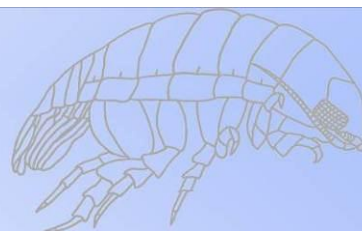


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



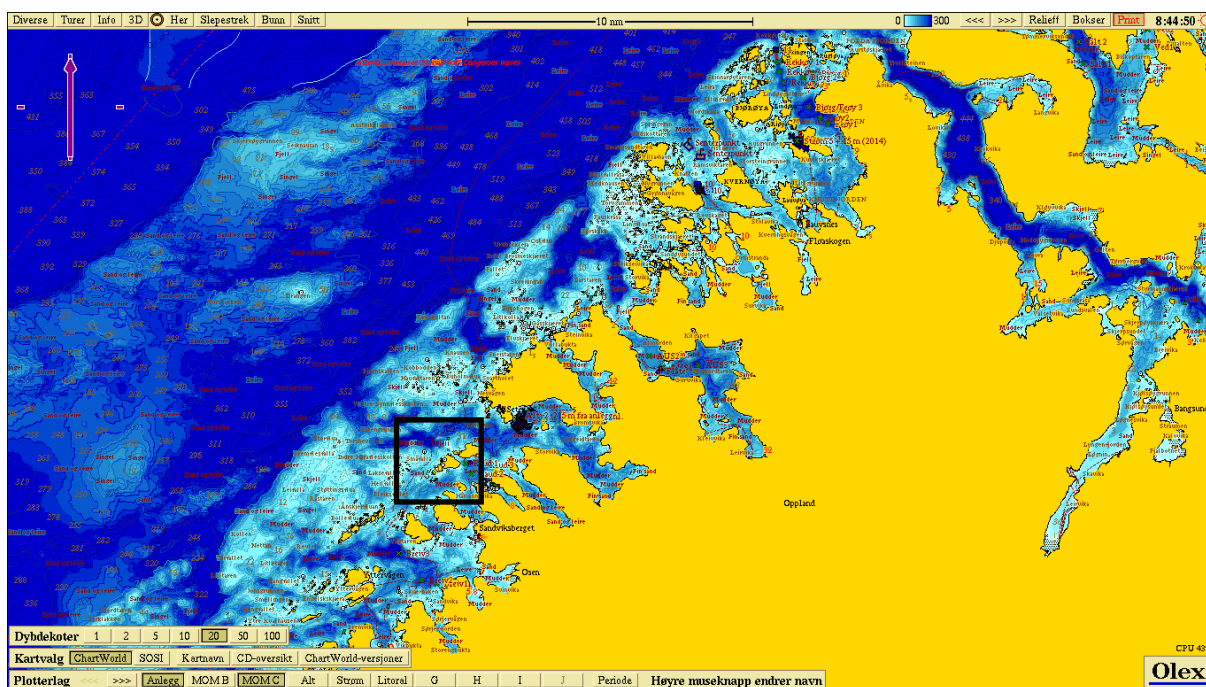
e-rapport nr: 47 – 2014

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Raudøya i Svesfjorden, Osen kommune, mars 2014

Vidar Strøm

Øydis Alme

Per-Otto Johansen





ID: 10723 Versjonsnr: 006

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

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 10.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 10.10.2014 (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 Raudøya i Svesfjorden, Osen kommune, mars 2014	Dato: 17.10.14 Antall sider og bilag: 44
Forfatter(e): Vidar Strøm, Øydis Alme, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Øydis Alme Prosjektnummer: 808341
Oppdragsgiver: Bjørøya Fiskeoppdrett AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: On assignment from Bjørøya Fiskeoppdrett AS, SAM-Marin in cooperation with Aqua Kompetanse AS, was hired to investigate the marine area by the fish farm Raudøya, located in Svesfjord, Osen, Sør-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Raud 1, located in the near zone, Raud 2, 650 m south of the fish farm, and Raud 3, which lies 600 m east of the fish farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was mostly low, but slightly elevated at Raud 1. The total organic carbon (TOC) showed high levels (classification V -Very bad) at all three stations. The organic content expressed as % volatile total solids also indicated a somewhat elevated organic content at all stations. The sediment in the area was fine grained, with the silt and clay fraction making up 81 (Raud 1) to 96 (Raud 2) % of the sediment. The remaining material consisted of sand. The hydrographical data shows that the bottom water at Raud 3 had a high oxygen concentration, which gave the classification I - Very good. The soft bottom macro fauna investigation showed good conditions at Raud 1, and bad conditions at Raud 2. Raud 3 was classified as category V - Very bad. This station, which was also investigated in a survey in 2010, shows a significant deterioration over time, going from classification II (Good) to V.

Keywords: MOM C, recipient, fish farm, benthos, sediment	Emneord: MOM C, resipient, fiskeoppdrett, bunndyr, sediment	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 47 - 2014
--	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	13.10.2014	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	17.10.2014	<i>Øydis Alme</i>

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

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /
Dok. kategori: Vedlegg **Sist endret:** 10.10.2014 (Silje Hadler-Jacobsen)
Siste revisjon: Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt
Godkjent: GODKJENT 10.10.2014 (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: Vidar Strøm, Kai-Erling Staven

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Maria Knoph, Hanna Molden, Linda Jensen

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Per Johannessen

Faglige vurderinger og fortolkninger utført av: Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Fartøy fra oppdragsgiver

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Environment Testing Norway AS og Eurofins Umwelt Ost GmbH
akkrediteringsnummer Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: P, Cu, Zn, TOC, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Geologiske analyser utført av: MoLab AS **akkrediteringsnummer** Test 032

Akkreditert: Kornfordeling, glødetap (TOM)

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.3 Produksjonsdata fra anlegget.....	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	16
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Bunndyr	18
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	23
5 TAKK.....	24
6 LITTERATUR	25
7 VEDLEGG	26
Generell vedleggsdel	26
Vedleggstabell 1. Artsliste	37
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	39
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi.....	40
Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi.....	41
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema.....	43

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Raudøya i Ytre Svesfjorden, Osen kommune i Sør-Trøndelag. Lokaliteten eies av Bjørøya Fiskeoppdrett AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 25. mars 2014. Det ble foretatt en undersøkelse etter MOM-C-metodikken ved denne lokaliteten i 2010 (Olsen et al., 2011) og resultatene vil sammenlignes med denne undersøkelsen.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere de marine miljøforholdene 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. De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Veileder 02:2013, Molvær *et al.*, 1997 og Bakke *et al.*, 2007) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) i samarbeid med Aqua Kompetanse AS på oppdrag fra Bjørøya Fiskeoppdrett AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

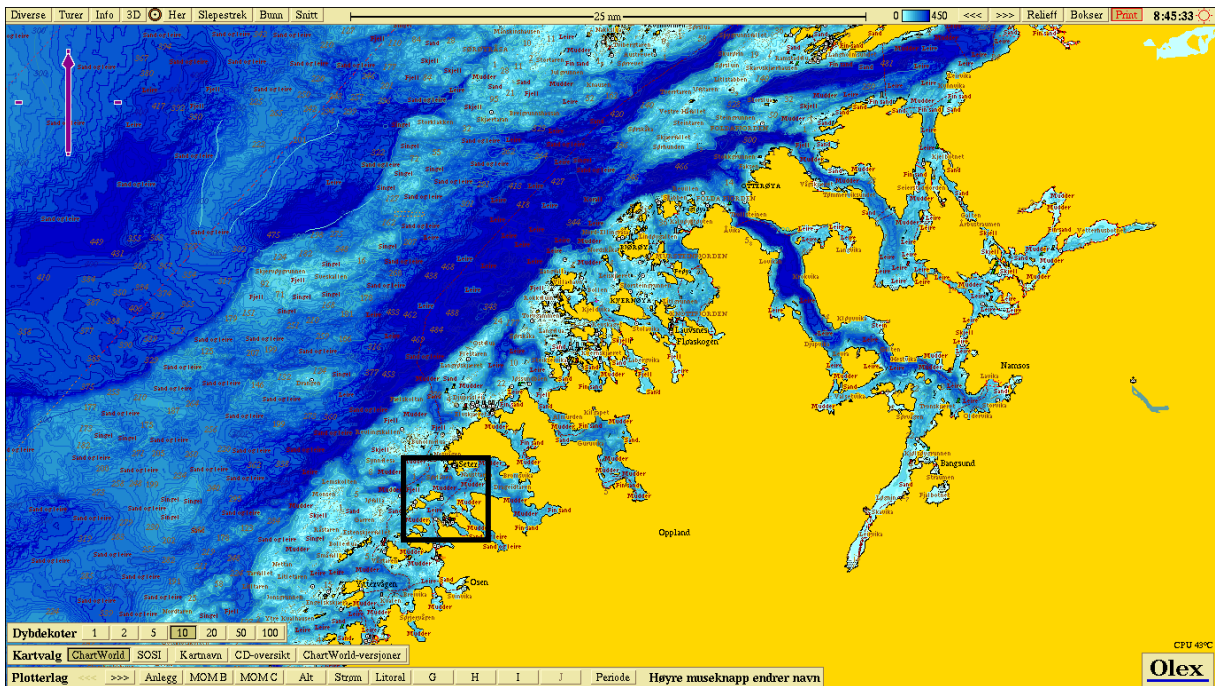
Undersøkellesområdet ligger nord i ytre del av Svesfjord (figur 2.1 og 2.2), i Osen kommune, Sør-Trøndelag. Det dypeste området i bassenget er 180 meter. Bassenget er avgrenset av en terskel mot Svesfjorden mot nordøst, med en saldybde på 46 meter. Mot sørvest har terskelen en saldybde på 69 meter. Nærsonestasjonen Raud 1 ligger innenfor anleggsramma like vest for anlegget, overgangssonestasjonen Raud 2 ligger sør for anlegget cirka 650 meter unna. Fjernsonestasjonen Raud 3 ligger cirka 600 meter øst for anlegget. De to dypeste stasjonene er plassert mot tersklene i sørvest og nordøst. Ved Raud 3 ble det også tatt prøver i 2010 (Olsen et al., 2011), og resultatene for denne stasjonen (kalt Rau 1 i 2010) er derfor sammenliknet med den forrige undersøkelsen.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

