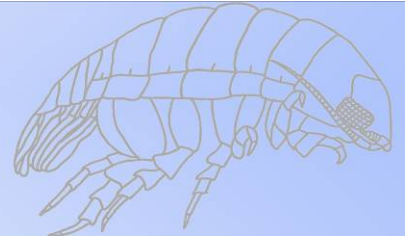


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Miljø

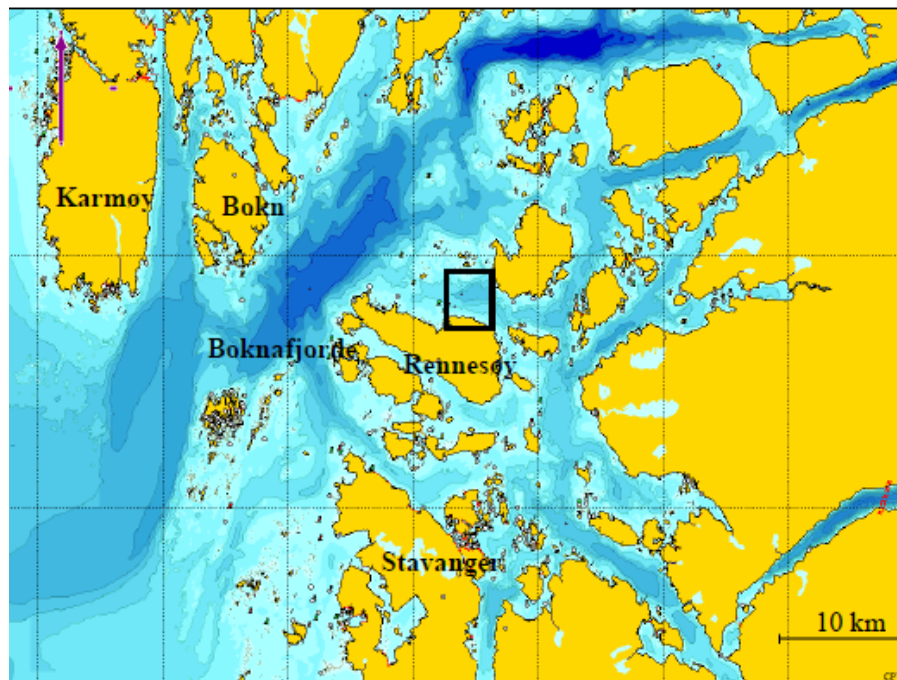




e-Rapport nr. 21-2012

## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune i 2011*

Silje Hadler-Jacobsen

Per Johannessen



	<b>SAM-Marin</b>	
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 2011	Dato: 02.04.2012 Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Silje Hadler-Jacobsen og Per Johannessen	Prosjektleder: E. Heggøy Prosjektnummer: 805969

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

Abstract: A MOM-C survey was conducted in October 2011 at three sites near the aqua culture locality Rennaren. The monitoring included geological and chemical analysis of the bottom sediment as well as an analysis of the benthic fauna. Measurements of oxygen concentration indicated good conditions near the bottom. No chemical pollution of copper or sink was detected. The faunal composition indicated that the site nearest the locality was influenced by the aqua culture facility. It is therefore advised to thoroughly monitor this location in the future.

Keywords: MOM C, Marine environmental monitoring, Aqua culture, Hestholmen Kvitøy	Emneord: MOM C, Marin miljøovervåking, fiskeoppdrett, Hestholmen Kvitøy	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 21-2012
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	02.04.2012	<i>Per Johannessen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	02.04.2012	<i>Erling Heggøy</i>

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 MOM C analyser, samlet av:** SAM-Marin

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** R. Tveiten, Ø. Alme og R. Dyson

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** T. Alvestad og P. Johannesen

**Rapportering utført av:** Hadler-Jacobsen og Johannesen

**Ikke akkreditert:**

**Geologiske analyser utført av:** H. Grønning

**LEVERANDØRER****Toktfartøy:**

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Norsk Miljøanalyse AS akkrediteringsnummer Test 003

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

**Andre:** -

# INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder</b> .....	<b>6</b>
2.2.1 Hydrografi .....	9
2.2.2 Sediment.....	9
2.2.3 Kjemiske analyser .....	10
2.2.4 Bunndyr .....	10
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget</b> .....	<b>13</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Hydrografi</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Sediment</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3 Kjemi</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4 Bunndyr</b> .....	<b>19</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>26</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>27</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>27</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>28</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført i 3.oktober 2011. På samme tokt ble miljøforholdene ved Grieg Seafood AS oppdrettsanlegg i områdene ved Kvitsøy og Ådnaholmen også undersøkt. Resultatene fra disse undersøkelsene blir presentert i egne rapporter.

Det ble i februar 2008 foretatt en MOM-C undersøkelse ved denne lokaliteten, og resultatet fra 2011 vil bli sammenlignet med historiske data. Nærstasjonene til disse to undersøkelsene ble tatt fra forskjellige stasjoner, plassering i forhold til hverandre vises i Fig. 2.3. Begge lå i umiddelbar nærhet til anlegget og reflekterer bunntilstanden.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Rennaren. Med resipient menes her et sjøområde som vil 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).

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

## **2 MATERIALE OG METODER**

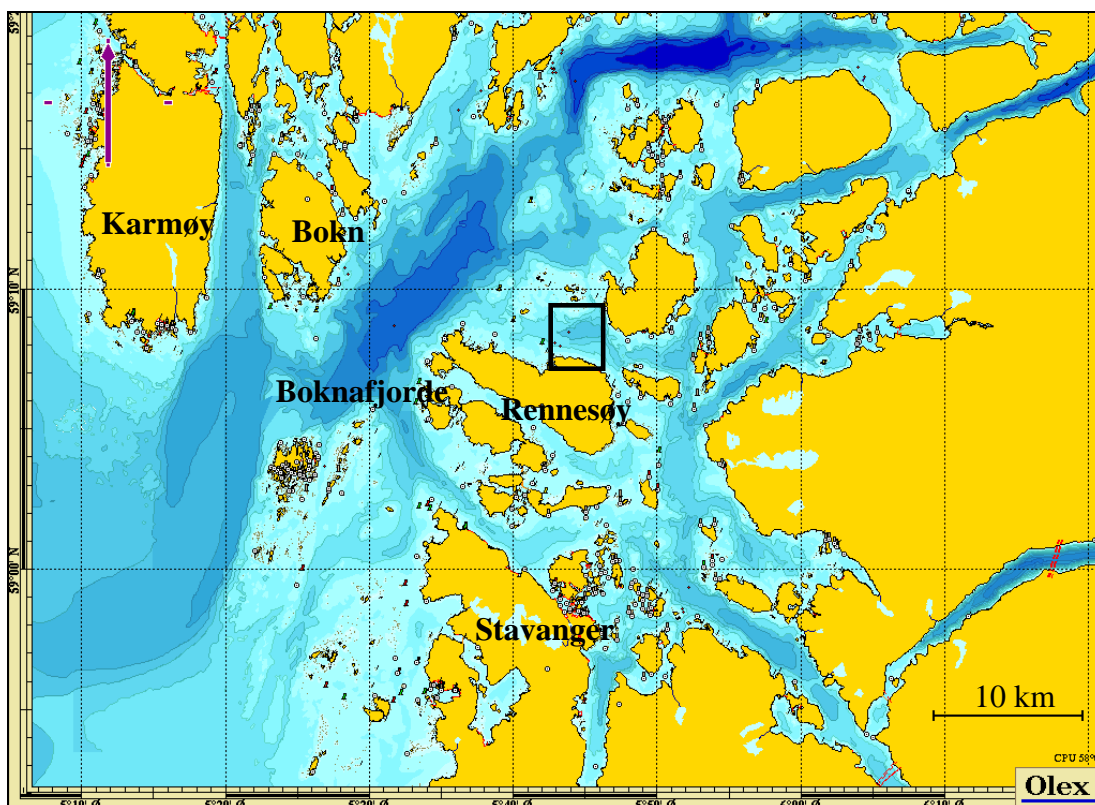
### **2.1 Undersøkelsesområdet**

Undersøkelsesområdet ligger i Talgjefjorden nordsiden av Rennesøy (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Bunnen under oppdrettsanlegget skråer fra ca 60 m innerst til 150 m. Fjorden utenfor lokaliteten skråer ned mot 224 m. Ut mot Boknafjorden i vest er det en terskel på om lag 80 m.

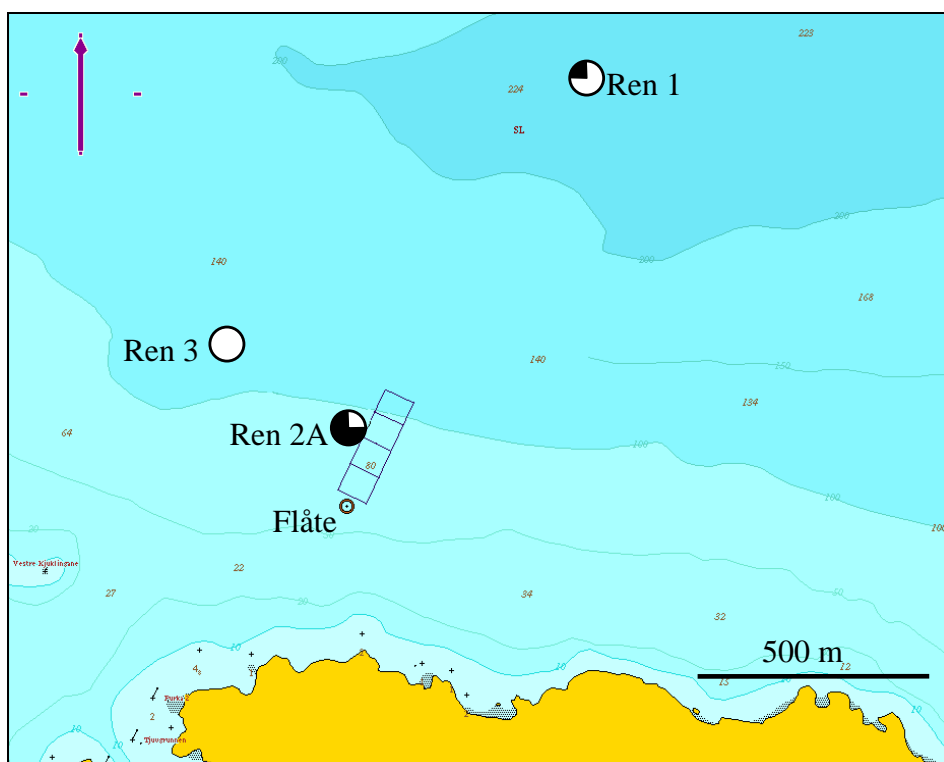
### **2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder**

Prøveinnsamlingene ble gjort den 3 oktober 2011. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon på dypet av Talgjefjorden. Personell fra SAM-Marin var Tor M. Ensrud og Stian E. Kvalø.

