

MOM C-undersøkelse fra lokalitet Rongøy i Øygarden kommune, 2015






Uni Research Miljø
Seksjon for anvendt miljøforskning, Marin del (SAM-Marin)
Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen
Telefon +47 55 58 43 41 (Tone Vassdal)
Web uni.no epost sam-marin@uni.no
Organisasjonsnummer 985 827 117 nva

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOM C-undersøkelse fra lokalitet Rongøy i Øygarden kommune, 2015		
Rapport-nummer:	10-2015	Lokalitetens navn:	Rongøy
Lokalitetsnummer:	29276	GPS, senter i anlegg:	60° 30.56'N 004° 55.90'Ø
Fylke:	Hordaland	Kommune:	Øygarden
MTB-tillatelse:	4680	Lokalitetsansvarlig:	Leon Dale
Dato undersøkelse:	25. mars 2015	Dato rapport:	29.06.15
Oppdragsgiver:	Lerøy Vest		



Abstrakt :
MOM C-undersøkelsen ved lokalitet Rongøy gjennomført i mars 2015 viste at bunnforholdene i nærsone og i overgangssone hadde en diversitet og sammensetning av bunnfauna som tilsvarer meget gode miljøtilstander. Forhøyede verdier av TOC, fosfor og særlig kobber i sedimentprøver fra nærsone indikerer at det er en betydelig påvirkning av bunnforholdene ved anlegget, men denne påvirkningen er liten utenfor anleggssone og kan ikke påvises lengre ut i resipienten.

Hovedresultater fra MOM C-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Rong 1 (nærsone)	Rong 2 (overgangssone)	Rong 3 (fjernsone)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		60° 30.601'N 004° 55.955'Ø	60° 30.652'N 004° 56.484'Ø	60° 30.610'N 004° 56.894'Ø
Fauna (Veileder 02:2013)	Antall arter:	39	89	82
	Antall individer:	6282	1202	1653
	Shann.Wien. (H') / Tilstandsklasse:			3,64 / God (II)
	NQI1 / Tilstandsklasse:			0,71 / God (II)
	nEQR (snitt) / Tilstandsverdi:			0,63 / God (klasse 2)
	Miljøtilstand (9410):	1 – Meget god	1 – Meget god	
Tilleggsparametere (TA 2229/2007)	Norm. TOC (mg/g) / Tilstandsklasse:	31,7 / Moderat (III)	33,5 / Moderat (III)	10,2 / Svært god (I)
	Zn, (mg/kg) / Tilstandsklasse:	130 / Svært god (I)	71 / Svært god (I)	130 / Svært god (I)
	P (g/kg): P, kommentar:	3100, forhøyet	820, normalt	1100, litt forhøyet
	Cu (mg/kg) / Tilstandsklasse:	85 / Dårlig (IV)	15 / Svært god (I)	22 / Svært god (I)
	Cd (mg/kg) / Tilstandsklasse:			
	O ₂ metning (%) / Tilstandsklasse:			79 / Svært god (I)
Sedimentkarakteristikk TOM, glødetap (%):		7,2	6,7	8,7
Sedimentkarakteristikk Mest dominant type :		Sand (52 %), pelitt (46 %)	Sand (56 %), pelitt (42 %)	Pelitt (65 %), sand (35 %)
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:		Trond E. Isaksen 		

ID: 10723 Versjonsnr: 006

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av
sammendrag SAM e-rapport****Uni Research Miljø : Sam-
marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

	SAM-Marin	
Uni Research Miljø SAM-Marin Thormøhlensgt. 55 5008 Bergen, Norway		Tlf: 55 58 44 05 E-post: Sam-marin@uni.no Internet: www.uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Rongøy i Øygarden kommune, 2015	Dato: 29.06.15 Antall sider og bilag: 49
Forfatter(e): Trond E. Isaksen, Einar Bye-Ingebrigtsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Trond E. Isaksen Prosjektnummer: 809406
Oppdragsgiver: Lerøy Vest AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Rongøy on its surrounding environment. Sediment sampled near the facility showed high values of TOC, phosphorus and copper. However, the condition of the macro-fauna was good at the time of the survey. Apart from elevated TOC levels, the two more distal sampling stations showed no indications of benthic impact from the facility.

Keywords: Marine, environment, survey, MOM C, recipient, soft bottom	Emneord: Marin, miljø, undersøkelse, resipient, bløtbunn
---	---

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 10-2015

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	29.6.2015	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	29.6.2015	<i>Trond Isaksen</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 006

**Vedlegg SF-SAM-506 Utforming av
sammendrag SAM e-rapport****Uni Research Miljø : Sam-
marin**

Ansvarsområde:	Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori:	Vedlegg Sist endret: 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon:	Ikke satt Neste revisjon: Ikke satt
Godkjent:	GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

SAM-marin er en del av Uni Research Miljø (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 ved SAM-marin:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Trond E. Isaksen (Uni Research, SAM-Marin) og Stian Ervik Kvalø (Uni Research, SAM-Marin)

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Linda Jensen, Natalia Korableva og Nargis Islam

Identifikasjon av marin fauna utført av: Øydis Alme og Frøydis Lygre

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Ognøysjefen (Bunndata AS)

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environmental Testing Norway AS akkrediteringsnummer TEST 003

Akkreditert: TOC, fosfor, kobber, tørrstoff
Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: Molab AS akkrediteringsnummer TEST 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling
Ikke akkreditert: -

Andre: -

Innhold

1. Innledning	5
2. Materiale og metode	6
Undersøkellesområdet	6
Hydrografi	9
Bløtbunnundersøkelse – Prøver og analyser	10
Sediment type (geologi)	10
Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/ E_h)	11
Bunndyr (biologi).....	12
Produksjonsdata fra anlegget	15
Avvik	15
3. Resultater og diskusjon	16
Hydrografiske målinger	16
Sediment (geologi)	17
Kjemiske analyser.....	19
Sedimentanalyser.....	19
Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h)	20
Bunndyr	21
4. Sammendrag og konklusjon	26
5. Takk	27
6. Litteratur	28
7. Vedlegg	29
1) Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata	29
2) MOM B-parametere	38
3) Artsliste.....	40
4) Geometriske klasser	43
5) Analysebevis	44
6) CTD-data	49

1. INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Rongøy (lokalitetsnr. 29276) i Hjeltefjorden, Øygarden kommune. Innsamlingene ble gjennomført 25.mars 2015.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

MOM C-undersøkelsen ble utført som en del av et større studie av bunnforholdene omkring lokalitetene Rongøy og Storoksen i sammenheng med FoU konsensjon som går på IMTA aktivitet. Havforskningsinstituttet har det faglige ansvaret i FoU samarbeidet.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratet tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (TA 1467/1997;TA 2229/2007), Veileder 02:2013 og mot C-delen av MOM-standarden (NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Uni Research Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del (SAM-Marin) på oppdrag fra Lerøy Vest. Uni Research har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og fiskeoppdrett. Uni Research er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Det er tidligere blitt utført MOM B undersøkelser ved lokaliteten. Resultater fra de siste års B-undersøkelser viser meget gode lokalitetstilstander (Resipientanalyse 2014;Uni Research 2015). Det ble gjennomført MOM C-undersøkelse ved lokaliteten Rongøy 31. oktober 2013 (Resipientanalyse 2015). Prøvetakingsstasjonene i denne forrige undersøkelsen betraktes som faste langtidsovervåkingsstasjoner i henhold til gjeldende standard NS 9410:2007.

2. MATERIALE OG METODE

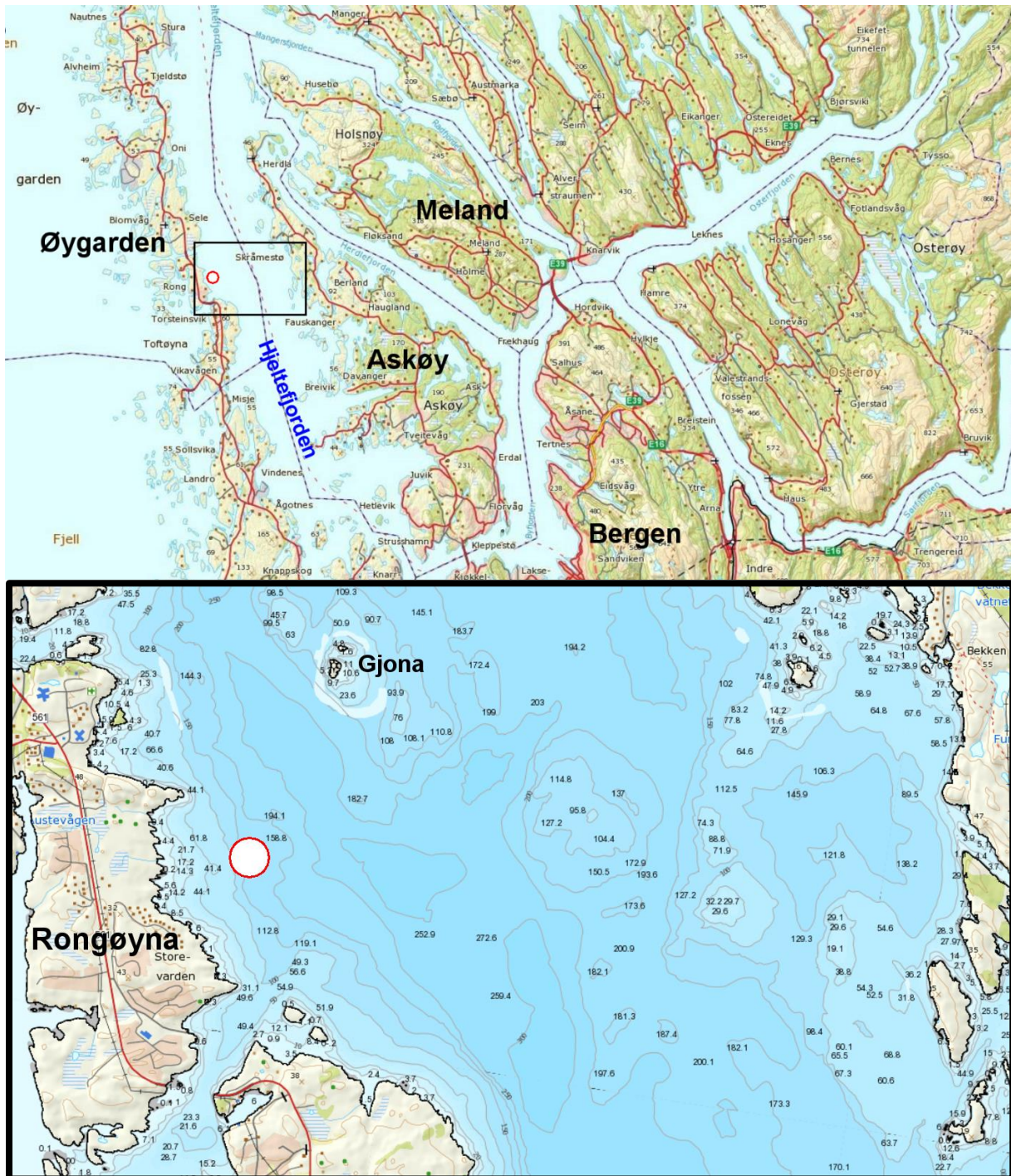
Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger øst for Rongøyna på vestsiden i Hjeltefjorden (Figur 2-1). Bunnen under anlegget varierer fra 66 m dybde til 202 m dybde (Bye-Ingebrigtsen 2015). Bunnen under anlegget skråner i østlig retning ned mot 307 meter dybde i nærmeste dypområde av Hjeltefjorden. Bunnkart og bunntopografi er vist i figur 2-2 og figur 2-3.

