2012. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

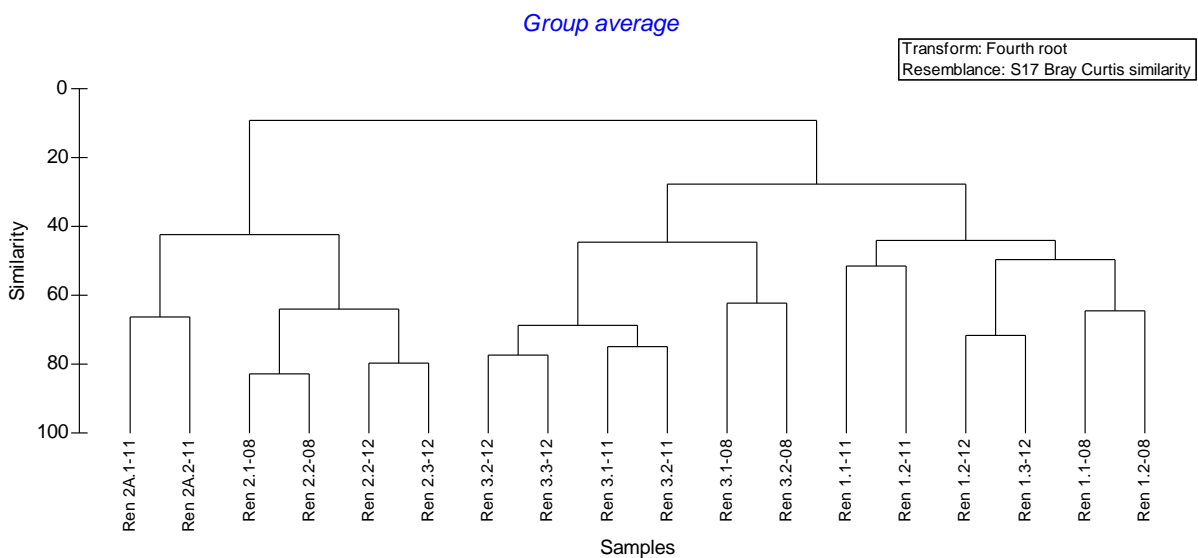
Ren 3-08	0,2 m ²			Ren 3-11	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	325	38,5	38,5	<i>Abra nitida</i>	655	26,1	26,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	93	11,0	49,5	<i>Heteromastus filiformis</i>	275	11,0	37,1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	50	5,9	55,5	<i>Amphiura chiajei</i>	257	10,2	47,3
<i>Thyasira equalis</i>	44	5,2	60,7	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	149	5,9	53,3
<i>Chaetozone</i> sp.	27	3,2	63,9	<i>Thyasira sarsii</i>	133	5,3	58,6
<i>Galathowenia oculata</i>	25	3,0	66,8	<i>Amphiura filiformis</i>	107	4,3	62,8
<i>Diplocirrus glaucus</i>	22	2,6	69,4	<i>Chaetozone</i> sp.	81	3,2	66,1
<i>Prionospio fallax</i>	18	2,1	71,6	<i>Spiophanes kroyeri</i>	71	2,8	68,9
<i>Eclysippe vanelli</i>	17	2,0	73,6	<i>Amythasides macroglossus</i>	50	2,0	70,9
<i>Nephasoma</i> cf. <i>minutum</i>	17	2,0	75,6	<i>Maldanidae</i> indet.	49	2,0	72,8

Ren 3-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Abra nitida</i>	820	21,2	21,2
<i>Amphiura filiformis</i>	779	20,1	41,2
<i>Thyasira sarsii</i>	298	7,7	48,9
<i>Heteromastus filiformis</i>	200	5,2	54,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	142	3,7	57,8
<i>Amythasides macroglossus</i>	136	3,5	61,3
<i>Polydora</i> sp.	124	3,2	64,5
<i>Maldanidae</i> indet.	117	3,0	67,5
<i>Amphiura chiajei</i>	91	2,3	69,8
<i>Chaetozone</i> sp.	86	2,2	72,0

SAM-Marin



Figur 3.6. MDS plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i 2008, 2011 og 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.7. Cluster plot på huggnivå av stasjonene undersøkt i 2008, 2011 og 2012. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Ren 2.1-08 er første hugg fra Ren 2 i 2008 osv.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 17. oktober og 29. november 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden. Ved stasjonen ved anlegget var det ble det rapportert om noe lukt. Tabell 4.1 oppsummerer funnene. Både MOM-C undersøkelsen i 2008 (Heggøy og Vassenden, 2008) og i 2011 (Hadler-Jacobsen og Johansen, 2011) viste dårlige miljøforhold på stasjonen nærmest anlegget, mens forholdene var gode i overgangssonen og i dypet av fjorden.

På stasjonen nærmest anlegget (Ren 2) var glødetapet noe forhøyet fra 2008, men likevel relativt lavt. Sedimentet bestod hovedsakelig av sand. Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 1 noe som indikerer at det ikke er oksygensvikt i sedimentet på nærstasjonen. Nivået av kobber og organisk karbon(TOC) på stasjonen var mye høyere enn i tidligere undersøkelser, og gav tilstandsklasse IV (Dårlig) mot henholdsvis I (Bakgrunnsnivå) og I (Svært god) i 2008. Diversiteten av bunnfauna kom ut som svært dårlig, og børstemarken *Capitella capitata*, dominerte i prøven med 93 % av det totale individtallet. De undersøkte parameterne indikerer jevnt over dårlige forhold, og man ser at resultatene fra årets undersøkelse er mer lik resultatene fra undersøkelsen i 2008 enn undersøkelsen i 2011, noe som kan ha sammenheng med at det er blitt tatt prøver fra samme posisjoner i 2008 og 2012, mens stasjonen ble flyttet litt i 2011, og kan derfor ikke sammenlignes direkte med resultatene fra denne undersøkelsen. Bunnfaunaen under anlegget viser at man har et miljø som er påvirket av økt tilførsel av organisk materiale (fôrestre og fekalier). I henhold til MOM-standard fikk stasjonen i nærsonen miljøtilstand 3 (dårlig).