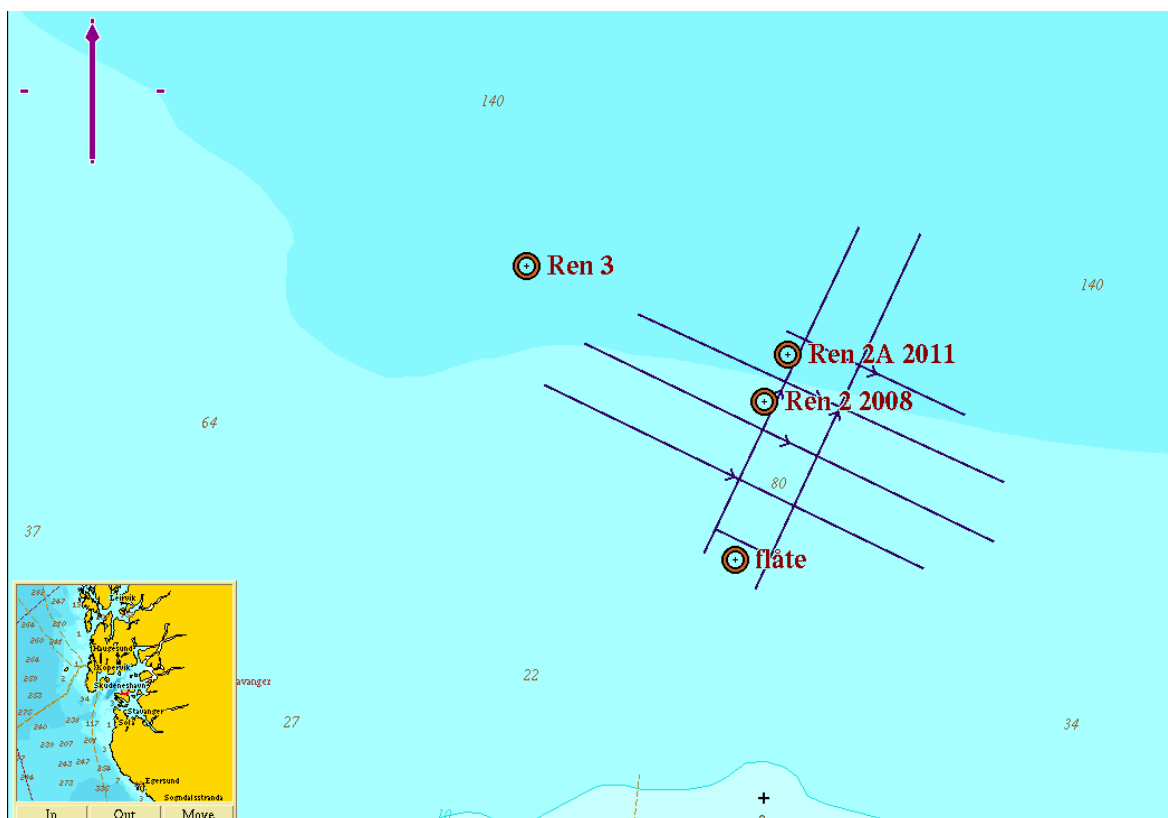
Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Under undersøkelsen i 2011 og i 2008 ble måling av temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en STD/CTD-sonde SD204. I år ble det også benyttet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



**Figur 2.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Rennaren avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.2.** Utsnitt av Talgjefjorden med referansestasjonen i dyptet og stasjoner ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.3.** Detaljskisse over lokaliteten med stasjonene Ren 2 og Ren 2A sine plasseringer henholdsvis i 2008 og 2011 i nærsonen. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex

**Tabell 2.1** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Talgjefjorden og ved Rennesøy i oktober 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en duograbb, hvor det ene kammeret utgjør 0.1m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver.

Stasjon Dato	Dyp (m)	Sted Posisjon (WGS-84)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Ren 1 03/10-2011	220	Rennaren 59°08,470' N 05° 44,000' Ø	1	21	Biologi, kjemi og geologi, duograbb
			2	16	Biologi og geologi, duograbb Fin lys grå leire CTD, sikt 6meter Fjærnsone
Ren 2A* 03/10-2011	93	Rennaren 59°07,986' N 05° 43,307' Ø	1	7,1	Biologi, kjemi og geologi, duograbb
			2	7,1	Biologi og geologi, duograbb Mørkgrå/grå sand med stein og grus Nærsoner
Ren 2(2008)		59°07,950' N 05° 43,270' Ø			*Nytt ringanlegg. Forskjellige koordinater fra 2008 (Ren 2) til 2011 (Ren 2A).
Ren 3 03/10-2011	111	Rennaren 59°08,055' N 05° 42,911' Ø	1	10	Biologi, kjemi og geologi, duograbb
			2	9	Biologi og geologi, duograbb Sandholdig leire med mye dyr Bomhugg: 11 Overgangssone



### 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 prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984).

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen.

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

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

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent

(H<sub>2</sub>S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget til analyse av kjemiske parametrene. 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. Analysen av Nitrogen-Kjelldahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene 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. 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 m<sup>2</sup>. 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 m<sup>2</sup> van Veen grabb har et volum på 17 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 tilsetting 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.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). 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.

Klima og forurensingsdirektoratet (KLIF) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQI1 beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Både Shannon-Wiener indeks ( $H'$ ) og NQI1 er biologiske indekser som skal benyttes. Mens  $H'$  kun sier noe om diversiteten, gir NQI1 et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (svært/meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Diversitet/Shannon-Wiener ind. ( $H'$ )		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

**Tabell 2.3** Vurdering av miljøtilstanden i nærsone og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	- Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - 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 <sup>2</sup> . - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - 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 <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	- Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

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

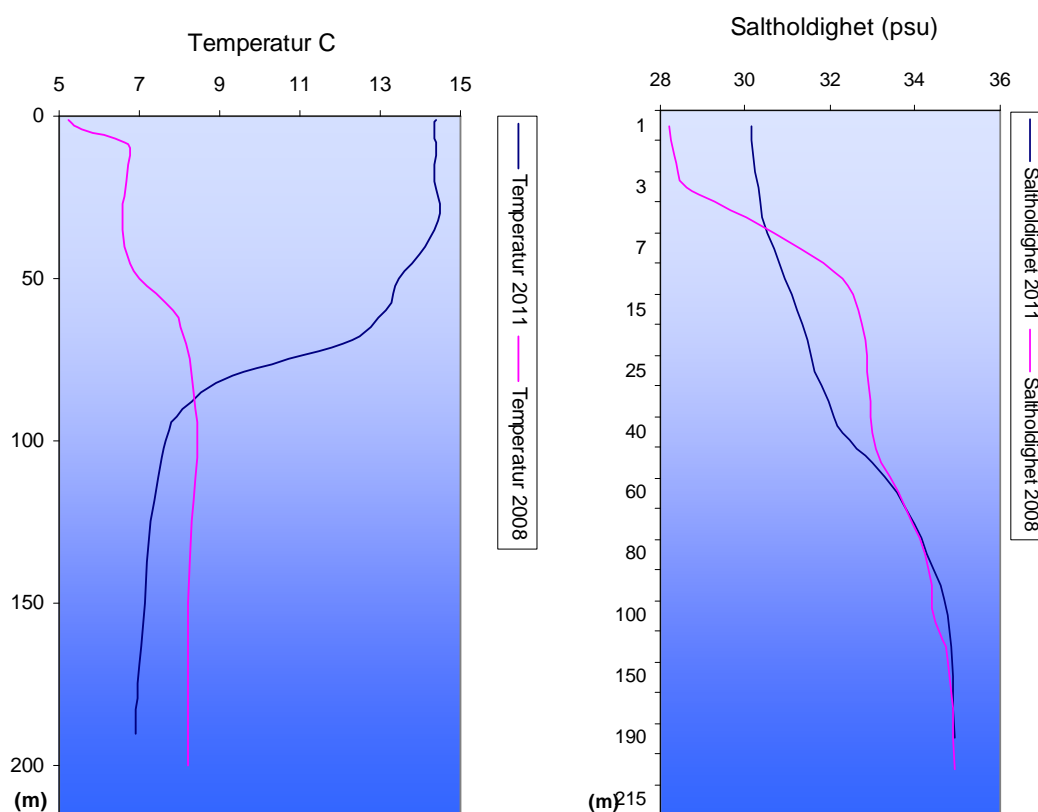
**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Rennaren i siste tre år:

