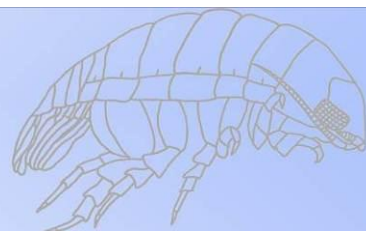


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



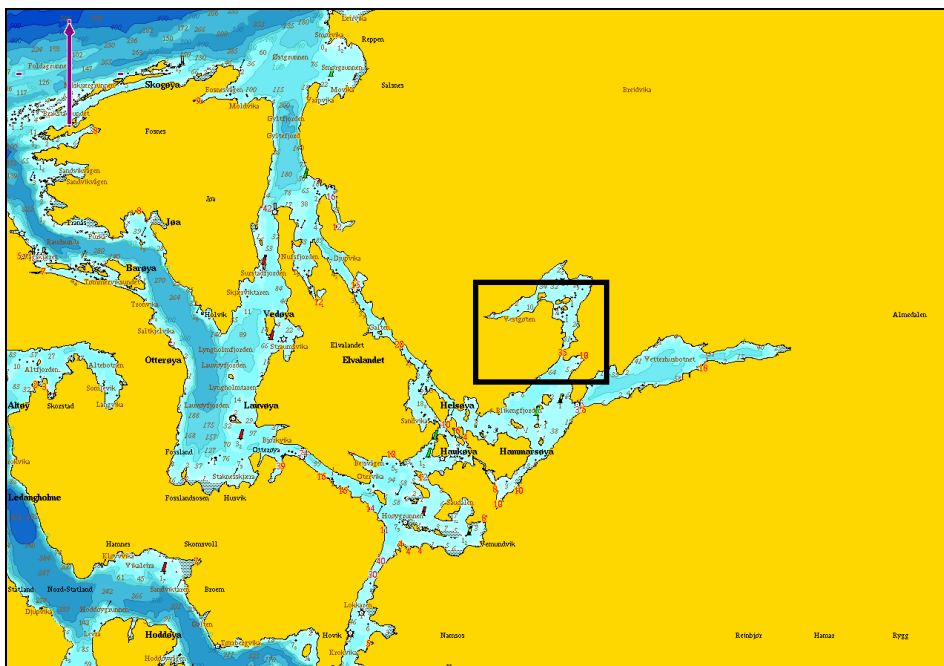
e-rapport nr:46– 2013



MOM-C undersøkelse ved lokalitet Røyklibotn i Blikkengfjorden, Namsos kommune, mai 2013

Linda Hagen

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen



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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse ved lokalitet Røyklibotn i Blikkengfjorden, Namsos kommune, mai 2013.	Dato: Feltdato: 16.05.13 Rapport: 18.12.2013
	Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): Linda Hagen, Silje Hadler-Jacobsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Vidar Strøm Prosjektnummer: 807535

Oppdragsgiver: Neptun Settefisk AS	Tilgjengelighet: Åpen
------------------------------------	-----------------------

Abstract:	<p>On assignment from Neptun Settefisk AS, Aqua Kompetanse AS was hired to investigate the marine area by the smolt production farm Røyklibotn, located in the municipality of Namsos in Nord-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: Røykli 1-13, which is located in the near zone by the smolt production farm, Røykli 2-13, which is located in the transition zone southwest of the farm, and Røykli 3-13, which lies in the remote zone further south. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet).</p> <p>The results show that the levels of phosphorus, zinc and cobber were low. The total organic carbon (TOC) was low-moderate. The amount of sediment sampled from Røykli 1-13 was smaller than a full grab, and contained silt, clay, sand and a relatively small percentage of gravel. The sediment from Røykli 2-13 and Røykli 3-13 consisted mainly of silt and clay. The investigations of the soft bottom macrofauna showed a relatively good species diversity in the zone close to and in the remote zone of the smolt production farm. The macrofauna was nearly absent and the bottom water was anoxic in the inner basin, transition zone, but this might be a natural condition, given that the recipient is a sill fjord.</p>
------------------	---

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment Røyklibotn	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Røyklibotn	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 46-2013
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	9.10.2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	16.05.2013	<i>Vidar Strøm</i>

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

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: Vidar Strøm og Alexander Lindseth; Aqua Kompetanse AS.

Sortering av sediment utført av: Bunnprøvene ble sortert av Ingrida Petrauskaite og Ragna Tveiten; SAM-Marin.

Identifikasjon av marin fauna utført av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad; SAM-Marin

Rapportering utført av: Linda Hagen, Silje Hadler-Jacobsen og Per-Otto Johansen

Ikke akkreditert:

-

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Belsvik Settefisks anleggsbåt

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse og Eurofins Umwelt Ost GmbH.

Freiberg akkrediteringsnummer Test 003 og D-PL-14081-01-00

Akkreditert: Cu, P, Zn, TOC og tørrstoff

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: TOM og kornfordeling

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment	9
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	9
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	12
3 RESULTATER OG DISKUSJON	13
3.1 Hydrografi	13
3.2 Sediment	17
3.3 Kjemi	18
3.3.1 Sedimentanalyser	18
3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh)	19
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	25
5 TAKK	26
6 LITTERATUR	27
7 VEDLEGG	28
Generell vedleggsdel	28
Generelt	28
Geometriske klasser	28
Univariate metoder	29
Ømfintlighet	30
Sammensatte indekser	30
Referansetilstand og klassegrenser	30
Multivariate analyser	31
Dataprogrammer	33
Litteratur til Generelt Vedlegg	36
Vedleggstabell 1. Artsliste	37
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	41
Vedleggstabell 3. Analysebevis	42
Eurofins Environment Testing Norway AS	42
MoLab AS	43
Vedlegg 4. MOMB-parametre	45

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved utslippet til Settefiskanlegget Røyklibotn, i Blikkengfjorden i Namsos kommune. Lokaliteten eies av Neptun Settefisk AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS den 16. mai 2013.