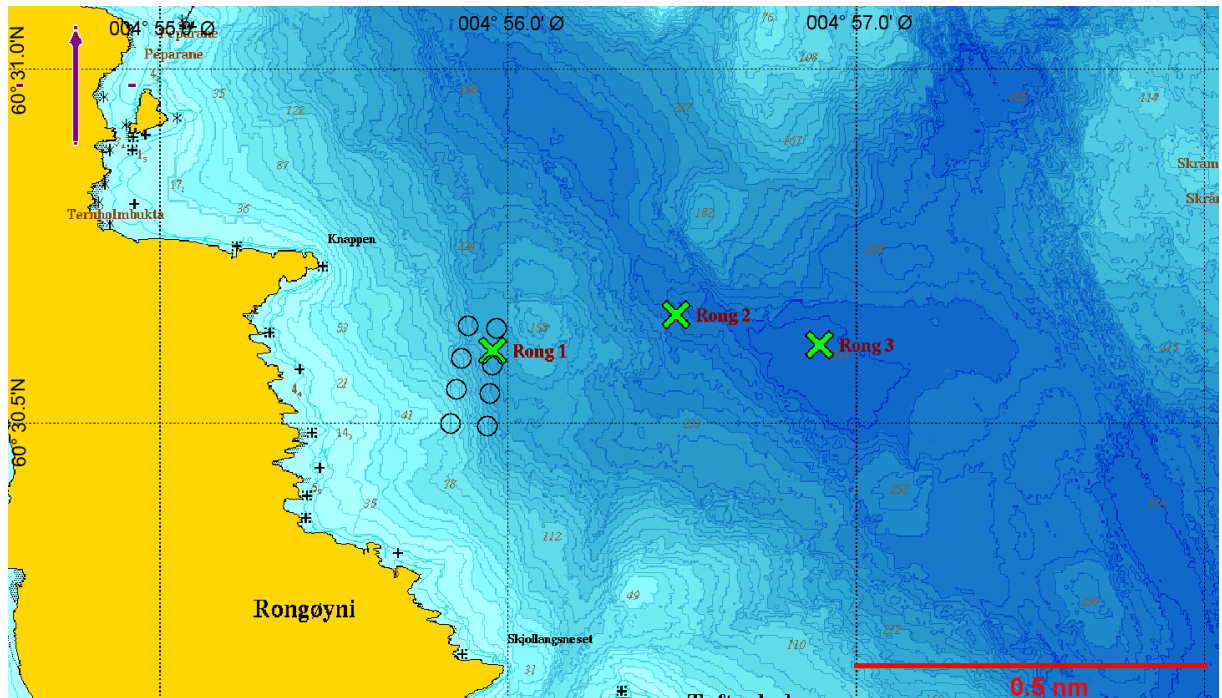
Prøveinnsamlingene ble gjennomført 25.mars 2015. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (nærsone), en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden (fjernsone). Plassering av stasjoner er gjort ut fra forrige MOM C-undersøkelse (Berge-Haveland 2015). Undersøkelsen ble gjennomført Trond E. Isaksen og Stian Ervik Kvalø fra Uni Research. Pia Kupka Hansen fra Havforskningsinstituttet deltok i feltarbeidet. Det ble benyttet båttjenester fra Bunndata AS (båtfører Erik Eikje). Båten «Ognøysjefen» var utstyrt med ekkolodd og systemer for registrering av dybder og bunntyper.

Nøyaktig posisjon til de ulike stasjonene er viktig for referanse og for at undersøkelsene skal være reproducerbare i fremtiden. Plassering til de ulike prøvestasjonene blir registrert med bruk av toktfartøyets navigasjonssystem (GPS). Det ble i tillegg benyttet håndholdt GPS (Garmin eTrex 20) som ekstra kontroll av posisjonering. Plasseringen til stasjonene er oppgitt med kartkoordinater (WGS84, Tabell 2-1).

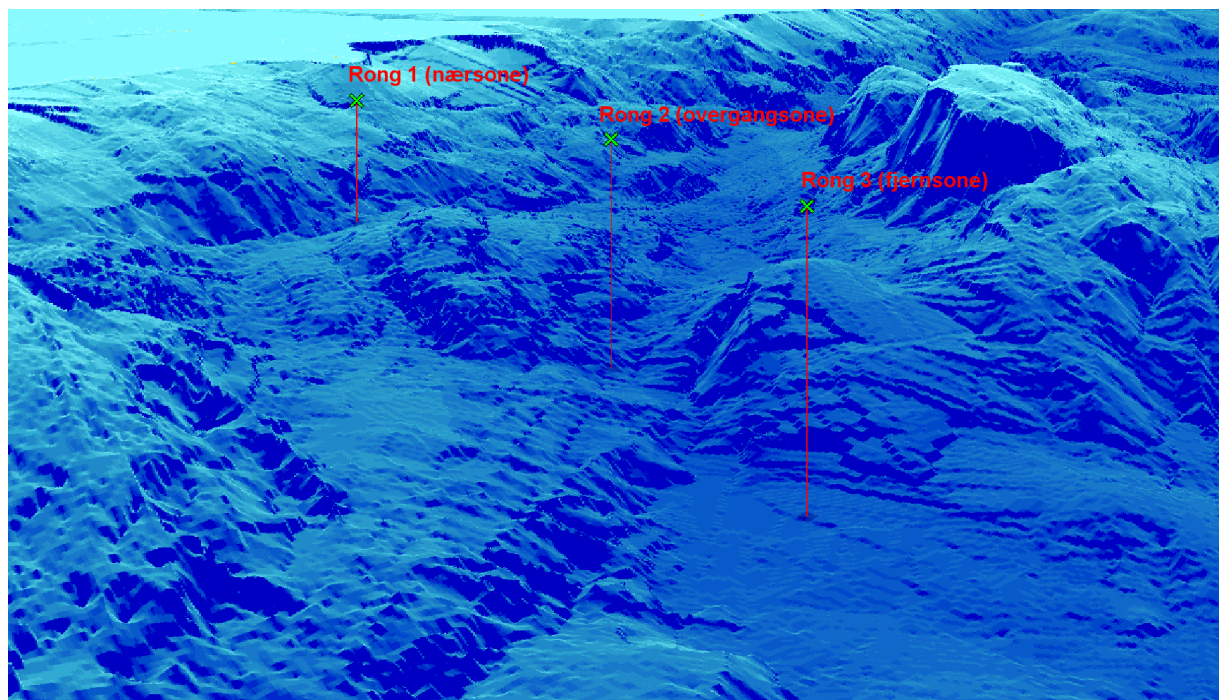
Det ble tatt vannprøver for hydrografiske målinger og bløtbunnsprøver for geologiske, kjemiske og biologiske analyser. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2-1.



Figur 2-1. Oversiktskart over Hjeltefjorden i Hordaland. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved lokaliteten Rongøy (rød sirkel i kart). Kart kilde: Fiskeridirktoratet.



Figur 2-2 Lokalitet Rongøy. Tre prøvestasjoner plassert i anleggets nærsone (Rong 1), i dypområdet utenfor anleggssonen (Rong 3, fjernsone) og i en overgangssone mellom nær- og fjernsonen (Rong 2). Prøvestasjoner er markert med et kryss. Kartkoordinater til prøvestasjonene er gitt i Tabell 2-1. Kartkilde: Olex



Figur 2-3 Bunntopografisk skisse av området ved lokalitet Rongøy. Prøvestasjoner er markert med kryss. Kartkilde: Olex

Tabell 2-1 Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Hjeltefjorden ved lokalitet Rongøy. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder registrert med bruk av ekkolodd. Sedimentprøver ble innsamlet med bruk av en van Veen kombigrabb hvor det ene kammeret utgjør 0,1 m² og brukes til biologiprøver (Volum 21 liter, maks 22 cm bitedybde), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. MOM B-parametere er registrert på hver stasjon. Hydrografisk profilmåling av vannsøylen ble utført med CTD sonde (SAIV SD208) påmontert oksygensensor.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve-volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone	60° 30.601'N	131	1	11	Hugg 1: Biologi, kjemi, geologi, MOM B-parametere. Hugg 2: Biologi, MOM B parametere. Sand og finstoff. Ingen lukt, lys farge, myk konsistens.
Rong 1	04° 55.955'Ø		2	9,5	
25.03.15					
Overgangs-sone	60° 30.652'N	285	1	14	Hugg 1: Biologi, kjemi, geologi, MOM B-parametere. Hugg 2: Biologi, MOM B parametere. Stein, grus, sand og finstoff. Ingen lukt, lys farge, myk konsistens.
*Rong 2	04° 56.484'Ø		2	15	
25.03.15					
Fjernsone	60° 30.610'N	307	1	20	Hugg 1: Biologi, kjemi, geologi, MOM B-parametere. Hugg 2: Biologi, MOM B parametere. Fin sediment (silt, leire). Ingen lukt, lys farge, myk konsistens. CTD/STD og oksygen måling.
Rong 3	04° 56.894'Ø		2	20	
25.03.15					

* Stasjonen er flyttet 215 meter sørøst i forhold til forrige undersøkelse i 2013 pga mye hardbunn uten sediment i området.

Hydrografi

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

Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en STD/CTD-sonde av typen SD208 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt samtidig med innsamling av bløtbunnsprøver i henhold til NS 9410:2007.

Bløtbunnundersøkelse – Prøver og analyser

Bløtbunnundersøkelsene omfatter sedimentprøver for analyse av geologi, kjemi og bunndyr (biologi). Prøvetakingen er utført akkreditert i samsvar med standard NS-EN-ISO 16665:2013 «*Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna*» og NS-EN-ISO 5667-19:2004 «*Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veileder i sedimentprøvetaking i marine områder*».

Bunnprøver for geologiske, kjemiske og biologiske sedimentanalyser samles inn ved bruk av van Veen grabb med justerbare vekter. Det ble brukt modifisert van Veen grabb (0,15 m² åpning og 0,5 mm perforerte silplater i inspeksjonslukene) som tar biologi-, kjemi- og geologiprøver i same hugg (kombi-grabb, utviklet av Det Norske Veritas). Biologi-kammeret tilsvarer prøveareal på 0,1 m², mens det minste kammeret har prøveareal på 0,05 m² som er tilstrekkelig for geologi- og kjemiprøver.

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. Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen i et prøveareal på 0,2 m² (NS 9410:2007). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m² ble det tatt to grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon.

Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av konsistensen til sedimentet og av vekt til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sedimentnivået av hver grabbprøve målt. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Bitedybden til en grabbprøve må derfor være minst 5 cm i sediment med fast konsistens eller minst 7 cm i sediment med løs konsistens for at prøven kan godkjennes for biologiske analyser (NS-EN-ISO 16665:2013). Prøver med mindre bitedybde kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Alle huggprøver er kontrollert med hensyn til sedimentmengde, sedimenttype (fast eller løs konsistens, innhold av skjellsand, stein, grus o.a.) og farge. Grabb-hugg som inneholder tilfredsstillende sedimentmengde med uforstyrret sedimentoverflate regnes som godkjente prøver for geologi, kjemi og biologi analyser i henhold til gjeldende standarder (NS-EN-ISO 16665:2013, NS-EN-ISO 16665:2013).

Sediment type (geologi)

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. Klassifisering av ulike sedimentfraksjoner basert på partikkelstørrelse som oppgitt i NS-EN-ISO 16665:2013 er vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Klassifisering av kornstørrelse i sediment (NS-EN-ISO 16665:2013).

Silt / leire	Meget fin sand	Fin sand	Medium sand	Grov sand	Svært grov sand	Grus
< 63 µm	63-125 µm	125-250 µm	250-500 µm	500 µm - 1 mm	1 - 2 mm	> 2 mm

Organisk innhold i sediment blir målt som prosent glødetap i samsvar med NS 4764-1980. I beregningen er dette differansen til vekt av tørket prøve (vannfri prøve) og vekt av prøven etter brenning ved 550 °C (aske). Organisk innhold i sediment samsvarer ofte med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale sammenlignet med grovt sediment. I områder med svake strømforhold og akkumulering av finere partikler kan slikt sediment ofte være oksygenfattig like under sediment-overflaten. Under slike forhold kan sedimentet ha en råttent lukt av hydrogensulfid (H₂S). Dette vil være særlig fremtredende i områder med stor organisk tilførsel og/eller dersom bunnvannet i området inneholder lite oksygen.

Det er samlet sedimentprøver fra hver stasjon i det undersøkte området. Prøvetakingen og analyse er utført etter gjeldende standarder NS-EN-ISO 5667-19:2004 og NS 4764:1980. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstiller NS-EN-ISO/IEC 17025:2005 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale og kornfordeling med akkrediterings nr. TEST 032.

Resultat av kornfordelingen til sedimentprøvene er presentert i kurveform, der partikkelstørrelse fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelse blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Kjemi (metaller, organiske stoffer, pH/*E_n*)

Det er tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN-ISO 5667-19:2004. Miljøgifter i sediment er hovedsakelig knyttet til finstoff (leire, silt) og organisk materiale. Det ble tatt prøver til kjemisk analyse fra alle bløtbunnstasjonene med bruk av metoder i samsvar med "Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" (TA 2229/2007). Prøvene ble sendt til Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (akkrediteringsnummer TEST 003) for kjemiske analyser.

Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) er utført etter NS-EN-ISO 17294-2:2004. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137:2001 og beregning av normalisert TOC i henhold til gjeldende veileder TA 1467/1997. For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver, må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 2-4. Innholdet av tørrstoff er analysert etter NS-EN 14346:2006. Tilstandsklasser gis for de målte

parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (TA 1467/1997;TA 2229/2007) (Tabell 2-4).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i marint sediment kan si noe om grad av anoksiske forhold i bunnvann og sediment. Anoksiske forhold har negativ effekt på makrofauna og viktige nedbryterorganismer som børstemark. I sterkt anoksiske sedimenter vil det derfor kunne dannes surt miljø og hydrogensulfid (H₂S) under bakteriell nedbryting av organisk materiale. Surhetsgrad og redokspotensialet i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/Eh metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) fylt med 3M KCl løsning. Miljøtilstand basert på disse målingene er beregnet på samme måte som i MOM B-undersøkelser i henhold til skjema B1 (NS 9410:2007).