	Siste 3 år	2011
Totalt	8914,4	3473,1

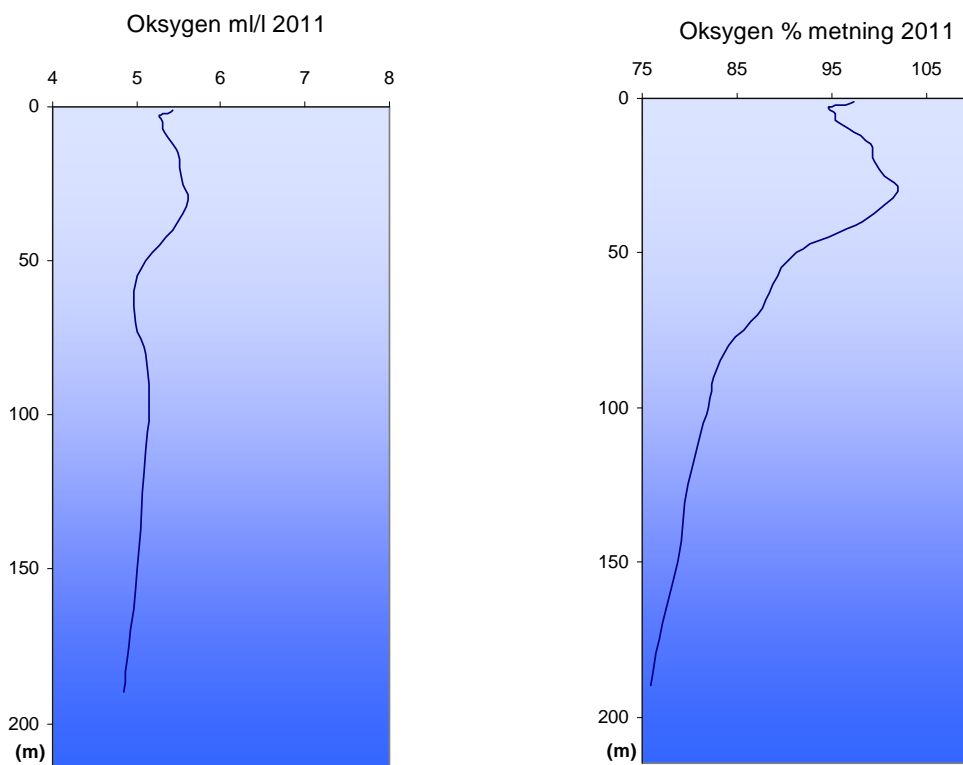
### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

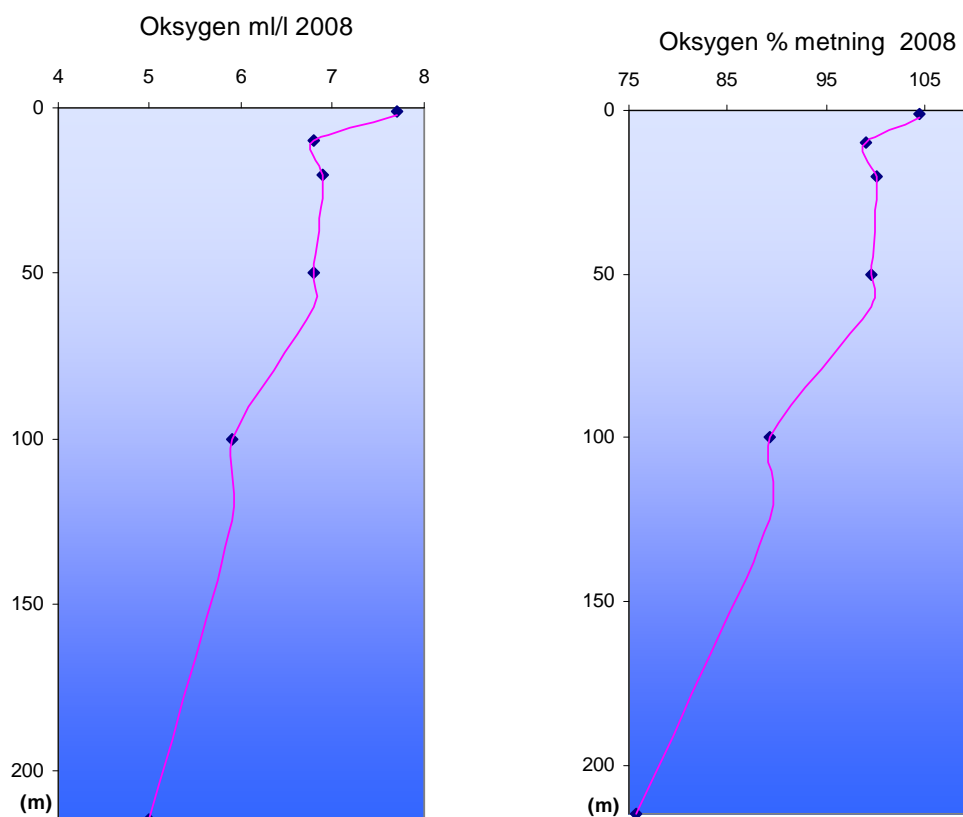
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Ren 1 3. oktober 2011. Resultatene fra denne undersøkelsen sammen med tallene fra 2008 er presentert i Figur 3.1, Figur 3.2. og Figur 3.3. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



**Figur 3.1.** Temperatur og saltholdighet på Ren 1, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 198 meter den 3. oktober 2011.



**Figur 3.2.** Oksygen i % metning og mg O<sub>2</sub>/L på Ren 1, målt med oksygen-sonde fra overflaten og til 198 meter dyp ved Ren 1 den 3. oktober 2011. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.



**Figur 3.3.** Oksygen i % metning og mg O<sub>2</sub>/L på Ren 1 (2008), fra overflaten og til 215 meter dyp februar 2008. Oksygeninnhold (ml/l) målt med Winkler-metode i vannprøver fra seks dyp fra overflaten og til 215 meter.

Temperaturen på Ren 1 den 3. oktober 2011 var på 14,4°C i overflaten ved og holdt seg stabil til omtrentlig 40 m. Deretter sank temperaturen jevnt mot 7°C på den dypeste målingen (198 m). Temperaturvariasjonen er noe forskjellig fra 2008 til 2011, noe som kan forklares med årstid prøvene er hentet på. I 2008 foregikk undersøkelsen om vinteren i februar, mens det i 2011 ble gjort undersøkelse om høsten i oktober.

Saltholdigheten steg jevnt med økende dyp fra ca 30 psu ved overflatene mot 35 psu på ca 100 m dyp. Derfra var det liten endring i vannsøylen ned til 198 m dyp. Saltholdigheten er noe forskjellig i de øvre vannlagene i 2008 i forhold til i 2011, fra ca 50 meter følges den samme trenden begge årene. Den forskjellige saltholdigheten i de øvre vannmassene er trolig grunnet snøsmelting og mer avrenning i februar 2008 enn i oktober 2011.

Oksygeninnholdet var relativt jevnt gjennom vannsøylen. Konsentrasjonen lå på 5,4 ml/l i overflaten, og forandret seg lite ned mot 50 meter. Deretter sank oksygenivået jevnt ned mot 4,9 ml/l ved den dypeste målingen på 198 m. Dette plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god). Oksygeninnholdet var noe høyere i overflaten i 2008, men sank mot samme nivå i bunnlagene.

### 3.2 Sediment

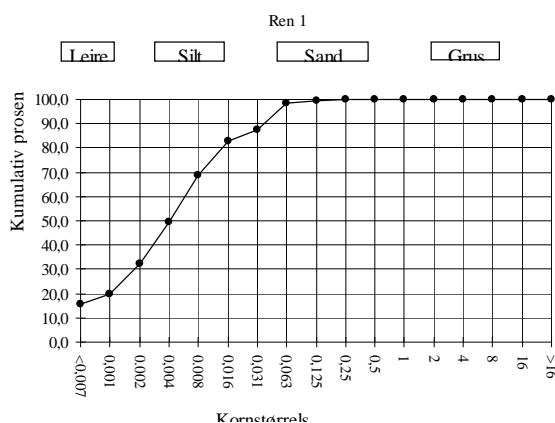
Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2008 og 2011 er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.4.

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

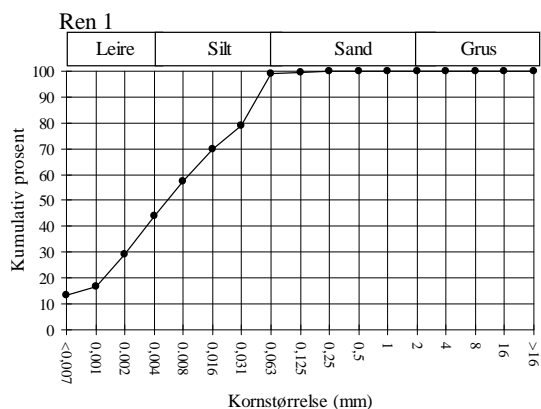
Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Ren 1</b>	<b>2011</b>	<b>220</b>	<b>13,86</b>	<b>49,5</b>	<b>48,9</b>	<b>98,4</b>	<b>1,6</b>	<b>0</b>
Ren 1	2008	224	12,67	44,1	54,8	98,9	1,1	0
<b>Ren 2A</b>	<b>2011</b>	<b>93</b>	<b>5,38</b>	<b>2,2</b>	<b>10,8</b>	<b>13,0</b>	<b>80,6</b>	<b>6,5</b>
Ren 2	2008	93	2,44	2,3	19,7	22	74,9	3,1
<b>Ren 3</b>	<b>2011</b>	<b>111</b>	<b>5,64</b>	<b>8,4</b>	<b>41,2</b>	<b>49,6</b>	<b>49,9</b>	<b>0,5</b>
Ren 3	2008	114	4,12	9,9	35,1	45	54,6	0,4