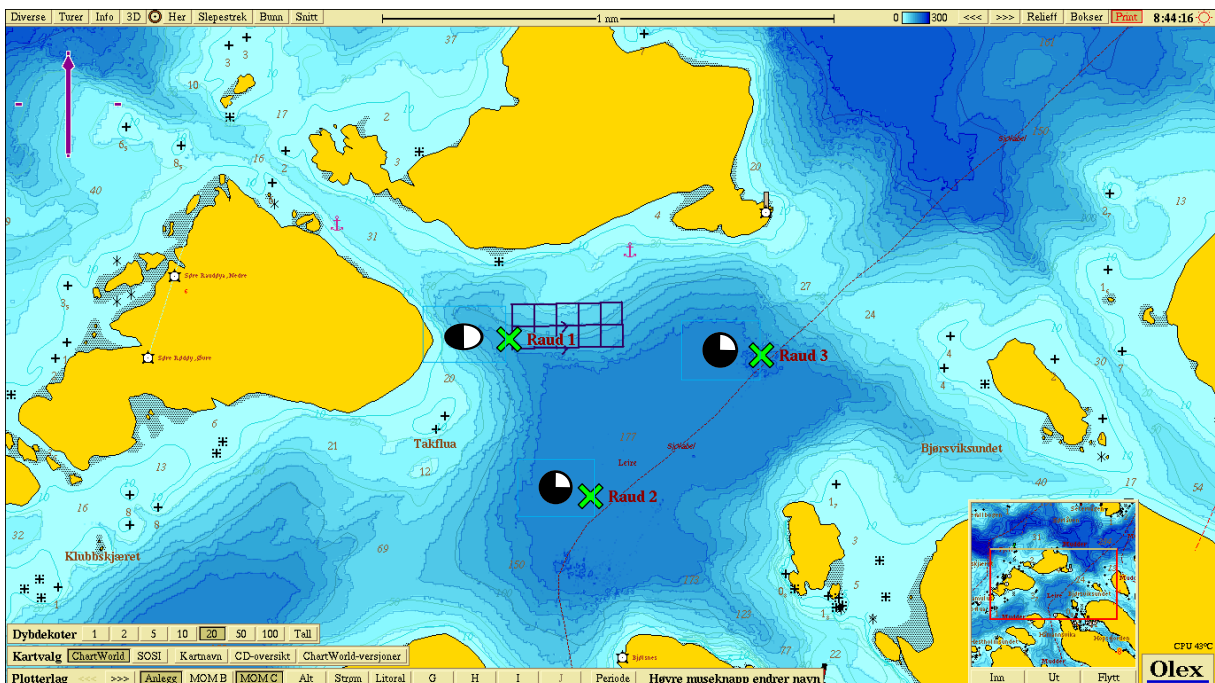
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Bjørøya Fiskeoppdrett AS den 25. mars 2014. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Kai-Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved fjernstasjonen. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. All data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over deler av trøndelagskysten, med undersøkelsesområdet ved Raudøya innrammet. Lenger nord ses Namsenfjorden. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Raudøya i Ytre Svesfjorden, Osen kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb (0,1 m²), med et maksimalvolum på 16,3 liter.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg- nummer	Prøve- volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Raud 1 25.03.2014	Ytre Svesfjorden 64° 21.847'N 10° 26.048'Ø	133	1	16,3	Silt, mørk sedimentoverflate. Ingen dyr observert. Normal lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt, mørk sedimentoverflate. Ingen dyr observert. Noe lukt. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Silt, mørk sedimentoverflate. Ingen dyr observert. Noe lukt. Uttak til kjemisk og geologisk prøver.
Overgangs- sone Raud 2 25.03.2014	Ytre Svesfjorden 64°21.499' N 10°26.467'Ø	175	1	16,3	Silt og leire. Lysegrå sedimentoverflate, normal lukt. Ingen dyr observert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt og leire. Lysegrå sedimentoverflate, normal lukt. Ingen dyr observert. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Silt og leire. Lysegrå sedimentoverflate, normal lukt. Ingen dyr observert. Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Raud 3 25.03.2014	Ytre Svesfjorden 64° 21.812'N 10°27.338'Ø	177	1	16,3	Silt. Lysegrå sedimentoverflate, normal lukt. Ingen dyr observert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt. Lysegrå sedimentoverflate, normal lukt. Ingen dyr observert. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Silt. Lysegrå sedimentoverflate, normal lukt. Ingen dyr observert. Uttak til kjemi og geologi.

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt, da oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert

tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut prøve til analyse av organisk innhold (% TOM) og analyse av kornfordeling, fra det samme hullet hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Analysene ble gjennomført av MoLab AS (akkrediteringsnummer Test 032).

Analysene av kornfordelingen i sedimentet ble utført etter en intern metode hos MoLab AS. Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap (totalt organisk innhold, TOM), og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med NS 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

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.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det tredje hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets manual (Molvær et al., 1997 og Bakke et al., 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensial (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange gjennom firmaet Prossess-Styring AS.

2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 16,3 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 en sikt med hulldiameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet conserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet blir oppbevart i SAM-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 3 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). 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 som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder i Veileder 02:2013 – «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets veiledere 01:2009 og 97:03 (TA 1467/1997). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Hurlberts diversitetsindeks (Es_{100}), NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI og AMBI, samt indeks for

individtetthet DI. Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er til stede i prøvene. For denne rapporten følger inndelingen i tilstandsklasser for de biologiske indeksene Veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Klassifisering er i denne rapporten gitt for både sum av grabbhugg og for gjennomsnittet som beskrevet i Veileder 02:2013. Indeksverdiene normaliseres til en 0-1 skala (nEQR) for enklere sammenlikning, og tilstandsklassen bestemmes av gjennomsnittet av de normaliserte indeksverdiene. For en grundigere gjennomgang av indeksene og beregning av tilstandsklasse, se Generell vedleggsdel. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 2014). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen*	97:03	ml O2/l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H')	02:2013		5,7-4,8	3,0-4,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	NQI1	02:2013		0,9-0,82	0,63-0,82	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	ES ₁₀₀	02:2013		50-34	17-34	10-17	5-10	<5
	NSI	02:2013		31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
	ISI ₂₀₁₂	02:2013		13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,2-4,5	4,5-0
	DI	02:2013		0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

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

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

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

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Produksjonen ved lokalitet Raudøya startet i 2010, og anlegget har ligget i nåværende posisjon siden den gang. Anlegget består av to 160 m plastringer, og fire 135 m plastringer. Anlegget er cirka 450 m langt. Det var produksjon ved anlegget på prøvetakingstidspunktet.