Røyklibotn har vært undersøkt flere ganger, da settefiskanlegget med utslipp ligger i en terskelfjord. På 90-tallet ble det konkludert med at dyresamfunnet på bunnen i det dypeste bassenget ble slått ut av oksygensvikt (tre arter påvist i 1994 og en art påvist i 1996), men i undersøkelsen fra 2001 var bunndyrsforholdene i ferd med å restituere seg igjen (Sandnes, 2003). I 2007 så belastningen ut til å ha økt i forhold til i 2001, samt at oksygenforholdene var noe redusert sammenlignet med 1996 (Sam-rapport nr 3-2008). Redusert oksygenkonsentrasjon i bunnvannet ble antatt å skyldes organisk materiale fra land, og ikke fra settefiskanlegget (Sam-rapport nr 3-2008).

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til utslippet fra settefiskanlegget Røyklibotn. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslippet fra settefiskanlegget. 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 (KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Aqua Kompetanse AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Neptun Settefisk AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS, og har foretatt miljøundersøkelser siden 1970. 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 i Røyklibotn, nord i Namsos kommune (figur 2.1 og 2.2). Det største dypet i Røyklibotn er 54 m og fjorden har en grunn terskel med et saldyp på 10 m og 100 m bredt innløp. Bassenget har relativt stor ferskvannstilførsel og munner ut i Blikkengfjorden, som er et terskelbasseng med to innløp, dypeste terskel på 12 m og et bassengdyp på 74 m. Fra Blikkengfjorden fører to smale sund på henholdsvis 10 og 12 km lengde ut til nærmeste terskelfrie basseng. Se figur 2.1.

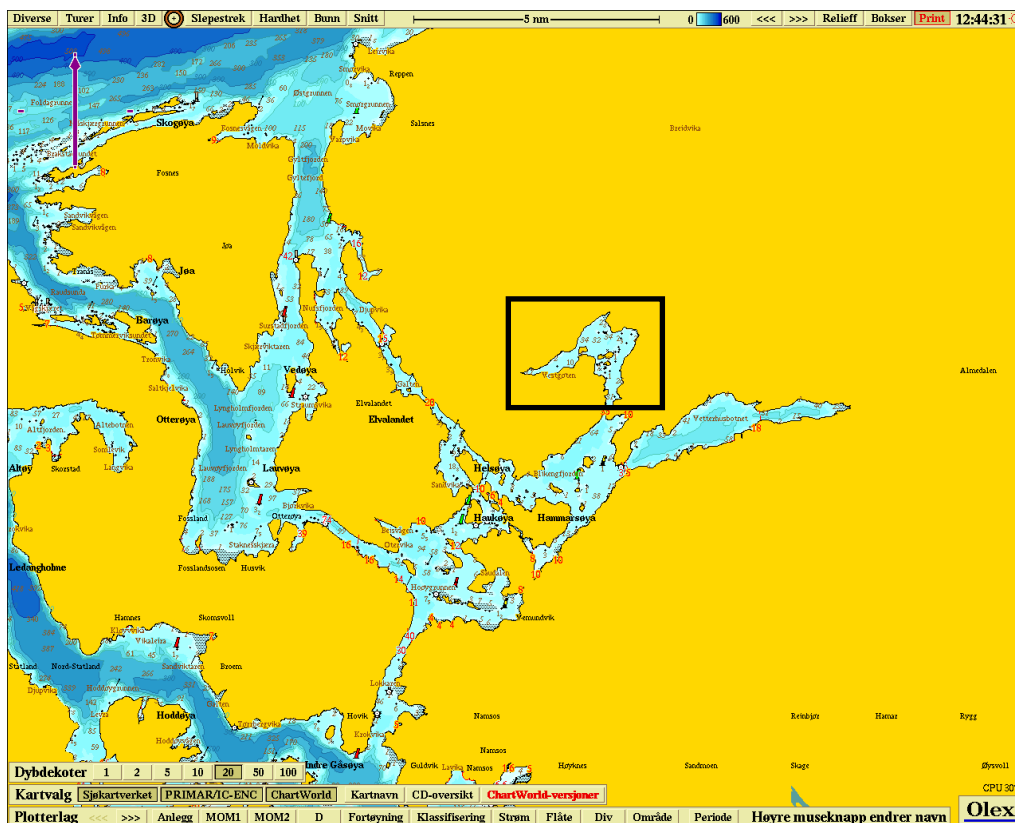
Det ble tatt prøver fra tre stasjoner i Røyklibotn. Disse stasjonenes beliggenhet er plassert i nærsonen til anleggets utslipp, i overgangssonen ved største dyp inne i Røyklibotn og i fjernsonen ved terskelområdet som knytter Røyklibotn og Blikkengfjorden sammen.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