I overgangssonen (Ren 3) inneholdt sedimentet mye silt og sand. Fosfor nivå var innenfor normalen, og glødetapet indikerer lite organisk materiale. pH- og Eh målingene viste gode forhold og ga tilstand 1. Analysene av bunnfauna tydet på gode forhold. Generelt sett var det få endringer fra de tidligere undersøkelsene ved stasjonen. Stasjonen får miljøtilstand 1 (Meget god) i henhold til MOM-standard og tilstandsklasse I (Svært god) i henhold til Veileder 1:2009.

SAM-Marin

På den dypeste stasjonen (Ren 1) får bunnvannet tilstandsklasse II (God) med tanke på oksygeninnhold. pH- og Eh-målingene viste gode forhold og ga tilstand 1. Her var sedimentet dominert av leire og silt (99 %). Glødetapet indikerte en del organisk innhold i sedimentet, som er forventet på dette dypet. Fosforverdiene var lave også her. Nivået av organisk karbon (TOC) fikk i år tilstandsklasse V mot II i 2011, mens det også i 2008 var tilstandsklasse V. Det ble ikke registrert forurensing av kobber og sink og undersøkelsene av bunnfauna tydet på gode forhold. Diversitetsindeksene plasserer stasjonen i tilstandsklasse II (God). Artssammensetningen indikerer gode forhold på stasjonen som også fordelingen av de geometriske klassene viser.

Prøvene viser at det er liten påvirkning fra anlegget i overgangssonen og fjernsonen, og bunndyrsfaunaen på disse stasjonene viste gode forhold. Prøvene tatt like ved anlegget viser derimot at driften ved anlegget påvirker bunnfaunaen. Man ser også en opphoping av kobber i sedimentet i nærsone. Ved fremtidig drift bør bunnforholdene under anlegget følges nøye for å unngå opphopning av fekalier og fôrrester som kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

Tabell 4.1 Oppsummering av resultatene

Stasjon	Dyp (m)	Fauna T.kl.	Fauna MOM tilstand	T.kl. sink	T.kl. kobber
Ren 1	220	God	-	I	I
Ren 2	93	-	3	I	IV
Ren 3	111	Svært God	1	I	I

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt på «Scallop» med Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester. På toktet deltok Frøydis Lygre og Stian E. Kvalø fra SAM-Marin. Hydrografi-målingene ble utført av Trond E. Isaksen. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Lise Rikstad, Nargis Islam og Ingrida Petrauskaite. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Per Johannessen og Frøydis Lygre.

6 LITTERATUR

- 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.
- Brekke, E. og Eilertsen, M. 2011 MOM B-gransking av oppdrettslokaliteten Rennaren i Rennesøy kommune, mai 2011. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 144. 22 s.
- 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.
- Børsheim, B. 2009. MOM-B undersøkelse på lokalitet «Rennaren» i Rennesøy kommune. FOMAS. Rapport nr. 2009-157. 17 s.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Heggøy E. og Vassenden G., MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune i 2008 SAM e-Rapport nr 13-2008
- Hadler-Jacobsen, S. og Johannessen, P., 2012. MOM-C undersøkelse fra lokalitet Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune i 2011. SAM e-Rapport 21-2012. 46 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. Sarsia 53:15-18.
- Isaksen, TE. og Johansen, P., 2012. MOM-B undersøkelse ved Rennaren i Rennesøy Kommune, november 2012. SAM-Notat 48-2012. 13 s.
- 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 4764. 1980. Vannundersøkelse. Torrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. Norges Standardiseringsforbund.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund.
- Vassdal, T. 2012. Strømmåling ved Rennaren, Grieg Seafood Rogaland AS, Rennesøy Kommune, desember 2012. SAM-Notat 47-2012. 38 s.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	<i>30</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i>	<i>38</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>40</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>48</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>49</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data.....</i>	<i>49</i>

GENERELL VEDLEGGSEDEL**Analyse av bunndyrsdata****Generelt**

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

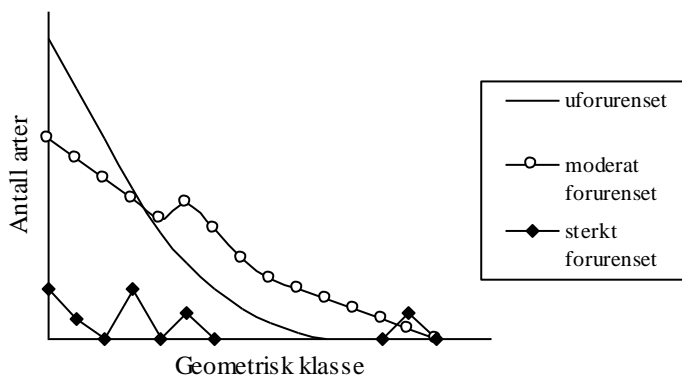
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

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

Diversitet.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindeksen SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES_{100}	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre

