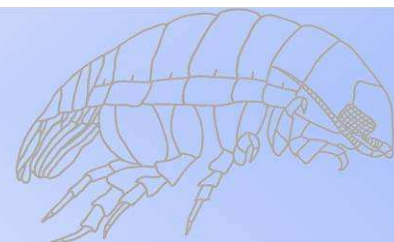


SAM e-Rapport

Uni Research
Uni Miljø, SAM-Marin





e-Rapport nr. 1-2012

MOM C-undersøkelse ved Rataren II i Frøya kommune, 2011

Rune Haugen
Jon Hestetun
Arild Kjerstad



Utforming av sammendrag SAM e-rapport

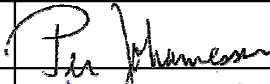

	SAM-Marin	 Test 157
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse ved Rataren i Frøya kommune, 2011	Dato: 03.02.2012
	Antall sider og bilag: 39
Forfatter(e): Rune Haugen, Jon Hestetun, Arild Kjerstad	Prosjektleder: E. Heggoy
	Prosjektnummer: 806033

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

Abstract: A MOM C investigation was conducted in September 2011 at 3 sites near the aqua culture locality Rataren. The monitoring included geological and chemical analyses of the bottom sediment as well as an analyses of the composition of benthic fauna. No chemical contamination from copper, zink or phosphorous was detected. Loss on ignition (LOI) and TOC-values indicated low to no organic contamination. The faunal composition indicated good to very good bottom conditions at all stations. No other adverse environmental condition related to the operation of the farm were found in the investigation.

Keywords: MOM C, marine environmental monitoring, Aqua culture, Rataren	Emneord: MOM C, marin miljøovervåking, fiskeoppdrett, Rataren	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 1-2012
---	---	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	03.02.2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	03.02.2012	

**Utforming av sammendrag
SAM e-rapport**

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: Havbruktstjenesten AS

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Tveiten, Korableva, Ekrene, Ensrud og Amin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Alvestad og Johannessen

Rapportering utført av: Haugen og Hestetun

Ikke akkreditert:

Geologiske analyser utført av: Grønning

Stasjon Rat 3 ikke utført akkreditert da det på grunn av grovt sediment til tross forgjente forsøk ikke var mulig å få tilstrekkelig antall hugg for å utføre akkreditert analyse.

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Blåstål

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

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor, total tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -

INNHOOLD

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER.....	7
2.1 Undersøkesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	7
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment.....	8
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	9
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	13
3.1 Sediment.....	13
3.2 Kjemi.....	14
3.3 Bunndyr	15
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	20
5 LITTERATUR.....	21
6 VEDLEGG.....	22

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Rataren II, Frøya kommune, lokalitetsnummer 31959. Innsamlingene ble gjennomført 5. september 2011. På fjernstasjon forsøkte vi tre ulike områder. På to steder fikk vi kun opp stein. På prøvestasjonen vi fikk opp noe sediment hadde vi fem forsøk og fikk bare en godkjent grabb, som hadde lite innhold. Vi avsluttet prøvetakingen etter fem forsøk grunnet hard steinholdig bunn. Denne prøven ble akseptert til prøve for biologi og kjemi/geologi, selv om grabben var litt åpen grunnet stein i kjeften på grabben. Denne stasjonenes prøve er derfor ikke akkreditert (da det ikke var mulig å få opp en lukket grabb pga forholdene på bunnen), men analyseresultatene vil sannsynligvis likevel i en indikasjon på forholdene ved stasjonen.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Rataren. Med resipient menes her et sjøområde som vil mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstands-beskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. Rataren består av to lokaliteter av nyere dato, Rataren I som ble tatt i bruk våren 2009 og Rataren II som ble tatt i bruk sommeren 2011.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av 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 Havbrukstjenesten AS og Uni Miljø, SAM-Marin på oppdrag fra SalMar Farming AS. SAM-Marin er en seksjon ved forskningsselskapet Uni Research AS, har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blandt annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 20 år og utført miljøundersøkelser i 10 år. En del av erfaringen består i

utførelsen av MOM B-undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.

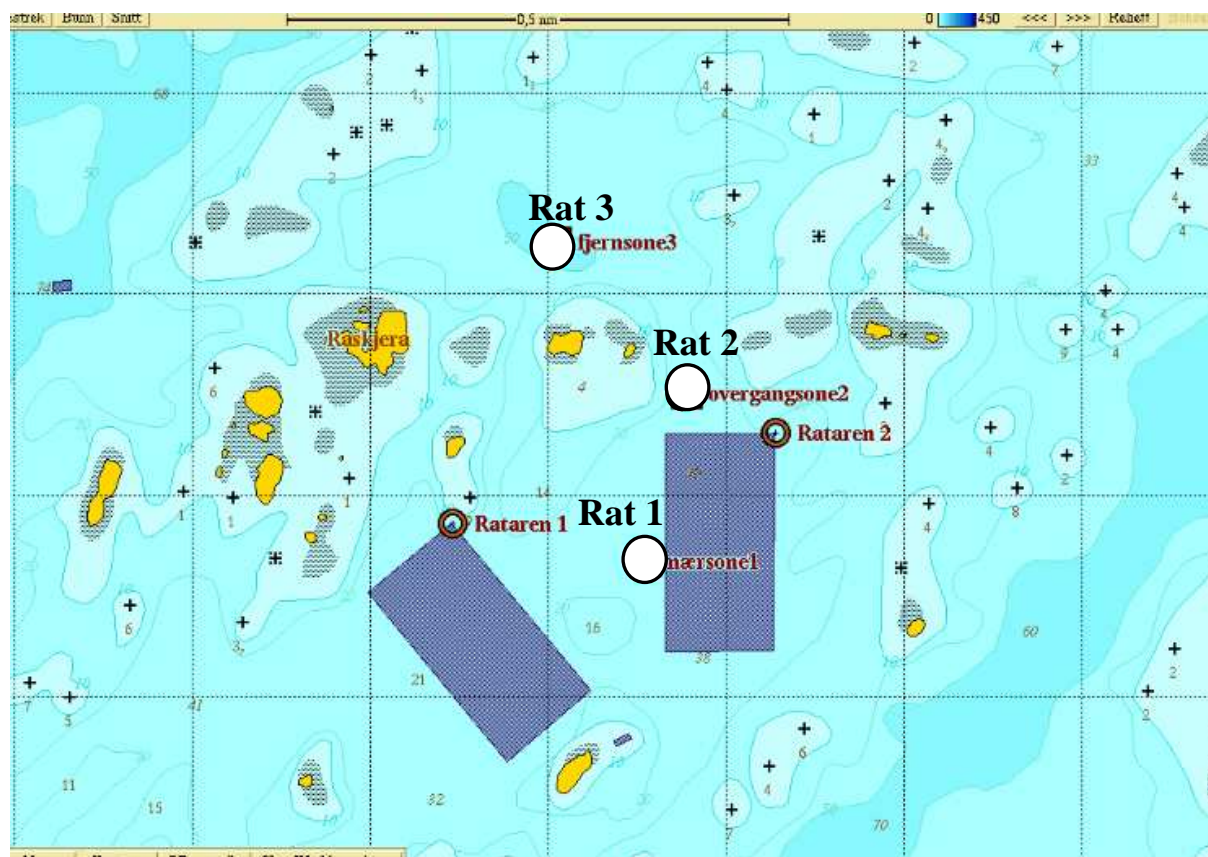
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

Undersøkellesområdet ligger på nordsiden av fast Frøya (Figur 2.1). Bunnen under anlegget er kupert. Grunne områder rundt hele anlegget. Dybden under rammefortøyningen varierer fra 27 til 49 meter. Det er sterk strøm i området. Hovedstrømmen går mot nord, nord øst.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra Havbruksstjenestens egen båt "Blåstål" den 5. september 2011 med Havbruksstjenestens eget toktpersonell Rune Haugen og Geir Håvard Espnes. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (Rat 1), en i overgangssonen (Rat 2), samt en fjernsone (Rat 3).