Bunndyr (biologi)

Bunndyr eller bløtbunnsfauna i denne undersøkningen skal forstås som virvelløse dyr større enn 1 mm som lever på- eller i overflatesediment (gravende dyr). Vanlige dyregrupper i denne sammenheng er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder.

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. Dersom det er dårlige miljøforhold vil det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

Metoder som omfatter innsamling av bløtbunnsprøver, opparbeidelse av prøvene, artsbestemmelse og databehandling er utført i samsvar med standard NS-EN-ISO 16665:2013. For innsamling av bunnprøver er det brukt van Veen grabb (som beskrevet innledningsvis i dette kapitlet). Grabbinnholdet vaskes gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard P. 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene fikseres med 20 % boraks-bufret formalin (8 % formaldehyd løsning) tilsatt bengalrosa i felt. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares i Uni Research (SAM-Marin) sine lokaler ved Høytteknologisenteret i Bergen i 3 år.

Opparbeidning av det biologiske materialet er utført i samsvar med SAM-Marin sin akkreditering for denne type arbeid (akkrediteringsnummer TEST 157). Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedlegg 3). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. 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 benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (TA 1467/1997;TA 2229/2007). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (ES100), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI2012 og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) med en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Vedlegg 1: Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr).

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier, tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 2-3. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 2-4. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2-5).

Tabell 2-3 Klassegrenser for nEQR i henhold til Direktoratgruppa Vanndirektivet sin Veileder 02:2013.

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

Tabell 2-4 Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i TA 1467/1997, TA 2229/2007 og Direktoratgruppa Vanndirektivet 2013 Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen *	TA 1467	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	TA 1467	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	Shannon-Wiener (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	ES ₁₀₀	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	ISI ₂₀₁₂	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	<4,5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	<10
	DI	02:2013		<0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	TA 1467	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mg O₂/l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C

Tabell 2-5 Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra NS 9410:2007 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

Produksjonsdata fra anlegget

På lokaliteten Rongøy var det et ringanlegg bestående av 8 merder med 160 meters omkrets da undersøkelsen ble gjennomført (25. mars 2015). Antall merder på lokaliteten ble endret i 2007 fra 4 merder til 8 merder.

Anlegget var brakklagt på undersøkelsestidspunktet. Brakklagingsperioden startet september 2014 og det er planlagt utsett av ny fisk i mars-april 2015. anlegget har en MTB på 4680 tonn. Produksjon og fôrforbruk for foregående år er vist i tabell 2-6.

Tabell 2-6. Fôrforbruk på lokaliteten de siste år (hele år: 1. januar til 1. desember)

År	Utføret mengde	Produsert mengde
2015 (1.jan – 25.mars)	Ingen fôring	Ingen produksjon
2014	3708 tonn	3027 tonn
2013	2464 tonn	2110 tonn
2012	1856 tonn	1552 tonn

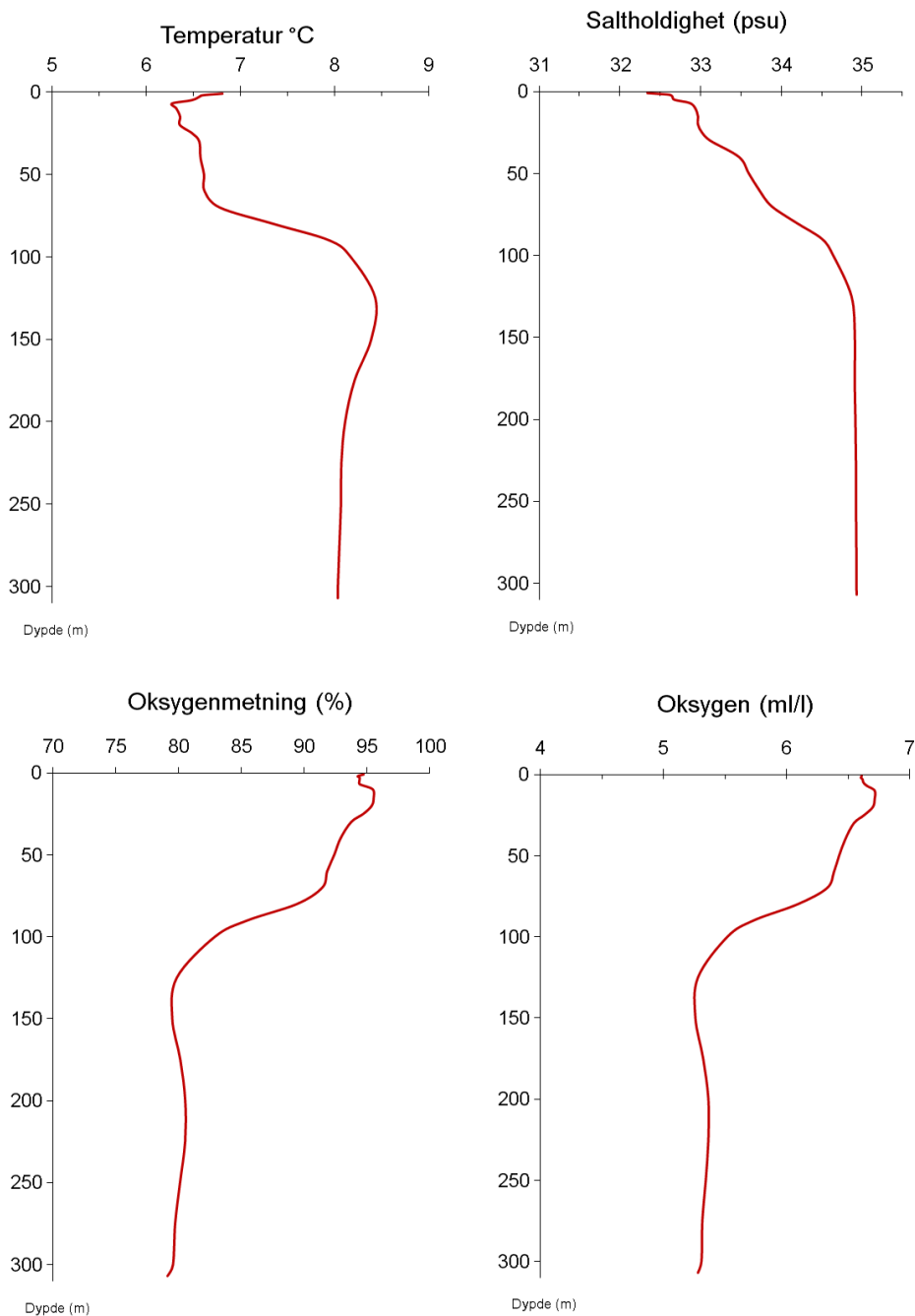
Avvik

Det ble benyttet samme prøvestasjoner som i forrige MOM C undersøkelse (okt. 2013). Det ble tatt utgangspunkt i koordinater oppgitt i rapporten (Berge-Haveland 2015). Det var ikke mulig å finne bløtbunn på prøvestasjonen som representerer overgangssonen (Prøve 2 - Overgangssone). Det ble av denne grunn satt ny prøvetakingsstasjon i et område med bløtbunn (Rong 2 – Overgangssone). Avstand mellom Prøve 2 (okt. 2013) og Rong 2 (mars 2015) er 215 meter. Prøvestasjonene som representerer hhv. nærsone (Rong 1) og fjernsone (Rong 3) ligger mindre enn 50 meter fra forrige stasjonsplassering. Nærsonestasjonen (Rong 1) ble plassert så nær som mulig forrige undersøkelse. Hindringer som anlegg, fôrledninger og fortøyninger var begrensende.

3. RESULTATER OG DISKUSJON

Hydrografiske målinger

Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Rong 03 (fjernsone), 25. mars 2015. Resultatene fra denne undersøkelsen er presentert i Figur 3-1. Detaljert oversikt over STD/CTD-data finnes i Vedlegg 5.



Figur 3-1 Profilmålinger av temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen (% metning og ml/l) på stasjonen Rong 3 (fjernsone) ved lokalitet Rongøy i Hjeltefjorden. Målinger utført 25. mars 2015 med bruk av STD/CTD-sonde påmontert oksygensensor. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mg O₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42 (TA 1467/1997).

Temperaturmålingene viser lavest temperatur i overflatevannet med temperaturer mellom 6-7 °C i den øverste delen av vannsøylen ned mot 75 meters dyp, med stabil temperatur på rundt 8,2-8,4 °C fra 110 meter og dypere.

Det ble ikke registrert ferskvannspåvirkning på prøvestasjonen da undersøkelsen ble gjennomført. Lavest registrert saltholdighet ble målt til 32,2 i overflatelaget, med en økning nedover i vannsøylen med stabile verdier på rundt 34,8 fra 110 meters dyp og dypere.

Oksygeninnholdet i vannsøylen viste høyest verdier i overflatevannet og ned mot 25 meters dyp med oksygeninnhold på 6,6 - 6,7 ml/l og 94 - 96 % metning. Oksygenverdiene avtok ned over i vannsøylen med stabile verdier fra 115 meters dyp og dypere. Måling av bunnvann viste oksygeninnhold med verdier over 7,4 ml/l og 79 % oksygenmetning. Dette tilsvarer **tilstandsklasse I (svært god)** for begge parameterne i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende veileder (TA 1467/1997), se Tabell 2-4.

Sediment (geologi)

Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3-1 og Figur 3-2.

Nærsonen (Rong 1) domineres av pelitt og meget fin sand (tilsammen 70 % av alt sediment) med noe innslag av grovere sand og grus. Prøven fra nærsonen inneholdt 7,2 % totalt organisk materiale (TOM, glødetap).

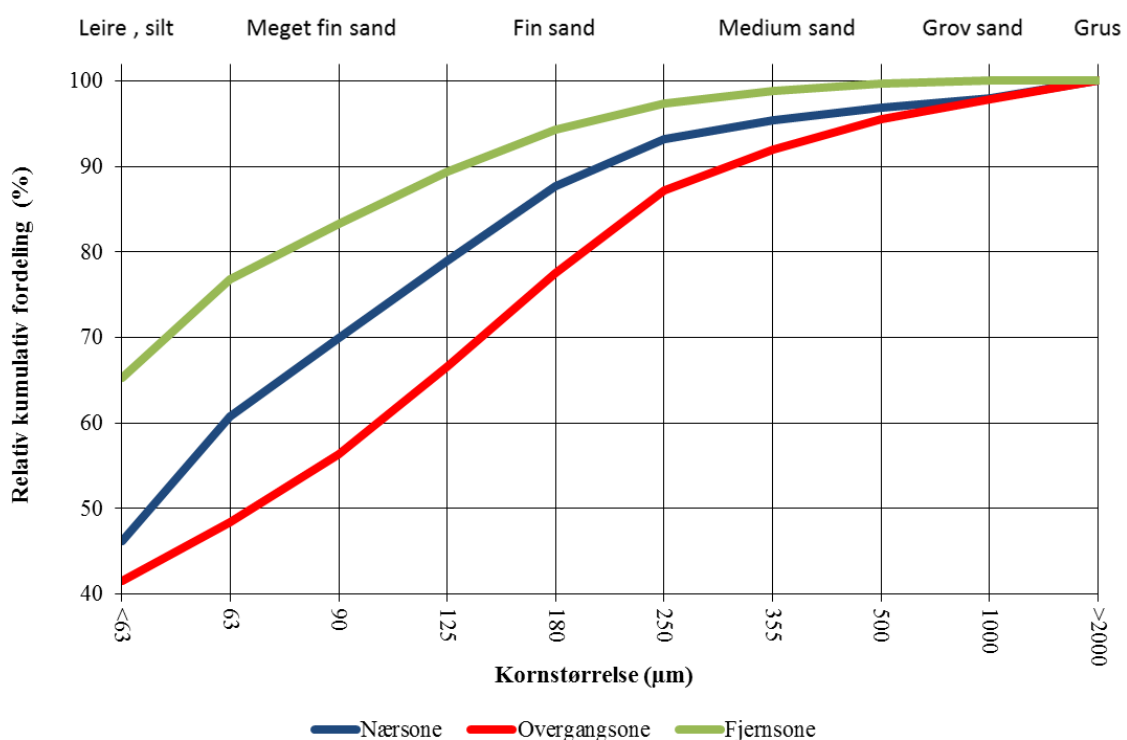
Overgangssonen (Rong 2) hadde en lignende sammensetning av sedimentet som i nærsonen, men med noe større innslag av grovere sand og grus.