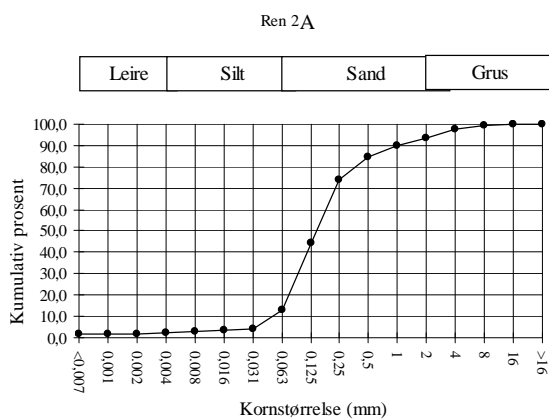
**Ren 1 - 2011**



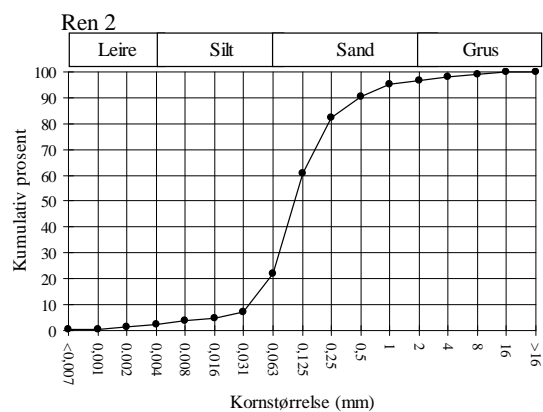
**Ren 1 - 2008**



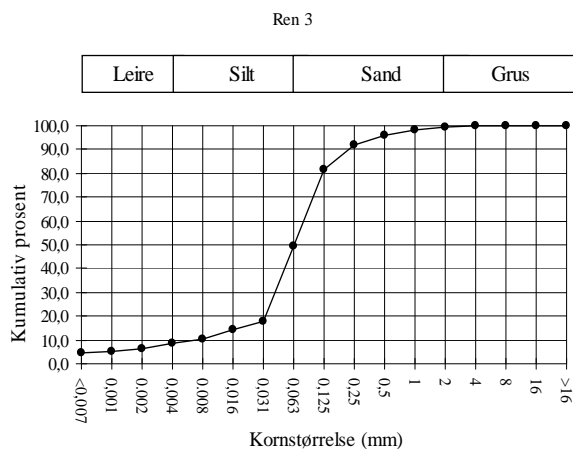
**Ren 2A - 2011**



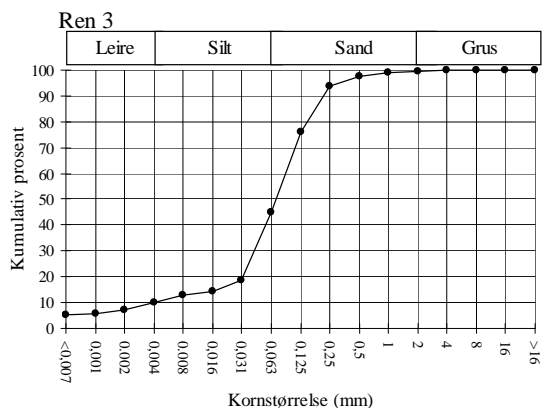
**Ren 2 - 2008**



**Ren 3 - 2011**



**Ren 3 - 2008**



**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.

Stasjon Ren 1 ute i dypet av fjorden hadde et finkornet sediment bestående av 98,4 % leire og silt mens det var kun 1,6 % sand og ingen grus. Dette er typisk for dype fjorder. Ren 2A, like ved anlegget, var den stasjonen som hadde det mest grovkornete sedimenter bestående av 80,6 % sand og 6,6 % grus. Ren 3 i overgangssonen hadde også et grovkornet sediment med 49,9 % sand. Det organiske innholdet var innen for det en karakteriserer som "normalt" og det er lite variasjon både med hensyn på organisk innhold og sedimenttype mellom 2008 og 2011. Vi ser av de geologiske parametrene at Ren 2 og Ren 2A har noenlunde like forhold når det kommer til kornfordeling og glødetap. Begge stasjonene er plassert ved anlegget (Figur 2.3).

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Inntil anlegget, ved Ren 2A, ble det funnet lave verdier av kobber og sink (tilstandsklasse I, bakgrunnsnivå) (Tabell 3.2). Andelen fosfor var noe forhøyet (2,4 g/kg), og ligger høyere enn i 2008 (1,1 g/kg). Mengden organisk karbon (TOC) tyder på relativt lite organisk materiale, noe vi også ser at glødetapet viser. 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 svært lave og får i 2011 som i 2008 tilstandsklasse I (Meget god). Totalt organisk karbon (TOC) var innenfor tilstandsklasse I-God. Det er liten forandring på denne stasjonen fra 2008 til 2011.

På den dypeste stasjonen (Ren 1), ble det også kun funnet bakgrunnsnivåer av metaller (TK I). Forsorverdiene er normale. De kjemiske parametrene har generelt forandret seg lite fra 2008 til 2011.

**Tabell 3.2.** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene 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	År	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
<b>Ren 1</b>	<b>2011</b>	<b>220</b>	<b>20</b>	<b>I</b>	<b>130</b>	<b>I</b>	<b>24,29</b>	<b>II</b>	<b>0,72</b>	<b>37</b>
Ren 1	2008	224	16	I	130	I	43,8	V	0,75	39,9
<b>Ren 2A</b>	<b>2011</b>	<b>93</b>	<b>8,8</b>	<b>I</b>	<b>65</b>	<b>I</b>	<b>21,56</b>	<b>II</b>	<b>2,4</b>	<b>73</b>
Ren 2	2008	93	2	I	35	I	9,96	I	1,1	74,4
<b>Ren 3</b>	<b>2011</b>	<b>111</b>	<b>9,3</b>	<b>I</b>	<b>39</b>	<b>I</b>	<b>15,27</b>	<b>I</b>	<b>0,91</b>	<b>66</b>
Ren 3	2008	114	5,1	I	35	I	19,2	I	0,8	64,8

### Måling av pH og Redokspotensial (E<sub>h</sub>)

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<sub>h</sub> i 2011 plasserte alle stasjonene i tilstand 1. Ved anlegget hadde Ren 2 i 2008 tilstand 2, mens den nye nærstasjonen Ren 4 fikk tilstand 1 i MOM-B standarden (Tabell 3.3). I nærsonen har man altså noe bedre forhold ved Ren 4. Ved de to andre stasjonene ser man ingen endring.

**Tabell 3.3.** Målte pH og E<sub>h</sub> verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/E<sub>h</sub> verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	E <sub>h</sub>	pH/E <sub>h</sub> poeng	Tilstand
<b>Ren 1 2011</b>	<b>7,55</b>	<b>173</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Ren 1 2008	7,5	135	0	1
<b>Ren 4 2011</b>	<b>7,3</b>	<b>133</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Ren 2 2008	7,2	0	2	2
<b>Ren 3 2011</b>	<b>7,35</b>	<b>146</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
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 2011 sammenlignet med miljøforholdene i 2008. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Ren 2A like ved anlegget, ble det funnet 17 arter med til sammen 1776 individer. Diversiteten ble beregnet til 0,91 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse Dårlig. 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 2 (God)(Tabell 2.3). Flere punkt indikerer likevel at man her har dårlig miljøtilstand. For eksempel finner man her et høyt antall individer av børstemarken *Capitella capitata*, som utgjorde 84 % av alle individene i prøvene. Dette er en art som ofte dominerer i sediment som blir tilført mye organisk materiale. I tillegg antyder de geometriske klassene også dårlige forhold på stasjonen. Ved forrige undersøkelse ble det konkludert med dårlige

forhold på Ren 2 som også ligger rett ved anlegget. Verdiene på Ren 2A er noe bedre, men fremdeles klassifisert som dårlig.

På Ren 3 i overgangssonen, ble det funnet 97 arter med til sammen 2508 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,38 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse Svært god. I henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god). Den to mest tallrike artene var skjellet *Abra nitida* med 655 individer og børstemakken *Heteromastus filiformis*, som utgjorde henholdsvis 26,1 og 11,0 % av alle individene (Tabell 3.6). Bland de ti mest individrike artene finner man et diversst dyreliv som indikerer friske og gode bunnforhold. Man finner få forandringer ved lokaliteten sammenlignet med resultatene fra 2008.

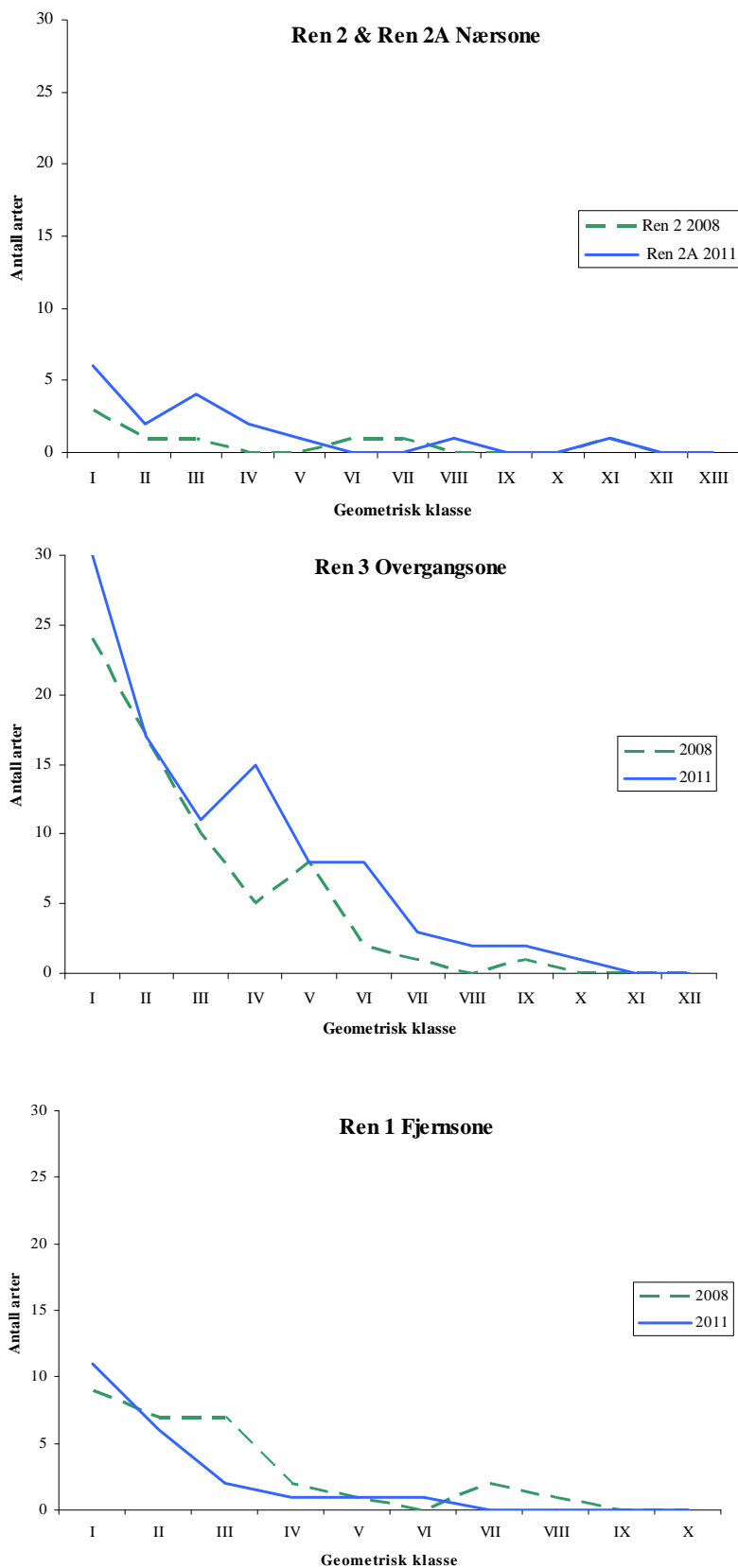
Ute i dypet på Ren 1 ble fant man 22 arter med til sammen 128 individer. Diversiteten ble beregnet til 2,94 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse Moderat. De to mest tallrike artene var børstemarkene *Heteromastus filiformis* med 53 individer og skjellet *Thyasira equalis* med 28 individer som utgjorde henholdsvis 41,4 % og 21,9 % av alle individene i prøven. Artssammensetningen indikerer gode forhold på stasjonen, noe også fordelingen av de geometriske klassene viser. Man ser liten forandring fra 2008 til 2011.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (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). Clusterdiagrammet i Figur 3.6 viser at Ren 1 og Ren 3 er likere mellom årene enn Ren 2 og Ren 2A som vi vet ligger på forskjellig koordinat og dermed ikke er direkte sammenlignbar.