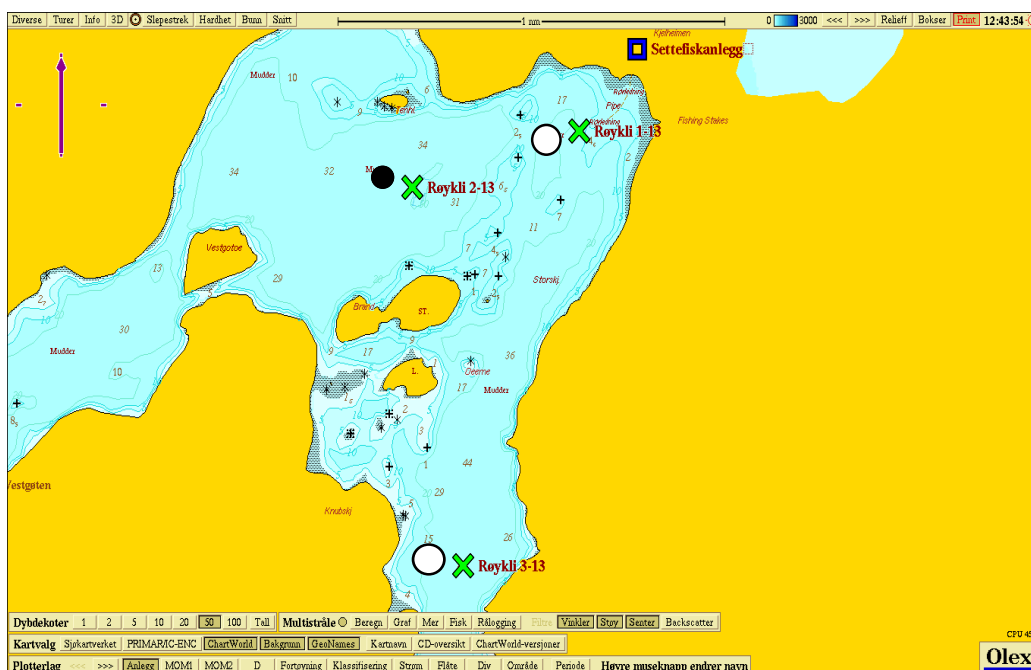
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble utført fra båten til Svein Sætervik den 16. mai, 2013. Det ble tatt prøver fra en stasjon i nærsonen like sør for utslippet til anlegget, en i dypet av fjorden (overgangssonen), og en stasjon cirka 1 nautisk mil sør for utslippet (fjernsonen). Prøvetakingen ved overgangssonestasjonen er tatt ved samme punkt som Røyklibotn 1 i undersøkelsen fra 2007 (SAM e-Rapport nr. 3-2008), mens nærstasjonen og fjernsonen er tatt ved nye koordinater og er derfor ikke sammenliknbare med eldre stasjoner. Feltarbeidet ble gjennomført av Vidar Strøm og Alexander Lindseth fra Aqua Kompetanse AS.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved hver stasjon på feltdagen 16. mai 2013. 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. Alle data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved settefiskanlegget i Røyklibotn, avmerket i svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2. Detaljsskisse 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 Røyklibotn i mai 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb (full grabb = 16,3 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Røykli1-13 16.05.13	Røyklibotn 64°36.800 N 11°37.317 Ø	11	1	6,4	Silt og skjellsand, lys grå sedimentfarge. Ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	5,4	Silt og leire, lys grå sedimentfarge. Ingen unormal lukt. Uttak til faunaprøver.
			3	-	Uttak til kjemisk/geologisk analyse.
Overgangs- sone Røykli2-13 16.05.13	Røyklibotn 64°36.673 N 11°36.313 Ø	54	1	16,3	Blåleire med normal lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Blåleire med normal lukt. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Blåleire med normal lukt. Uttak til kjemisk/geologisk analyse.
Fjernsone Røykli3-13 16.05.13	Røyklibotn 64°35.818 N 11°36.618 Ø	52	1	16,3	Leire, litt silt. Lys grå sedimentfarge og normal lukt. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Leire. Lys grå sedimentfarge og normal lukt. Uttak til faunaprøver.
			3	16,3	Leire. Lys grå sedimentfarge og normal lukt. Uttak til kjemisk/geologisk analyse.

2.2.1 Hydrografi

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

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% TOM) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser. Analysene ble gjennomført av Molab AS.

Analysene av kornfordelingen i sedimentet ble utført etter NS-9423. 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.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av de kjemiske parameterne. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 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 (KLIF) manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (tabell 2.2).

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

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i 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. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte Miljødirektoratets (KLIF) veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.2). 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 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al.*, 1997, Bakke *et. al.*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktorat-gruppen Vanddirektivet 2009. 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 O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	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 6°C

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m 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

Settefiskanlegget har en konsesjon på 2 500 000 stk sjødyktig smolt per år. I 2012 ble det produsert cirka 1,83 millioner smolt og utfôret 146 tonn. Settefiskanlegget har ett renset utslipp til Røyklibotn, plassert rett nord for stasjon Røykli 1-13 (se figur 2.2).

Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon ved lokaliteten siste 2 år.

	Utfôret mengde	Produsert mengde
2013	129 tonn (per 1/10)	1 268 099 stk smolt
2012	146 tonn	1 834 934 stk smolt

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Det ble utført målinger av temperatur, salinitet og oksygennivå på alle tre stasjonene 16. mai 2013, og resultatene er oppsummert i figur 3.1-3.6.

Ved prøvetakingsstasjonen Røykli1-13 avtar temperaturen fra 9 til 5 °C, mens saliniteten øker fra ca. 22 til 28 ‰ ned mot 16 meters dyp (se figur 3.1). Oksygenkonsentrasjonen øker til ca. 11 mg/l ned mot 4-5 meters dyp, for deretter å avta svakt til 10,5 mg/l ned mot 16 meters dyp. Metningen følger samme mønster (nedre felt figur 3.2).

Sjøtemperaturen ved overgangsstasjonen Røykli2-13 avtar fra 9 °C i overflaten og nedover de øverste 20 dybdemeterne, før den stabiliserer seg ved 3-4 °C videre nedover mot 47 meters dyp (se figur 3.3). Saltholdigheten øker fra 19 ‰ i overflaten til 33 ‰ nedover dypet. Figur 3.4 viser at overflatevannet ved denne prøvetakingsstasjonen holder en oksygenkonsentrasjon på ca. 10 mg/l, mens bunnvannet er omtrent oksygenfritt.

Fjernsonestasjonen (Røykli3-13) har også en sjøtemperatur som holder ca. 9 °C i overflatevannet, og som videre nedover dypet avtar mot 4 °C i bunnvannet. Saltholdigheten øker fra 19 ‰ i overflaten til ca. 30 ‰ nedover dypet (figur 3.5). Oksygennivået er høyt i hele vannsøylen mellom havoverflaten og havbunnen ved Røykli3-13. Fra overflaten øker oksygenkonsentrasjonen fra 8,7 til 10,5 mg O₂/liter sjøvann nedover mot 4-5 meters dyp, før den deretter avtar svakt mot 9,5 mg/l i bunnvannet (figur 3.6). Etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al., 97 (se tabell 2.2) får denne konsentrasjonen tilstandsklassen I 'Meget god' (med en omregningsfaktor på 1,42 gir 9,5 mg O₂/liter = 6,7 ml O₂/liter).