den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

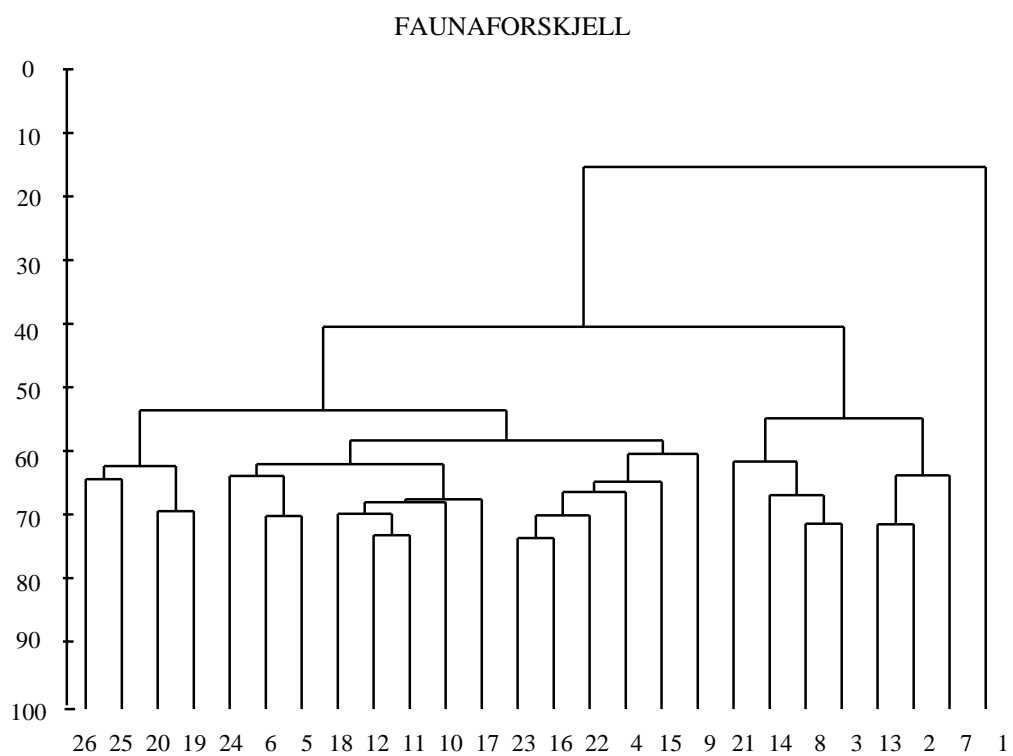
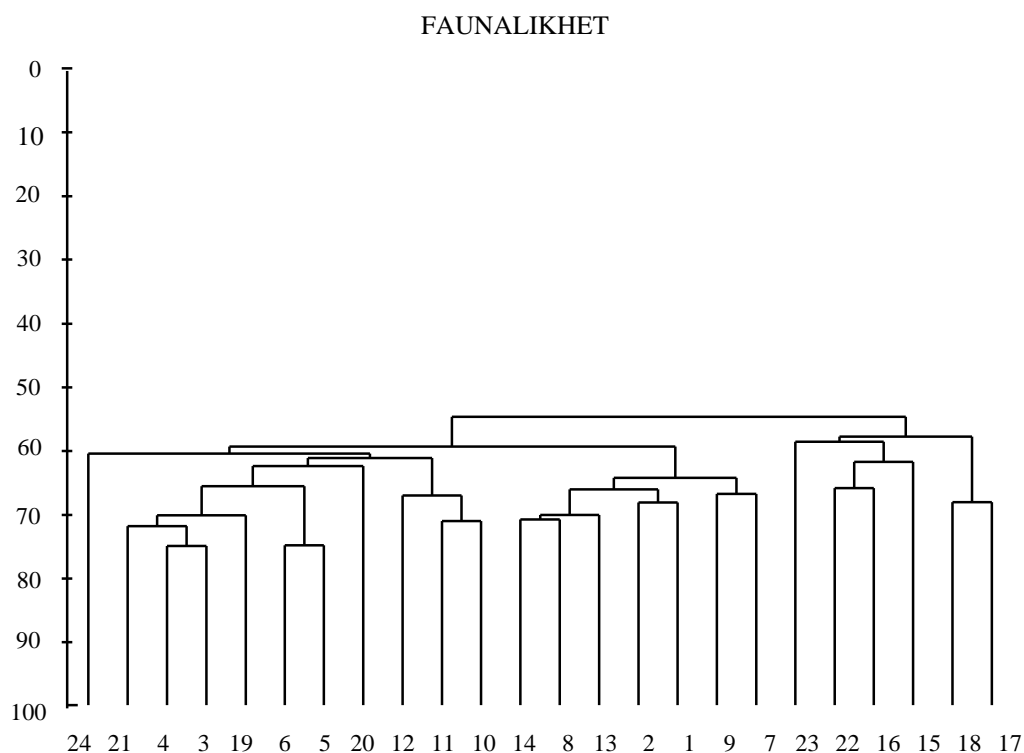
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon, $> 0,3$ 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. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