SAM-Marin

**Tabell 3.4.** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'<sub>max</sub>), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	År	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	KLIF TK	Jevnhet (J)	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2	MOM TK
Ren 1	2008	1	184	25	3,29		0,71	4,64	3,37	0,61	0,53	
	2008	2	337	17	2,21		0,54	4,09	3,89	0,52	0,41	
		Sum	521	29	2,70	Moderat	0,56	4,86	3,63	0,58	0,47	
Ren 1	2011	1	70	13	2,24		0,61	3,70	3,41	0,56	0,44	
	2011	2	58	16	3,26		0,82	4,00	2,51	0,66	0,59	
		Sum	128	22	2,94	Moderat	0,66	4,46	2,96	0,64	0,53	
Ren 2	2008	1	1201	7	0,38		0,14	2,81	5,96	0,26	0,11	
	2008	2	589	6	0,59		0,23	2,58	5,95	0,25	0,12	
		Sum	1790	8	0,46	Svært dårlig	0,15	3,00	5,95	0,27	0,11	3
Ren 2A	2011	1	890	12	0,69		0,19	3,58	5,81	0,32	0,14	
	2011	2	886	12	1,02		0,28	3,58	5,62	0,34	0,18	
		Sum	1776	17	0,91	Dårlig	0,22	4,09	5,72	0,35	0,17	2
Ren 3	2008	1	367	45	3,32		0,60	5,49	3,57	0,64	0,52	
	2008	2	477	53	4,09		0,71	5,73	2,93	0,69	0,63	
		Sum	844	68	3,91	Svært god	0,64	6,09	3,25	0,67	0,59	1
Ren 3	2011	1	1343	79	4,48		0,71	6,30	2,58	0,72	0,69	
	2011	2	1165	73	4,07		0,66	6,19	2,60	0,72	0,65	
		Sum	2508	97	4,38	Svært god	0,66	6,60	2,59	0,73	0,68	1



Figur 3.5. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

**Tabell 3.5.** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Ren 1 2011	0,2 m2		
	Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	53	41,4	41,4
<i>Thyasira equalis</i>	28	21,9	21,9
<i>Kelliella abyssicola</i>	11	8,6	8,6
<i>Abra nitida</i>	6	4,7	4,7
<i>Yoldiella philippiana</i>	4	3,1	3,1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	2,3	2,3
<i>Galathowenia oculata</i>	3	2,3	2,3
<i>Nephtys paradoxa</i>	3	2,3	2,3
<i>Caudofoveata indet.</i>	2	1,6	1,6
<i>Entalina tetragona</i>	2	1,6	1,6
<i>Tellimyra ferruginosa</i>	2	1,6	1,6
Sum	128		

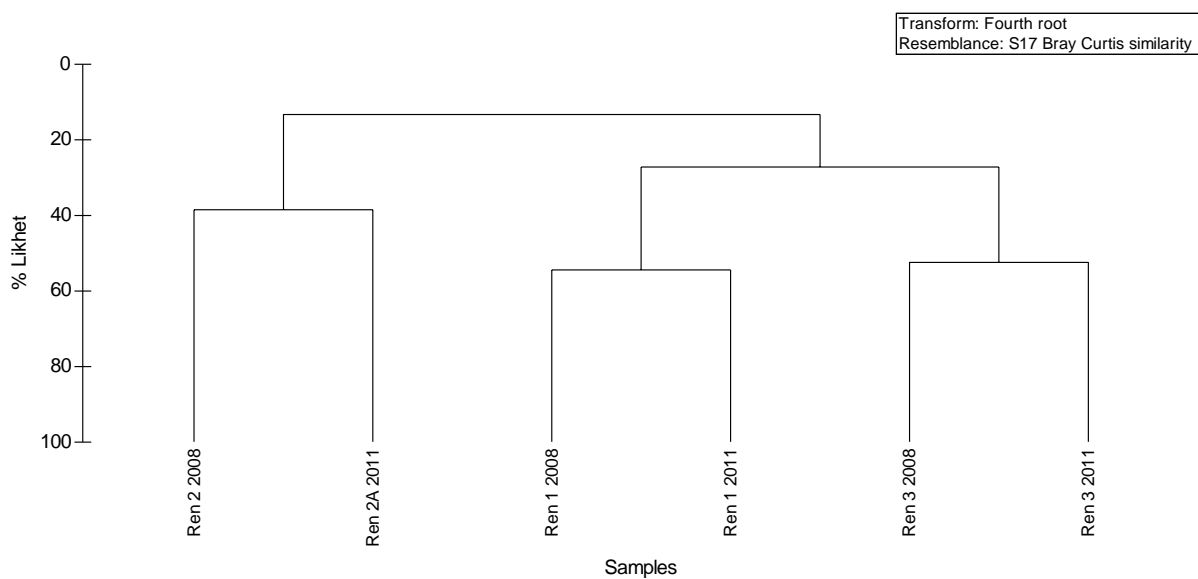
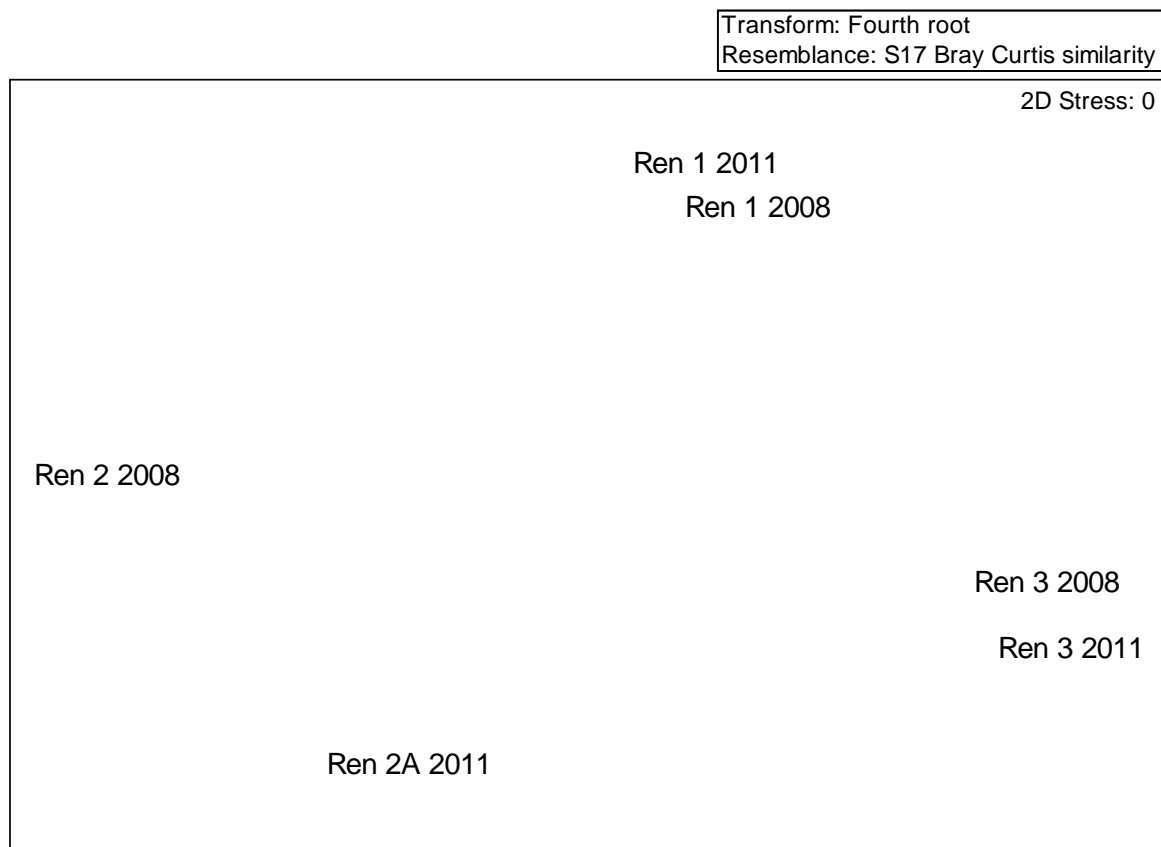
Ren 1 2008	0,2 m2		
	Antall	%	Kum %
<i>Polydora sp.</i>	223	42,8	42,8
<i>Heteromastus filiformis</i>	112	21,5	64,3
<i>Thyasira equalis</i>	80	15,4	79,7
<i>Abra nitida</i>	21	4,0	83,7
<i>Kelliella abyssicola</i>	15	2,9	86,6
<i>Spiophanes kroyeri</i>	9	1,7	88,3
<i>Entalina tetragona</i>	7	1,3	89,6
<i>Galathowenia oculata</i>	6	1,2	90,8
<i>Tellimyra ferruginosa</i>	6	1,2	91,9
<i>Ceratocephale loveni</i>	5	1,0	92,9
<i>Aglaophamus malmgreni</i>	5	1,0	93,9
Sum	521		