Avtagende temperatur og økende saltholdighet nedover vannsøylen er felles for alle tre prøvetakingsstasjonene i området ved dette settefiskanlegget, og representerer et ferskt overflatevann. Gode oksygenforhold i nærsonen og fjernsonen, mens overgangssonen er preget av oksygenfritt bunnvann.

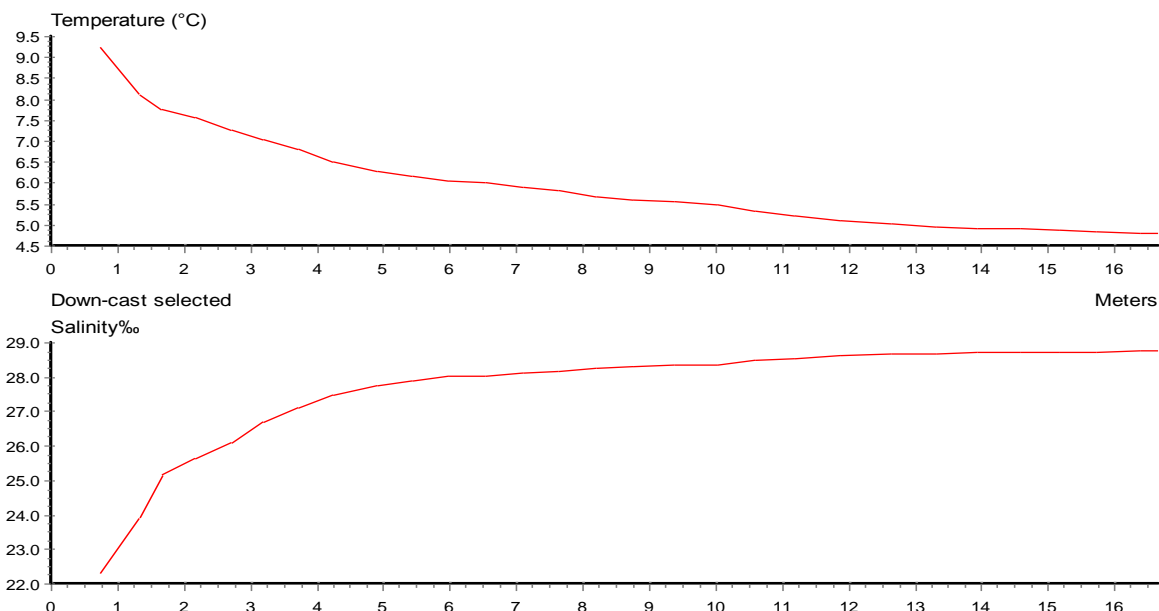
File name: Røyklibotnmai13SAL.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 3

SD204, Serial No: 1066, AP1013.25

Data displayed from: 16:07:42 - 16.May-13 (No. 797) To: 16:09:18 - 16.May-13 (No: 845)



Figur 3.1 Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 16 meters dyp på stasjon Røykli1-13 den 16. mai 2013.

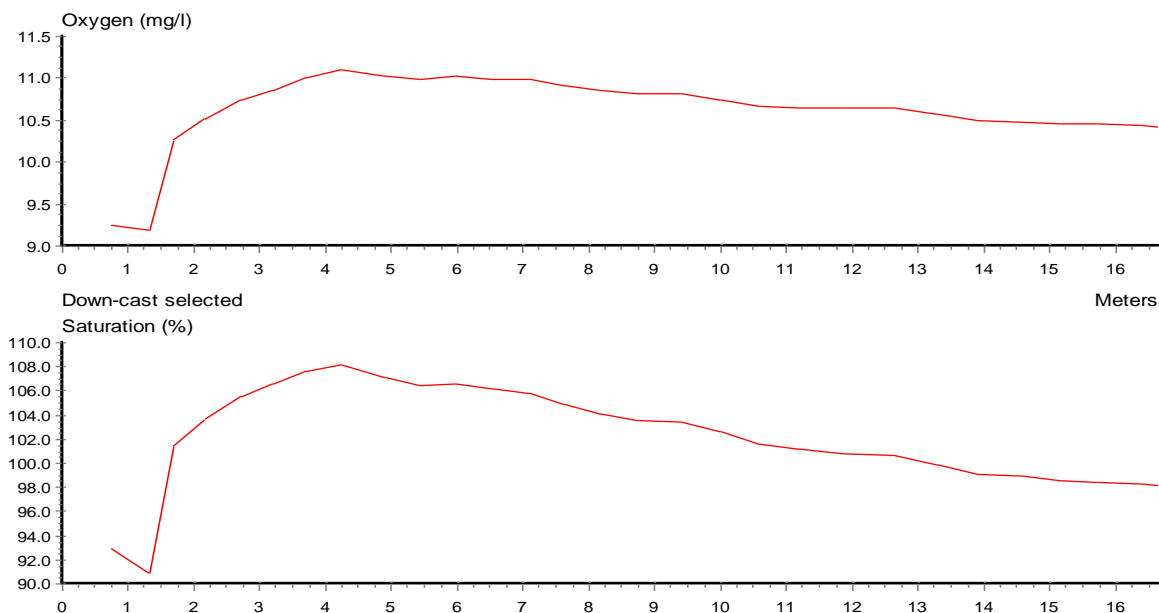
File name: Røyklibotnmai13SAL.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 3