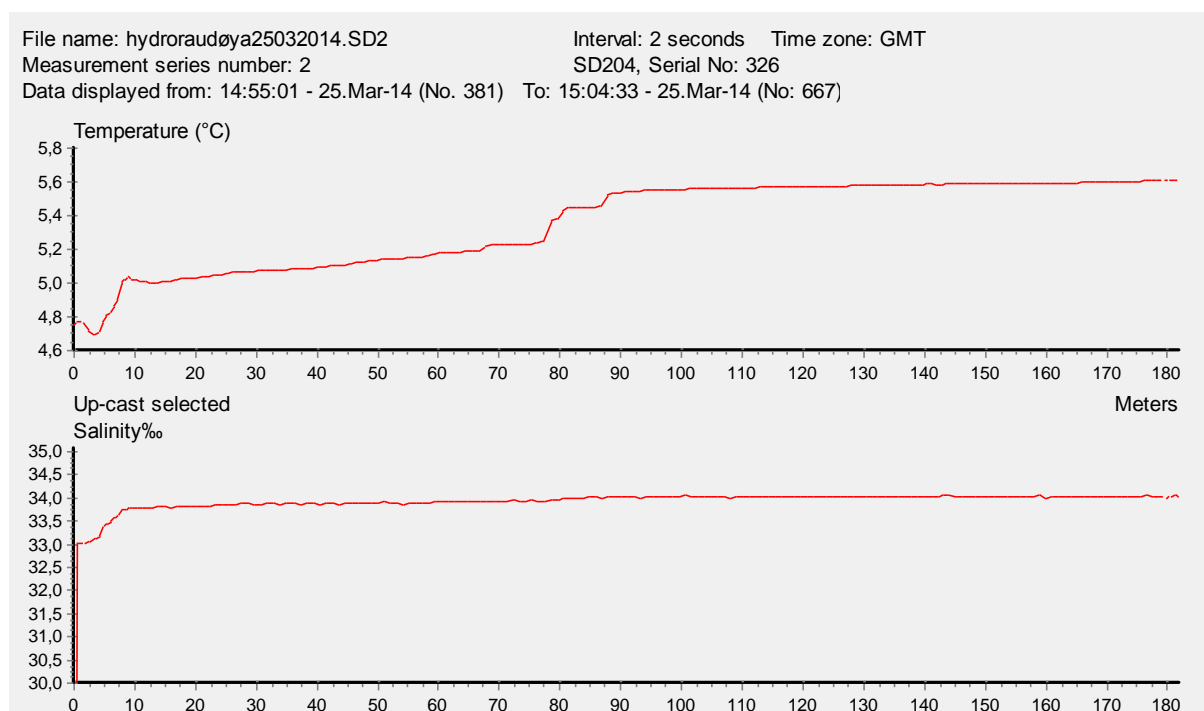
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon på lokalitet Raudøya de siste 2 år forut for prøvetakingsdato (25. mars 2014):

	Utføret mengde	Produsert mengde
Siste år	1 511 426 kg	1 017 600 kg
Siste 2 år	7 482 350 kg	6 741 610 kg

3 RESULTATER OG DISKUSJON

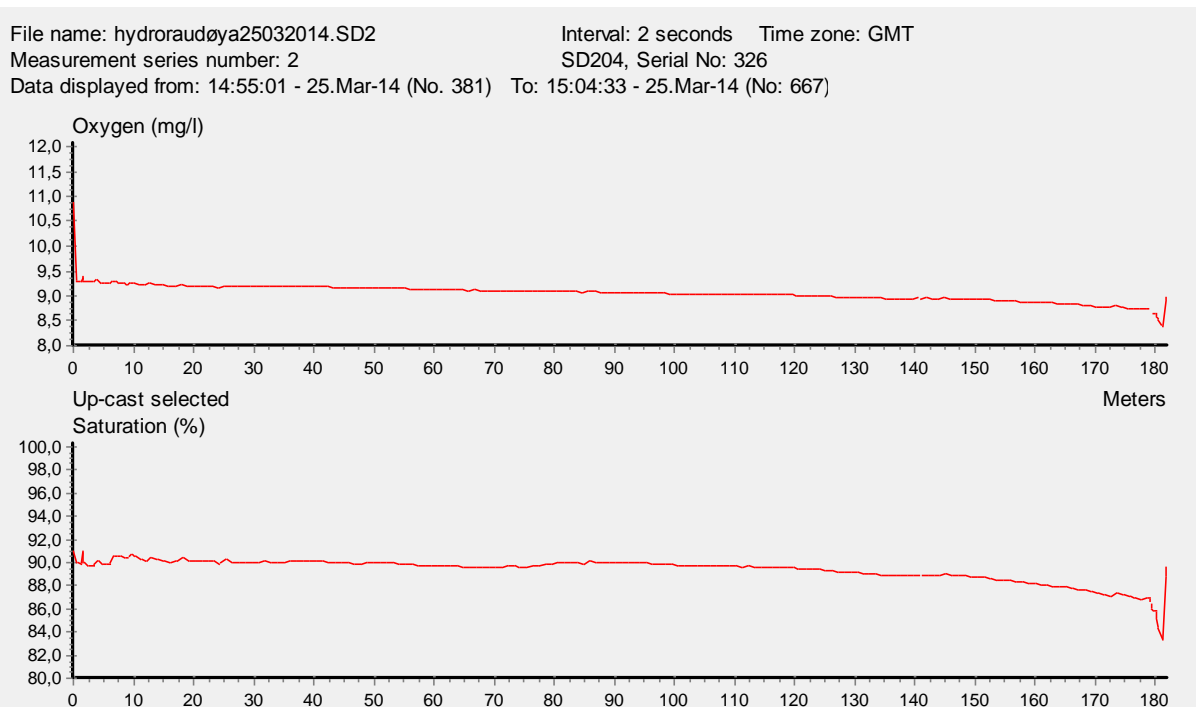
3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur, og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved fjernstasjonen Raud 3. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.2.



Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 180 meters dyp ved fjernstasjonen Raud 3 den 25. mars, 2014.

Sjøtemperaturen i de øvre vannmasser ved fjernsonestasjonen var 4,7 °C på undersøkelsestidspunktet. Saliniteten lå på 33,0 ‰ i overflatelaget. Nedover mot 10 meters dyp stiger temperaturen til 5,0 °C, mens saltholdigheten stiger opp til 33,8 ‰. Videre nedover i dypet ligger temperaturen ganske stabil, men stiger noe fra cirka 80 til 90 meters dyp, til 5,5 °C. På dette dypet har saltholdigheten steget gradvis opp til 34,0 ‰. Videre nedover mot bunnen på 180 meters dyp stiger både temperaturen og saltholdigheten svært sakte.

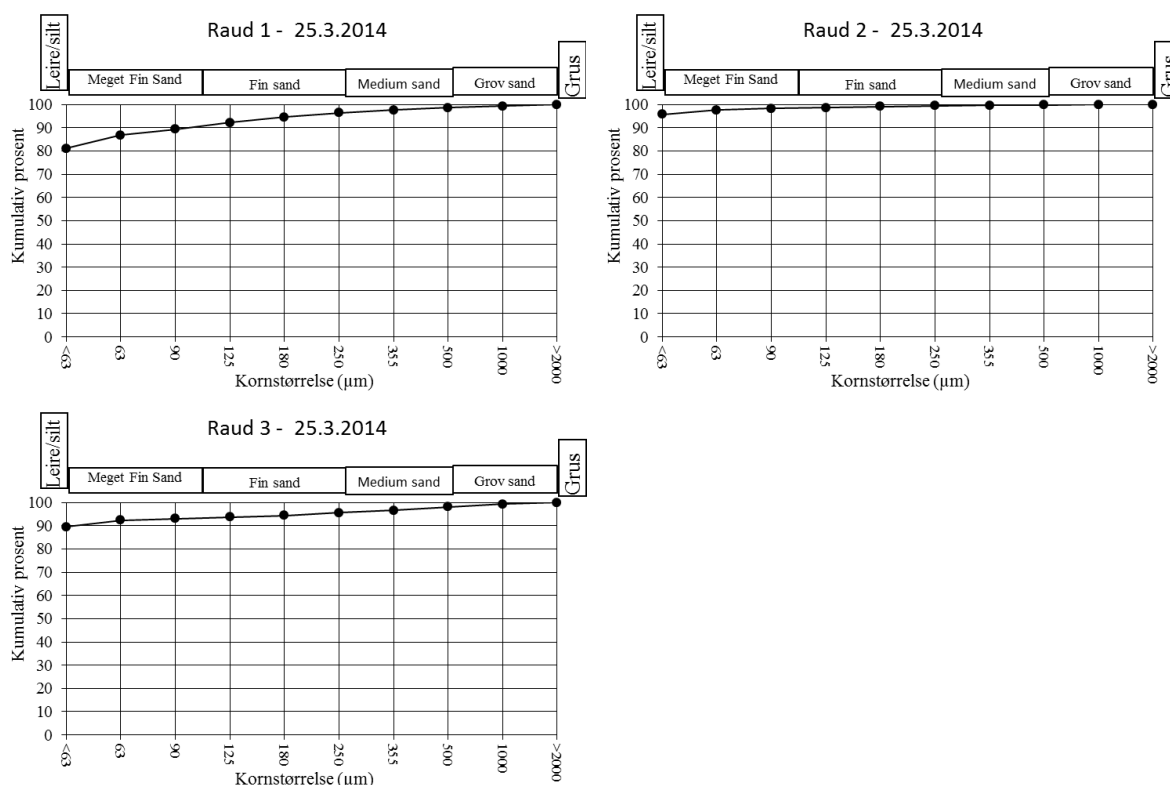


Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 180 meters dyp ved fjerntasjon Raud 3 den 25. mars, 2014.