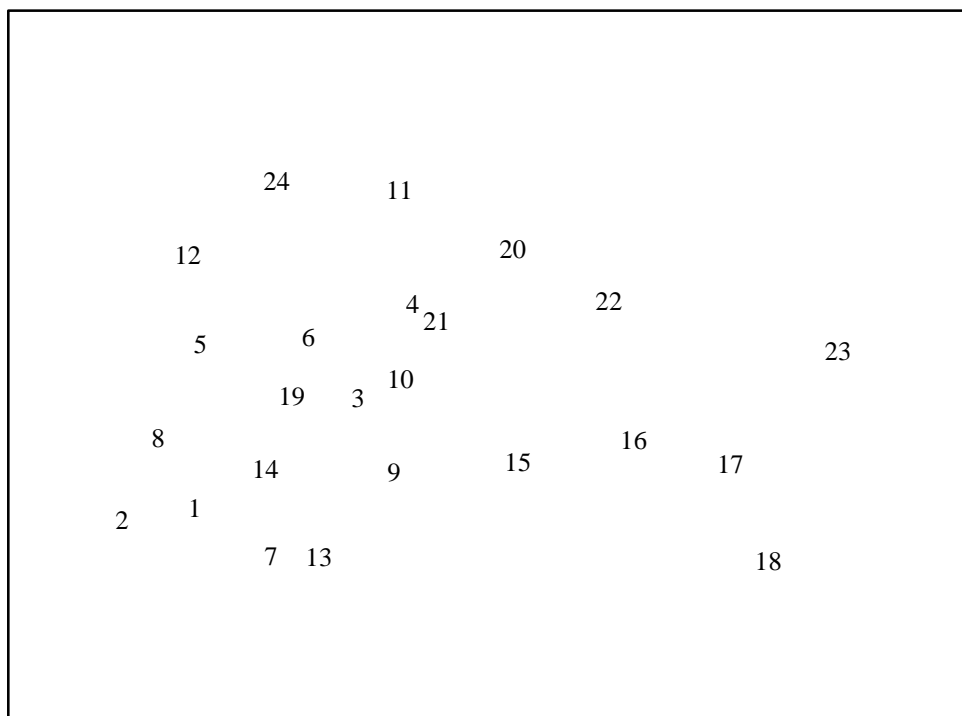
SAM-Marin



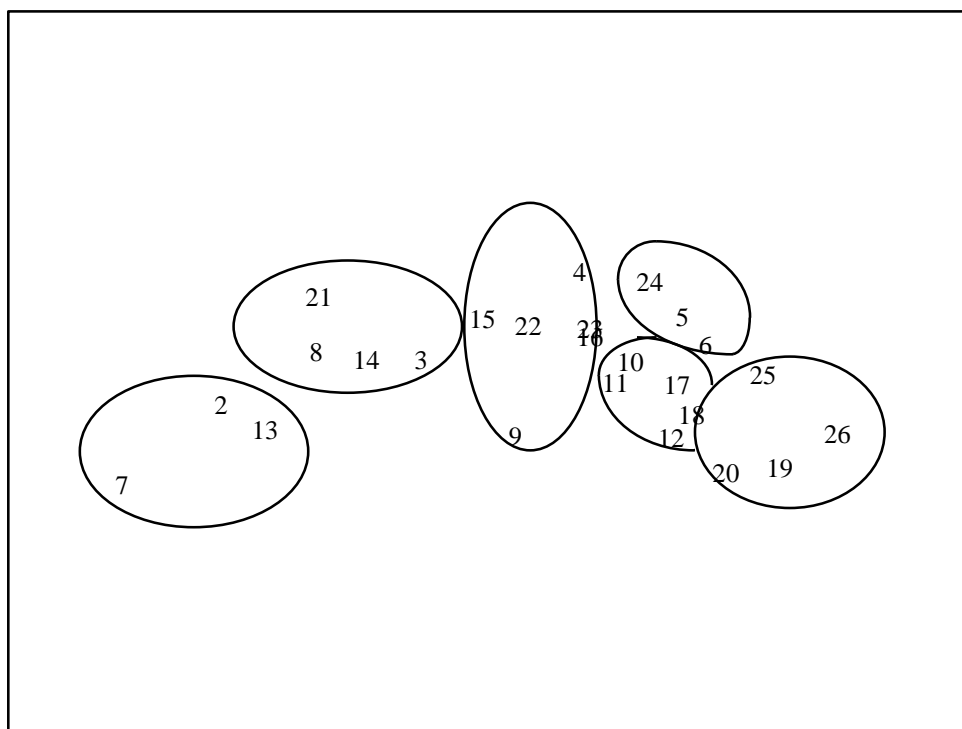
Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

SAM-Marin

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.*
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review 16:229-311*.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series 12:237-255*.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology 13:131-144*.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02. 20 s.*
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.04

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS
 Lokaltet: Rennaren
 Lokaltetstype:

Dato: 17.10.2012
 Konsesjonsnr: 17357

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks									
			Ren 1	Ren 2	Ren 3													
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0													0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A															
II	pH	verdi	7,60	7,15	7,36													
	E _n (mv)	verdi	318,00	-30,00	25,00													
		+ ref. verdi	529	181	236													
	pH/E _n	fra figur	0	0	0													0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1													
	Tilstand, gruppe II		1															
						Buffer temp: 11,8	Temp sjø: 12	Temp sedimen 11										
						pH sjø: 8,08	Eh sjø: 199	Ref. elektrode: 211										
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):																	
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0													
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0													
		Brun/Sort = 2																
	Lukt	Ingen = 0	0		0													
		Noe = 2			2													
		Sterk = 4																
	Konsistens	Fast = 0				0												
		Myk = 2		2														
		Løs = 4			4													
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0																
1/4 ≤ v < 3/4 = 1				1														
v ≥ 3/4 = 2			2		2													
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0														
	2 - 8 cm = 1																	
	l ≥ 8 cm = 2																	
	SUM		4	7	2													
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	1,54	0,44													1,0
	Tilstand prøve		1	2	1													
	Tilstand gruppe III		1															
	Middelvei gruppe II og III		0,44	0,77	0,22													0,5
	Tilstand gruppe II og III		1															
	pH/Eh					Tilstand						Lokalitetstilstand						
	Korr. sum					Gruppe I	Gruppe II og III											
	Indeks					A	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4								
	Middelvei					4	1, 2, 3			1, 2, 3								
						4	4			4								
	< 1,1	1				LOKALITETSTILSTAND						1						
	1,1 - < 2,1	2																
	2,1 - < 3,1	3																
	≥ 3,1	4																

Korrekturløst: 28/1-13
 dato

RTA
 Sign.

RS
 Sign.

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.04

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 17.10.2012

Lokalitet: Rennaren

Konsesjonsnr: 17357

Lokalitetstype:

Prøvetakingssted (nr)	Ren 1	Ren 2	Ren 3						
Dyp (m)	220	93	111						
Antall forsøk	4	3	6						
Bobling (i prøve)	N	N	N						
Primær-sediment	Grus		10 %						
	Skjellsand								
	Sand								
	Mudder		50 %						
	Silt		50 %	20 %					
	Leire	100 %		70 %					
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr		Ja							
Fekalier									
Kommentarer		Noko lukt. Førrester.							

Korrekturlest:

28/1-13
dato

RTG
Sign.

RS
Sign.

Godkjent av: SHJ

Gyldig fra: 19.10.2012

Side av .