SD204, Serial No: 1066, AP1013.25

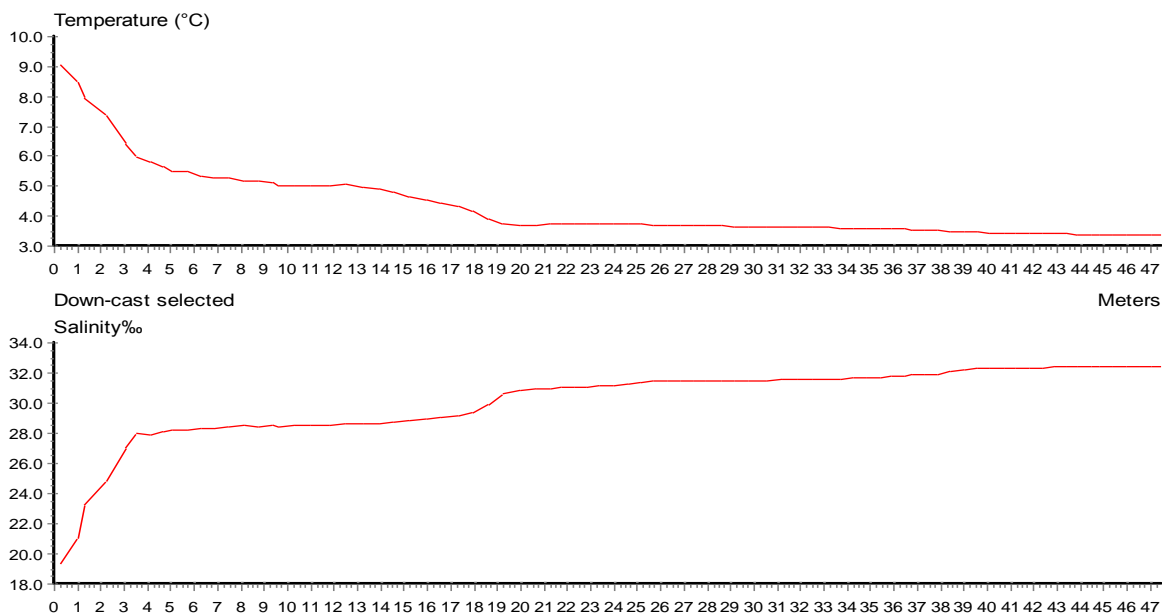
Data displayed from: 16:07:42 - 16.May-13 (No. 797) To: 16:09:18 - 16.May-13 (No: 845)



Figur 3.2 Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 16 meters dyp på stasjon Røykli1-13 den 16. mai 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

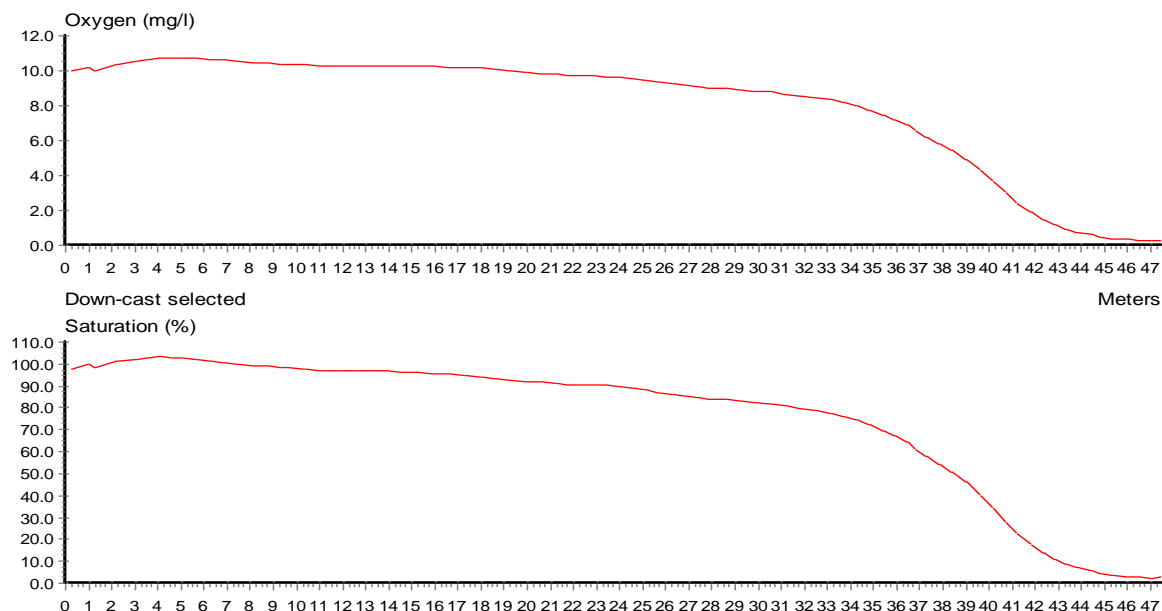
SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

File name: Røyklibotnmai13SAL.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 1066, AP1013.25
Data displayed from: 14:31:54 - 16.May-13 (No. 334) To: 14:36:30 - 16.May-13 (No: 472)



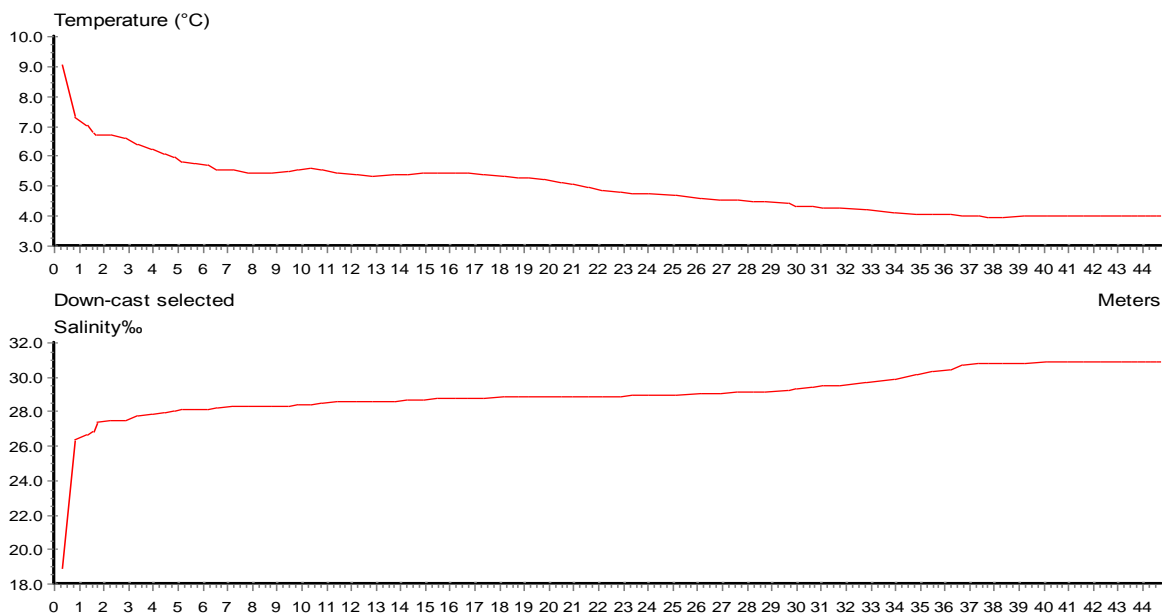
Figur 3.3 Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 47 meters dyp på stasjon Røykli2-13 den 16. mai 2013.