Vannmassene i overflaten holder ca. 9,2 mg O₂/l sjøvann, mens O₂-metningen ligger rundt 90 %. Nedover i dypet holder oksygenverdiene seg svært stabile med kun små endringer. Ved bunnen er oksygenkonsentrasjonen på det lavest nede på 8,4 mg O₂/l. Ved en omregningsfaktor på 1,42 tilsvarer dette 5,92 ml O₂/l, og dette gir tilstandsklasse I - Svært god etter klassifiseringen for oksygen i dypvann, gjengitt i tabell 2.2.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Raudøya er presentert i figur 3.3 og tabell 3.1.



Figur 3.3: Kornfordeling (μm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Raudøya, mars 2014.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Raudøya i 2014 og tidligere undersøkelser.

Stasjon	År	Dyp (m)	TOM (%)	Kornstørrelsesfordeling (%)		
				Silt og leire	Sand	Grus
Raud 1	2014	133	15,1	81,2	18,1	0,7
Raud 2	2014	175	18,3	95,8	4,2	0,0
Raud 3	2014	177	18,0	89,5	9,8	0,7
(Rau 1)	2010	187	19,6	96,0	4,0	0,0

På nærsone-stasjonen, Raud 1, besto det meste av sedimentet av fraksjonen silt og leire, som utgjorde 81,2 %. Sand og grus utgjorde henholdsvis 18,1 % og 0,7 % av sedimentet. Det organiske innholdet målt som % glødetap var 15,1, og er å betrakte som et noe forhøyet nivå.

Overgangssonestasjonen Raud 2 hadde et svært finkornet sediment bestående av 95,8 % silt og leire, og 4,2 % sand. Det organiske innholdet var forhøyet, og lå på 18,3 %.

Fjernsonestasjonen Raud 3 hadde også et finkornet sediment med 89,5 % innen fraksjonen silt og leire. De resterende 10,5 % besto hovedsakelig av sand, med kun 0,7 % grus. Sammenlignet med undersøkelsen fra 2010 var sedimentsammensetningen ved Raud 3 (kalt Rau 1 i 2010) i stor grad den samme, selv om andelen silt og leire den gang var noe høyere. Det organiske innholdet ble målt til 18,0 %, og er et forhøyet nivå. Det organiske innholdet har dermed endret seg lite siden 2010 (19,6 %).

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med leire/silt-andel. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al., 1993).

Analysene viser forhøyede nivå av totalt organisk karbon (TOC) ved alle tre stasjoner, og resultatene havner inn under tilstandsklasse V (Svært dårlig). Nivåene av kobber viser lave konsentrasjoner, og havner inn under tilstandsklasse II (God). Nivåene av sink var også lave, med verdier i tilstandsklasse II (God) for Raud 1, og tilstandsklasse I (Bakgrunn) for de to andre stasjonene. Mengden fosfor kan betegnes som svakt forhøyet på stasjon Raud 1, mens den var lav på Raud 2 og 3. Sammenligner man analyseresultatene fra Raud 3 med resultatene fra samme stasjon i 2010, finner man samme tilstandsklasser, men en svak økning for alle parametre fra 2010 til 2014.

Tabell 3.2: Innholdet av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering (Bakke et al., 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	År	Dyp (m)	Tot. org. karbon (TOC)		TK	Kobber (Cu)		Sink (Zn)		Fosfor (P) mg/kg TS	Tørrstoff TS (%)
			mg/g TS	Norm. TOC mg/g TS		mg/kg TS	TK	mg/kg TS	TK		
Raud 1	2014	133	62	65,4	V	38	II	160	II	2400	33,2
Raud 2	2014	175	76	76,8	V	38	II	140	I	910	27,1
Raud 3	2014	177	73	74,9	V	39	II	120	I	980	28,4
(Rau 1)	2010	187	61	61,7	V	31	II	97	I	950	31,0

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (E_h)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 5.

Målingen av pH og E_h på nær-, overgangs- og fjernstasjonen viste normal pH, positivt redokspotensiale og plasserer dermed alle tre stasjonene i tilstand 1 (Tabell 3.3).

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon	pH	E _h	pH/E _h poeng	Tilstand
Nærsone	7,44	29	1	1
Overgangssone	7,58	177	0	1
Fjernsone	7,64	137	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.4-3.6, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i februar 2014. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Nærsonestasjonen Raud 1 ligger på 133 m dyp nær opptil anleggsrammen nær det sør-vestre hjørnet av anlegget. Her ble det funnet totalt 5 arter med til sammen 102 individer. Flertallet av de biologiske indeksene havner på huggsnivå (snitt) i tilstandsklassene IV (Dårlig) og V (Svært dårlig). Resultatene viser at det i tillegg til få dyr og artsfattig fauna er en høy forekomst av forurensningstolerante arter på stasjonen. I følge MOM-standarden er

imidlertid diversitets-indeks er lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er i stedet utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 2 (god). Den mest tallrike arten på stasjonen var børstemarken *Malacoceros fuliginosus*, som med 41 individer utgjorde 40 % av det totale individantallet i prøvene. Faunaen besto av arter som trives på lokaliteter med organisk belastning, og børstemarken *Ophryotrocha lobifera* finnes gjerne beitende på bakteriematter. Fordelingen på geometriske klasser, med en flat graf med flere nullverdier, indikerer også miljøpåvirkning på stasjonen (Figur 3.4).

Ved overgangsstasjonen Raud 2, som ligger på 175 m dyp ca. 600 m sør for anlegget, ble det funnet kun 2 arter og 7 individer totalt. Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') ble på huggsnivå (snitt) beregnet til 0,5 som gir tilstandsklasse V (Svært dårlig). Hurlberts diversitet (ES_{100}) og den sammensatte indeksen NQI1 havner også i tilstandsklasse V. Ømfintlighetsindeksene NSI og ISI havner i henholdsvis tilstandsklasse III (Moderat) og II (God), men de er beregnet på et svært begrenset datagrunnlag. Tetthetsindeksen DI, som er utarbeidet med tanke på svært høye eller lave individantall, havner også i tilstandsklasse V. MOM- klassifiseringen gjelder imidlertid også for overgangssonen, og etter dette systemet får Raud 2 miljøtilstand 3 (dårlig). Resultatene viser tydelig at det er dårlige forhold på stasjonen, med en fauna som er tilnærmet fraværende.

Fjernstasjonen Raud 3 ligger på 177 m dyp litt over 600 m øst for anlegget. Her ble det kun funnet én enkelt art med 10 individer totalt. Diversiteten (H') ble beregnet til 0 som gir tilstandsklasse V (Svært dårlig). Ømfintlighetsindeksen NSI ble beregnet til 14,2 og den sammensatte indeksen NQI1 fikk verdien 0,14, som gir henholdsvis tilstandsklasse V og IV (Dårlig). Samlet sett havner Raud 3 i tilstandsklasse V. Sammenlignet med forrige undersøkelse i 2010 har forholdene endret seg drastisk. Forholdene var da jevnt over gode, selv om verdiene for NQI1 og NSI, som havner i tilstandsklasse III (Moderat), indikerer en noe høy forekomst av arter som tåler en del forurensning. Den sterkt reduserte faunaen tyder på oksygenfattige og/eller sterkt belastede forhold.

De multivariate analysene viser en relativt høy likhet mellom huggene på hver enkelt stasjon og at prøvene fra 2010 skiller seg klart fra samtlige stasjoner fra 2014 (Fig. 3.5 og 3.6). Dette understreker at forholdene ved Raudøya har endret seg betydelig siden forrige undersøkelse.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), ømfintlighet (AMBI, NSI, ISI_{2012}), den sammensatte indeksen for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) og tetthetsindeksen DI for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 02:2013, (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007. Tilstandsklasse baseres på snitt av normaliserte indeksverdier (nEQR).