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Grieg Seafood Rogaland AS,
Helgøy, N-4174 Helgøysund
Prosjekt nr.: 804024
Prøvetakingssted (område): Rennaren i Rogaland
Dato for prøvetaking: 16-17/10-2012
Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -
Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen**

	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:7 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin

s.l/7	Stasjon: Dybde: Dato: Hugg:	Ren 1 220 m 20.2.08 1. Hugg	Ren 1 220 m 20.2.08 2.Hugg	Ren 1 220 m 3.10.2011 1. hugg	Ren 1 220 m 3.10.2011 2. hugg	Ren 1 220 m 17.10.12 2. hugg	Ren 1 220 m 17.10.12 3. hugg
Artliste							
CNIDARIA							
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.		+	+	+	+		
* ANTHOZOA							
Actinidae indet.		2					
* NEMERTINI indet.		2	6	1	6	15	10
* NEMATODA indet.						1	
ANNELIDA							
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		0/2	1/1	3		11	3
<i>Polynoidae indet.</i>		1					
<i>Bylgides sp.</i>			1				
<i>Neoleanira tetragona</i>		2		1			
* <i>Tomopteris sp.</i>					+		
<i>Nereimyra cf. woodsholea</i>						1	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		1					
<i>Exogone sp.</i>						2	1
<i>Ceratocephale loveni</i>		2	3				
<i>Aglaophamus malmgreni</i>		2/1	1/1				
<i>Nephtys paradoxa</i>				1	1/1	3/3	2/2
<i>Glycera lapidum</i>						0/1	
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>					0/1		1
<i>Lumbrineridae indet.</i>						2	
<i>Phylo norvegica</i>					0/1		
<i>Polydora sp.</i>		61	162			7	56
<i>Prionospio cirrifera</i>						1	
<i>Prionospio fallax</i>						2	
<i>Prionospio dubia</i>						0/1	0/1
<i>Spiophanes kroyeri</i>		6/1	1/1	1		1/3	2/3
<i>Levinsenia gracilis</i>		1				7	
<i>Paraonis sp.</i>						1	
<i>Aphelochaeta sp.</i>						1	1
<i>Chaetozone sp.</i>		1				1	1
<i>Diplocirrus glaucus</i>		2				1/4	0/3
<i>Capitella capitata</i>						1	
<i>Heteromastus filiformis</i>		30/1	79/2	36	17	90	40
<i>Rhodine loveni</i>			1		1	1/1	0/2
<i>Galathowenia oculata</i>		5	1	1	2	1	+
<i>Pectinaria koreni</i>						0/1	0/9
<i>Amythasides macroglossus</i>							1
<i>Sosanopsis wireni</i>						1	2
<i>Melinna cristata</i>						0/1	1
<i>Terebellides stroemi</i>				0/1		0/5	0/1
* <i>Siboglinum fiordicum</i>		+					
OLIGOCHAETA indet.						9	
SIPUNCULA							
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>				1			
ARTHROPODA							
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>				34	8	10	7
* <i>Calanus hyperboreus</i>			2	7	7	6	
* <i>Chiridius armatus</i>					1		
* <i>Euchaeta norvegica</i>				1			1
* <i>Centropages hamatus</i>						1	1
* <i>Metridia longa</i>		1	2	22	6	9	

SAM-Marin

s.2/7	Stasjon:	Ren 1	Ren 1	Ren 1	Ren 1	Ren 1	Ren 1
	Dybde:	220 m	220 m	220 m	220 m	220 m	220 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artstliste	Hugg:	1. Hugg	2.Hugg	1. hugg	2. hugg	2. hugg	3. hugg
* <i>Eudorella emarginata</i>			4				
* <i>Eudorella hirsuta</i>					1		
* <i>Amphipoda indet.</i>					1		1
* <i>Hyperiidæ indet.</i>						1	
<i>Eriopisa elongata</i>		2			0/1	0/2	1/3
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata indet.</i>				1	1		
<i>Solenogastres indet.</i>					1		
<i>Roxania utriculus</i>							0/1
<i>Nucula tumidula</i>						1/1	
<i>Ennucula tenuis</i>		1					1/1
<i>Yoldiella lucida</i>			1	1			
<i>Yoldiella philippiana</i>			3		3/1	6/2	7/3
<i>Thyasira obsoleta</i>						0/2	0/2
<i>Thyasira sarsii</i>		2/1	1				
<i>Thyasira equalis</i>		28/3	24/25	15/2	8/3	26/13	21/4
<i>Axinulus croulinensis</i>							1
<i>Mendicula ferruginosa</i>		1				3/1	5/1
<i>Adontorhina similis</i>					1		2
<i>Tellimya ferruginosa</i>		5/1			1/1		0/1
<i>Abra nitida</i>		6/2	11/2	1	3/2	10/1	11/1
<i>Kelliella abyssicola</i>		4	10/1	5	3/3	20	10
<i>Tropidomya abbreviata</i>		1	1				
<i>Entalina tetragona</i>		3/1	2/1		2	4	3
ECHINODERMATA							
OPHIUROIDEA indet.						+	
<i>Brissopsis lyrifera</i>		2					
<i>Echinocardium flavescens</i>						0/3	0/7
* CHAETOGNATHA indet.			2	1	1	4	2
* VARIA		+					
	Stasjon:	Ren 2	Ren 2	Ren 2A	Ren 2A	Ren 2	Ren 2
	Dybde:	93 m	93 m	93 m	93 m	93 m	93 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artstliste	Hugg:	1. hugg	2.hugg	1. hugg	2. hugg	2.hugg	3.hugg
* PORIFERA indet.			+		+		
CNIDARIA							
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.					++	+	
* ANTHOZOA							
Actinidae indet.						1	
* NEMERTINI indet.		1		1	1		
* NEMATODA indet.		1			3	4	5
ANNELIDA							
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		1	1/1				
<i>Phyllococe mucosa</i>				1/1			
<i>Eteone longa</i>				8	17		
<i>Sige fusigera</i>					1		
<i>Exogone sp.</i>							1
<i>Glycera alba</i>					1		
<i>Ophryotrocha lobifera</i>		32/3	28/11			48	61
<i>Ophryotrocha sp.</i>				44	162	1	1
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		1				3	2