Fjernsonen (Rong 3) er dominert av pelitt og meget fin sand (til sammen 83 % av alt sediment) og har høyest registrert innhold av organisk materiale (8,7 % TOM).

Ut fra kornstørrelsesfordelingen ved undersøkelsestidspunktet ved de tre undersøkte stasjonene kan det virke som om det er bedre bunnstrømforhold i nærsonen (Rong 1) og overgangssonen (Rong 2) sammenlignet med den mer distale fjernsonen (stasjonen Rong 3). Bunnstrømforhold påvirker sedimenteringsrater av ulike partikkelstørrelser ved at svake bunnstrømmer tillater finere partikler å sedimentere. Slike lavstrømsområder kan påvirke områders miljøkvalitet ved at finpartikulært sediment enklere binder opp organiske og kjemiske avfallsstoffer, samtidig som disse avfallsstoffene har lettere for å sedimentere grunnet den lave strømhastigheten. Normale verdier for glødetap (totalt organisk materiale) i norske fjorder ligger på under 10 % glødetap (TOM). Glødetapsverdiene på alle tre undersøkte stasjoner må derfor betraktes som gode med relativt lav grad av organisk belastning.

Tabell 3-1 Sediment. Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved lokaliteten Rongøy, 25. mars 2015.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (%)	Silt og leire (pelitt) (%)	Sand (%)	Grus (%)
Rong 1 (Nærsone)	131	7,22	46,2	51,8	2,0
Rong 2 (Overgangssone)	285	6,71	41,5	56,4	2,1
Rong 3 (Fjernsone)	307	8,74	65,3	34,7	0,0



Figur 3-2 Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Rongøy, 25. mars 2015: Nærsone, rong 1; Overgangssone, rong 2; Fjernsone, Rong 3. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (NS-EN-ISO 16665:2013): leire / silt (< 63 µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

Kjemiske analyser

Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis under 1000 mg/kg (tørrestoffvekt, TS) i Vestlandsfjordene. Nivåer mellom 1000 og 5000 mg/kg anses som moderate, mens verdier over 5000 mg/kg anses som svært mye.

Høyeste verdier for fosforinnhold i sediment ble registrert i prøver fra nærsone (Rong 1) med verdier på 3100 mg fosfor /kg. Det ble også registrert noe forhøyde verdier av fosfor i prøver fra fjernsone (Rong 3) med verdier på 1100 mg fosfor / kg. Fosfor nivåene i både nærsone og fjernsone betraktes som moderate.

Overgangssone skiller seg noe ut med å ha lavest verdi av fosfor i sediment, med verdier på 820 mg fosfor / kg. Dette nivået betraktes som normale verdier.

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge gjeldende veileder (TA 1467/1997) har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA 1883/2002). Det påpekes også i Veileder 02:2013 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap (TOM) er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare. Kjemiske analyser av sediment prøver fra nærsone (Rong 1) og overgangssone (Rong 2) viser forhøyde verdier for normalisert TOC (Total organisk karbon) og begge stasjonene får Miljødirektoratets **tilstandsklasse III (Moderat)**. Fjernsone (Rong 3) viser langt bedre verdier for normalisert TOC og får Miljødirektoratets **tilstandsklasse I (Svært god)**. TOC-verdier for de undersøkte stasjonene er vist i Tabell 3-2.

Analyser av metallkonsentrasjoner til sink (Zn) og kobber (Cu) i sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene viser kun bakgrunnsnivåer (**tilstand I – Svært god**) i prøver fra overgangssone (Rong 2) og fjernsone (Rong 3). Det ble heller ikke registrert forhøyde verdier av sink i nærsone (Rong 1). Nærsone skiller seg allikevel ut med forhøyde verdier av kobber. Det ble registrert kobber verdier på 85 mg Cu / kg i sedimentprøver i nærsone, som tilsvarer **tilstandsklasse IV – Dårlig**.

Samlet sett viser undersøkelsene at nærsone har forhøyde verdier av TOC, fosfor og kobber som indikerer at bunnforholdene under anlegget er påvirket av drift. Videre viser undersøkelsene at denne påvirkningen har et begrenset omfang som ikke strekker seg ut til overgangssone eller fjernsone.

Tabell 3-2 Innholdet av undersøkte kjemiske parameterne (totalt organisk karbon, TOC; totalt fosfor, P; kobber, Cu; sink, Zn) i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) fra stasjonene ved lokaliteten Rongøy, 25. mars 2015. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering for sink, kobber (TA 2229/2007) og normalisert TOC (TA 1467/1997).

Stasjon	TOC mg/g	Normalisert TOC mg/g	TOC TK	P mg/kg	Zn mg/kg	Zn TK	Cu mg/kg	Cu TK	TS %
Rong 1	22	31,7	III	3100	130	I	85	IV	54,9
Rong 2	23	33,5	III	820	71	I	15	I	51
Rong 3	4	10,2	I	1100	130	I	22	I	33,3

I - Bakgrunn	II - God	III - Moderat	IV - Dårlig	V - Svært dårlig
--------------	----------	---------------	-------------	------------------

Tabell 3-3 Målte surhetsgrad (pH) og redoks (E_h) verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Rongøy, 25.mars 2015. Den beregnede pH/E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best (NS 9410:2007).

Stasjon / Parameter	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Rong 1, Nærsone	7,6	179	0	1
Rong 2, Overgangssone	7,7	149	0	1
Rong 3, Fjernsone	7,7	145	0	1

Måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h)

Resultatene fra måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM B-undersøkelse (NS 9410:2007) er vist i Vedlegg 2. Resultat av de kjemiske målingene (Gruppe II parametere) er oppsummert i Tabell 3-3.

Kjemiske målinger (pH og E_h) viste meget gode pH- og E_h-verdier (tilstand 1) i bunnprøvene fra alle undersøkte stasjoner i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen (Tabell 3-3).

De sensoriske parametrene viste at sedimentprøvene fra stasjonene var lys i fargen og uten lukt. Det ble ikke registrert gassbobling i noen av prøvene. Samlet vurdering gir tilstandsklasse 1 (meget god) for alle stasjonene (Rong 1, Rong 2 og Rong 3).

Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3-4 – 3-6, Figur 3-3 – 3-5 og i Vedlegg 3 og Vedlegg 4. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten Rongøy, 25. mars 2015. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere. Makrofauna i fjernsonen skal vurderes utfra grenseverdier basert på beregnede indekser iht. Direktoratgruppa Vanndirektivets Veileder 02:2013 (se Tabell 2-3, 2-4). I følge MOM-standard (NS 9410:2007) er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Vurdering av bunndyrsamfunnet i nærsone og overgangssone baseres iht. NS 9410:2007 på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen (se Tabell 2-5).

Stasjon Rong 1 (dybde 131 m) ligger tett opp til anlegget og representerer nærsone. Totalt ble det samlet 39 arter med til sammen hele 6282 individer på denne stasjonen. Den mest dominerende arten (*Capitella capitata*) utgjorde 53,5 % av det totale individtallet. *C. capitata* er en opportunist og en typisk art å finne i områder med høy grad av organisk belastning. Basert på artsantall og sammensetning får stasjon Rong 1 **miljøtilstand 1 (meget god)** i henhold til NS 9410:2007.

I overgangssone, på stasjon Rong 2 (dybde 285 m), ble det samlet totalt 89 arter med til sammen 1202 individer. Den mest dominerende arten er børstemarken *Paramphinome jeffreysii* (48,6 %). Artsantall og artssammensetning tilsvarer **miljøtilstand 1 (meget god)** for stasjon Rong 2 i henhold til NS 9410:2007.

Fjernstasjonen Rong 3 ligger i dypområdet på 307 meters dyp, 870 m øst for anlegget. På denne stasjonen ble det samlet totalt 82 arter med til sammen 1653 individer. Blant de mest tallrike artene finner man børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* (48 %) og *Aphelocheata* sp. (6 %), samt skjellet *Thyasira equalis* (7 %). Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,69 som tilsvarer tilstandsklasse II – God (Veileder 02:2013). MOM-standard klassifiseringssystemet er ikke gjeldende for fjernsonen.

Både geometriske klasser (Figur 3-3) og multivariate faunaanalyser (Figur 3-4 og 3-5) viser at det er en relativ stor likhet i artsantall og artsammensetning på prøvestasjonene Rong 2 og Rong 3. Faunastrukturen på disse stasjonene tyder på gode miljøforhold med liten / moderat påvirkning av sjøbunn. Nærsone (Rong 1) skiller seg noe ut fra stasjon Rong 2 og Rong 3 (Figur 3-4 og 3-5). Figuren for geometrisk klasse ved Rong 1 ligger lavere enn de to øvrige og indikerer større belastning ved denne stasjonen (Figur 3-3). Forskjellen kan til dels forklares med ulike dyp, men det er også forventet at påvirkning fra anleggsdrift vil være en medvirkende årsak til forskjeller mellom nærsone og de andre sonene.

Tabell 3-4 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved nærsone (Rong 1) og overgangssone (Rong 2) ved Rongøy 25. mars 2015, samt historisk nærstasjon fra undersøkelse utført i oktober 2013. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer og arter er vist for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. Miljøtilstand i nær- og overgangssone er vurdert på grunnlag av artsantallet og artssammensetningen, i henhold til NS 9410:2007. Miljøtilstand er markert med fargekoder. Resultatene fra undersøkelse i oktober 2013 er hentet fra MOM C rapporten til Resipientanalyse (2015).

Stasjon	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	Miljøtilstand
Nærsone	1	25	2616	
Rong 1	2	32	3666	
25.03.2015	Sum	39	6282	1
	Snitt	28,5	3141	
<i>Stasjon 1</i>				
31.10.2013	Sum	13	5808	2
<hr/>				
Overgangssone	1	76	567	
Rong 2	2	57	635	
25.03.2015	Sum	89	1202	1
	Snitt	66,5	601	

Tabell 3-5 Makrofauna. Undersøkelse av bunndyr ved fjernsone (Rong 3) ved Rongøy 25.mars 2015, samt historisk fjernsonestasjon fra undersøkelse utført i oktober 2013. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m². Total prøveareal i undersøkelsene er 0,2 m². Antall individer, arter, diversitet (H'), sensitivitet (ES₁₀₀ og NSI), individtetthet (DI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) er beregnet for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. Klassifisering av miljøtilstand i fjernsone er gitt i henhold til Veileder 02:2013 med bruk av nEQR-verdier. Grabbverdien av nEQR er basert på grabbjennomsnittet for hver enkel indeks mens stasjonsverdien av nEQR er basert på sum (kumulert grabbdata). Tilstandsklasser er markert med fargekoder. Resultatene fra undersøkelse gjennomført i oktober 2013 er hentet fra MOM C rapporten til Resipientanalyse (2015).