Figur 2.1. Oversiktskart over området rundt anleggene Rataren 1 og Rataren 2. Vurdering av miljøforholdene er vist som kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Rataren, Frøya i september 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en van Veen-grabb med åpning 0,1m² til alle prøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Rat 1 5/9-2011	Rataren 63° 46.939 N 08° 31.419 Ø	44	1	2	Kjemi, og geologi Biologi Biologi, pH og E_h Alle huggene var tilnærmet like grovere sediment, grov skjellsand og grus, og større problemer med å få godkjente grabber
			4	3,5	
			5	5	
Rat 2 5/9-2011	Rataren 63° 47.101 N 08° 31.512 Ø	27	1	3,5	Kjemi og geologi Biologi, pH og E_h Biologi Alle huggene bestod av i hovedsak grov skjellsand, og grabben hadde lite volum av sediment
			2	5,5	
			3	3	
Rat 3 5/9-2011	Rataren 63° 47.251 N 08° 31.218 Ø	59	1	3	Kjemi, geologi, biologi, pH og E_h Første hugg brukt til alle parameterne, da de fire påfølgende forsøkene endte med tom grabb grunnet hardbunn.

2.2.1 Hydrografi

Det ble ikke utført hydrografiske målinger ved denne MOM C-undersøkelsen. Det ble gitt spesiell dispensasjon fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag for dette for denne undersøkelsen.

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 strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, 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 ett av huggene til analyse av kjemiske parametre. 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-Kjell Dahl 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 (E_h) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. E_h 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 uforurensede områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. 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 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 tilsetning av fortynt formalin bufret 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. Bunndyrs materialet er oppbevart ved SAM-Marins lokaler i Høyteknologisenteret i Bergen i fem år.

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 bunndyrs materialet. 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 Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten (H') og NQII 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 NQII er biologiske indekser som skal benyttes. Mens H' kun sier noe om diversiteten, gir NQII et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor 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 ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks (H')		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQII		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	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 nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	<ul style="list-style-type: none"> - Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	<ul style="list-style-type: none"> - 5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m². - Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	<ul style="list-style-type: none"> - 1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	<ul style="list-style-type: none"> - Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m².

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitetene Rataren I og Rataren II startet produksjonen for første gang i henholdsvis mars 2009 og i juni 2011. I 2009 ble det ført totalt 1 051 tonn på Rataren I, så var denne lokaliteten brakk i nærmere 18 måneder. I 2011 ble det satt ut fisk igjen på Rataren I, samt på denne nye lokaliteten Rataren II. Fra oppstart i mai og juni 2011 frem til prøvetidpunkt i begynnelsen av september 2011, har det blitt ført omtrent 1 250 tonn på hver av lokalitetene.

3 RESULTATER OG DISKUSJON

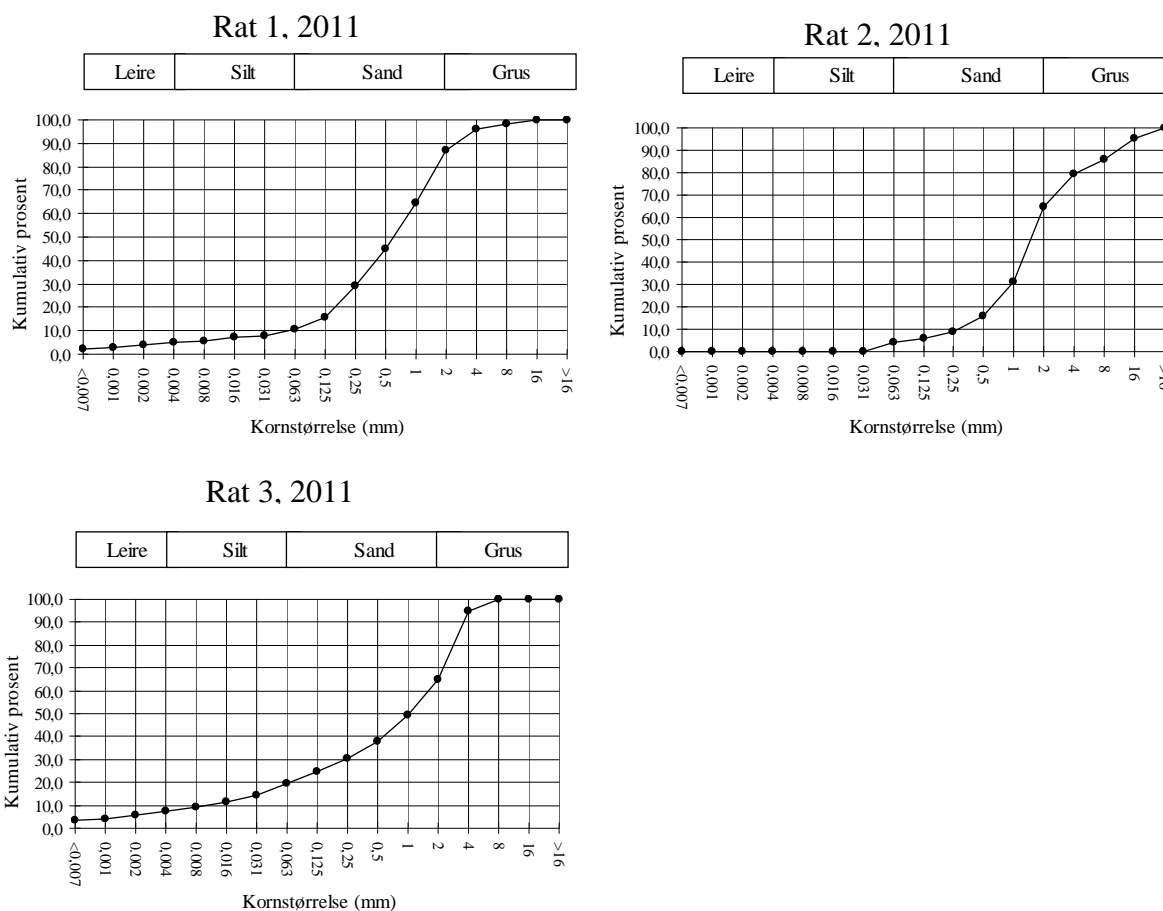
3.1 Sediment

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

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

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Rat 1	2011	44	5,93	5	6	11	76	13
Rat 2	2011	27	6,04	0	4	4	60	35
Rat 3	2011	59	6,42	7	12	19	46	35