Stasjon	År	Hugg	Antall		Diversitet					MOM		
			arter	individer	(H')	ES100	NQI1	NSI	ISI_{2012}	DI	TK	TK
Raud 1	2014	1	4	47	1,96	4	0,36	10,9	4,66	0,38		
		2	5	55	1,66	5	0,34	8,2	6,24	0,31		
	Sum	5	102	1,91	5,0	0,35	9,3	6,24	0,34		2	
	Snitt	4,5	51	1,81	4,5	0,35	9,6	5,45	0,34			
	nEQR sum			0,40	0,20	0,24	0,19	0,41	0,74			
	nEQR snitt			0,38	0,18	0,25	0,19	0,32	0,74			
Raud 2	2014	1	2	4	1,00	2	0	16,5	7,56	1,45		
		2	1	3	0	1	0	18,9	10,98	1,57		
	Sum	2	7	0,86	2	0,32	17,5	7,56	1,51		3	
	Snitt	1,5	3,5	0,50	1,5	0	17,7	9,27	1,51			
	nEQR sum			0,19	0,08	0,21	0,50	0,61	0,09			
	nEQR snitt			0,11	0,06	0	0,51	0,77	0,09			
Raud 3	2014	1	1	3	0	1	0,00	14,2	4,14	1,57		
		2	1	7	0	1	0,29	14,2	4,14	1,20		
	Sum	1	10	0	1	0,29	14,2	4,14	1,35			
	Snitt	1	5	0	1	0,14	14,2	4,14	1,35			
	nEQR sum			0	0,04	0,18	0,37	0,18	0,12		0,15(V)	
	nEQR snitt			0	0,04	0,09	0,37	0,18	0,12		0,13(V)	
(Rau 1)	2010	1	27	250	3,42	18,4	0,63	19,6	7,81	0,35		
		2	22	278	3,27	16,0	0,60	19,2	9,01	0,39		
	Sum	32	528	3,39	17,2	0,63	19,4	8,55	0,37			
	Snitt	24,5	264	3,34	17,2	0,62	19,4	8,41	0,37			
	nEQR sum			0,64	0,60	0,60	0,58	0,70	0,70		0,64(II)	
	nEQR snitt			0,64	0,60	0,58	0,58	0,69	0,70		0,63(II)	

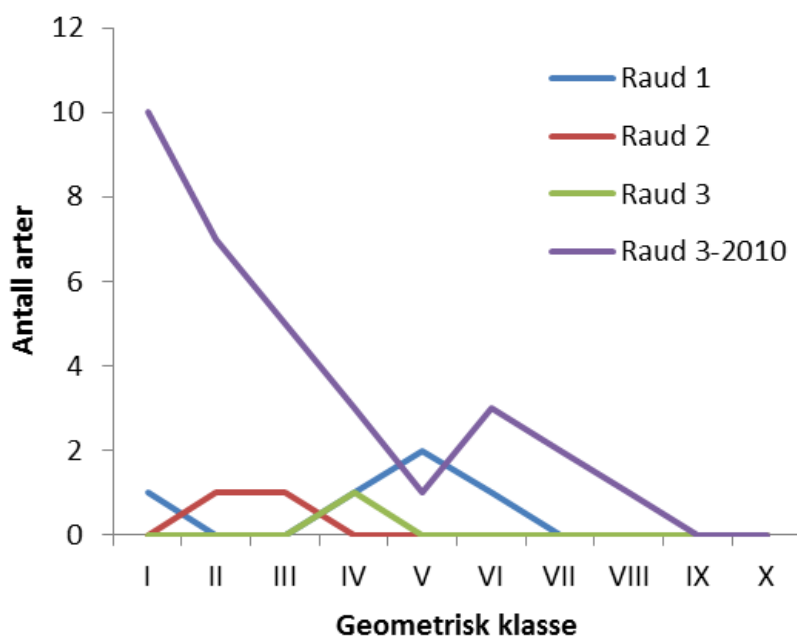
I – Svært god

II - God

III – Moderat

IV – Dårlig

V – Svært dårlig



Figur 3.4: Antall arter (y-akse) plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene fra Raudøya i 2014 og fra tidligere undersøkelser.

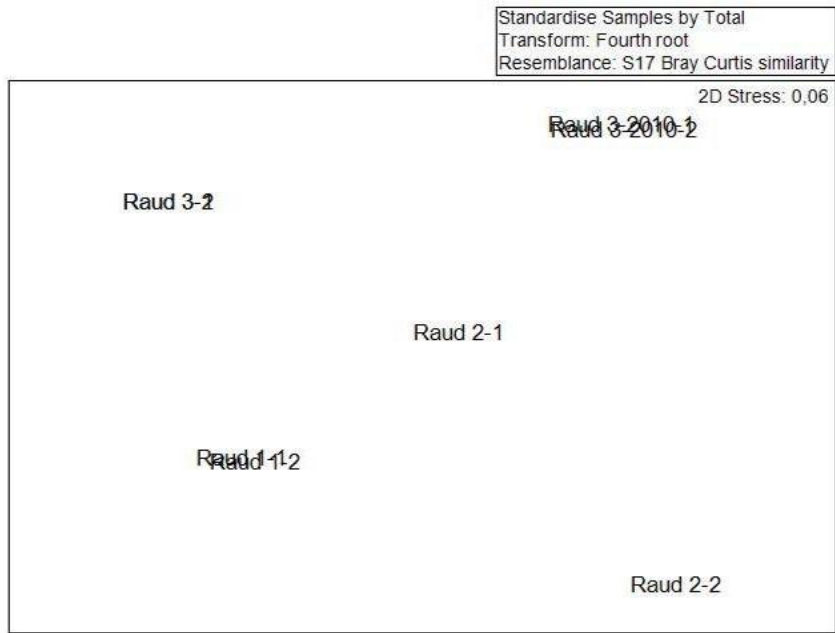
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene/gruppene fra Raudøya i 2014 og fra tidligere undersøkelser.

Raud 1 - 2014				Raud 3 - 2010 (Rau 1)			
	Antall individer	%	Kum. %		Antall individer	%	Kum. %
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	41	40,2	40,2	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	139	26,3	26,3
<i>Thyasira sarsii</i>	27	26,5	66,7	<i>Thyasira sarsii</i>	84	15,9	42,2
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	23	22,5	89,2	<i>Thyasira equalis</i>	81	15,3	57,6
<i>Ophryotrocha</i> sp.	10	9,8	99,0	<i>Chaetozone</i> sp.	56	10,6	68,2
<i>Chaetozone</i> sp.	1	1,0	100	<i>Ceratocephale loveni</i>	41	7,8	75,9
				<i>Polydora</i> sp.	35	6,6	82,6
				<i>Praxillella gracilis</i>	16	3,0	85,6
				<i>Prionospio cirrifera</i>	9	1,7	87,3
				Lumbrineridae	8	1,5	88,8
				<i>Mugga wahrbergi</i>	8	1,5	90,3

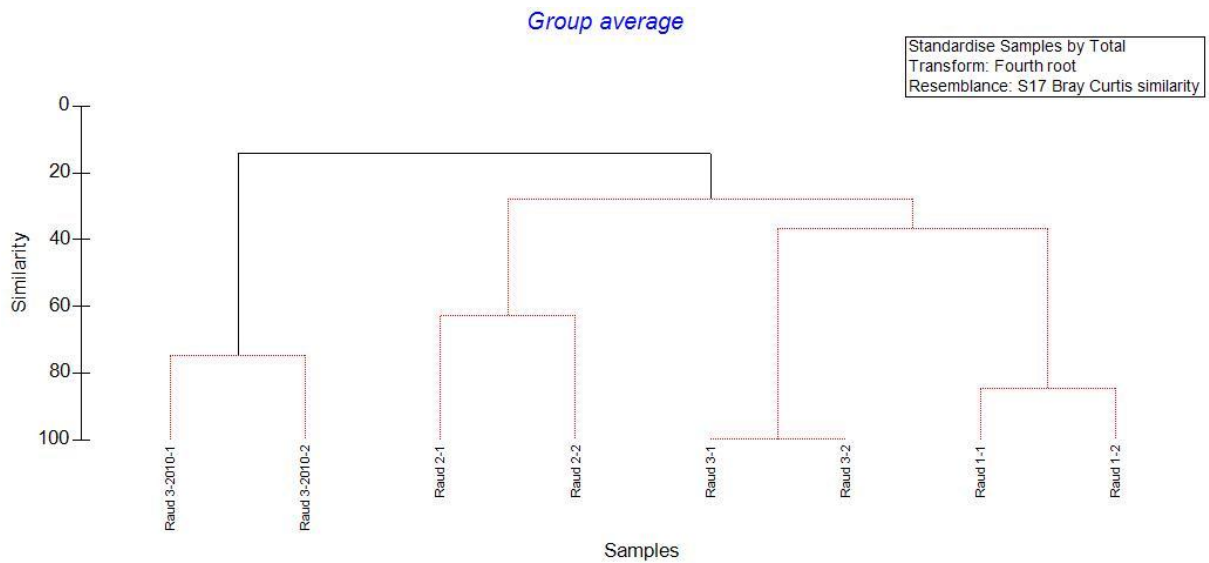
Raud 2 - 2014			
	Antall individer	%	Kum. %
<i>Chaetozone</i> sp.	5	71,4	71,4
<i>Thyasira sarsii</i>	2	28,6	100