Stasjon	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES ₁₀₀ verdi	ISI ₂₀₁₂ verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands-verdi
Fjernsone	1	67	872	0,71	3,53	26,29	9,49	22,16	0,89	
Rong 3	2	61	781	0,71	3,62	27,30	9,37	22,12	0,84	
25.03.2015	Sum	82	1653	0,71	3,64	27,02	9,60	22,14	0,87	
	Snitt	64	826,5	0,71	3,58	26,80	9,43	22,14	0,87	
Stasjon_{nEQR}				0,69	0,67	0,72	0,80	0,69	0,19	0,63
Grabb_{nEQR}				0,68	0,66	0,72	0,78	0,69	0,19	0,62
<hr/>										
<i>Stasjon 3</i>	1	30	202	0,68	3,25	20,67	9,25	20,19	0,26	
31.10.2013	2	25	184	0,67	3,25	19,78	8,77	20,10	0,22	
	Sum	35	386	0,68	3,34	20,22	9,42	20,15	0,24	
	Snitt	27,5	193	0,67	3,25	20,23	9,01	20,14	0,24	
Stasjon_{nEQR}				0,65	0,64	0,64	0,78	0,61	0,84	0,74
Grabb_{nEQR}				0,65	0,63	0,64	0,74	0,61	0,84	0,73

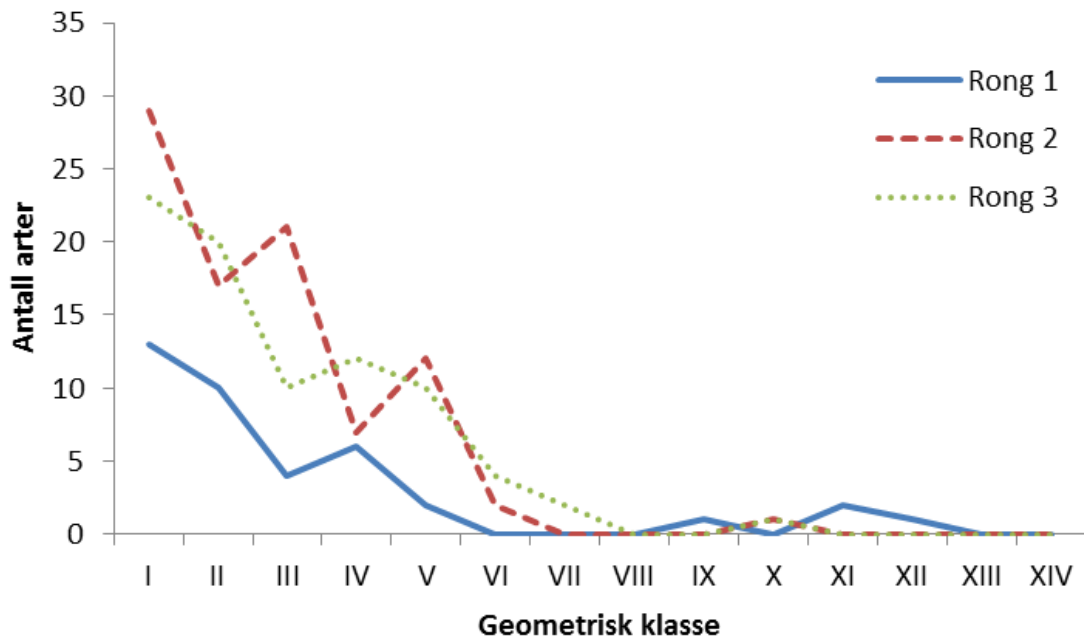
Svært god

God

Moderat

Dårlig

Meget dårlig



Figur 3-3 Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Rongøy, mars 2015.

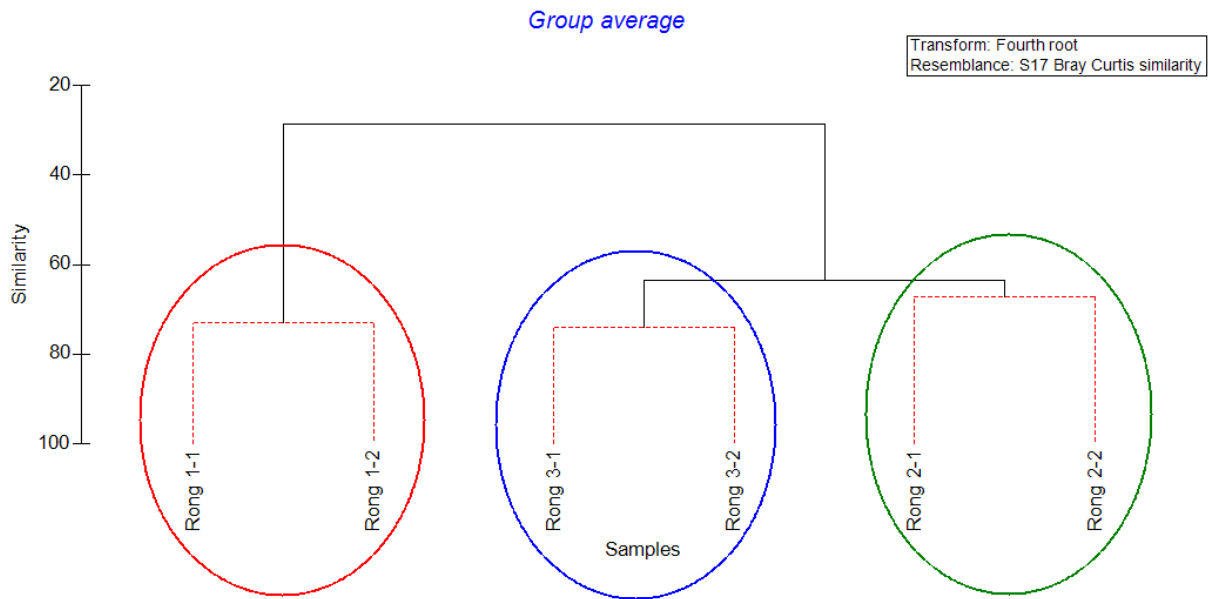
Tabell 3-6 De ti mest tallrike artene fra prøvene ved Rongøy, oktober 2015. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m².

Rong 1	Antall individer	%	Kum %
Capitella capitata	3360	53,5	53,5
Prionospio plumosa	1248	19,9	73,4
Paramphinome jeffreysii	1232	19,6	93,0
Thyasira sarsii	281	4,5	97,4
Chaetozone sp.	27	0,4	97,9
Syllidae indet	19	0,3	98,2
Exogone sp.	13	0,2	98,4
Pholoe baltica	11	0,2	98,6
Lagis koreni	11	0,2	98,7
Glycera alba	9	0,1	98,9

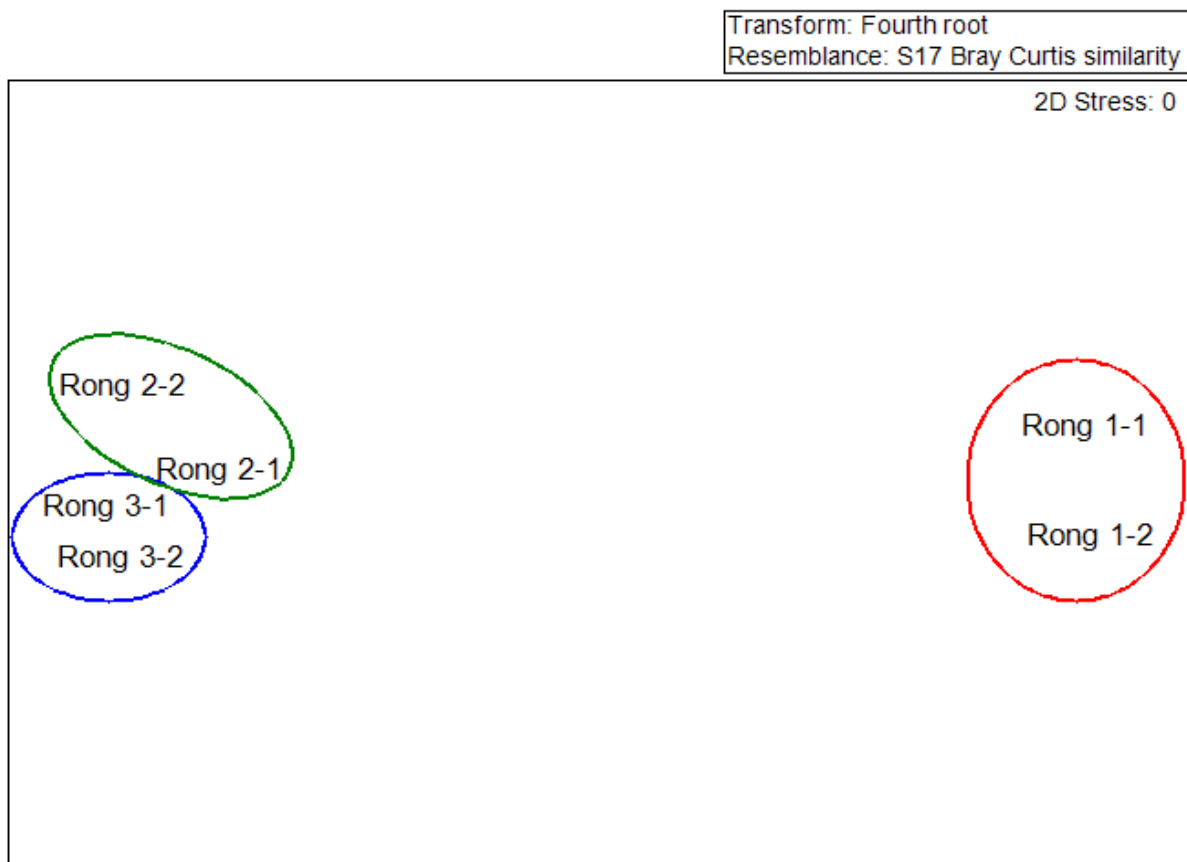
Rong 2	Antall individer	%	Kum %
Paramphinome jeffreysii	584	48,6	48,6
Thyasira equalis	54	4,5	53,1
Diplocirrus glaucus	34	2,8	55,9
Polydora sp.	31	2,6	58,5
Aphelochaeta sp.	27	2,2	60,7
Lumbrineridae indet.	26	2,2	62,9
Tharyx killariensis	26	2,2	65,1
Pholoe baltica	25	2,1	67,1
Maldanidae indet.	25	2,1	69,2
Caudofoveata indet.	20	1,7	70,9
Echinocardium flavescens	20	1,7	72,5

Rong 3	Antall individer	%	Kum %
Paramphinome jeffreysii	797	48,2	48,2
Thyasira equalis	121	7,3	55,5
Aphelochaeta sp.	100	6,0	61,6
Chaetozone sp.	43	2,6	64,2
Echinocardium sp.	43	2,6	66,8
Abra nitida	39	2,4	69,1
Lumbrineridae indet.	32	1,9	71,1
Amphilepis norvegica	30	1,8	72,9
Adontorhina similis	29	1,8	74,7
Heteromastus filiformis	25	1,5	76,2

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



Figur 3-4 Clusteranalyser - bunndyr. Faunalikhet mellom prøvene på hugg-nivå fra prøveinnsamlingen 25. mars 2015 ved lokalitet Rongøy. Nærsoner (Rong 1) er markert med rødt, overgangssoner (Rong 2) er markert med grønn og fjernsoner (Rong 3) er markert med blå.



Figur 3-5 MDS-plott - bunndyr. Faunalikhet mellom prøvene på hugg-nivå fra prøveinnsamlingen 25. mars 2015 ved lokalitet Rongøy. Nærsoner (Rong 1) er markert med rødt, overgangssoner (Rong 2) er markert med grønn og fjernsoner (Rong 3) er markert med blå.

4. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Uni Research AS (avd. Miljø, seksjon for anvendt miljøforskning – marin del) har på oppdrag fra Lerøy Vest gjennomført MOM C-undersøkelse ved lokalitet Rongøy i Øygarden kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 25. mars 2015. Det ble samlet prøver fra stasjoner i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen til anlegget (NS 9410:2007). Alle undersøkte stasjoner hadde en bunntype som var dominert av pelitt og sand. Grovest sedimenttype ble registrert i overgangssonen (Rong 2, 285 meters dyp), mens fjernsonen (Rong 3, 307 meters dyp) hadde størst andel av finstoff (pelitt).

Hydrografiske målinger ble gjennomført i dypområdet utenfor anlegget på stasjon Rong 3 (jernsone). Oksygeninnholdet i bunnvannet på denne prøvestasjonen lå i **tilstandsklasse I – Svært god**. MOM B-parameterne viste meget gode forhold på alle undersøkte stasjoner. Sedimentprøvene hadde lys farge uten lukt og gode pH/Eh verdier.

Kjemiske analyser av sediment viste høye verdier av kobber i prøver fra nærsonen (Rong 1) med verdier på 85 mg Cu / kg som tilsvarer **tilstandsklasse IV – Dårlig**. Utslipp av kobber fra oppdrett er knyttet til utlekking av kobberstoff fra impregnerte nøter mens de står i sjø. Spyling av slike notimpregnerte nøter på merder i drift vil også bidra til økt kobberinnhold i sediment i anleggssonen. Nærsonen hadde også forhøyede verdier av fosfor og organisk karbon (normalisert TOC; **tilstandsklasse III – moderat**). Det ble registrert tilsvarende forhøyede verdier av organisk karbon i overgangssonen (Rong 2, **tilstandsklasse III – moderat** for normalisert TOC). Resultatene fra nærsonen samsvarer med forrige MOM C-undersøkelse (gjennomført i oktober 2013) som også dokumenterte forhøyede nivåer av kobber og normalisert TOC i nærsonen. Alle andre kjemiske parametere undersøkt på de ulike stasjonene viste normale tilstander (TOC, fosfor) med kun bakgrunnsnivåer (**tilstandsklasse I – Svært god**) av metaller (sink, kobber).

Analyser av bunnfaunaen viste gode (**tilstandsklasse II**) eller meget gode tilstander (**miljøtilstand 1**) på de undersøkte stasjonene. Faunalikheten (individtall og artssammensetning) var størst i overgangssonen (Rong 2) og fjernsonen (Rong 3). Artsammensetningen av bunndyr i nærsonen (Rong 1) skilte seg ut fra de andre stasjonene. Prøvene fra denne stasjonen besto av langt flere individer som hovedsakelig var dominert av børstemarkene *Capitella capitata* og *Prionospio plumosa* (73,4 % av alle individene). Disse børstemarkene forekommer vanligvis på steder med stor organisk påvirkning. Miljøtilstander og tilstandsklasser basert på bunndyrsfauna samsvarer bra med forrige MOM C-undersøkelse som ble gjennomført i oktober 2013.