File name: Røyklibotnmai13SAL.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 1066, AP1013.25
Data displayed from: 14:31:54 - 16.May-13 (No. 334) To: 14:36:30 - 16.May-13 (No: 472)



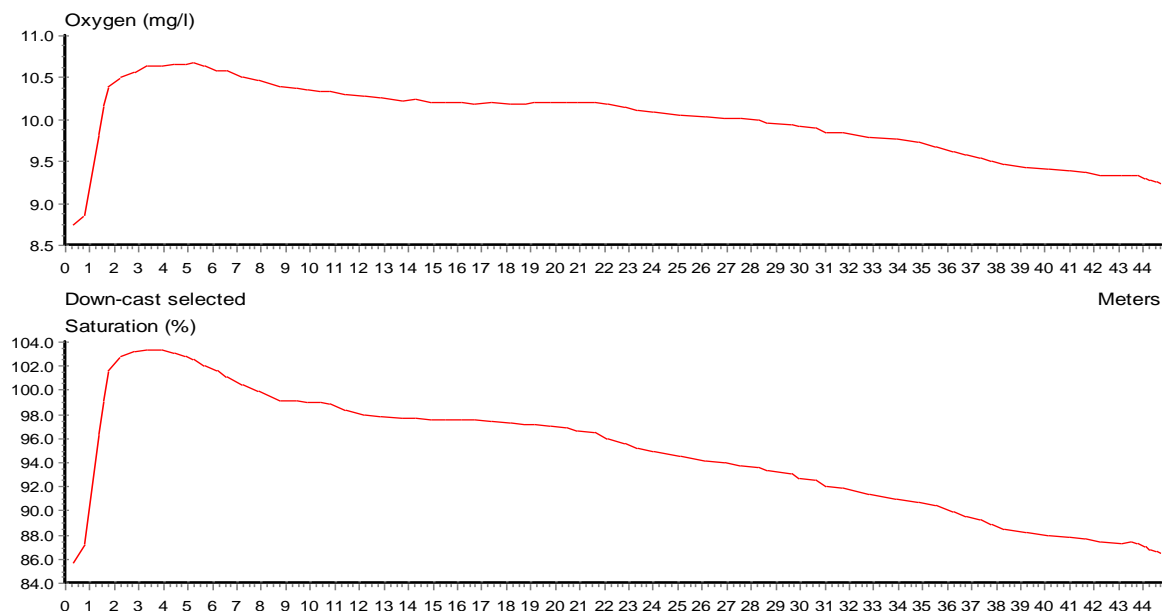
Figur 3.4 Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 44 meters dyp på stasjon Røykli2-13 den 16. mai 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

File name: Røyklibotnmai13SAL.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 1066, AP1013.25
 Data displayed from: 13:04:03 - 16.May-13 (No. 24) To: 13:08:29 - 16.May-13 (No: 157)



Figur 3.5 Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 44 meters dyp på stasjon Røykli3-13 den 16. mai 2013.

File name: Røyklibotnmai13SAL.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 1 SD204, Serial No: 1066, AP1013.25
 Data displayed from: 13:04:03 - 16.May-13 (No. 24) To: 13:08:29 - 16.May-13 (No: 157)



Figur 3.6 Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 44 meters dyp på stasjon Røykli3-13 den 16. mai 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO₂/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

3.2 Sediment

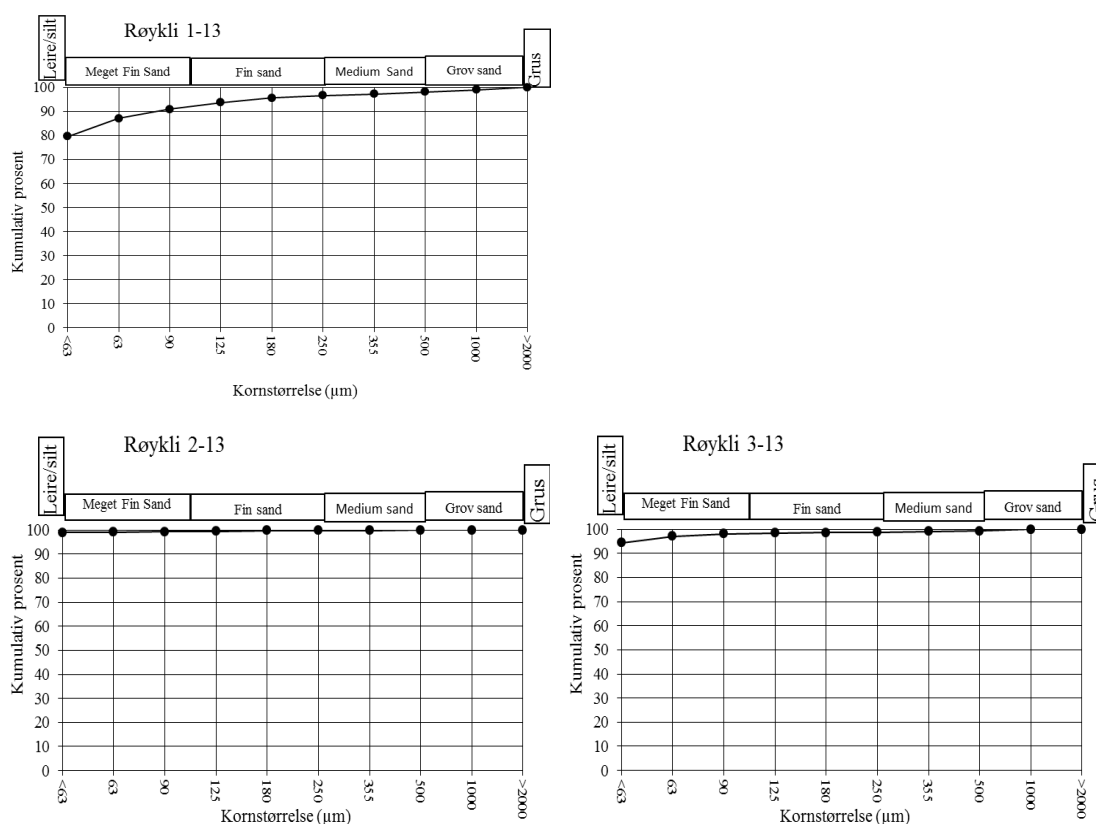
Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Røyklibotn er presentert i tabell 3.1 og figur 3.7.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM/glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Røyklibotn, mai 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Org. innhold (% TOM)	Median diam. MD Φ	Klassifisering	Kornstørrelsesfordeling (%)			Standardavvik SD Φ	Skjevhet Sk Φ	Kurtose K Φ
					Silt og leire	Sand	Grus			
Røykli 1-13	11	3.32	5.49	Silt og leire	79.6	19.5	1.0	1.72	-0.11	0.91
Røykli 2-13	54	7.97	5.98	Silt og leire	98.9	1.1	0.0	1.24	0.00	0.74
Røykli 3-13	52	5.79	5.88	Silt og leire	94.5	5.5	0.0	1.31	-0.01	0.75