Raud 3 - 2014			
	Antall individer	%	Kum. %
<i>Thyasira sarsii</i>	10	100	100

Annelida/Polychaeta Mollusca Echinodermata Crustacea Andre



Figur 3.5: MDS plot på hugg-nivå fra Raudøya. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.6: Cluster plot på hugg-nivå fra Raudøya. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av de marine miljøforholdene ved oppdrettslokaliteten Raudøya i Osen kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 25. mars 2014. Det ble samlet bunnprøver ved tre stasjoner, én ved anlegget, én i overgangssonen sør for anlegget, og én i fjernsonen østenfor anlegget. Ved sistnevnte ble det også utført en hydrografisk måling. Denne stasjonen ble også sammenlignet med prøver som ble tatt der i 2010.

Den hydrografiske undersøkelsen viste ingen tydelig lagdeling i vannmassene, og dermed var det trolig god omrøring i vannmassene i dette bassenget forut for undersøkelsestidspunktet. Oksygenivået var høyt i hele vannsøylen, og dette gav tilstanden «Svært god» for bunnvannet, etter klassifiseringen for oksygen i dypvann vist i tabell 2.2.

Kornfordelingsanalysen viste at sedimentet i undersøkelsesområdet var finkornet, der over 80 % av andelen partikler var innen kategorien leire og silt. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste et forhøyet nivå ved alle tre stasjoner. For Raud 3 var nivået omtrent det samme som i 2010, da det den gang også viste et forhøyet nivå.

Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivå av kobber og sink. Nivået av fosfor var svakt forhøyet på Raud 1, og lavt ved Raud 2 og 3. Nivået av TOC var høyt ved alle stasjoner, og gav dårligste tilstand. Sammenlignet med undersøkelsen fra 2010 for stasjon Raud 3 var resultatene den gang tilsvarende, men man ser en svak forverring i alle parameterne. Målingen av pH og Eh gav samtlige stasjoner tilstand 1 (etter MOM B-metodikk).

Bunndyrsanalysene viser et påvirket bunndyrsamfunn i nærsone til anlegget. Dette understøttes av tilstedeværelse av den forurensingstolerante børstemarken *Malacoceros fuliginosus*, som utgjorde 40 % av det totale individantallet. Også indeksene, samt fordelingen av geometriske klasser, peker i retning av dårlige miljøforhold ved denne stasjonen. Klassifiseringssystemet i MOM-standarden, som tar høyde for en viss påvirkning i

denne sonen, gir imidlertid forholdene ved stasjonen tilstand 2 (god). Ved stasjon Raud 2 har man en lav diversitet, med kun to arter og 7 individer. MOM-systemet gir denne stasjonen tilstand 3 (dårlig), mens Shannon-Wiener diversitetsindeks gir stasjonen tilstandsklasse V (svært dårlig). Ved fjernsonestasjon ble det kun funnet én art, noe som gav resultater i tilstandsklasse IV (Dårlig) eller V (Svært dårlig) for samtlige biologiske indekser. Forholdene ved denne stasjonen har endret seg drastisk siden 2010, da de den gang var jevnt over gode.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen viser at den undersøkte resipienten ved oppdrettsanlegget Raudøya i Osen viser klare tegn til påvirkning av produksjonen ved anlegget. Det kan virke noe overraskende at forholdene er såpass forverret siden undersøkelsen i 2010. Det som fremtrer som den mest sannsynlige forklaringen er at oksygenet i bunnvannet i bassenget ble brukt opp en gang mellom undersøkelsene i 2010 og i 2014, og at det meste av dyrelivet dermed døde ut. Den hydrografiske undersøkelsen presentert i denne rapporten viser imidlertid at bunnvannet var rikt på oksygen i mars 2014. Sedimentet hadde også positivt redokspotensiale ved undersøkelsen i 2014, slik at det antagelig har vært en terskeloverskylling som har tilført friskt vann til bunnen, men at dyrelivet ikke har rukket å bygge seg opp igjen. Terskeloverskyllinger i slike fjorder kan være årvisse, men det kan også gå lengre tid mellom hver innstrømming av nytt bunnvann. Når oksygenet i området brukes opp, kan man si at områdets bæreevne er overskredet.

5 TAKK

Vi takker Morten Bitnes og Arne Johan Torgersen fra Bjørøya Fiskeoppdrett AS for god hjelp og et hyggelig tokt om bord på deres arbeidsbåt. På toktet deltok Vidar Strøm og Kai-Erling Staven fra Aqua Kompetanse AS. Bunnprøvene ble sortert av Maria Knoph, Hanna Molden og Linda Jensen. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen, SAM-Marin.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Hovgaard, P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Olsen, A.W., Staven, F., Hatlen, K., Johansen, P.-O. 2011. *Marin miljøundersøkelse ved Raudøya i Osen, 2010*. SAM e-Rapport nr. 3-2011. 25 s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårige 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).

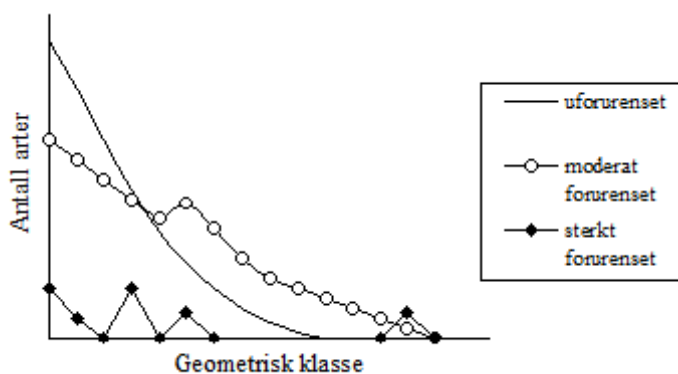
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes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

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på de beregnede indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa Vanndirektoratet 2014, Tabell v2 og v3).

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.

Diversitet

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

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede 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:

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

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 og NSI.

ISI er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes ISI_{2012} (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI er beskrevet med 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 sensitivitetsverdier

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 faunaeksperter. S sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

NSI er en ny sensitivitetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene 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 sensitivitetsverdier

Sammensatte indekser

Den sammensatte indeksen NQI1 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-indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

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

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

Individtetthet

DI (Density Index) er beskrevet som:

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

Hvor *abs* står for absolutt tallverdi (negative verdier gjøres positive), og $N_{0,1m^2}$ er antall individer per $0,1 \text{ m}^2$.