Ren 2A 2011	0,2 m2		
	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1492	84,0	84,0
<i>Ophryotrocha sp.</i>	206	11,6	95,6
<i>Eteone longa</i>	25	1,4	97,0
<i>Pectinaria koreni</i>	13	0,7	97,7
<i>Prionospio steenstrupii</i>	12	0,7	98,4
<i>Chaetozone sp.</i>	5	0,3	98,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	4	0,2	98,9
<i>Amphiura chiajei</i>	4	0,2	99,2
<i>Thyasira sarsii</i>	4	0,2	99,4
<i>Abra nitida</i>	3	0,2	99,5
Sum	1776		

Ren 2 2008	0,2 m2		
	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1668	93,2	93,2
<i>Palpiphitime lobifera</i>	74	4,1	97,3
<i>Heteromastus filiformis</i>	35	2,0	99,3
<i>Prionospio steenstrupii</i>	7	0,4	99,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3	0,2	99,8
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	1	0,1	99,9
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	1	0,1	99,9
<i>Synaptidae indet.</i>	1	0,1	100,0
Sum	1790		

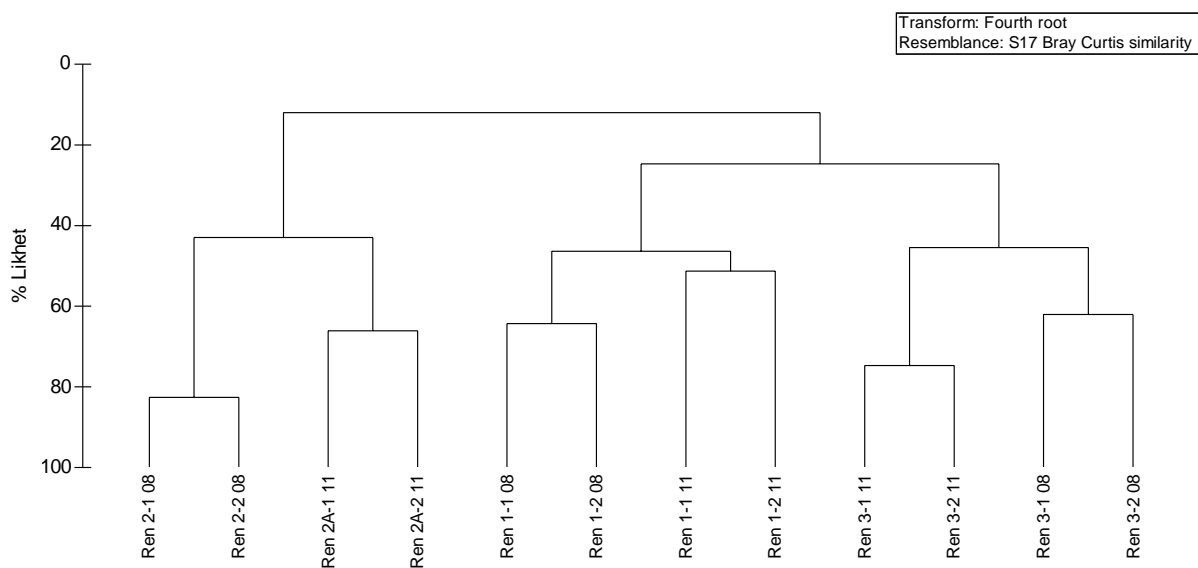
Ren 3 2011	0,2 m2		
	Antall	%	Kum %
<i>Abra nitida</i>	655	26,1	26,1
<i>Heteromastus filiformis</i>	275	11,0	37,1
<i>Amphiura chiajei</i>	257	10,2	47,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	149	5,9	53,3
<i>Thyasira sarsii</i>	133	5,3	58,6
<i>Amphiura filiformis</i>	107	4,3	62,8
<i>Chaetozone sp.</i>	81	3,2	66,1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	71	2,8	68,9
<i>Amythasides macroglossus</i>	50	2,0	70,9
<i>Maldanidae indet.</i>	49	2,0	72,8
Sum	2508		

Ren 3 2008	0,2 m2		
	Antall	%	Kum %
<i>Heteromastus filiformis</i>	325	38,5	38,5
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	93	11,0	49,5
<i>Spiophanes kroyeri</i>	50	5,9	55,5
<i>Thyasira equalis</i>	44	5,2	60,7
<i>Chaetozone sp.</i>	27	3,2	63,9
<i>Galathowenia oculata</i>	25	3,0	66,8
<i>Diplocirrus glaucus</i>	22	2,6	69,4
<i>Prionospio fallax</i>	18	2,1	71,6
<i>Eclisippe vanelli</i>	17	2,0	73,6
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	17	2,0	75,6
Sum	844		



**Figur 3.6.** MDS- og cluster plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i 2008 og 2011. 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 og 2011. 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 oppdrettslokaliten Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 20. februar 2008 og 3. oktober 2011. 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. MOM-C undersøkelsen i 2008 (Vassenden og Heggøy 2008) viste dårlige miljøforhold på stasjonen nærmest anlegget, mens forholdene var gode i overgangssonen og i dypet av fjorden.

På stasjonen nærmest anlegget var glødetapet lavt. Sedimentet bestod hovedsakelig av sand. Diversiteten av bunnfauna var dårlig og det ble 17 funnet arter, der noen få arter dominerte noe som de geometriske klassene også viser. Selv om flere av de undersøkte parametrene indikerer dårlige forhold, ser man likevel en bedring siden undersøkelsen i 2008. Denne bedringen kan skyldes stasjonens nye posisjon. Man ser imidlertid likheter i bunnforhold mellom 2008 og 2011, selv om resultatet fra 2011 kommer noe bedre ut.

I overgangssonen inneholdt sedimentet mye silt og sand. Fosfor nivå var innenfor normalen, og glødetapet indikerer lite organisk materiale. Analysene av bunnfauna tydet på gode forhold. Generelt sett var det lite endring siden forrige undersøkelse i 2008.

På den dypeste stasjonen får bunnvannet beste karakter med tanke på oksygeninnhold. Her var sedimentet dominert av leire og silt. Glødetapet indikerte en del organisk innhold i sedimentet, mens fosforverdiene var lave også her. Det ble ikke registrert forurensing av kobber og sink og undersøkelsene av bunnfauna tydet på gode forhold.

Diversiteten ble beregnet til 2,94 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse III (Moderat). De to mest tallrike artene var børstemarken *Heteromastus filiformis* med 54 individer og skjellet *Thyasira equilis* med 28 individer som utgjorde henholdsvis 41,4 % og 21,9 % av alle individene i prøven. Det høye individantallet av *Heteromastus filiformis* og *Thyasira equilis* trekker diversiteten noe ned. Artssammensetningen indikerer ellers gode forhold på stasjonen som også fordelingen av de geometriske klassene viser.

Prøvene tatt like ved anlegget viser at driften ved anlegget påvirker bunnfaunaen. 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.

## 5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Tor Ensrud og Stian Kvalø fra SAM- MARin. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av R. Tveiten, Ø. Alme og R. Dyson. Bunndyrene ble identifisert av T. Alvestad og Per Johannessen.

## 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.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Heggøy E. og Vassenden G., MOM-C undersøkelse fra lokalitetn Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune i 2008 SAM e-Rapport nr 13-2008
- 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 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.

**7 VEDLEGG**

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</i>	<i>29</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere. ....</i>	<i>37</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste .....</i>	<i>39</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>43</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>44</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 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

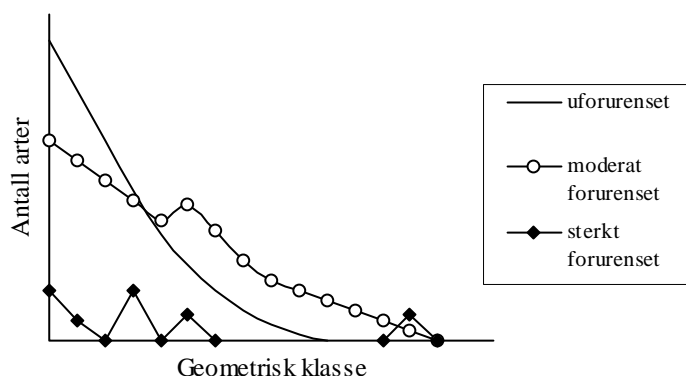
#### Geometriske klasser

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 vann typer. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vann typer.