Tett på anlegget, på stasjon Rat 1, og på overgangsstasjonen Rat 2 var sedimentet grovkornet. Fraksjonene bestod i hovedsak av sand, og utgjorde henholdsvis 76 og 60 %. På Rat 2 var det 35 % grus og 4 % silt. Nærstasjonen Rat 1, hadde noe lavere grus andel (13 %), men derimot høyere andel silt (6 %) og leire (5 %). På Rat 3, fjernstasjonen var sedimentet mer variabelt, men i hovedsak grovt. Her bestod fraksjonen leire og silt på 19 %, og en sandandel på 46 %, og 35 % grus. På Rat 3, var det store problemer med bomhugg og åpen grabb grunnet mindre steiner i åpningen på grabben. Glødetapet er jevnt over svært lavt, og indikerer ikke tilførsel av organisk materiale utover naturlige nivåer.



Figur 3.1. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene Rat 1, Rat 2 og Rat 3.

3.2 Kjemi

Sedimentanalyser

Innholdet av tungmetallene kobber og sink var meget lavt på alle tre stasjonene, og gir beste tilstandsklasse 1 (Tabell 3.2). Mengden organisk karbon (TOC) indikerte lite organisk belastning på alle stasjonene, og gir tilstandsklasse I-II (meget god/god). Glødetapet ved alle stasjonene var også lavt, som nevnt tidligere. Verdiene for fosfor er og meget lave. Tørrestoff verdien for alle tre stasjonene ligger rundt 65 til 68 %. Totaliteten av disse analysene viser at alle stasjonene viser lite til meget liten påvirkning av den oppdrettsvirksomhet som så langt har foregått ved Rataren I og II.

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	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	TOC (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Rat 1	44	3,8	I	15	I	7,1	23,12	II	0,34	67
Rat 2	27	2,9	I	13	I	<5	<22,28	I-II	0,48	65
Rat 3	59	3,8	I	14	I	<5	<19,58	I	0,37	68

Måling av pH og redokspotensial (E_h)

Resultatene fra pH og E_h sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM B-undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Kjemiske målinger (pH og E_h) ga gode pH- og E_h -verdier for alle stasjonene, noe som ga tilstand 1, beste, for disse stasjonene (se Vedleggstabell 1).

3.3 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.3 - 3.4, Figur 3.2 - 3.3, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i september 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

På stasjon Rat 1, på 44 m, ble det funnet 518 individer fordelt på 83 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 5,25 og en jevnhet på 0,82. Arten med flest individer var børstemarken *Hydroides norvegica* (68 stk., 13,1 %), på andre plass snabelormer (*Sipuncula* indet.) (43 stk., 8,3 %) og på tredje plass skallusen *Leptochiton asellus* (39 stk., 7,5 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god), mens MOM-standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse I, "svært god", mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er "lett forstyrret". Det er svært gode forhold på denne stasjonen, og resultatene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

På stasjon Rat 2, på 27 m, ble det funnet 733 individer fordelt på 76 arter. Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 4,66 og en jevnhet på 0,75. Arten med flest individer var børstemark i familien Sabellidae (186 stk., 25,4 %), på andre plass slangestjernen svartstjerne, *Ophiocomina nigra*, (44 stk., 6,0 %) og på tredje plass snabelormer *Sipuncula* indet. (41 stk., 5,6 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse I (meget god), mens MOM-

standarden gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse ”svært god”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”lett forstyrret”. Forholdene er svært gode også på denne stasjonen, og resultatene indikerer normal, uforstyrret sjøbunn.

På stasjon Rat 3, på 59 m, var det til tross mange forsøk utfordrende å få tak på gode prøver grunnet steinete bunn. Resultatene fra denne stasjonen er ikke akkrediterte, og da grabbåpningen på hugget som ble benyttet var noe åpen reduserer dette betraktelig antallet individer i prøven (kun 22 individer fordelt over 12 arter), og resultatene vil dermed ikke kunne regnes som like gode som ved en fullverdig prøvetaking. Likevel er det mulig å ut fra artssammensetningen og antall individer i forhold til antall arter si noe om forholdene på stasjonen:

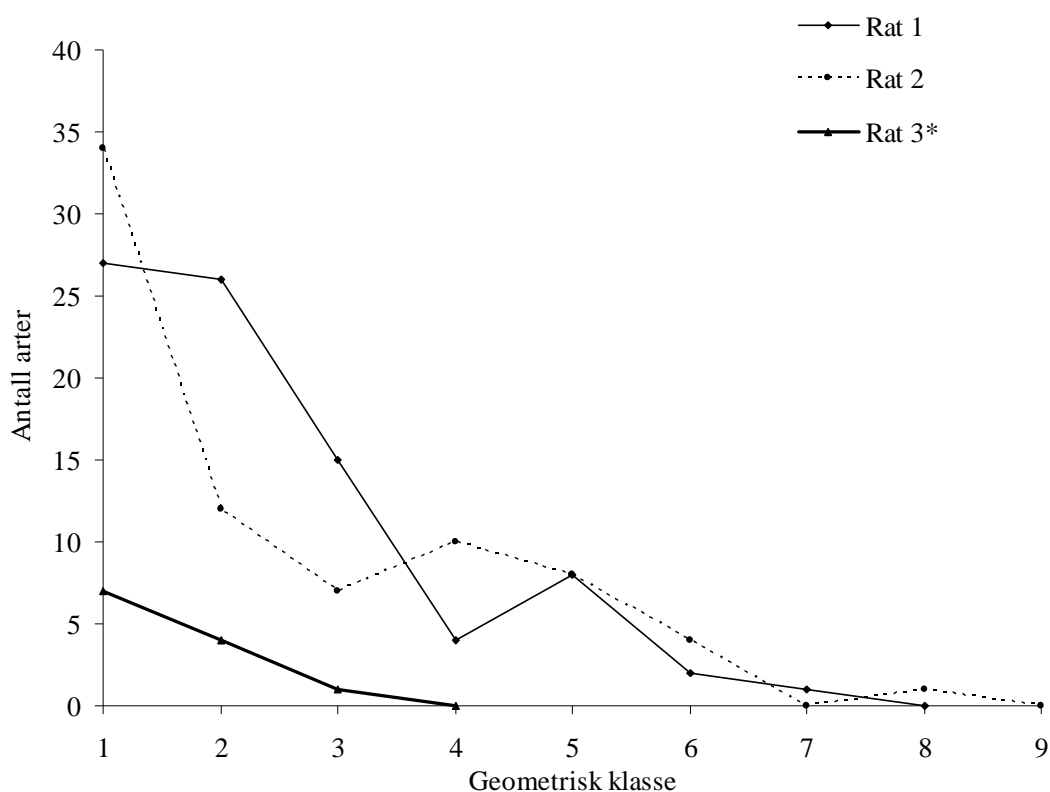
Individene som ble bestemt var jevnt fordelt over mange arter, noe som gir en Shannon-Wiener diversitetsindeksverdi på 3,32 og en jevnhet på 0,93. Arten med flest individer var børstemarken *Protodorvillea kefersteini* (5 stk., 22,7 %), på andre plass børstemark i slekten Sabellidae (3 stk., 13,6 %) og på tredje plass skjellet *Venus casina* (3 stk., 13,6 %). Dette gir stasjonen KLIF-tilstandsklasse II (god), mens MOM-standard gir miljøtilstand 1 (meget god). Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir begge tilstandsklasse ”svært god”, mens AMBI-verdiene (ømfintlighet) tyder på at faunen er ”lett forstyrret”.