Samlet sett viser undersøkelsen generelt gode forhold i de undersøkte områdene. Glødetapsverdiene (TOM; totalt organisk materiale) på alle tre undersøkte stasjoner betraktes som gode med relativ lav grad av organisk belastning. Både sedimentundersøkelsene og hydrografiske målinger tyder på god utskifting av bunnvann i dypområdet utenfor anleggssonen. Resultatene indikerer allikevel at driften ved anlegget har en viss påvirkning av bunnforholdene i nærsonen, særlig med tanke på kobber nivåer i sediment, men effekten av denne påvirkning er liten eller kan ikke påvises lengre ut i resipienten i overgangssonen og i fjernsonen. Anlegget hadde vært brakklagt i 5-6 måneder før MOM C-undersøkelsen ble gjennomført. Det var heller ingen fisk i

anlegget på undersøkelsestidspunktet (mars 2015). Resipientens evne til å ta seg inn igjen til sin naturlige tilstand i løpet av brakkleggingsperiodene er avgjørende for hvorvidt pågående drift er forsvarlig med tanke på områdets fremtidige miljøkvalitet. Det rådes derfor alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på driften og miljøet. Oppsummering av resultater er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Oppsummering av resultatene fra bunnprøver innsamlet ved lokalitet Rongøy 25. mars 2015. Miljøtilstand etter NS 9410, tilstandsverdi etter Veileder 02:2013, glødetap (TOM), normalisert TOC, fosfor, sink, kobber, oksygeninnhold i bunnvann (O₂, ml/l) og pH/Eh-tilstand. Undersøkte parameterne som inngår i tilstandsklassifiseringen er markert med fargekoder som viser tilstandsklasse ved undersøkelsestidspunktet.

Stasjon	Dyp (m)	Miljøtilstand (NS 9410)	nEQR (Veileder 02:2013)	TOM (%)	Norm. TOC	Fosfor (mg/kg)	Sink (mg/kg)	Kobber (mg/kg)	O ₂ (ml/l)	pH/Eh Tilstand
Rong 1	131	1	-	7,2	31,7	3 100	130	85	-	1
Rong 2	285	1	-	6,7	35,5	820	71	15	-	1
Rong 3	307	-	0,69	8,7	10,2	1 100	130	22	5,3	1

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

5. TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Stian Ervik Kvalø og Trond Einar Isaksen fra Uni Research, samt Pia Kupka Hansen fra Havforskningsinstituttet og Sigfrid Tangen fra Lerøy Vest. Bunnprøvene ble sortert av Linda Jensen, Natalia Korableva og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Øydis Alme og Frøydis Lygre.

6. LITTERATUR

Bye-Ingebrigtsen E. 2015. *MOM B-undersøkelse ved Rongøy i Øygarden kommune, mars 2015*. Uni Research AS, SAM Notat nr: 05-2015. 15 s.

Hovgaard P. 1973. *A new system of sieves for benthic samples*. Sarsia **53**. 15-18 s.

NS-EN-ISO 5667-19:2004. *Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*. Standard Norge. 23 s.

NS-EN-ISO 16665:2013. *Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)* Standard Norge. 40 s.

NS-EN-ISO 17294-2:2004. *Vannundersøkelse - Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) - Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer (ISO 17294-2:2003)*. Standard Norge. 32 s.

NS-EN-ISO/IEC 17025:2005. *Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse*. Standard Norge. 48 s.

NS-EN 13137:2001. *Karakterisering av avfall - Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter*. Standard Norge. 24 s.

NS-EN 14346:2006. *Karakterisering av avfall - Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold*. Standard Norge. 24 s.

NS 4764:1980. *Vannundersøkelse - Tørrstoff og gløderest i vann, slam og sedimenter*. Standard Norge. 8 s.

NS 9410:2007. *Miljøovervåking av marine matfiskanlegg*. Standard Norge. 27 s.

Johansen Y. K & F. Berge-Haveland, 2014. *Resipientgransking MOM-B lokalitet Rongøy, Øygarden kommune...* Resipientanalyse AS. Rapport nr. 1196-2014. 20 s.

Berge-Haveland F., 2015. *Resipientgransking MOM-C lokalitet Rongøy, Øygarden kommune (2013)*. Resipientanalyse AS. Rapport nr. 1139-2015. 65 s.

TA 1467/1997. *Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

TA 1883/2002. *Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Rapport 848/02*. Statlig program for forurensningsovervåking, 2002. 138 s.

TA 2229/2007. *Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter*. Statens forurensingstilsyn, SFT 2008. 12 s.

Veileder 01:2009. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften*. Direktoratgruppen for gjennomføring av Vanndirektivet (2009). 181 s.

Veileder 02:2013. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet (2013). 263 s.

7. VEDLEGG

1) Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrsdata

Generelt

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

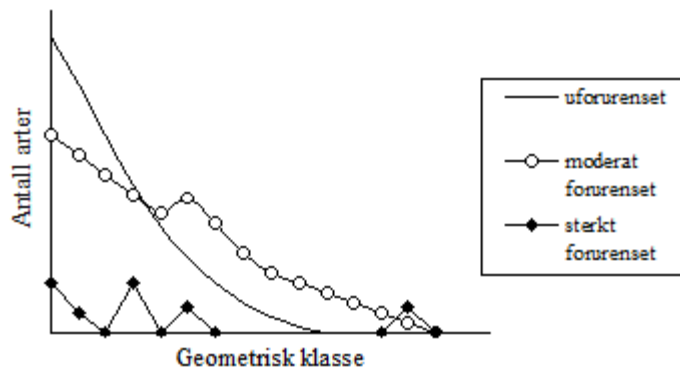
Geometriske klasser

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

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA-1467/1997 og Veileder 02:2013).

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.

Hurlbert diversitetsindeks ES_{100} viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

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

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.

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI2012 (Rygg og Norling, 2013).

Beregning av ISI utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^S \left[\frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor ISI_i er verdi for arten i og S_{ISI} er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner hver art 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.

NSI er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

$$NSI = \sum_i^S \left[\frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i , N_{NSI} er antall individer tilordnet sensitivetsverdier

Individtetthet

DI (density index) er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling, 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = abs [\log_{10}(N_{0,1m^2}) - 2.05]$$

hvor abs står for absoluttverdi og $N_{0,1m^2}$ antall individer pr. $0,1 m^2$

Sammensatte indekser

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

NQI1 er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[0,5 * \left(\frac{(1 - AMBI)}{7} \right) + 0,5 * \left(\frac{\left(\frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right)}{2,7} \right) * \left(\frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

Tabell v2: Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, 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.

Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdier (nEQR) på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$\text{nEQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

Multivariate analyser

For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

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

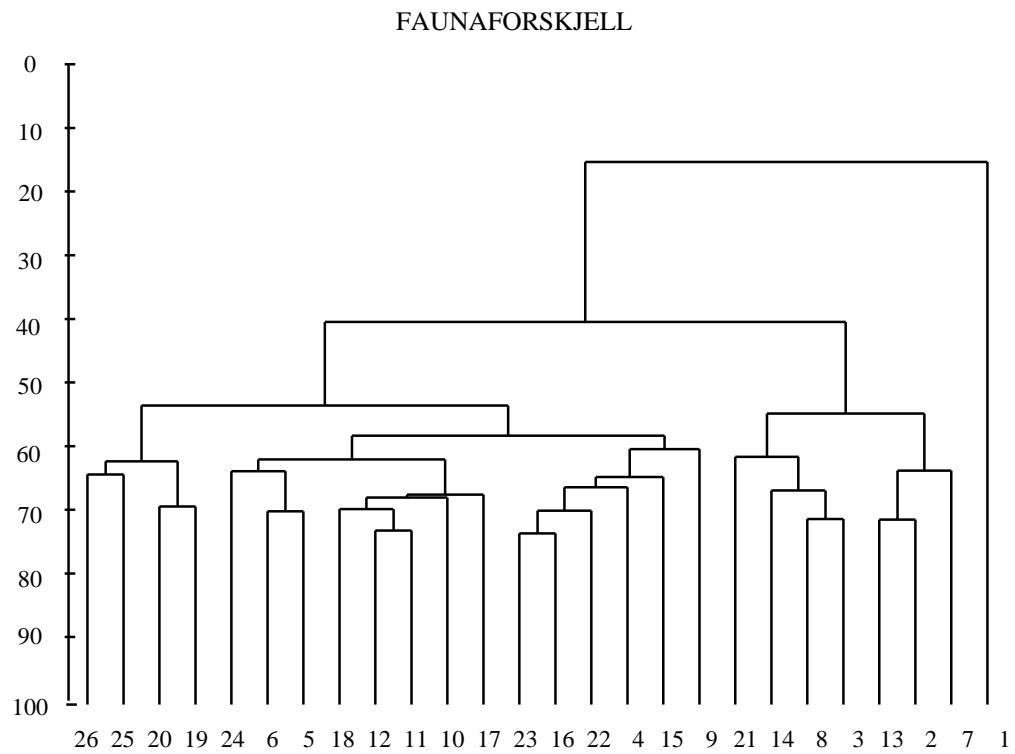
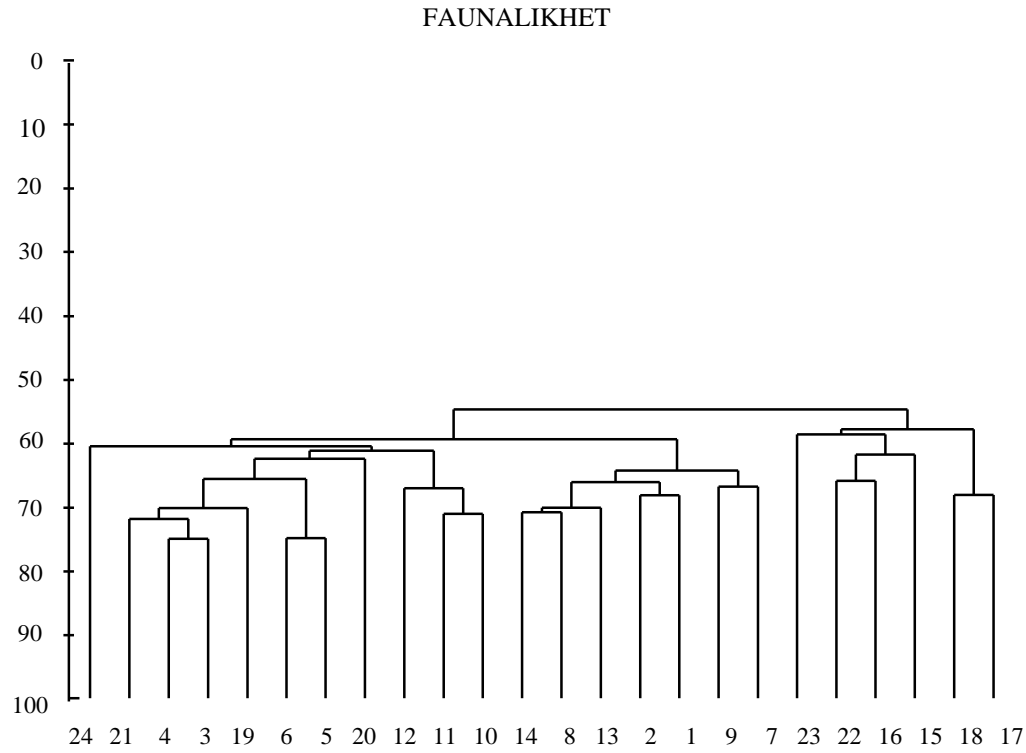
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