SAM-Marin

s.3/7	Stasjon:	Ren 2	Ren 2	Ren 2A	Ren 2A	Ren 2	Ren 2
	Dybde:	93 m	93 m	93 m	93 m	93 m	93 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artsliste	Hugg:	1. hugg	2.hugg	1. hugg	2. hugg	2.hugg	3.hugg
<i>Prionospio steenstrupii</i>		2/1	3/1	7	5	2	3
<i>Prionospio cirrifera</i>					1		
<i>Vigtorniella ardabilia</i>						3	1
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>		1					
<i>Chaetozone sp.</i>				1	4		
<i>Diplocirrus glaucus</i>					1		
<i>Capitella capitata</i>		928/208	396/136	804	688	1304	717
<i>Heteromastus filiformis</i>		22/2	10/1	1	3		1
<i>Galathowenia oculata</i>				1			
<i>Pectinaria koreni</i>				2/9	1/1		
<i>Sabellides octocirrata</i>					1		
* <i>Siboglinum fiordicum</i>			+				
SIPUNCULA							
ARTHROPODA							
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>		1		17		1	
* <i>Chiridius armatus</i>						1	
* <i>Centropages typicus</i>				1			
* <i>Caligus sp.</i>							1
* <i>Amphipoda indet.</i>							1
* <i>Caprellidae indet.</i>						1	
* PYCNOGONIDA indet.							
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata indet.</i>							1
<i>Mytilus edulis</i>						9/2	4
<i>Thyasira sarsii</i>				1/3			
<i>Abra nitida</i>				1/2			
<i>Hiatella sp.</i>						1	
<i>Tropidomya abbreviata</i>							
* BRYOZOA							
* Bryozoa indet skorpeformet			+			+	
* Bryozoa indet grenet					+	+	+
ECHINODERMATA							
<i>Amphiura chiajei</i>				0/4			
<i>Synaptidae indet.</i>			1				
* CHAETOGNATHA indet.				7	1		
CHORDATA							
* VARIA			+		+	+	

	Stasjon:	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3
	Dybde:	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artsliste	Hugg:	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	2.hugg	3.hugg
* PORIFERA indet.							+
CNIDARIA							
* HYDROZOA							
* Hydrozoa indet.		+		+		+	+
* ANTHOZOA							
<i>Virgularia mirabilis</i>							0/1
<i>Cerianthus lloydii</i>		0/1		0/1			
<i>Edwardsia sp.</i>						1	2
* NEMERTINI indet.		25	23	36	31	84	61
* NEMATODA indet.		4	20	8	7	19	ca. 30

SAM-Marin

s.4/7	Stasjon:	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3
	Dybde:	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artsliste	Hugg:	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	2.hugg	3.hugg
ANNELIDA							
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		25/6	50/12	100	49	66	76
<i>Aphrodita aculeata</i>			0/1				
<i>Polynoidae indet.</i>				2	1		
<i>Gattyana cirrosa</i>							1
<i>Eunoe nodosa</i>		2	1				
<i>Harmothoe mariannae</i>							1
<i>Pholoe baltica</i>		3/1	3	8	3	10	8
<i>Pholoe pallida</i>				1	1	2	3
<i>Neoleanira tetragona</i>			1			1	
<i>Sthenelais limicola</i>							0/1
<i>Chaetoparia nilssoni</i>			1/1	1	1		2
<i>Parainittis kosteriensis</i>							1
<i>Phyllodoce groenlandica</i>					2	0/1	1
<i>Phyllodoce rosea</i>					1		
<i>Eumida sp.</i>							1
<i>Eulalia sp.</i>							1
<i>Eteone longa</i>						3	2
<i>Sige fusigera</i>				7/2	6/7	4/4	5/4
<i>Kefersteinia cirrata</i>		0/1					
<i>Nereimyra punctata</i>					0/2		
<i>Nereimyra cf. woodsholea</i>						4	2
<i>Ophiodromus flexuosus</i>			1	2		1/1	2
<i>Syllidae indet.</i>							2
<i>Exogone sp.</i>		1		20	13	21	13
<i>Nereidae indet.</i>							0/1
<i>Ceratocephale loveni</i>		1	3	1			1
<i>Aglaophamus malmgreni</i>		2/3	2				
<i>Nephtys hombergi</i>							1
<i>Nephtys longosetosa</i>		1					
<i>Nephtys paradoxa</i>				1	0/1		0/1
<i>Nephtys sp.</i>						0/1	
<i>Sphaerodoropsis minuta</i>				1		1	
<i>Sphaerodorum flavum</i>							1
<i>Glycera alba</i>					1	0/1	0/2
<i>Goniada maculata</i>			3	5/1	1/1	4	2/1
<i>Lumbrineridae indet.</i>		4	12	12	21	22	27
<i>Schistomeringos sp.</i>						1	
<i>Polydora sp.</i>		6	10	31	7	65	59
<i>Prionospio cirrifera</i>		1		15	10	12	5
<i>Prionospio fallax</i>		11	7	1	1	18	12
<i>Prionospio dubia</i>						0/1	
<i>Scolecopsis korsuni</i>		1/1				1/1	
<i>Spiophanes kroyeri</i>		6/3	30/11	28/10	23/10	12/16	16/13
<i>Apistobranchus tullbergi</i>							1
<i>Aricidea catherinae</i>				1			
<i>Aricidea sp.</i>						2	
<i>Levinsenia gracilis</i>				4		6	5
<i>Paraonis sp.</i>		1		2		2	1
<i>Aphelochaeta sp.</i>		6	5	11	10	10	3
<i>Caulleriella killariensis</i>						3	7
<i>Chaetozone sp.</i>		15	12	38	43	43	43
<i>Macrochaeta polyonyx</i>				1			
<i>Brada villosa</i>							2/1