Materialet er lite, imidlertid er det for det første mulig å se at antall arter i forhold til antall individer er stort, noe som gjenspeiler seg i en høy Shannon-Wiener-verdi. Artene er også fordelt utover flere rekker (fyla), med et prominent innslag av skjell i tillegg til børstemark. Artene er heller ikke typiske indikatorarter på belastet lokalitet, noe som gjenspeiler seg i gode ømfintlighetsindekser. Det kan derfor, tross det lille materialet, slås fast at forholdene ved denne stasjonen er gode til meget gode, og ligger tilnærmet normal, uforstyrret sjøbunn.

Forholdene ved alle tre stasjoner indikerer dermed lite eller ingen forstyrrelse og fremstår som typiske for type sediment og dybde på stasjonene, og gir ikke grunn til å mistenke belastning fra menneskelig aktivitet ved lokaliteten.

Tabell 3.3. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), 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, Gul: moderat/mindre god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel). *Merk at det bare er ett hugg på stasjon Rat 3 for biologisk analyse, noe som betyr at denne stasjonen ikke kan regnes som utført akkreditert.

Stasjon	Dybde	Hugg	Individer	Arter	Diversitet	Jevnhet	H'_{max}	AMBI	NQI1	NQI2	MOM	KLIF
					(H')	(J)					TK	TK
Rat 1	44 m	4	313	57	4,66	0,80	5,83					
		5	205	60	5,23	0,89	5,91					
		Sum	518	83	5,25	0,82	6,38	1,68	0,82	0,82	1	I
Rat 2	27 m	2	380	48	3,71	0,66	5,58					
		3	353	55	4,79	0,83	5,78					
		Sum	733	76	4,66	0,75	6,25	1,38	0,82	0,79	1	I
Rat 3*	59 m	3	22	12	3,32	0,93	3,58	1,30	0,74	0,68	1	II



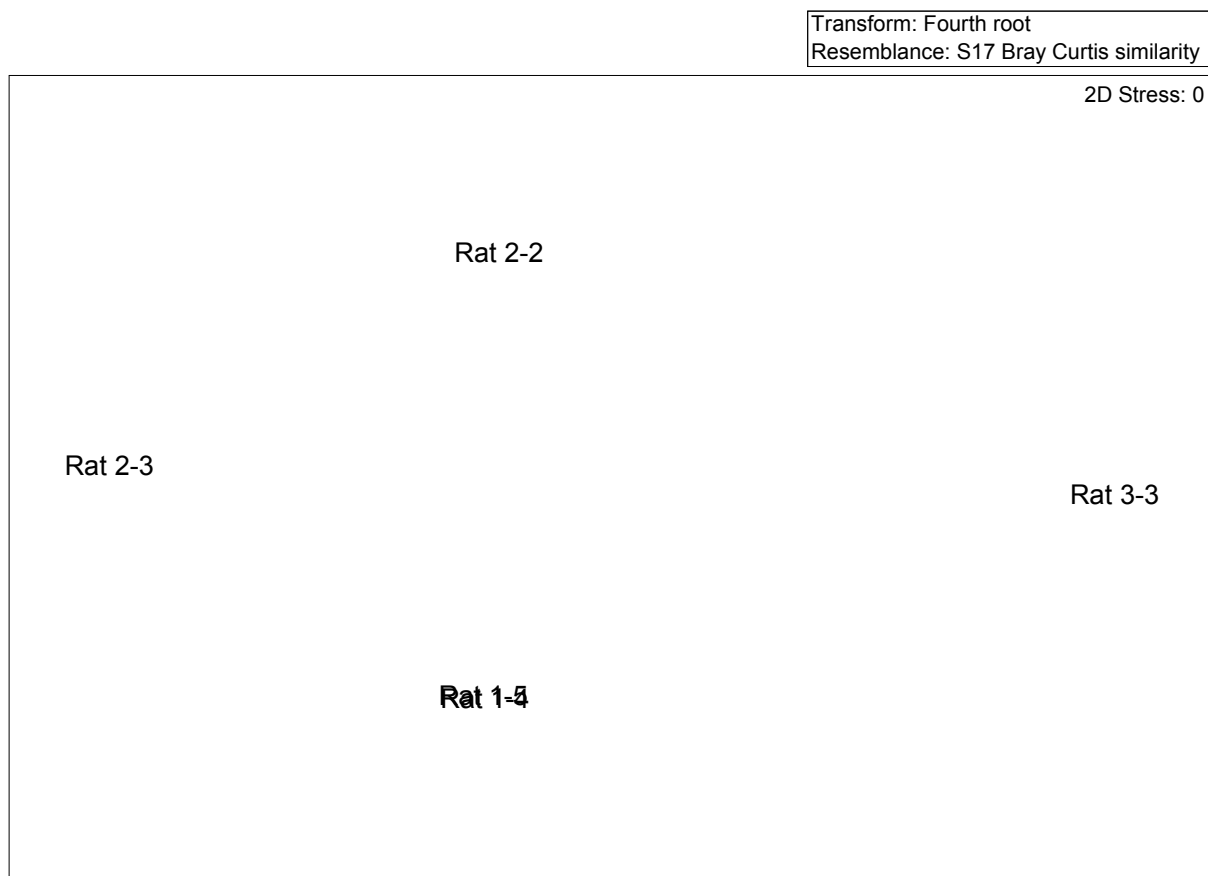
Figur 3.2. Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene. *Biologisk analyse av Rat 3 er ikke utført akkreditert (se tekst).