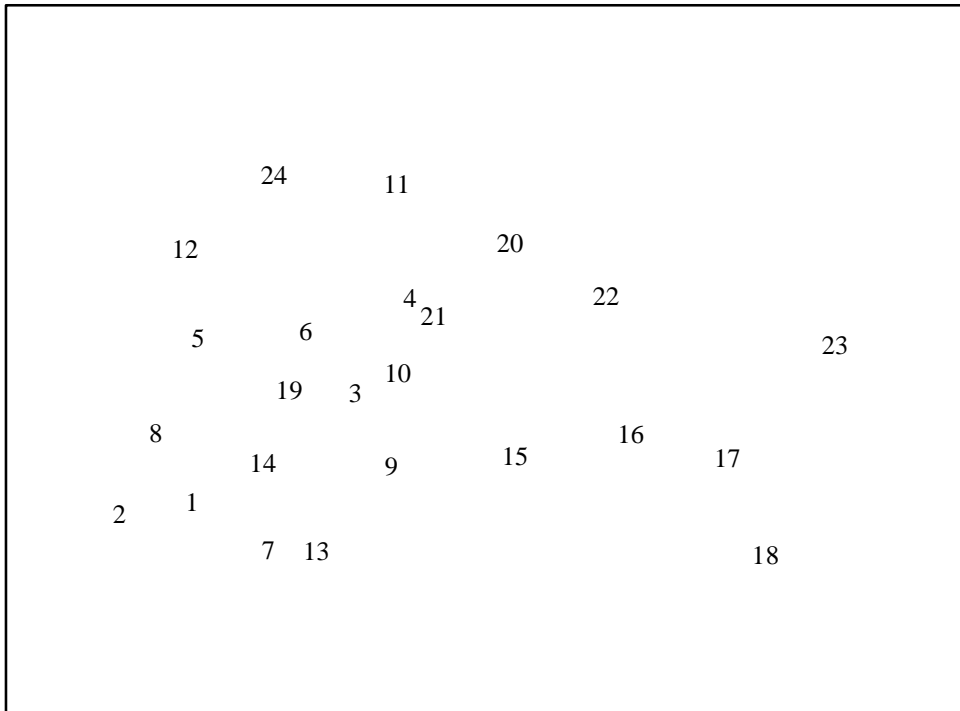
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

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

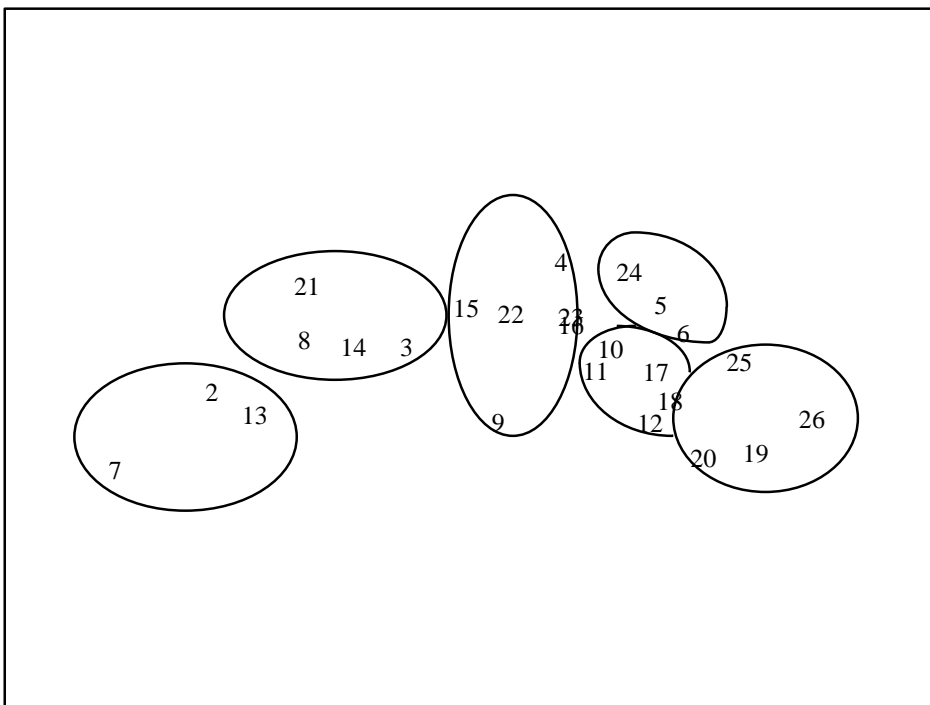


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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 s.
- Bray, J.R. og Curtis, J.T. 1957. *An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin*. Ecological Monographs **27**. 325-349 s.
- Gray, J.S. og Mirza, F.B. 1979. *A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities*. Marine Pollution Bulletin **10**. 142-146 s.
- Pearson, T.H. og 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 s.
- Pearson, T.H., Gray, J.S. og Johannessen, P.J. 1983. *Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses*. Marine Ecology Progress Series **12**. 237-255 s.
- Rygg, B. 2002. *Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway*. Niva-rapport 4548 – 2002. 32s.
- Rygg, B. og Norling, K. 2013. *Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)*. NIVA-rapport 6475-2013. 46 s.
- Shannon, C.E. og Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- TA 1467/1997. *Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.
- Veileder 02:2013. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet (2013). 263 s.

2) MOM B-parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Lerøy Vest

Dato: 25.03.2015

Lokalitet: Rongøy

Lokalitetsnr: 29276

Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks														
			Rong 1	Rong 1	Rong 2	Rong 2	Rong 3	Rong 3															
I	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0												0,0			
	Tilstand (Gruppe I)		A																				
II	pH	verdi	7,71	7,52	7,67	7,63	7,7	7,66															
	E _h (mv)	verdi	-58	-24	-83	-59	-60	-90															
		+ ref. verdi	162	196	137	161	160	130															
	pH/E _h	fra figur	0	0	0	0	0	0													0,0		
	Tilstand, prøve		1	1	1	1	1	1															
	Tilstand, gruppe II		1																				
		Buffer temp:				Temp sjø: 6,8		Temp sediment: 7,8															
		pH sjø:	8,04			Eh sjø: 435		Ref. elektrode: 220															
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		25.03.15 TEI																				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0		0	0	0	0															
	Farge	Lys/Grå = 0	0		0	0	0	0															
		Brun/Sort = 2																					
	Lukt	Ingen = 0	0		0	0	0	0															
		Noe = 2																					
		Sterk = 4																					
	Konsistens	Fast = 0																					
		Myk = 2	2		2	2	2	2															
		Løs = 4																					
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0																					
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1																					
		v ≥ 3/4 = 2	2		2	2	2	2															
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0		0	0	0	0															
2 - 8 cm = 1																							
t ≥ 8 cm = 2																							
	SUM		4		4	4	4	4															
	Korrigert sum (*0,22)		0,88		0,88	0,88	0,88	0,88													0,9		
	Tilstand prøve		1		1	1	1	1															
	Tilstand gruppe III		1																				
	Middelverdi gruppe II og III		0,44	0	0,44	0,44	0,44	0,44													0,4		
	Tilstand gruppe II og III		1																				
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand			Lokalitetstilstand																	
			Gruppe I	Gruppe II og III			Lokalitetstilstand																
			A	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4																
			4	1, 2, 3			1, 2, 3																
			4	4			4																
	LOKALITETSTILSTAND																	1					

Korrekturlest: 13.04.2015
datoTEI
Sign.EBI
Sign.

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Lerøy Vest

Dato: 25.03.2015

Lokalitet: Rongøy

Lokalitetsnr: 29276

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetakingssted (nr)	Rong 1	Rong 1	Rong 2	Rong 2	Rong 3	Rong 3				
Dyp (m)	131	131	285	285	307	307				
Antall forsøk	1	1	1	4	1	1				
Bobling (i prøve)	nei	nei	nei	nei	nei	nei				
Primær-sediment	Grus		x	x						
	Skjellsand									
	Sand	x		x	x					
	Mudder									
	Silt	x		x	x	x	x			
	Leire			x	x	x	x			
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall										
Børstemark, antall										
Andre dyr, antall										
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr	-									
Fekalier	-									
Kommentarer				Stein i prøven						

Korrekturest:

13.04.2015
datoTEI
Sign.EBI
Sign.

3) Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 009

**Vedlegg SF-SAM-505 Benthos
Artsliste****Uni Research Miljø : Sam-
marin**

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 26.03.2015 (Silje Hadler-Jacobsen)

**SAM-Marin**

(Seksjon for anvendt miljøforskning,
marin del.)
 Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
 Telefon: 55 58 44 05
 Mail: sam-marin@uni.no

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Lerøy Vest AS, 5397 Bekkjarvik****Prosjekt nr.: 809406****Prøvetaksingssted (område): Rongøy****Dato for prøvetaking: 25.03.2015****Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research Miljø, SAM-Marin****Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -****Artene er identifisert av: Øydis Alme og Frøydis Lygre**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

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

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:3 sider.

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

Signatur:.....*Øydis Alme*.....
 Godkjent taksonom

Stasjonsnavn	Rong 1	Rong 1	Rong 2	Rong 2	Rong 3	Rong 3
	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015
s 1/3 Hugg	1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA						
* Hydrozoa indet.			+	+	+	+
* ANTHOZOA						
Stylatula elegans			1			1
Actiniaria indet.		1			1	
* PLATYHELMINTES						
* Platyhelminthes indet.					1	
* NEMERTEA						
* Nemertea indet.	3	4	3	3	11	9
* NEMATODA						
* Nematoda indet.	37	44	4	16	3	2
* POLYCHAETA						
Harmothoe antilopes			1		1	
Pholoe baltica	6	5	16	9	14	7
Neoleanira tetragona					3	
Chaetoparia nilssoni				1		
Phyllodoce groenlandica		1	1			
Sige fusigera		1	1			
Eulalia bilineata		1				
Protomystides exigua		1				
Glycera alba	6	3				
Glycera lapidum			0/1	1/1		
Ophiodromus flexuosus					1	
Gyptis rosea					5	7
Syllidae indet	16	3	1			
Exogone sp.	5	8	4		1	5
Ceratocephale loveni			2	1	1	
Eunereis elitoralis	2		2			
Nephtys paradoxa				1/1	1	0/1
Aglaophamus pulcher			1	1		
Paramphionome jeffreysii	592	640	211	373	423	374
Paradiopatra quadricuspis				3/1	2	
Lumbrineridae indet.	2		12	14	14	18
Protodorvillea kefersteini					1	
Ophryotrocha sp		3				2
Orbinia sp.	1			3		
Phylo norvegicus				1		
Aricidea catharinae			2	2	1	
Levinsenia gracilis			1	2	2	4
Paradoneis sp.			1			
Apistobranchnus tullbergi						3
Laonice sarsi				6	3	
Malacoceros fuliginosus	1	1	1			
Polydora sp.	1		11	20	2	1
Prionospio dubia						1
Prionospio plumosa	640	608	1			
Prionospio sp.						1
Spiophanes kroeyeri			8	11	5	13
Scolecopsis korsuni				1		
Aphelochaeta sp.	3	2	7	20	54	46
Tharyx killariensis			19	7	6	12
Caulerella sp.	1	3				
Chaetozone sp.	14	13	9	9	20	23
Chaetozone jubata					1	
Cirratulus cirratus		2				
Diplocirrus glaucus	2	1	22	12	8	7
Brada villosa					2	
Ophelina norvegica			1		1	
Lipobranchnus jeffreysii		2	1	1		
Scalibregma inflatum	1	2	2			
Scalibregma sp					1	
Capitella capitata	1200	2160				
Heteromastus filiformis	3	5	9	3	19	6

Stasjonsnavn	Rong 1	Rong 1	Rong 2	Rong 2	Rong 3	Rong 3
Dato	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015
s 2/3 Hugg	1	2	1	2	1	2
Notomastus latericeus			2	2		
Rhodine sp.			1			
Maldanidae indet.			13	12	10	5
Pectinaria auricoma		1	1			
Pectinaria belgica					1	
Lagis koreni	4	7	8	3	2	3
Amythasides macroglossus			2	3		
Melinna cristata						1
Melinna albicincta			1	1		
Pista cristata			3	2	2	
Pista lornensis					1	1
Streblosoma intestinale			1	4		
Polycirrus norvegicus	1			1		
Polycirrus plumosus			4	3	1	
Amaeana trilobata			2			
Terebellides stroemi			4	3	5	3/2
Sabellidae indet			1		1	
Euchone sp.			1			
OLIGOCHAETA						
Oligochaeta indet.				1		2
SIPUNCULA						
Sipuncula indet.				1		1
Phascolion strombus			2			
Onchnesoma steenstrupi			5	6	6	10
CRUSTACEA						
* COPEPODA						
* Centropages typicus	6	1	9	10		
* Calanus finmarchicus	3		1		1	
DECAPODA						
* Decapoda indet larve			0/1			
* Pasiphaea sivado			1			
Calocarides coronatus					0/1	1/1
* Munida sarsi	0/2				0/1	
MYSIDACEA						
Mysida indet			1			
* AMPHIPODA						
Amphipoda indet.		5	1	2	3	1
Eriopisa elongata			2	5	4	9
CUMACEA						
Diastylis cornuta	1/1	0/3	0/1			
Eudorella emarginata			3		1	
Eudorella truncatula						2
* PYCNOGONIDA						
* Pycnogonida indet.						1
MOLLUSCA						
APLACOPHORA						
Caudofoveata indet.			11/1	8	4	4/1
GASTROPODA						
Euspira montagui	2					0/1
Diaphana minuta		1				
Cylichnina umbilicata			1		1	1
Philine quadrata		0/1				0/3
Philine scabra			2/2		0/1	1/2
BIVALVIA						
Nucula nucleus			2	1	5	8
Nucula tumidula					2/1	9
Yoldiella lucida			4	1		1/1
Thyasira equalis			25/6	21/2	67/8	41/5
Thyasira flexuosa		2				
Thyasira obsoleta			3/1	3	2/1	
Thyasira sarsii	102/3	173/3	1		3/1	6
Mendicula ferruginosa			9	3	3	3
Adontorhina similis			4	2/1	22	7