SAM-Marin

s.5/7	Stasjon:	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3
	Dybde:	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artsliste	Hugg:	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	2.hugg	3.hugg
<i>Diplocirrus glaucus</i>		5/2	10/5	4/15	6/18	11/7	17/17
<i>Pherusa flabellata</i>						0/1	
<i>Ophelina sp.</i>						0/1	
<i>Lipobranchus jeffreysii</i>					0/2		
<i>Scalibregma inflatum</i>			0/1	0/1	1/1	2/4	4/7
<i>Capitella capitata</i>		1			1		
<i>Heteromastus filiformis</i>		170/15	125/15	170	105	74	126
<i>Notomastus latericeus</i>				1	0/1	3/2	8/1
<i>Clymenura borealis</i>			2				
<i>Praxillella affinis</i>			4/1				
<i>Lumbrichymene cylindricaudata</i>				1		3	
<i>Praxillura longissima</i>		3/1	2				
<i>Chirimia biceps</i>							0/1
<i>Rhodine gracilor</i>				2	3	1	2
<i>Maldanidae indet.</i>				30	19	56	61
<i>Myriochele danielsseni</i>				1			1
<i>Galathowenia oculata</i>		8	17	10	10	12	15
<i>Owenia borealis</i>		4/1	6/2	8	2	3/2	6/2
<i>Pectinaria auricoma</i>		1	1	1		1	10
<i>Pectinaria koreni</i>		2	1	0/4	0/1	3/25	1/29
<i>Pectinaria belgica</i>						1	2
<i>Ampharete falcata</i>			0/1	1	3	2	5
<i>Ampharete lindstroemi</i>				1		1	
<i>Sabellides indet.</i>		1	2				
<i>Sabellides octocirrata</i>				2/2	5/4	1/1	
<i>Sosane sulcata</i>			0/1				
<i>Mugga wahrbergi</i>			2			3	
<i>Amythasides macroglossus</i>			7	30	20	55	81
<i>Echysippe vanelli</i>		3	13/1	8/1	8	2/1	12
<i>Sosanopsis wireni</i>				1/3	0/10	1	
<i>Samytha sexcirrata</i>				1			
<i>Amage auricula</i>		2	7				
<i>Melinna cristata</i>						0/1	0/1
<i>Melinna elisabethae</i>				0/1			
<i>Neoamphitrite affinis</i>							1
<i>Paramphitrite birulai</i>				5	4/7	4/1	4/1
<i>Paramphitrite tetrabanchia</i>		1	1/1				
<i>Pista cristata</i>			1	2/5	3/2	0/4	0/1
<i>Pista lornensis</i>							1
<i>Streblosoma bairdi</i>			1/1	1	1/1	1/1	
<i>Polycirrus latidens</i>				1			
<i>Polycirrus norvegicus</i>				0/1		1	2
<i>Polycirrus plumosus</i>				6/3	1/2	1/3	6/7
<i>Trichobranchus roseus</i>				2	3	4/1	7
<i>Terebellides stroemi</i>				5/5	3/4	4/11	5/9
<i>Sabellidae indet.</i>				6	1	2	2
<i>Euchone sp.</i>				3	1	2	1
<i>Jasmineira sp.</i>				1	2		
OLIGOCHAETA indet.						1	
SIPUNCULA							
<i>Sipuncula indet.</i>		1				1	1
<i>Phascolion strombus</i>		0/1	1	2	1		0/4
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		1			1	1	1
<i>Nephasoma cf. minutum</i>			17	7	21	4	7
ARTHROPODA							

SAM-Marin

s.6/7	Stasjon:	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3
	Dybde:	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artsliste	Hugg:	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	2.hugg	3.hugg
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>						4	
* <i>Chiridius armatus</i>						1	
<i>Cylindroleberis mariae</i>							1
* <i>Asterope mariae</i>			1				
* <i>Macrocypris minna</i>			3				
* <i>Sarsinebalia typhlops</i>							1
* <i>Eudorella emarginata</i>	5	1				1	
* <i>Eudorella truncatula</i>		1					
* <i>Diastylis cornuta</i>					1		
* <i>Gnathia sp.</i>		1		3			1
* <i>Amphipoda indet.</i>		3		2	5		3
<i>Eriopisa elongata</i>	4	2		2/3		2	1
* <i>Galathea intermedia</i>						0/1	
* <i>Munida tenuimana</i>						0/1	
* PYCNOGONIDA indet.				1			2
MOLLUSCA							
<i>Caudofoveata indet.</i>	5			4	4	4/1	4
<i>Euspira montagui</i>							0/2
<i>Cylichna umbilicata</i>				7/1	7		
<i>Philine scabra</i>						9/10	18/9
<i>Cylichna cylindracea</i>						1	1
<i>Roxania utriculus</i>					1		0/1
<i>Nudibranchiata indet.</i>					1	2	
<i>Nucula nucleus</i>				1/1	1/1	4	5
<i>Nucula tumidula</i>	1	0/1			1	3	4
<i>Ennucula tenuis</i>					1		
<i>Yoldiella philippiana</i>	1			13/4	21/5	46/2	33/2
<i>Bathyarca pectunculoides</i>					1		
<i>Limatula gwyni</i>							2
<i>Pseudamussium peslutrae</i>				0/1			
<i>Thyasira flexuosa</i>							1
<i>Thyasira obsoleta</i>		1				2/1	
<i>Thyasira sarsii</i>				16/45	22/50	114/23	120/41
<i>Thyasira equalis</i>	10/2	26/6		21	13/1	37/2	39/3
<i>Axinulus croulinensis</i>		1			1		
<i>Mendicula ferruginosa</i>	4/1	4/1		5/3		4	4
<i>Adontorhina similis</i>				9	2	6	5
<i>Tellmya ferruginosa</i>				1/1	1/1		1/1
<i>Kurtiella bidentata</i>				3/3	1/2	10	3/1
<i>Parvicardium minimum</i>	1	0/2				1	2
<i>Tellina fabula</i>							0/1
<i>Abra nitida</i>		4/2		121/122	231/181	75/276	348/121
<i>Corbula gibba</i>						0/1	
<i>Hiatella sp.</i>						1	
<i>Cuspidaria cuspidata</i>	6/3						
<i>Cuspidaria costellata</i>					1		
<i>Tropidomya abbreviata</i>	1	2					0/1
<i>Antalis entalis</i>		1					
<i>Entalina tetragona</i>		1					
<i>Pulsellum lofotense</i>				2		1	4
* BRYOZOA							
* Bryozoa indet skorpeformet							+
* Bryozoa indet grenet							+