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. 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) (Tabell v2 og v3)

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

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
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

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

Tabell v3: Klassifisering av tilstand for bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold	Hurlberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

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:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	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

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 faunagradienter 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 ulike prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

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

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

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

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

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle

prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

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

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

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

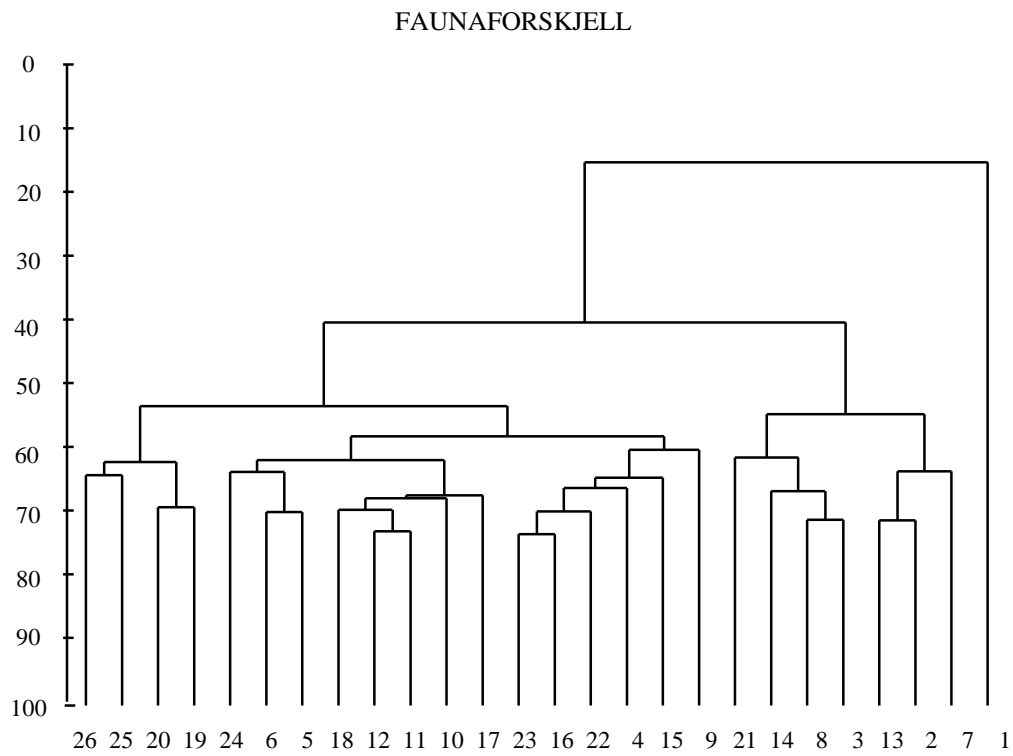
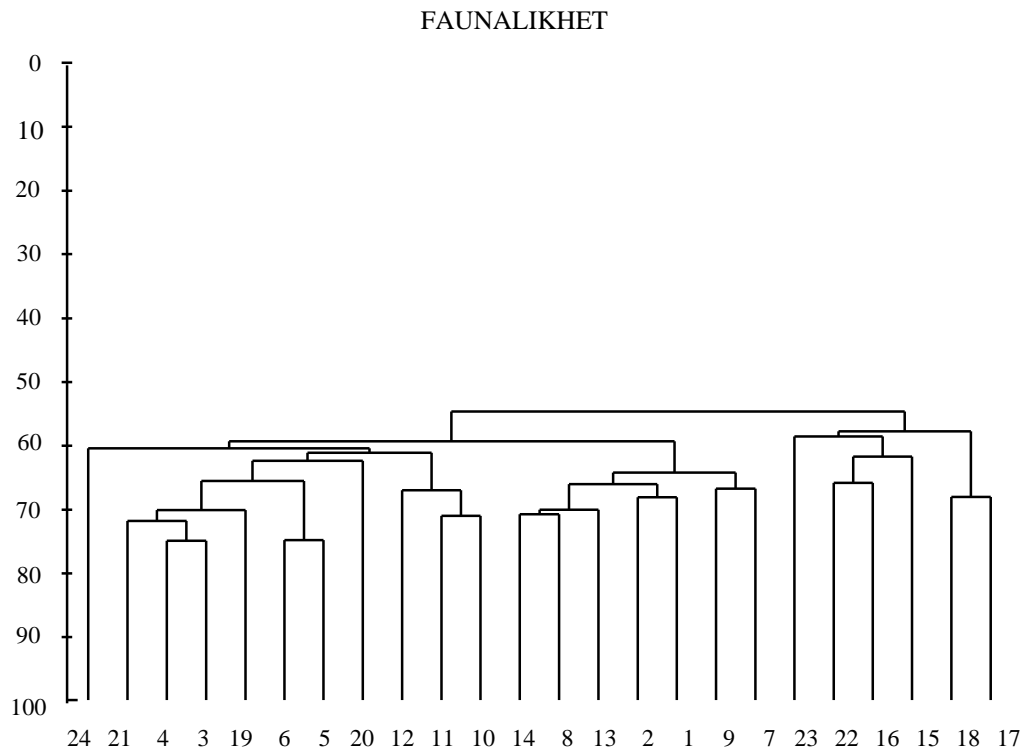
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

Dataprogrammer

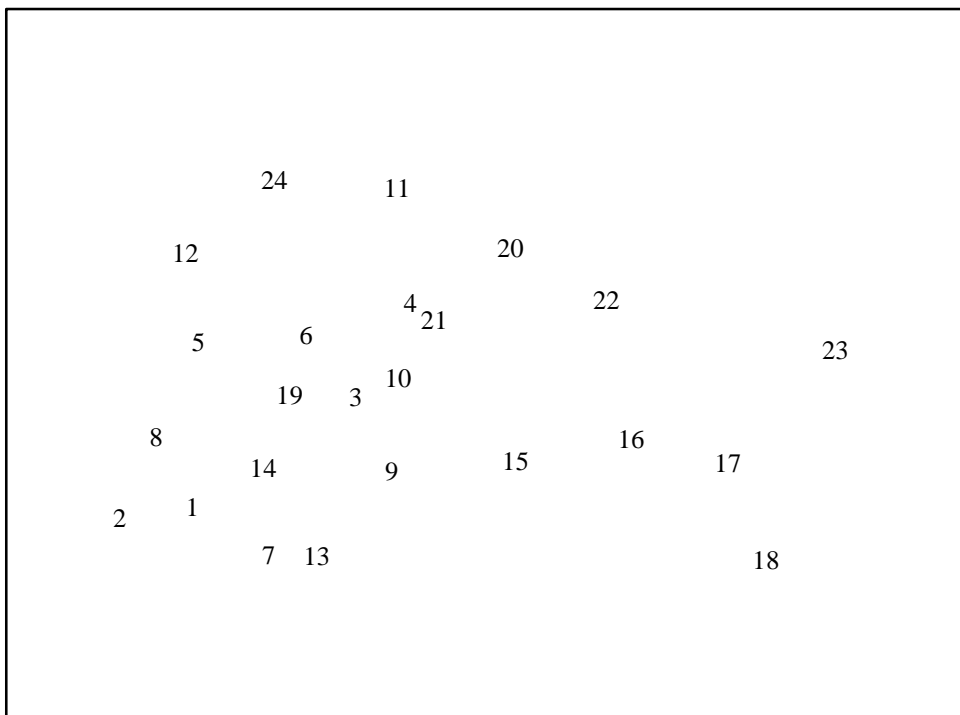
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

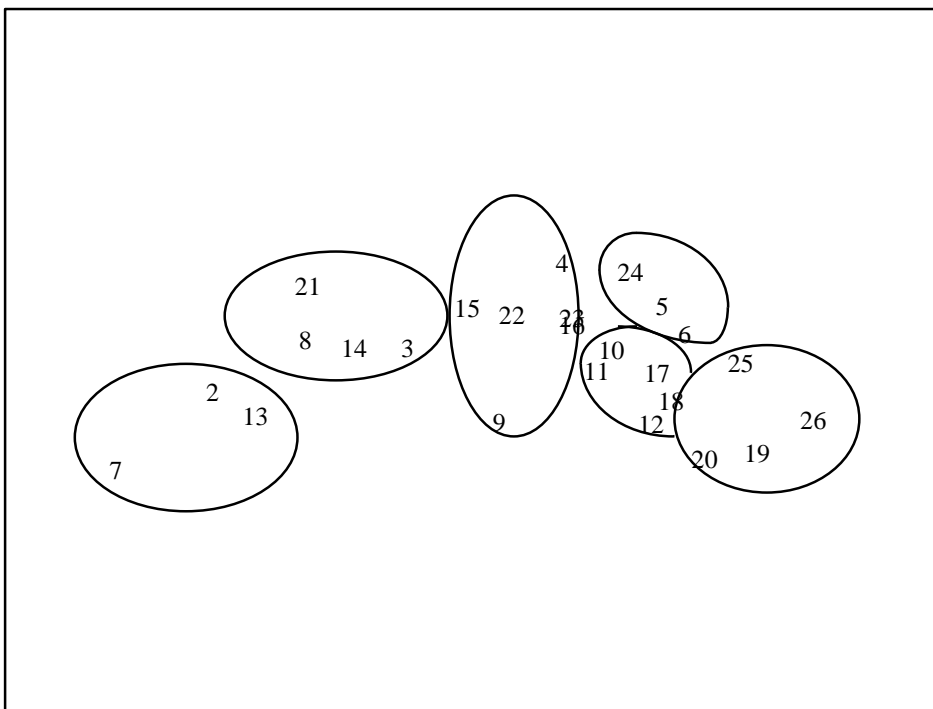


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *KLIF publikasjon TA 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114*
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs 27:325-349*.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2014. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 263 s.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin 10:142-146*.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i 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*.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548 – 2002*. 32 s.