Stasjonsnavn	Rong 1	Rong 1	Rong 2	Rong 2	Rong 3	Rong 3
	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015	25.03.2015
s 3/3 Hugg	1	2	1	2	1	2
Tellimya ferruginosa			7		9	7
Kurtiella tumidula				1		
Parvicardium minimum			4	1	0/1	0/1
Abra longicallus				0/4	0/5	0/3
Abra nitida	1/4	0/3	7	1	14	24/1
Kelliella miliaris			10		11	11
Cuspidaria obesa			1		3	0/1
Cuspidaria rostrata				1		
Tropidomya abbreviata			2		7	2
SCAPHOPODA						
Antalis agilis						1
Antalis entalis			1	3		
Entalina tetragona			11	5	6	1
Pulsellum lofotense			1			1
ASTEROIDEA						
Asteroidea indet		0/1				
Luidia sarsii					0/1	
OPHIUROIDEA						
Ophiuroidea indet			0/2		0/1	0/2
Amphipholis squamata			10	8	5	2
Amphiura chiajei			4	1/1	3/2	3/1
Amphiura filiformis	0/1					1/2
Amphilepis norvegica			4/5	1/2	12/6	8/4
Ophiura carnea			1		0/1	
ECHINOIDEA						
Brissoopsis lyrifera			3	3	2	2
Echinocardium flavescens			2/11	4/3	0/11	0/12
Echinocardium sp.					20	23
HOLOTHUROIDEA						
Synaptidae			1			
ENTEROPNEUSTA						
* Enteropneusta indet.			2	5		1
* CHAETOGNATHA						
* Chaetognatha indet.	1					
* CHORDATA						
* PISCES						
* Fiske egg.	1		1	2		2
VARIA	+					+

4) Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved stasjonene Rong 1, Rong 2 og Rong 3.

Geometrisk klasse	Rong 1	Rong 2	Rong 3
I	13	29	23
II	10	17	20
III	4	21	10
IV	6	7	12
V	2	12	10
VI	0	2	4
VII	0	0	2
VIII	0	0	0
IX	1	0	0
X	0	1	1
XI	2	0	0
XII	1	0	0
XIII	0	0	0
XIV	0	0	0

5) Analysebevis

Kjemiske analyser av sediment prøver fra prøvestasjoner ved lokalitet Rongøy. Gjeldende prøvestasjoner er nærsone (Rong 1, 131 meters dyp), overgangssone (Rong 2, 285 meters dyp) og fjernsone (Rong 3, 307 meters dyp).



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

Eurofins Environment Testing Norway
AS (Bergen)
F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42
Fax:

AR-15-MX-001342-01



EUNOBE-00014212

Prøvemottak: 08.04.2015
Temperatur:
Analyseperiode: 08.04.2015-27.04.2015
Referanse: 809406 / 14/15

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	441-2015-0408-069	Prøvetakingsdato:	25.03.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	Rong 1, 131 m	Analysedato:	08.04.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) Fosfor (P)				
a) Totalt fosfor (P)	3100	mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	85	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	130	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	22.0	mg/g tv		EN 13137
a) Total tørrstoff	54.9	% (w/w)	0.1	EN 14346

Prøvenr.:	441-2015-0408-070	Prøvetakingsdato:	25.03.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	Rong 2, 285 m	Analysedato:	08.04.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) Fosfor (P)				
a) Totalt fosfor (P)	820	mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	15	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	71	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	23.0	mg/g tv		EN 13137
a) Total tørrstoff	51.0	% (w/w)	0.1	EN 14346

Prøvenr.:	441-2015-0408-071	Prøvetakingsdato:	25.03.2015	
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	Rong 3, 310 m	Analysedato:	08.04.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) Fosfor (P)				
a) Totalt fosfor (P)	1100	mg/kg tv	10	NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	22	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	130	mg/kg tv	1	NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	4.0	mg/g tv		EN 13137
a) Total tørrstoff	33.3	% (w/w)	0.1	EN 14346

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

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-15-MX-001342-01



EUNOBE-00014212

Prøvenr.:	441-2015-0408-072	Prøvetakingsdato:	26.03.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	Sto 1, 125 m	Analysedato:	08.04.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	1700	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	90	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	110	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	30.0	mg/g tv	EN 13137
a) Total tørrstoff	55.7	% (w/w)	0.1 EN 14346

Prøvenr.:	441-2015-0408-073	Prøvetakingsdato:	26.03.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	Sto 2, 108 m	Analysedato:	08.04.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	7200	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	76	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	110	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	23.0	mg/g tv	EN 13137
a) Total tørrstoff	62.7	% (w/w)	0.1 EN 14346

Prøvenr.:	441-2015-0408-074	Prøvetakingsdato:	25.03.2015
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	Sto 3, 109 m	Analysedato:	08.04.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Fosfor (P)			
a) Totalt fosfor (P)	900	mg/kg tv	10 NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	21	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	71	mg/kg tv	1 NS EN ISO 17294-2
a) Totalt organisk karbon (TOC)	30.0	mg/g tv	EN 13137
a) Total tørrstoff	47.8	% (w/w)	0.1 EN 14346

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, D-09627, Bobritzsch-Hilbersdorf

Bergen 27.04.2015

Helene Lillethun Botnevik
ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

Tegnforklaring:



* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

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

Geologiske analyser av sediment prøver fra prøvestasjoner ved lokalitet Rongøy. Gjeldende prøvestasjoner er nærsone (Rong 1), overgangssone (Rong 2) og fjernsone (Rong 3).

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT TOM og KORN		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond Einar Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 58290	Antall sider + bilag: 3	
		Rapport referanse: KR-20535	Dato: 06.05.2015	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 809406 / 3/15	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 16.04.2015

RESULTATER

Prøve merket:			Rong 1	Rong 2	Rong 3	STO 1	STO 2
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000588	KG-000589	KG-000590	KG-000591	KG-000592
TOM (550 °C)	%	23.04.15	7,22	6,71	8,74	5,11	6,11

Prøve merket:			STO 3				
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000593				
TOM (550 °C)	%	23.04.15	8,36				

Kornfordeling

Analysedato: 21.04.2015

Rong 1	KG-000588	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,17	2,0	2,0	MdΦ	Silt og leire	46,2	
1000	0	0,10	1,2	3,2	3,87	Sand	51,8	
500	1	0,12	1,4	4,6		Grus	2,0	
355	1,5	0,19	2,2	6,8	SdΦ			
250	2	0,47	5,5	12,3	2,08			
180	2,5	0,74	8,7	20,9				
125	3	0,78	9,1	30,1	SkΦ			
90	3,5	0,78	9,1	39,2	0,20			
63	4	1,25	14,6	53,8				
<63	8	3,95	46,2	100,0	KΦ			
		8,55	100,0		0,85			

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



Side 2 av 3

Ordrenummer: 58290

Rong 2		KG-000589							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,14	2,1	2,1	Md Φ	Silt og leire		41,5	
1000	0	0,15	2,3	4,5		Sand	3,40	56,4	
500	1	0,23	3,5	8,0		Grus		2,1	
355	1,5	0,31	4,8	12,7	Sd Φ				
250	2	0,63	9,7	22,4			2,31		
180	2,5	0,71	10,9	33,3					
125	3	0,67	10,3	43,6	Sk Φ				
90	3,5	0,52	8,0	51,6			0,20		
63	4	0,45	6,9	58,5					
<63	8	2,70	41,5	100,0	K Φ				
		6,51	100,0				0,87		

Rong 3		KG-000590							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire		65,3	
1000	0	0,02	0,3	0,3		Sand	4,94	34,7	
500	1	0,05	0,9	1,2		Grus		0,0	
355	1,5	0,08	1,4	2,6	Sd Φ				
250	2	0,18	3,1	5,7			1,90		
180	2,5	0,28	4,9	10,6					
125	3	0,35	6,1	16,7	Sk Φ				
90	3,5	0,37	6,4	23,2			-0,02		
63	4	0,66	11,5	34,7					
<63	8	3,75	65,3	100,0	K Φ				
		5,74	100,0				0,82		

STO 1		KG-000591							
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,82	8,4	8,4	Md Φ	Silt og leire		33,1	
1000	0	1,41	14,4	22,7		Sand	2,57	58,6	
500	1	0,96	9,8	32,5		Grus		8,4	
355	1,5	0,45	4,6	37,1	Sd Φ				
250	2	0,56	5,7	42,8			2,94		
180	2,5	0,62	6,3	49,1					
125	3	0,62	6,3	55,4	Sk Φ				
90	3,5	0,52	5,3	60,7			0,09		
63	4	0,61	6,2	66,9					
<63	8	3,25	33,1	100,0	K Φ				
		9,82	100,0				0,75		

Proveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.



Side 3 av 3

Ordrenummer: 58290

STO 2		KG-000592						
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,11	1,1	1,1	MdΦ	Silt og leire	20,7	
1000	0	0,14	1,4	2,5	3,15	Sand	78,2	
500	1	0,48	4,7	7,2		Grus	1,1	
355	1,5	0,42	4,1	11,3	SdΦ			
250	2	0,75	7,4	18,7	1,76			
180	2,5	1,12	11,0	29,7				
125	3	1,56	15,3	45,1	SkΦ			
90	3,5	1,65	16,2	61,3	0,17			
63	4	1,83	18,0	79,3				
<63	8	2,11	20,7	100,0	KΦ			
		10,17	100,0		1,67			

STO 3		KG-000593						
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,53	6,3	6,3	MdΦ	Silt og leire	67,1	
1000	0	0,54	6,4	12,8	5,02	Sand	26,6	
500	1	0,41	4,9	17,7		Grus	6,3	
355	1,5	0,21	2,5	20,2	SdΦ			
250	2	0,20	2,4	22,6	2,95			
180	2,5	0,17	2,0	24,6				
125	3	0,16	1,9	26,5	SkΦ			
90	3,5	0,17	2,0	28,5	-0,38			
63	4	0,37	4,4	32,9				
<63	8	5,62	67,1	100,0	KΦ			
		8,38	100,0		0,94			

ANALYSEINFORMASJON

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

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Rapporten må ikke gjengis i utdrag, uten skriftlig godkjenning fra Molab as. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

6) CTD-data

Tabellene under viser hydrografiske profilmalinger fra stasjon Rong 3 (fjernsonen, dypeste stasjon i undersøkelsesområdet) med parameterne salinitet, temperatur (°C) og oksygen (O₂). Målinger utført med CTD/STD sonde (SD208) med påmontert oksygensensor.

Dybde (m)	Salinitet (psu)	Temperatur (°C)	O ₂ %	O ₂ mg/l	O ₂ ml/l
1	32,3	6,8	94,7	9,4	6,6
2	32,6	6,6	94,3	9,4	6,6
3	32,7	6,6	94,4	9,4	6,6
5	32,7	6,5	94,4	9,4	6,6
7	32,9	6,3	94,4	9,5	6,7
10	32,9	6,3	95,5	9,5	6,7
15	33,0	6,4	95,5	9,5	6,7
20	33,0	6,4	95,4	9,5	6,7
25	33,0	6,5	94,7	9,4	6,6
30	33,1	6,6	93,8	9,3	6,5
40	33,5	6,6	92,9	9,2	6,5
50	33,6	6,6	92,4	9,1	6,4
60	33,7	6,6	91,8	9,1	6,4
70	33,9	6,8	91,5	9,0	6,3
80	34,2	7,4	89,4	8,7	6,1
90	34,5	7,9	85,5	8,1	5,7
100	34,6	8,2	82,9	7,8	5,5
125	34,9	8,4	79,9	7,5	5,3
150	34,9	8,4	79,5	7,5	5,3
175	34,9	8,2	80,2	7,6	5,3
200	34,9	8,1	80,5	7,6	5,4
225	34,9	8,1	80,5	7,6	5,4
250	34,9	8,1	80,1	7,6	5,3
275	34,9	8,1	79,7	7,6	5,3
300	34,9	8,0	79,6	7,5	5,3
307	34,9	8,0	79,1	7,5	5,3

MARINBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

SAM-Marin er en forskergruppe ved avdelingen Uni Miljø hos Uni Research AS. Uni Research AS er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. 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 for biologisk prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test157.

Våre internettsider finnes på www.uni.no