SAM-Marin

s.7/7	Stasjon:	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3	Ren 3
	Dybde:	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m	111 m
	Dato:	20.2.08	20.2.08	3.10.2011	3.10.2011	17.10.12	17.10.12
Artsliste	Hugg:	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	2.hugg	3.hugg
ECHINODERMATA							
<i>Asteroidea</i> indet.		0/1					
<i>Astropecten irregularis</i>						0/1	0/1
<i>Amphipholis squamata</i>			1	4/2	7/2	4/2	15/12
<i>Amphiura chiajei</i>		0/1	1/2	16/170	9/62	17/15	11/48
<i>Amphiura filiformis</i>		0/1		9/66	9/23	3/412	9/355
<i>Amphiura griegi</i>				0/1			
<i>Amphilepis norvegica</i>			2		2	2/2	
<i>Ophiocten affinis</i>				1/5	0/4	1/6	4/13
<i>Ophiura albida</i>					1		
<i>Ophiura sarsi</i>						0/7	0/23
<i>Brissopsis lyrifera</i>				1			1
<i>Echinocardium flavescens</i>				0/13		5/3	4/4
<i>Psolus</i> sp.					0/1		
Synaptidae indet.						1	
ENTEROPNEUSTA indet.			2	5		4	4
ASCIDIACEA							
<i>Polycarpa fibrosa</i>					1		
CHORDATA							
* PISCES egg.		2					
* VARIA			+				+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved Ren 1, Ren 2 og Ren 3 i 2008, 2011 og 2012.

Geometrisk klasse	Ren 1-08	Ren 1-11	Ren 1-12	Ren 2-08	Ren 2-11	Ren 2-12	Ren 3-11	Ren 3-08	Ren 3-12
I	9	11	11	3	6	5	30	24	36
II	7	6	11	1	2	1	17	17	29
III	7	2	6	1	4	3	11	10	12
IV	2	1	8	0	2	1	15	5	16
V	1	1	3	0	1	0	8	8	11
VI	0	1	1	1	0	0	8	2	7
VII	2	0	1	1	0	1	3	1	6
VIII	1	0	1	0	1	0	2	0	3
IX	0		0	0	0	0	2	1	1
X	0		0	0	0	0	1	0	2
XI				1	1	1	0	0	0
XII				0	0	0	0		0
XIII				0	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. 905 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Fax:

AR-12-MX-002893-05



EUNOBE-00004850

Prøvemottak: 23.10.2012
Temperatur:
Analyseperiode: 23.10.2012-12.11.2012
Referanse: 807024/74/12

ANALYSERAPPORT

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

Prøvenr.:	441-2012-1023-101	Prøvetakingsdato:	17.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Ren 3, 111 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
a) Totalt fosfor (P)	930	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	20	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	48	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	14	% TS		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
a) Total tørrstoff	66.4	% (w/w)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1023-102	Prøvetakingsdato:	17.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Ren 2, 93 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
a) Totalt fosfor (P)	4100	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	210	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	130	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	22	% TS		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
a) Total tørrstoff	74.3	% (w/w)		EN 14346	0.1	

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 :Kvantifiseringsgrense

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 2

AR-12-MX-002893-05



EUNOBE-00004850



Prøvenr.:	441-2012-1023-103	Prøvetakingsdato:	17.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Ren 1, 220 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
a) Totalt fosfor (P)	780	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	27	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	120	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	42	% TS		EN 13137	0.1	
a) Totalt tørrstoff						
a) Total tørrstoff	38.1	% (w/w)		EN 14348	0.1	

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 18.02.2013

Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingenier

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 :Kvantifiseringsgrense

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 2 av 2

Vedleggstabell 5. CTD Data

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene på Ren 1 i 2012

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (°C)	Oksygen metning (%)	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Fluorescens (µg/l)	Tetthet
1	28,6	8,0	88,3	7,9	5,6	0,4	22,3
2	28,9	8,3	88,4	7,8	5,5	0,3	22,4
3	29,1	8,6	88,4	7,8	5,5	0,3	22,6
5	30,4	9,3	90,0	7,7	5,5	0,2	23,5
7	30,6	9,4	90,9	7,8	5,5	0,2	23,6
10	30,9	9,5	93,1	7,9	5,6	0,2	23,9
15	31,2	9,7	96,9	8,2	5,8	0,2	24,1
20	31,4	9,8	99,8	8,4	5,9	0,2	24,2
25	31,7	10,0	102,4	8,6	6,0	0,2	24,5
30	31,8	10,0	103,9	8,7	6,1	0,2	24,6
40	32,3	10,4	104,9	8,7	6,1	0,1	24,9
50	32,8	10,8	104,1	8,5	6,0	0,1	25,3
60	33,3	11,1	102,2	8,3	5,8	0,1	25,7
70	34,2	11,2	97,3	7,8	5,5	0,1	26,4
80	34,4	11,0	95,8	7,7	5,4	0,1	26,7
90	34,6	10,1	91,8	7,6	5,3	0,1	27,0
100	34,8	8,8	84,8	7,2	5,0	0,1	27,4
125	34,9	8,1	80,0	6,9	4,8	0,0	27,8
150	35,0	7,8	76,8	6,6	4,7	0,0	28,0
175	35,0	7,7	73,3	6,3	4,5	0,1	28,1
200	35,0	7,7	71,7	6,2	4,4	0,1	28,2
220	35,0	7,6	68,4	5,9	4,2	0,1	28,3