### Multivariate analyser

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

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

#### Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k

$y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

$y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

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

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

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



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

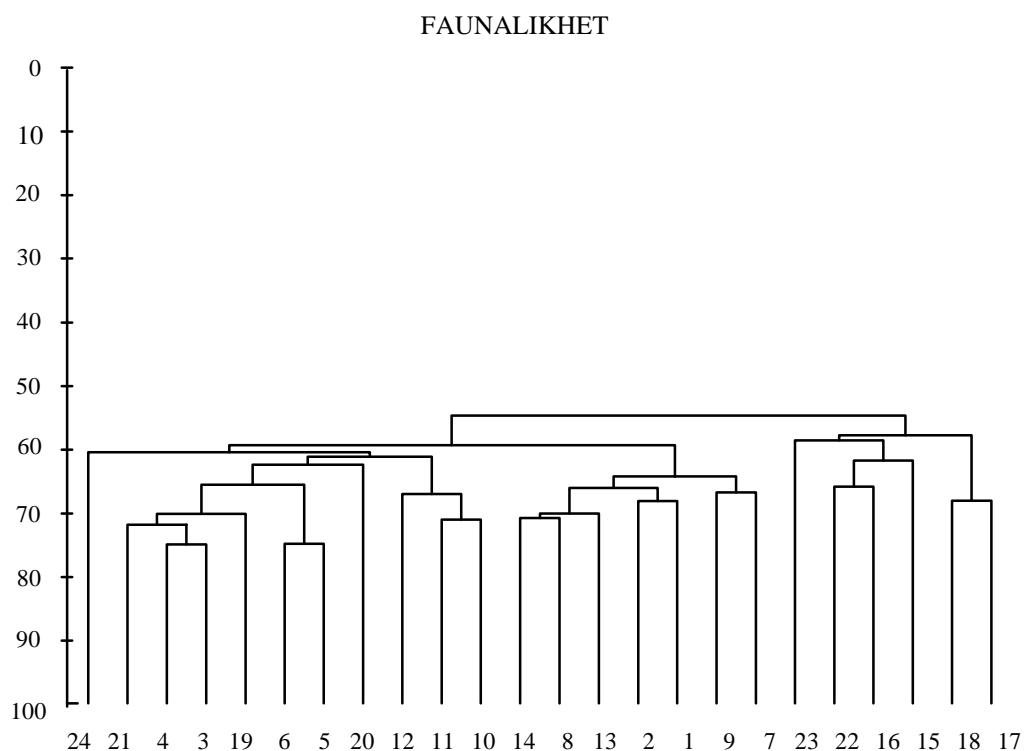
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

### Dataprogrammer

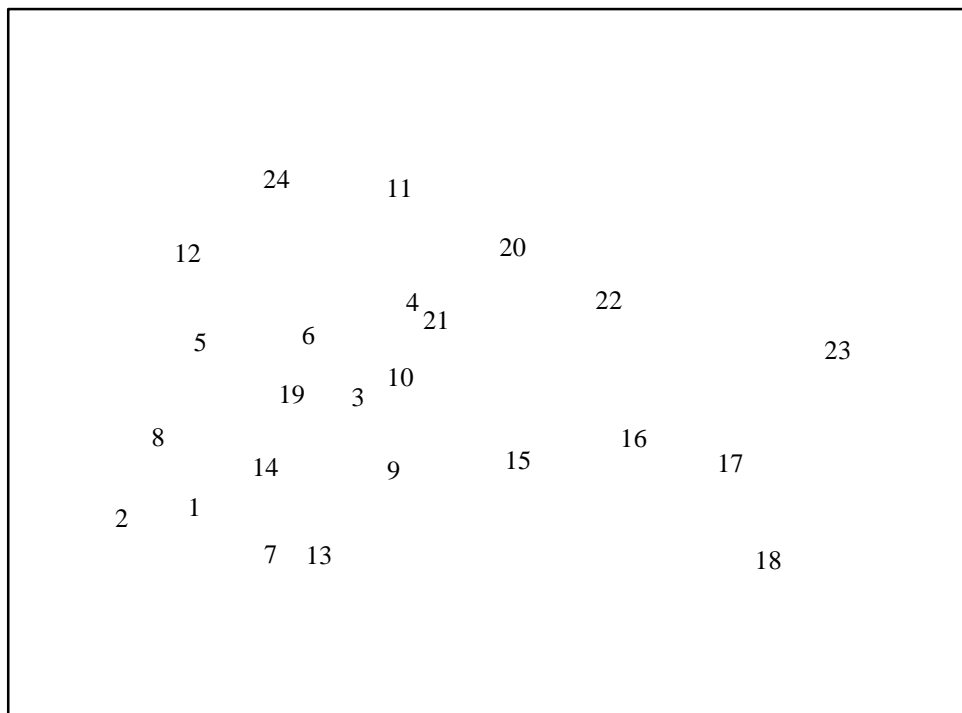
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

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

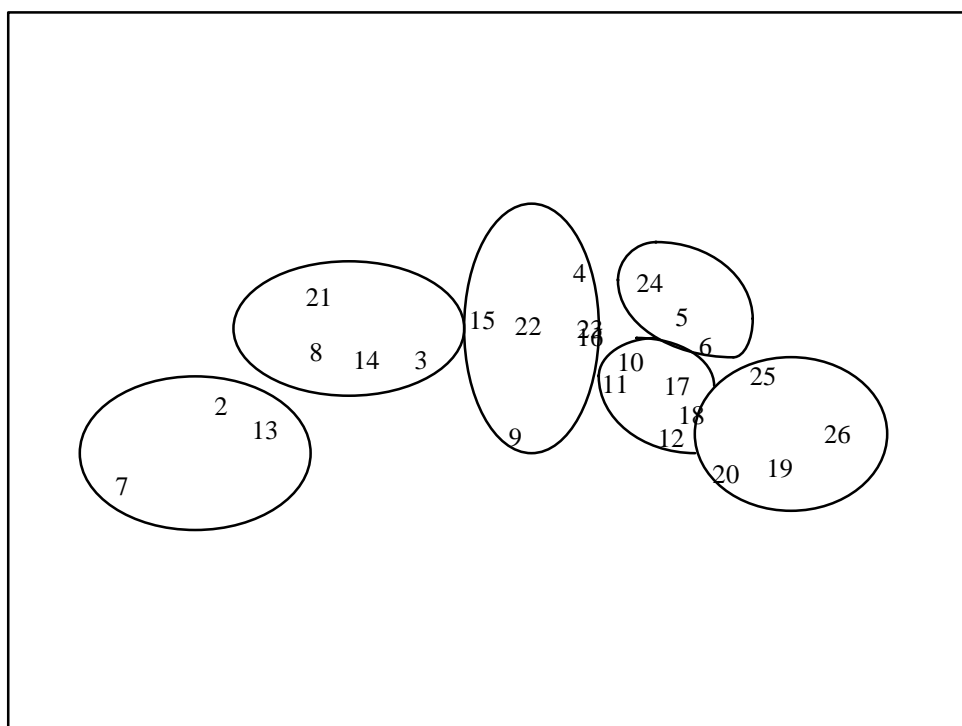


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning nr. 93:02* 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

## Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 03.10.2011

Lokalitet: Rennaren

Konsesjonsnr: RB0001, RB0003, RB0005, RF0002, RR0002, RR0010, RSD0002, RSD0023

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	7,55	7,30	7,35						
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-103	-143	-130						
		+ ref. verdi	173	133	146						
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	0	0	0						0,0
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
			Buf. temp: 16,6		Temp sje: 14,0		Temp sediment: 7,3				
			pH sje: 7,9		Eh sje: 210		Ref. elektrode: 276				
	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	0	0						
		Myk = 2									
		Løs = 4									
	Grabb- volum	$v < 1/4 = 0$									
		$1/4 \leq v < 3/4 = 1$		1	1						
		$v \geq 3/4 = 2$	2								
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0						
2 - 8 cm = 1											
$t \geq 8$ cm = 2											
	SUM		2	3	1						
	Korrigeret sum (*0,22)		0,44	0,66	0,22						0,4
	Tilstand prøve		1	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelverdi gruppe II og III		0,22	0,33	0,11						0,2
	Tilstand gruppe II og III		1								
pH/Eh	Korr. sum										
	Indeks	Tilstand									
	Middelverdi										
	< 1,1	1									
	1,1 - < 2,1	2									
2,1 - < 3,1	3										
$\geq 3,1$	4										
		Tilstand		Lokalitetstilstand							
		Gruppe I	Gruppe II og III								
		A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4						
		4	1, 2, 3		1, 2, 3						
		4	4		4						
		LOKALITETSTILSTAND							1		

## SAM-Marin

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 03.10.2011

Lokalitet: Rennaren

Konsesjonsnr: RB0001, RB0003, RB0005, RF0002, RR0002, RR0010, RSD0002, RSD0023

Prøvetaksingssted (nr)	Ren 1	Ren 2	Ren 3							
Dyp (m)	220	93	111							
Antall forsøk	1	1	3							
Bobling (i prøve)	Nei	Nei	Nei							
Primær-sediment	Grus		30 %	10 %						
	Skjellsand		15 %	5 %						
	Sand		55 %	30 %						
	Mudder									
	Silt									
	Leire	100 %		55 %						
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall			5							
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall	3		5							
Børstemark, antall			>100							
Andre dyr, antall		Ja	Ja							
<i>Malacoceros fuliginosus</i>										
Beggiatoa										
Fôr	Nei	Nei	Nei							
Fekalier	Nei	Nei	Nei							
Kommentarer			Mye dyr.							