Tabell 3.4. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

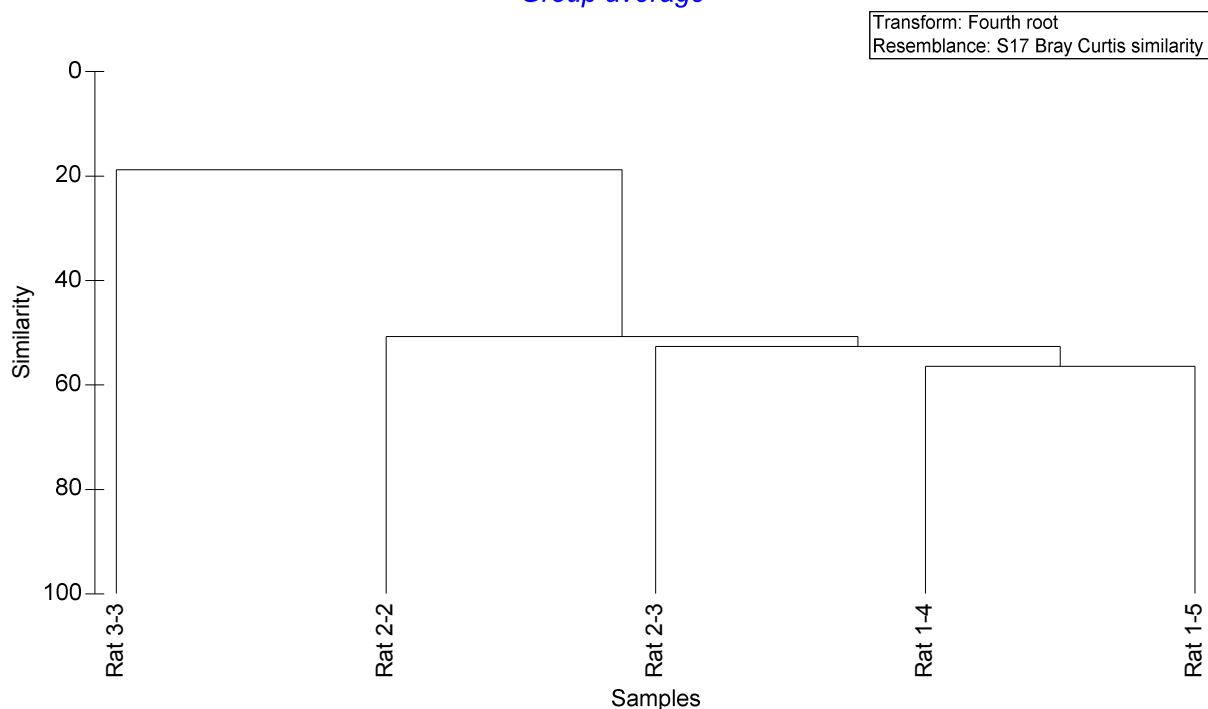
Rat 1	Antall	%	Kum. %
<i>Hydroides norvegica</i>	68	13,1 %	13,1 %
<i>Sipuncula</i> indet.	43	8,3 %	21,4 %
<i>Leptochiton asellus</i>	39	7,5 %	29,0 %
<i>Capitella capitata</i>	24	4,6 %	33,6 %
<i>Ophiocomina nigra</i>	24	4,6 %	38,2 %
<i>Pholoe baltica</i>	20	3,9 %	42,1 %
<i>Stenosemus albus</i>	19	3,7 %	45,8 %
<i>Cirratulus cirratus</i>	18	3,5 %	49,2 %
<i>Notomastus latericeus</i>	17	3,3 %	52,5 %
<i>Ophiopholis aculeata</i>	17	3,3 %	55,8 %

Rat 2	Antall	%	Kum. %
Sabellidae indet.	186	25,4 %	25,4 %
<i>Ophiocomina nigra</i>	44	6,0 %	31,4 %
<i>Sipuncula</i> indet.	41	5,6 %	37,0 %
<i>Pomatoceros triqueter</i>	37	5,0 %	42,0 %
<i>Limatula subauriculata</i>	34	4,6 %	46,7 %
Oligochaeta indet.	30	4,1 %	50,8 %
<i>Hydroides norvegica</i>	28	3,8 %	54,6 %
<i>Stenosemus albus</i>	28	3,8 %	58,4 %
<i>Leptochiton asellus</i>	27	3,7 %	62,1 %
<i>Gonactinia prolifera</i>	20	2,7 %	64,8 %

Rat 3*	Antall	%	Kum. %
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	5	22,7 %	22,7 %
Sabellidae indet.	3	13,6 %	36,4 %
<i>Venus casina</i>	3	13,6 %	50,0 %
<i>Glycera lapidum</i>	2	9,1 %	59,1 %
Syllidae indet.	2	9,1 %	68,2 %
<i>Paraonis</i> sp.	1	4,5 %	72,7 %
<i>Polydora</i> sp.	1	4,5 %	77,3 %
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	1	4,5 %	81,8 %
<i>Sipuncula</i> indet.	1	4,5 %	86,4 %
<i>Modiolula phaseolina</i>	1	4,5 %	90,9 %
<i>Astarte borealis</i>	1	4,5 %	95,5 %
<i>Ophiocomina nigra</i>	1	4,5 %	100,0 %



Group average



Figur 3.3. MDS- og cluster plot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Rataren I og II i Frøya kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført i september 2011. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen og én lengre ut i fjorden.

Alle tre stasjonen var relativt grunne (27-59 m). Sedimentet var grovt på alle tre stasjonene, med store innslag av sand og grus.

Det var ingen lukt av H₂S, mørkere farge eller andre sensoriske indikatorer på organisk forurensing ved noen av stasjonene, og verdier for pH og redokspotensial påviste beste tilstand ved alle tre stasjonene. De kjemiske analysene viste lave til meget lave verdier som ga beste tilstand for kobber og sink (tilstandsklasse I), mens TOC-verdiene ga god til meget god tilstand (tilstandsklasse I-II). På alle stasjonene var glødetapet og andelen fosfor lav.

Diversiteten av bunnfauna var god til svært god og indikerer normal, uforstyrret fauna på alle tre prøvestasjonene. Artssamfunnene ved stasjonene hadde betydelige overlapp, noe som viser tilsvarende type bunnforhold ved alle stasjoner. Fjernstasjonen Rat 3 er ikke tatt akkreditert grunnet kun én prøve, og den hadde lite sediment. Fire gjentatte forsøk etter denne prøven medførte tom grabb/åpen grabb med stein i kjeften grunnet hard bunn. Likevel kan en anta med stor grad av sannsynlighet at denne stasjonen i likhet med de to andre stasjonene er tilnærmet upåvirket av oppdrettsvirksomheten på Rataren.

Totalt sett er det gode til svært gode og tilnærmet naturlige forhold ved alle stasjoner, og det kan ikke påvises noen negativ påvirkning fra oppdrettsvirksomhet eller annen menneskelig aktivitet.

5 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91. Niva Overvåkingsrapport 510/93. SFT TA 914/1993.
- 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 Vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- 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*.