- Rygg B., 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 CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Vedleggstabell 1. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 003

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

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



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



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Bjørøya Fiskeoppdrett AS, Bjørøystøa, 7770
 Flatanger**

Prosjekt nr.: 808341

Prøvetakingssted (område): Ytre Svesfjorden, Osen kommune, Sør-Trøndelag

Dato for prøvetaking: 25.4.2014

Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Per Johannessen

	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: 1 side.

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

Signatur: *Øydis Alme*
 Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/1	Stasjon	Raud 1	Raud 1	Raud 2	Raud 2	Raud 3	Raud 3
	Dato	25.3.14	25.3.14	25.3.14	25.3.14	25.3.14	25.3.14
	Dyp	133 m	133 m	175 m	175 m	177 m	177 m
Arter	Hugg	1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA.				+			
* NEMATODA.		2	1				
POLYCHAETA							
<i>Chaetozone</i> sp.			1	2	3		
<i>Malacoceros fuliginosus</i>		11	30				
<i>Ophryotrocha lobifera</i>		15	8				
<i>Ophryotrocha</i> sp.		8	2				
CRUSTACEA							
* <i>Calanus finmarchicus</i>		2	1			1	1
* <i>Metridia longa</i>				2	2	1	1
* <i>Nebalia</i> sp.			1				
MOLLUSCA							
<i>Thyasira sarsii</i>		10/3	6/8	0/2		0/3	1/6
* CHAETOGNATHA				1	2	2	1
* Fiske Egg		8	15	13	11	8	9
* VARIA		+					+

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Raud 1	Raud 2	Raud 3	Raud 3-2010
I	1	0	0	10
II	0	1	0	7
III	0	1	0	5
IV	1	0	1	3
V	2	0	0	1
VI	1	0	0	3
VII	0	0	0	2
VIII	0	0	0	1
IX	0	0	0	0
X	0	0	0	0

Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi



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

**Eurofins Environment Testing Norway AS
(Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA
Box 75
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-14-MX-001547-01



EUNOBE-00010373

Prøvemottak: 08.05.2014
Temperatur:
Analyseperiode: 08.05.2014-22.05.2014
Referanse: 808341 / ref: 39/11

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 2400	mg/kg tv	a) 910	mg/kg tv	a) 980	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 38	mg/kg tv	a) 38	mg/kg tv	a) 39	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 160	mg/kg tv	a) 140	mg/kg tv	a) 120	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 62	mg/g tv	a) 76	mg/g tv	a) 73	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 33.2	% (w/w)	a) 27.1	% (w/w)	a) 28.4	% (w/w)	EN 14346	0.1

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

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

Bergen 22.05.2014

Kristine Fiane Johnson

Laboratorieingeniør

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)



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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

Vedleggstabell 4. Analysebevis Geologi

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
		RAPPORT Sedimentanalyser		
Kunde: Uni Research AS Att: Øydis Alme Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 54621	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-18829	Dato: 17.06.2014	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr. / ref.: 808341 / 23/14	Utført: Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: Eli Ellingsen	

Prøver mottatt dato: 20.05.2014

RESULTATER

Prøve merket:			Raud 1	Raud 2	Raud 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000534	KG-000535	KG-000536		
TOM (550 °C)	%	12.06.14	15,10	18,30	18,00		

Kornfordeling

Analysedato: 03.06.2014

Raud 1	KG-000534	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
2000	-1	0,05	0,7	0,7	MdΦ	Silt og leire	81,2	
1000	0	0,04	0,6	1,3	5,54	Sand	18,1	
500	1	0,07	1,0	2,4		Grus	0,7	
355	1,5	0,08	1,2	3,5	SdΦ			
250	2	0,13	1,9	5,4	1,76			
180	2,5	0,16	2,4	7,8				
125	3	0,19	2,8	10,6	SkΦ			
90	3,5	0,18	2,6	13,2	-0,14			
63	4	0,38	5,6	18,8				
<63	8	5,52	81,2	100,0	KΦ			
		6,80	100,0		0,98			

Proveresultatene 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.



Raud 2		KG-000535						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md Φ	Silt og leire	95,8	
1000	0	0,01	0,2	0,2	5,91	Sand	4,2	
500	1	0,01	0,2	0,4		Grus	0,0	
355	1,5	0,01	0,2	0,6	Sd Φ			
250	2	0,02	0,4	0,9	1,28			
180	2,5	0,02	0,4	1,3				
125	3	0,02	0,4	1,7	Sk Φ			
90	3,5	0,04	0,7	2,4	0,00			
63	4	0,10	1,8	4,2				
<63	8	5,20	95,8	100,0	K Φ			
		5,43	100,0					0,74

Raud 3		KG-000536						
Diameter(μ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,04	0,7	0,7	Md Φ	Silt og leire	89,5	
1000	0	0,06	1,1	1,8	5,77	Sand	9,8	
500	1	0,09	1,6	3,4		Grus	0,7	
355	1,5	0,06	1,1	4,4	Sd Φ			
250	2	0,06	1,1	5,5	1,67			
180	2,5	0,04	0,7	6,2				
125	3	0,04	0,7	6,9	Sk Φ			
90	3,5	0,04	0,7	7,7	-0,17			
63	4	0,16	2,8	10,5				
<63	8	5,03	89,5	100,0	K Φ			
		5,62	100,0					1,10

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

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

Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema

PRØVESKJEMAET, B.1													
Firma: Bjørøya Fiskeop						Dato: 25.mars,14							
Lokalitet: Raudøya						Lokalitetsnr: 30817							
Lokalitetstype: Matfisk													
Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks				
			Raud 1		Raud 2		Raud 3						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	1		1		1						
I	Tilstand (Gruppe I)												
II	pH	verdi	7,44		7,58		7,64						
	E _h (mv)	verdi	-188		-40		-80						
+ ref. verdi			29		177		137						
	pH/E _h	fra figur	1		0		0						
	Tilstand, prøve		1		1		1						
	Tilstand, gruppe II												
			Buffer temp: 4,5 °C		Temp sjø: 4,5 °C		Temp sediment: 5,5 °C						
			pH sjø: 8,05		Eh sjø: 277 mV		Ref. elektrode: 217 mV						
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		Våke Storm		25,3,14								
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0		0		0						
	Farge	Lys/Grå = 0			0								
		Brun/Sort = 2		2			2						
	Lukt	Ingen = 0			0		0						
		Noe = 2		2									
	Konsistens	Sterk = 4											
		Fast = 0											
	Grabb- volum	Myk = 2		2		2		2					
		Løs = 4											
	Tykkelse på slamlag	v < 1/4 = 0											
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1											
	Tykkelse på slamlag	v ≥ 3/4 = 2		2		2		2					
		0 - 2 cm = 0		0		0		0					
Tykkelse på slamlag	2 - 8 cm = 1												
	t ≥ 8 cm = 2												
	SUM		8		4		6						
	Korrigert sum (*0,22)		1,76		0,88		1,32						
	Tilstand prøve		2		1		2						
	Tilstand gruppe III												
	Middelverdi gruppe II og III		1,38		0,44		0,66						
	Tilstand gruppe II og III												
	pH/E _h		Tilstand			Lokalitetstilstand							
	Korr. sum		Gruppe I	Gruppe II og III									
	Indeks	Tilstand	A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4							
	Middelverdi		4	1, 2, 3		1, 2, 3							
	< 1,1	1	4	4		4							
	1,1 - < 2,1	2											
	2,1 - < 3,1	3											
	≥ 3,1	4											
			LOKALITETSTILSTAND										
Korrekturlest:	28.03.2014		Linda Hagen			[Sign]							
	dato		Sign.			Sign.							

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2										
Firma:	Bjørøya Fiskeoppdrett AS				Dato: 25,3,14					
Lokalitet:	Raudøya				Lokalitetsnr:		30817			
Lokalitetstype: Matfisk										
Prøvetakingssted (nr)	Raud 1		Raud 2		Raud 3					
Dyp (m)	133		175		177					
Antall forsøk	1		1		2					
Bobling (i prøve)										
Primær-sediment	Grus									
	Skjellsand	1								
	Sand									
	Mudder									
	Silt	4		3		4				
	Leire		2		1					
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall										
Børstemark, antall										
Andre dyr, antall										
Malacoceros fuliginosa										
Beggiatoa										
Før										
Fekalier										
Kommentarer										
Korrekturlest:	28,03,14					Linda Hagen				
	dato					Sign.		Sign.		