## 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



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Grieg Seafood Rogaland AS, 4174 Helgøysund**

**Prosjekt nr.: 805969**

**Prøvetakingssted (område): Rennaren i Talgjefjorden, Rennesøy kommune**

**Dato for prøvetaking: 3/10-2011**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research AS**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**

**Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>			<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:   
Godkjent taksonom

## SAM-Marin

s.1/3	Stasjon: Art:	Hugg nr:	Ren 1		Ren 2A		Ren 3	
			1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
*	PORIFERA indet.					+		
	CNIDARIA							
*	HYDROZOA							
*	Hydrozoa indet.		+	+			++	+
*	ANTHOZOA							
	Cerianthus lloydii							0/1
*	NEMERTINI indet.		1	6	1	1		36 31
*	NEMATODA indet.					3		8 7
	ANNELIDA							
	POLYCHAETA							
	Paramphinome jeffreysii		3					100 49
	Polynoidae indet.							2 1
	Pholoe baltica							8 3
	Pholoe pallida							1 1
	Neoleanira tetragona		1					
	Chaetoparia nilssoni							1 1
	Phyllodoce groenlandica							
	Phyllodoce mucosa					1/1		
	Phyllodoce rosea							
	Eteone longa					8	17	
	Sige fusigera						1	7/2 6/7
*	Tomopteris sp.			+				
	Nereimyra punctata							
	Ophiodromus flexuosus							0/2
	Exogone sp.							2 13
	Ceratocephale loveni							1 1
	Nephtys paradoxa		1	1/1				1 0/1
	Sphaerodoropsis minuta							1 1
	Glycera alba						1	
	Goniada maculata							5/1 1/1
	Paradiopatra quadricuspis			0/1				
	Lumbrineridae indet.							12 21
	Ophryotrocha sp.					44	162	
	Phylo norvegica			0/1				
	Polydora sp.							31 7
	Prionospio steenstrupii					7	5	
	Prionospio cirrifera						1	15 10
	Prionospio fallax							1 1
	Spiophanes kroyeri		1					28/10 23/10
	Aricidea catherinae							1
	Levinsenia gracilis							4
	Paraonis sp.							2
	Aphelochaeta sp.							11 10
	Chaetozone sp.					1	4	38 43
	Macrochaeta polyonyx							1
	Diplocirrus glaucus						1	4/15 6/18
	Lipobranchus jeffreysii							
	Scalibregma inflatum							0/1 1/1
	Capitella capitata					804	688	
	Heteromastus filiformis		36	17	1	3		170 105
	Notomastus latericeus							1 0/1



SAM-Marin

s. 2/3	Lumbriclymene cylindricaudata				1	
	Rhodine loveni		1			
	Rhodine gracilor				2	3
	Maldanidae indet.				30	19
	Myriochele danielsseni				1	
	Galathowenia oculata	1	2	1	10	10
	Owenia borealis				8	2
	Pectinaria auricoma				1	
	Pectinaria koreni			2/9	1/1	0/4
	Ampharete falcata				1	3
	Ampharete lindstroemi				1	
	Sabellides octocirrata				1	5/4
	Amythasides macroglossus				2/2	30
	Eclysippe vanelli				8/1	20
	Sosanopsis wireni				1/3	8
	Samytha sexcirrata				0/10	
	Melinna elisabethae				1	
	Paramphitrite birulai				0/1	
	Pista cristata				5	4/7
	Streblosoma bairdi				2/5	3/2
	Polycirrus latidens				1	1/1
	Polycirrus norvegicus				1	
	Polycirrus plumosus				0/1	
	Trichobranchus roseus				6/3	1/2
	Terebellides stroemi				2	3
	Sabellidae indet.	0/1			5/5	3/4
	Euchone sp.				6	1
	Jasmineira sp.				3	1
	SIPUNCULA				1	2
	Phascolion strombus				2	1
	Onchnesoma steenstrupi	1				1
	Nephasoma cf. minutum				7	21
	ARTHROPODA					
	CRUSTACEA					
*	Calanus finmarchicus	34	8	17		
*	Calanus hyperboreus	7	7			
*	Chiridius armatus		1			
*	Euchaeta norvegica	1				
*	Centropages typicus			1		
*	Metridia longa	22	6			
*	Eudorella hirsuta		1			
*	Diastylis cornuta					1
*	Gnathia sp.				3	
*	AMPHIPODA					
*	Amphipoda indet.		1		2	5
	Eriopisa elongata		0/1		2/3	
*	PYCNOGONIDA indet.				1	
	MOLLUSCA					
	Caudofoveata indet.	1	1		4	4
	Solenogastres indet.		1			
	Cylichnina umbilicata				7/1	7
	Roxania utriculus					1
	Nudibranchiata indet.					1
	Nucula nucleus				1/1	1/1

SAM-Marin

s.3.3	Nucula tumidula					1
	Ennucula tenuis					1
	Yoldiella lucida	1				
	Yoldiella philippiana		3/1		13/4	21/5
	Batharca pectunculoides					1
	Pseudamussium peslutrae				0/1	
	Thyasira sarsii			1/3	16/45	22/50
	Thyasira equalis	15/2	8/3		21	13/1
	Axinulus croulinensis					1
	Mendicula ferruginea				5/3	
	Adontorhina similis		1		9	2
	Tellimya ferruginosa		1/1		1/1	1/1
	Kurtiella bidentata				3/3	1/2
	Abra nitida	1	3/2	1/2	121/122	231/181
	Kelliella abyssicola	5	3/3			
	Cuspidaria costellata					1
	Entalina tetragona		2			
	Pulsellum lofotense				2	
*	BRYOZOA					
*	Bryozoa grenet				+	
	ECHINODERMATA					
	OPHIUROIDEA indet.					
	Amphipholis squamata				4/2	7/2
	Amphiura chiajei			0/4	16/170	9/62
	Amphiura filiformis				9/66	9/23
	Amphiura griegi				0/1	
	Amphilepis norvegica					2
	Ophiocten affinis				1/5	0/4
	Ophiura albida					1
	Brissopsis lyrifera				1	
	Echinocardium flavescens				0/13	
	HOLOTUROIDEA					
	Psolus sp.					0/1
	ENTEROPNEUSTA indet.				5	
*	CHAETOGNATHA indet.	1	1	7	1	
	ASCIDIACEA					
	Polycarpa fibrosa					1
	CHORDATA					
*	VARIA				+	

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

<b>Geom.kl</b>	<b>Ren 1 2008</b>	<b>Ren 1 2011</b>	<b>Ren 2 2008</b>	<b>Ren 2A 2011</b>	<b>Ren 3 2008</b>	<b>Ren 3 2011</b>
<b>I</b>	9	<b>11</b>	3	<b>6</b>	24	<b>30</b>
<b>II</b>	7	<b>6</b>	1	<b>2</b>	17	<b>17</b>
<b>III</b>	7	<b>2</b>	1	<b>4</b>	10	<b>11</b>
<b>IV</b>	2	<b>1</b>	0	<b>2</b>	5	<b>15</b>
<b>V</b>	1	<b>1</b>	0	<b>1</b>	8	<b>8</b>
<b>VI</b>	0	<b>1</b>	1	<b>0</b>	2	<b>8</b>
<b>VII</b>	2	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>3</b>
<b>VIII</b>	1	<b>0</b>	0	<b>1</b>	0	<b>2</b>
<b>IX</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>	1	<b>2</b>
<b>X</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>	0	<b>1</b>
<b>XI</b>	0	<b>0</b>	1	<b>1</b>	0	<b>0</b>
<b>XII</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>
<b>XIII</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>

## Vedleggstabell 4. Analysebevis



**Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Bergen**  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

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

**AR-11-MX-000972-06**



**EUNOBE-00001153**

Prøvemottak: 24.10.2011  
Temperatur:  
Analyseperiode: 24.10.2011-04.11.2011  
Referanse: 611101; 805969 ref. 58/2011

## ANALYSERAPPORT

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

Prøvenr.:	<b>441-2011-1024-124</b>	Prøvetakingsdato:	24.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Ren 1, hugg1	Analysestartdato:	24.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	37	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	20	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	130	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	720	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	24.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	<b>441-2011-1024-127</b>	Prøvetakingsdato:	24.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Ren 2, hugg1	Analysestartdato:	24.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	73	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	8.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	65	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	2400	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	5.90	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	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-11-MX-000972-06



EUNOBE-00001153



Provenr.:	<b>441-2011-1024-130</b>	Prøvetakingsdato:	24.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Ren 3, hugg1	Analysedato:	24.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	66	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	9.3	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	39	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	910	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	6.20	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

**Kopi til:**

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

**Bergen 16.11.2011**

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :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 2 av 2

## Vedleggstabell 5. CTD Data

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene på Ren 1 i 2011 og 2008.

Stasjon Dato	Dyp (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (oC)	Tetthet (dt)	Oksygen (ml/l)	Oks. met. (%)	Sikt (m)
<b>Ren 1</b> <b>03.10.2011</b>	1	30,2	14,4	22,4	5,4	97,4	6
	2	30,2	14,4	22,4	5,4	96,4	
	3	30,3	14,4	22,5	5,3	94,7	
	5	30,4	14,4	22,6	5,3	95,4	
	7	30,7	14,4	22,8	5,3	95,4	
	10	30,9	14,4	23,0	5,4	96,8	
	15	31,2	14,4	23,3	5,5	99,1	
	20	31,5	14,3	23,5	5,5	99,5	
	25	31,6	14,5	23,6	5,5	100,5	
	30	31,9	14,5	23,9	5,6	101,9	
	40	32,3	14,1	24,2	5,4	98,3	
	50	33,0	13,5	25,0	5,1	91,3	
	60	33,6	13,1	25,5	5	88,7	
	70	34,0	12,1	26,1	5	87,1	
	80	34,3	9,3	26,8	5,1	84	
	90	34,6	8,1	27,4	5,1	82,5	
100	34,8	7,6	27,6	5,1	81,9		
125	34,9	7,3	27,8	5,1	79,8		
150	34,9	7,1	28,0	5	78,7		
175	34,9	7,0	28,1	4,9	76,8		
<b>Ren 1</b> <b>20.02.2008</b>	1	28,2	5,2	22,3	7,7	104,4	13
	2	28,3	5,3	22,4			
	3	28,6	5,4	22,6			
	5	30,0	5,8	23,7			
	7	31,3	6,4	24,6			
	10	32,3	6,8	25,4	6,8	99	
	15	32,6	6,7	25,7			
	20	32,8	6,7	25,8	6,9	100,1	
	25	32,9	6,6	25,9			
	30	32,9	6,6	26,0			
	40	33,0	6,6	26,1			
	50	33,2	7,0	26,2	6,8	99,6	
	60	33,6	7,8	26,5			
	70	34,0	8,2	26,7			
	80	34,2	8,3	27,0			
	90	34,4	8,4	27,1			
100	34,4	8,4	27,2	5,9	89,2		
125	34,7	8,3	27,6				
150	34,8	8,2	27,8				
175	34,9	8,2	27,9				
200	34,9	8,2	28,1				
215	34,9	8,2	28,2	5	75,8		