6 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i>	<i>23</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere.</i>	<i>31</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>32</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>37</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>38</i>

GENERELL VEDLEGGSDDEL**Analyse av bunndyrsdata****Generelt**

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

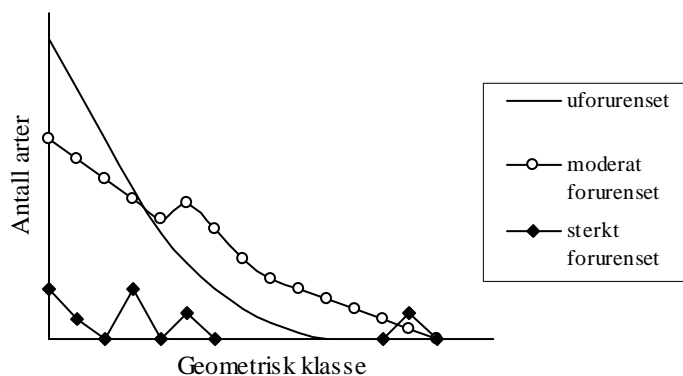
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. 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 arts mangfoldet (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:

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

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 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:

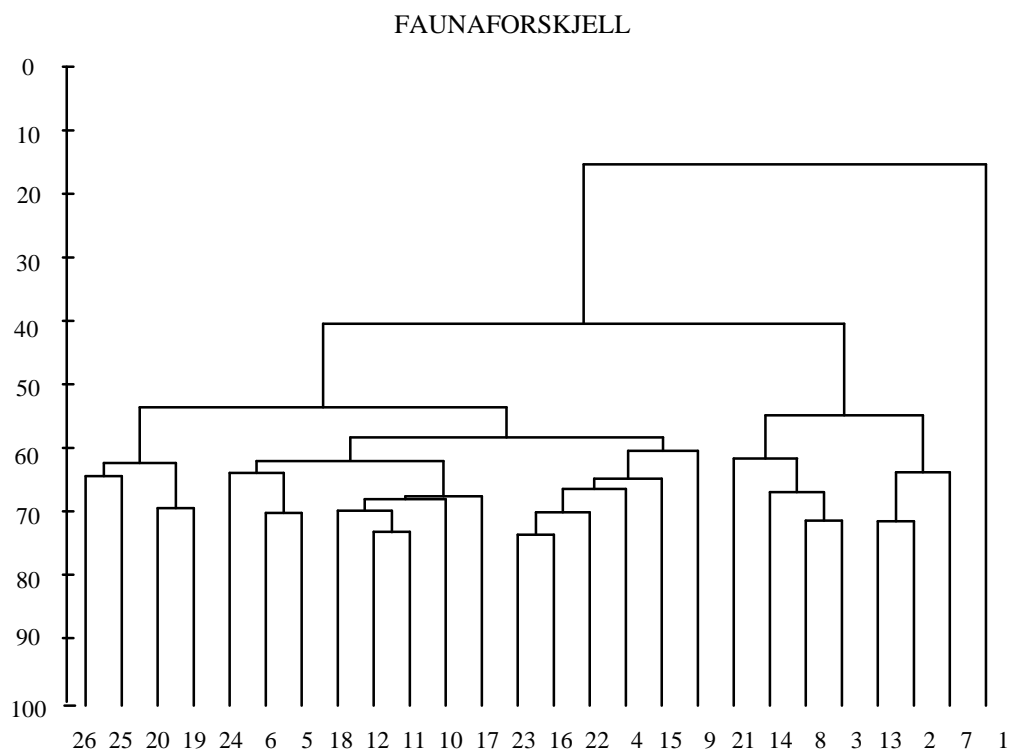
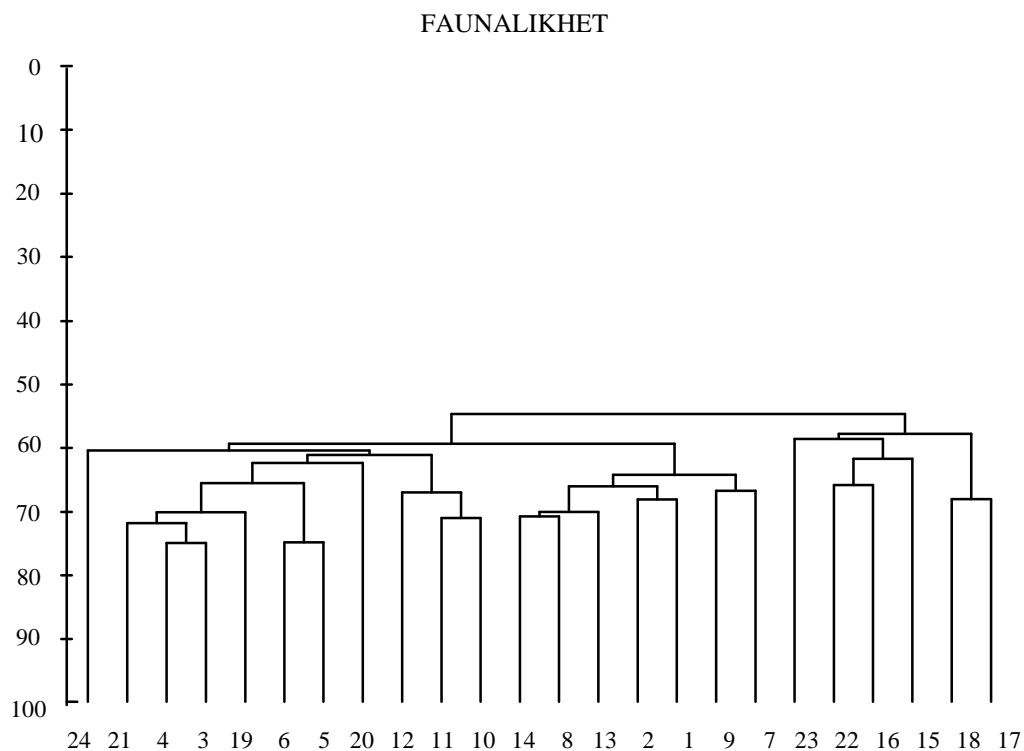
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

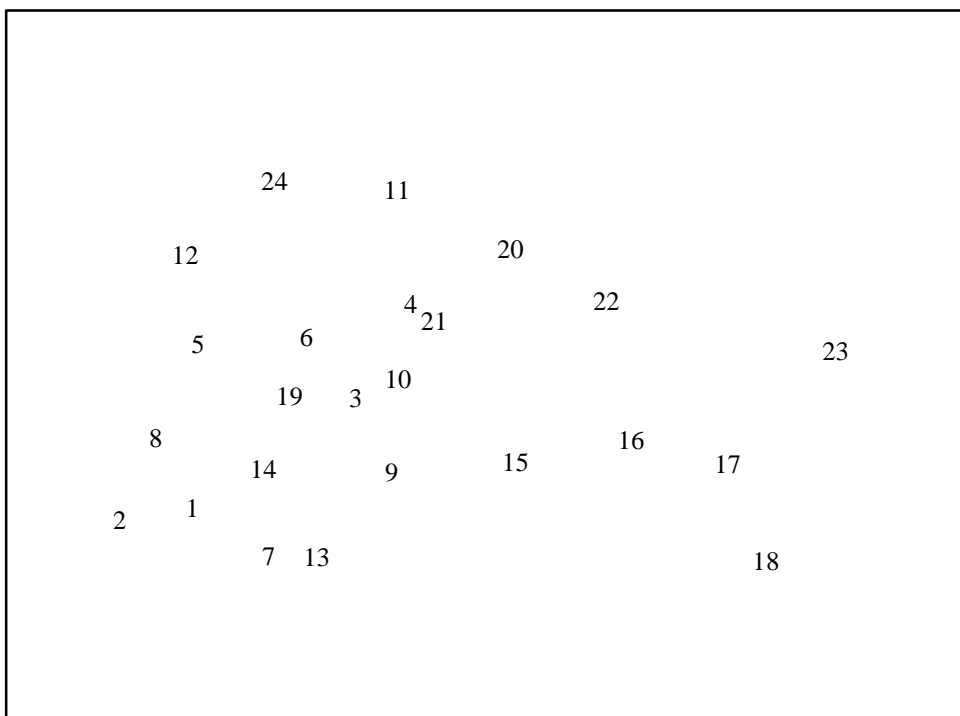
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget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

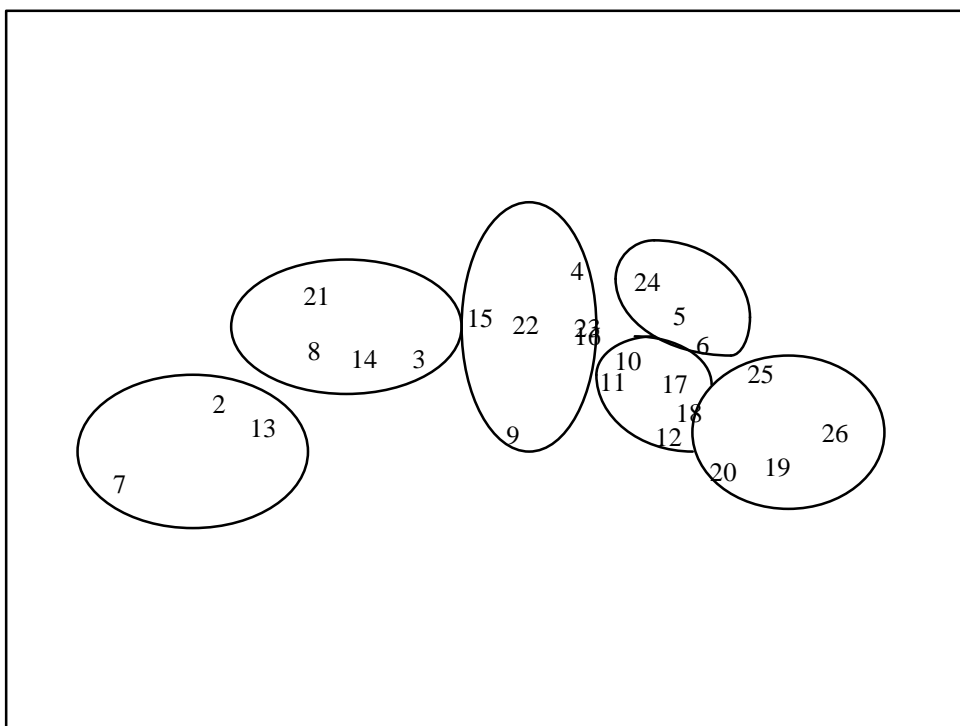


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

HAVBRUKSTJENESTEN AS									
Firma: Salmør Farming AS									
Lokalitet: Råtaren I og II									
Gr.	Parameter	Poeng	Prøvenummer						Indeks
			Rat 1	Rat 2	Rat 3				
	Dyr	Ja (0) / Nei (1)	0	0	0				0,00
I	Tilstand (Gruppe I)		1						
II	pH	Målt verdi	7,54	7,77	7,70				
	Eh (mV)	Målt verdi	-109	-45	-12				
		plus ref. potensial	122	186	219				
	pH/Eh	Poeng (tillegg D)	0	0	0				0,00
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II)		1						
III	Gassbobler	Ja (4) / Nei (0)	0	0	0				
	Farge	Lys/grå (0)	0	0	0				
		Brun/sort (2)							
	Lukt	Ingen (0)	0	0	0				
		Noe (2)							
		Sterk (4)							
	Konsistens	Fast (0)	0	0	0				
		Myk (2)							
		Løs (4)							
	Grabbvolum (v)	$v < \frac{1}{4}$ (0)	0	0	0				
$\frac{1}{4} \leq v < \frac{3}{4}$ (1)									
$v \geq \frac{3}{4}$ (2)									
Tykkelse på slamlag	$t < 2$ cm (0)	0	0	0					
	$2\text{cm} \leq 8\text{cm}$ (1)								
	$t \geq 8$ cm (2)								
	Sum		0	0	0				
	Korr. Sum (0.22)		0,00	0,00	0,00				0,00
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe III)		1						
	Middelverdi (Gruppe II & III)		0,00	0,00	0,00				0,00
	Tilstand (prøve)		1	1	1				
	Tilstand (Gruppe II & III)		1						
	Fhv/Eh/Korr.su m Indeks Middelverdi	Tilstand							
	<1,1	1							
	1,1 - <2,1	2							
	2,1 - <3,1	3							
	$\geq 3,1$	4							
	Tilstand								
	Gruppe 1								
	Gruppe II og								
	A		1,2,3,4						
	4		1,2,3						
	4		4						
	Tilstand		1						

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.4

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): SalMar Farming AS**Prosjekt nr.: 806033****Prøvetakingssted (område): Rataren****Dato for prøvetaking: 05.09.2011****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbruksstjenesten AS****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Kun ett hugg stasjon Rat 3.****Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Per Johannessen**

Metode: Undersøkelsen følger NS-EN ISO 16665 og interne standard forskrifter. Materialet er sortert og artsbestemt i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering under akkrediteringsnummer Test 157.

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

+ i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.

/ i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).

cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.

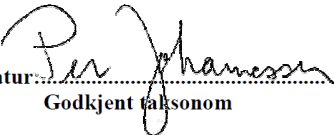
* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.

* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 4 sider.

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

Signatur: 
Godkjent taksonom

SAM-Marin / Havbruksstjenesten

05.09.2011 Lokalitetsnavn 1/4 Stasjonsnavn Dybde Hugg	Rataren				
	Rat 1 44 m 4	Rat 1 44 m 5	Rat 2 27 m 2	Rat 2 27 m 3	Rat 3* 59 m 3
PORIFERA					
* Porifera indet.	+			+	+
* Cliona sp.				+	
CNIDARIA					
Hydrozoa					
* Hydrozoa indet.	+		+	+	
Anthozoa					
Actiniaria indet.	1				
Gonactinia prolifera				20	
Edwardsia sp.		1			
PLATYHELMINTES					
* Platyhelminthes indet.				1	
NEMERTINI					
* Nemertini indet.	4	2	3	5	3
NEMATODA					
* Nematoda indet.	9	7	ca. 31	5	ca. 20
ANNELIDA					
Polychaeta					
Alenia gelatinosa				1	
Polynoidae indet.	1	3	2	4	
Pholoe baltica	12	8	2	6	
Notophyllum foliosum	1				
Phyllodoce mucosa	3/2	1/1			
Eumida bahusensis	2/1		1		
Eumida sanguinea			1		
Protomystides exigua	1				
* Eteone longa	1	3	1		
Glycera lapidum	3	2/2	2/10	0/1	2
Sphaerodorum flavum			2	1	
Nereimyra punctata				1	
Kefersteinia cirrata				5	
Syllidae indet.	7	9	6	11	2
Exogone sp.		1		1	
Platynereis dumerilii	2	2	1	0/1	
Nephtys sp.		0/1			
Lumbrineridae indet.	3	1	1		
Protodorvillea kefersteini					5
Scoloplos armiger	0/3	1/3		0/1	
Paraonis sp.	3	1			1
Aonides paucibranchiata	2	2	3	2	
Laonice bahusiensis			2		
Pseudopolydora pulchra		1		0/1	
Polydora sp.	1				1
Prionospio cirrifera	3			1	
Prionospio dubia		0/1			
Spio sp.	2		2		
Chaetopterus norvegicus				0/1	
Cirratulus cirratus	16	2		3	
Cirriformia tentaculata	0/2				
Pherusa plumosa				1	

SAM-Marin / Havbruksstasjonen

05.09.2011 Lokalitetsnavn 2/4 Stasjonsnavn	Rataren				
	Rat 1 44 m 4	Rat 1 44 m 5	Rat 2 27 m 2	Rat 2 27 m 3	Rat 3* 59 m 3
Lipobranchus jeffreysii	1		1		
Scalibregma inflatum	1	2		2/1	
Capitella capitata	21	3			
Mediomastus fragilis	2	1		4	
Notomastus latericeus	4	13	7/1		
Maldanidae indet.			1		
Owenia borealis	1	1			
Pectinaria auricoma		1			
Pectinaria koreni	0/1				
Eupolyornia nesidensis	2	0/1	2	1	1
Thelepus cincinnatus	1				
Polycirrus norvegicus	4		2/1	8	
Trichobranchus roseus	2			0/1	
Euchone sp.	1		1		
Jasmineira sp.	2				
Sabella pavonina			1		
Sabellidae indet.	8	7	160	26	3
Hydroides norvegica	61	7	5	23	
Pomatoceros triqueter	4	1		35/2	
Siboglinum fjordicum					+
Spirorbidae indet	4			18	
Oligochaeta					
Oligochaeta indet.			22	8	
SIPUNCULA					
Sipuncula indet.	29	14	20	21	1
ARTHROPODA					
Crustacea					
* Philomedes globosus		1			
* Calanus finmarchicus	4	3	1		1
* Anomalocera patersoni	5	5	3	1	
* Verruca stroemia	1			1	
* Eualus pusiolus			0/3	0/7	
* Galathea intermedia	4	3	5/17	4/9	
* Galathea sp.				1	
* Paguridae indet.		1	1	1	
* Macropipus sp.					0/1
* Nebalia sp.		1			
* Amphipoda indet.		2	4	6	
* Caprellidae indet		3			
* Janira maculosa			2/1	1/1	
* Natatolana borealis		4/2	0/1		
* Idotea sp.	1				
MOLLUSCA					
Polyplacophora					
Leptochiton asellus	31/3	5	8/1	17/1	
Stenosemus albus	7/7	4/1	4/4	16/4	
Gastropoda					
Tectura virginea	1		4		
Emarginula fissura				1	
Anatoma crispata			1		

SAM-Marin / Havbruktstjenesten

05.09.2011 Lokalitetsnavn 3/4 Stasjonsnavn	Rataren				
	Rat 1 44 m 4	Rat 1 44 m 5	Rat 2 27 m 2	Rat 2 27 m 3	Rat 3* 59 m 3
Gibbula tumida	2			1	
Margarites helicinus		1			
Vitreolina philippi		2			
Lacuna vincta	2	3/1			
Alvania punctura				0/1	
Trichotropis borealis	1/1		1		
Euspira montagui	1	1			
Euspira pulchella	2	0/1			
Trophonopsis barvicensis			1		
Raphitoma aequalis		2		1	
Nudibranchia indet.		2		1	
Bivalvia					
Modiolula phaseolina	2/5	0/2	3/13	0/1	0/1
Modiolus modiolus				1	
Mytilus edulis		0/1			
Limaria loscombii				1	
Limatula subausiculata		0/1	24/5	3/2	
Palliolum striatum				1	
Lucinoma borealis		1			
Thyasira flexuosa		2			
Kellia suborbicularis			1		
Kurtiella bidentata		1			
Astarte borealis					1
Astarte elliptica		1			
Astarte montagui		0/2			
Astarte sulcata	0/3				
Parvicardium scabrum		0/1			
Gari tellinella				1	
Venus casina					3
Tapes rhomboides			3		
Mya arenaria				0/1	
Hiatella sp.	0/1	1	0/2		
Thracia villosiuscula	1		1		
Cochlodesma praetenu			1/2		
BRYOZOA					
* Bryozoa skorpeformet	++	+	+	++	
* Bryozoa grenet	+		+	+	
ECHINODERMATA					
Ophiactis balli		1			
Ophiopholis aculeata	3/5	8/1	0/1	12/2	
Amphipholis squamata		3	2/2	3/1	
Ophiocomina nigra		24	12	32	1
Ophiura albida		2/1	0/1		
Ophiura robusta	1/1	3/1	1/1	10	
Echinus esculentus	0/3	0/2	0/1	0/1	
Strongylocentrotus droebachiensis	0/2	0/1		0/2	
Spatangoida indet.	1				
Synaptidae indet.	2	11	1	6	
ASCIDIACEA					
Ascidiacea indet.	4	5	9	2	

SAM-Marin / Havbrukstjenesten

05.09.2011 Lokalitetsnavn		Rataren				
4/4	Stasjonsnavn	Rat 1	Rat 1	Rat 2	Rat 2	Rat 3*
	Dybde	44 m	44 m	27 m	27 m	59 m
	Hugg	4	5	2	3	3
CHORDATA						
* Pisces indet.				2		
* VARIA		+		+	+	

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Klasse	Rat 1	Rat 2	Rat 3*
I	27	34	7
II	26	12	4
III	15	7	1
IV	4	10	0
V	8	8	
VI	2	4	
VII	1	0	
VIII	0	1	
IX		0	

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-001046-01



EUNOBE-00001297

Prøvemottak: 31.10.2011
Temperatur:
Analyseperiode: 31.10.2011-11.11.2011
Referanse: 611101, 806033, ref: 61/11

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2011-1102-047	Prøvetaksdato:	31.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Prøve 1	Analysestartdato:	31.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	67	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	3.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	15	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	340	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	7.10	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-1102-048	Prøvetaksdato:	31.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Prøve 2	Analysestartdato:	31.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	65	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	2.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	480	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	441-2011-1102-049	Prøvetaksdato:	31.10.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Prøve 3	Analysestartdato:	31.10.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	68	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	3.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	14	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	370	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5	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-001046-01



EUNOBE-00001297



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 11.11.2011

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

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 2 av 2