Tabell 3.2. Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonene i Røyklibotn i 2007. Røykليا 1 ble tatt fra det dypeste punktet i Røyklibotn i 2007.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Røykليا 1	2007	51	9,88	44	55	100	0	0



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Røyklibotn, mai 2013.

I nærsjonen, Røykli1-13, dominerte leire og silt og utgjorde 79,6 % av sedimentet. De resterende 20,4 % bestod av 19,5 % sand og 1 % grus. Glødetapet var 3,32 %, og det tilsvarer et organisk innhold som er lavt.

Overgangssonen, Røykli2-13, ute i dypet av fjorden hadde også et finkornet sediment med 98,9 % leire og silt, og 1,1 % sand. Her var glødetapet 7,97 %. Sammenliknet med prøven fra 2007, er sediment-sammensetningen svært lik. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap er også relativt likt mellom de to årene, og er å betrakte som lavt.

Fjernstasjonen, Røykli3-13, hadde også et finkornet sediment bestående av 94,5 % leire og silt, mens det var 5,5 % sand og ingen grus. Glødetapet var 5,79 %, og er godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

3.3 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet ved Settefiskanlegget i Røyklibotn er vist i tabell 3.3 og Vedleggstabell 3, mens målt pH og E_h verdier i sedimentet er gitt i tabell 3.5.

3.3.1 Sedimentanalyser

For å benytte Miljødirektoratets (KLIF) tilstandsklasse på total organisk karbon (TOC), bør de målte verdiene normaliseres dvs. standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. 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).

Ved nærsjonestasjonen Røykli1-13 viste TOC et lavt nivå (tilstandsklassen I, 'Svært god'). Mengden fosfor er å betrakte som lav. Nivået av sink og kobber er også lavt og havner inn under tilstandsklassen I, som svarer til en meget god tilstand.

Kjemiprøven fra overgangssonestasjonen, Røykli2-13, viste et moderat TOC nivå (tilstandsklassen III, 'Mindre god'), og samsvarer med resultatene i 2007 (Tabell 3.4). Fosforkonsentrasjonen har gått ned siden 2007, og er fortsatt lav. Nivået av sink og kobber er også lavt og havner inn under tilstandsklassen II som svarer til en god tilstand, selv om dette er en noe dårligere situasjon sammenliknet med prøven fra samme stasjon i 2007.

Kjemiprøven fra fjernsonestasjonen Røykli3-13 viste et lavt nivå av TOC, noe som gav tilstandsklassen II ('God'). Det var lite fosfor i prøvematerialet. Nivået av sink og kobber var lavt (tilstandsklassen I, 'Svært god').

Tabell 3.3: Innholdet av undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) i mai 2013. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets (KLIF) klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Totalt organisk karbon mg/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Tørrstoff (TS) %
Røykli 1-13	920	75	I	15	I	13	16.7	I	59
Røykli 2-13	990	170	II	35	II	31	31.2	III	30.8
Røykli 3-13	940	130	I	27	I	23	24.0	II	44

Tabell 3.4. Resultater fra kjemiske analyser av sediment tatt fra Røyklia 1 i 2007. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har SFT's tilstandsklasser (TK) angitt etter SFT's klassifisering (Molvær *et al.* 1997).

Stasjon	Totalt Organisk Karbon (g/100g)	Norm- alisert TOC (mg/g)	TK	Fosfor, (g/kg TS)	Nitrogen- Kjeldahl (g/kg TS)	Sink (Zn) (mg/kg TS)	TK	Kobber (Cu) (mg/kg TS)	TK	Tørrstoff (TS) (%)
Røyklia 1	3,3	33	III	1,5	1,9	160	I-II	23	I	27,2

3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i vedlegg 4.

Målingen av pH viste nøytrale verdier i både nærsone, overgangssone og fjernsone. Det ble også registrert positivt redokspotensiale (E_h) i samtlige elektrokjemiske prøver. Alle tre stasjonene får beste tilstandsklasse, tilstand 1.

Tabell 3.5: 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 / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsonen	7,50	278	0	1
Overgangssone	7,77	86	1	1
Fjernsone	7,52	494	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i tabell 3.6-3.7, figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabell 1.

Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mai 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Røykli 1-13 ligger i lokalitetens nærsone sørvest for utslippspunkt på 11 meters dyp. Her ble funnet totalt 50 arter med til sammen 155 individer på 0,2 m². Dette gir en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 4,23 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 30,0. Indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) får henholdsvis verdiene 0,78 og 0,73. I følge MOM-standarden er diversitets-indeksene lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god). Artene på denne stasjonen hadde en svært jevn fordeling noe også den geometriske fordelingen viser. De mest tallrike artene på stasjonen er børstemarken *Pholoe baltica* og skjellet *Thyasira flexuosa* som begge utgjorde 11 % av det totale individtallet med 17 individer hver. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Galathowenia oculata* med 14 individer og 9 % av det totale individtallet. Blant de ti mest tallrike artene finner man ytterligere seks arter av børstemark og en sjøpølse.

Røykli 2-13 ligger i en dyphøl i anleggets overgangssone på 54 meters dyp sørvest for utslippet. Denne stasjonen ble kalt Røykli 1 i 2007. Historisk sett har denne stasjonen vært livløs og preget av oksygenvikt. Undersøkelser foretatt i 2007 viste at man hadde et moderat artsmangfold med 16 registrerte arter av gravende organismer. Årets undersøkelse viser derimot at man har fravær av dyr og et dødt samfunn. Kun et individ av en art (*Paramphinome jeffreysii*) ble funnet, og man har dermed for lite tallmateriale til å regne ut diversitetsindeksene (H' og ES_{100}) og indeksene som beskriver artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) for å klassifisere stasjonen. Etter MOM klassifiseringen vil denne stasjonen få Miljøtilstand 3. Slike forhold hører likevel til i dårligste tilstandsklasse.

Anleggets fjernstasjon, Røykli 3-13, ligger på 52 meters dyp ca. en nautisk mil sør for utslippet. Her ble det funnet i alt 650 individer fordelt på 59 arter. Diversiteten var relativt høy (H' : 3,49), noe som gav stasjonen tilstand II -God. Jevnheten indikerer en noe ujevn fordeling av individer innen de ulike artene og knekken på grafen for de geometriske klassene indikerer en viss miljøpåvirkning på denne stasjonen. De sammensatte indeksene (NQI1: 0,78 og NQI2: 0,68) indikerer derimot et godt artsmangfold (Tilstand I, Meget god). Blant de tolv mest individrike artene fantes det 11 arter av børstemark og en molluskart. De to mest individrike artene var børstemarkene *Maldane sarsi* (36 %) etterfulgt *Galathowenia oculata* (23 %). Disse to artene utgjør til sammen ca. 60 % av individene på stasjonen og preger dermed samfunnet på denne stasjonen. Alt i alt tyder resultatene på at var gode forhold på fjernstasjonen.

Både dendrogrammet (figur 3.10) og MDS-plottet (figur 3.9) viser at Røykli 3-13 (fjernstasjonen) skiller seg fra nærstasjonen. Dette gjenspeiler at man her har stasjoner på forskjellig dyp i tillegg til at artssammensetningen er forskjellig. Vi ser også at Røykli 2-13 skiller seg ut fra de andre (omtrent 0 % likhet) og gjenspeiler fraværet av dyr på stasjonen. De historiske dataene fra denne lokaliteten (Røyk1 1-07) har bare ca. 10 % likhet med Røyk2-13 Røyk3-13 (figur 3.10).

Tabell 3.6: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. MOM-tilstanden baseres på summen av to grabbhugg, mens de resterende indeksene baseres på gjennomsnitt. Firkant angir tallmateriale brukt i MOM klassifisering.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
Røykli 1-13	1	69	29	4.09	0.80	0.74	29	1.403		0.84	4.86	
	2	86	31	4.36	0.76	0.72	31	1.937		0.88	4.95	
	Sum	155	50	4.85			38.98			0.86	5.64	1
	Snitt	77.5	30	4.23	0.78	0.73	30.00	1.67	-	0.86	4.91	
Røykli 2-13	1	1	1	0.00	-	0.29	1	3		0.00	0.00	
	2	0	0	0.00	-	0.00	0	7		0.00	0.00	
	Sum	1	1	0.00			1			0.00	0.00	3/4
	Snitt	0.5	0.5	0.00	-	0.14	0.50	5	V	0.00	0.00	
Røykليا 1-07	1	163	12	2.30	0.57	0.49	9.673	2.833		0.64	3.58	
	3	150	12	2.41	0.55	0.48	10.91	3.102		0.67	3.58	
	Sum	313	16	2.40			10.58			0.60	4.00	2
	Snitt	156.5	12	2.36	0.56	0.48	10.29	2.968	III	0.66	3.58	
Røykli 3-13	1	282	41	3.36	0.80	0.69	24.24	1.317		0.63	5.36	
	2	368	48	3.62	0.77	0.67	26.04	1.792		0.65	5.58	
	Sum	650	59	3.64			25.89			0.62	5.88	-
	Snitt	325	44.5	3.49	0.78	0.68	25.14	1.555	I	0.64	5.47	

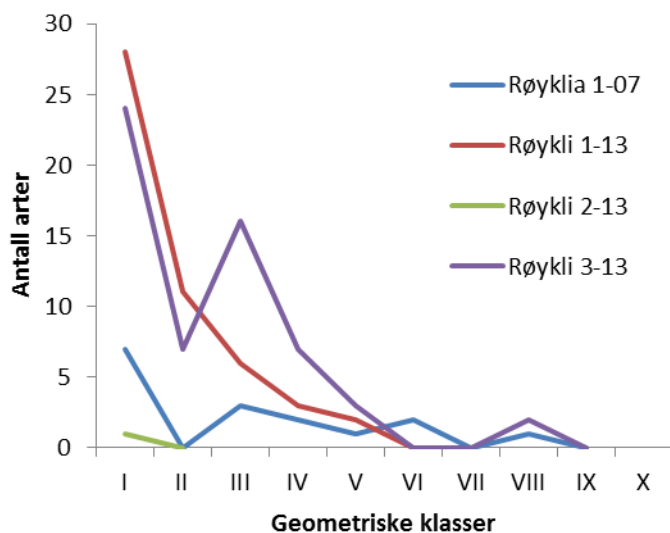
I – Meget god	II - God	III – Mindre god	IV – Dårlig	V – Meget dårlig
---------------	----------	------------------	-------------	------------------

Tabell 3.7: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

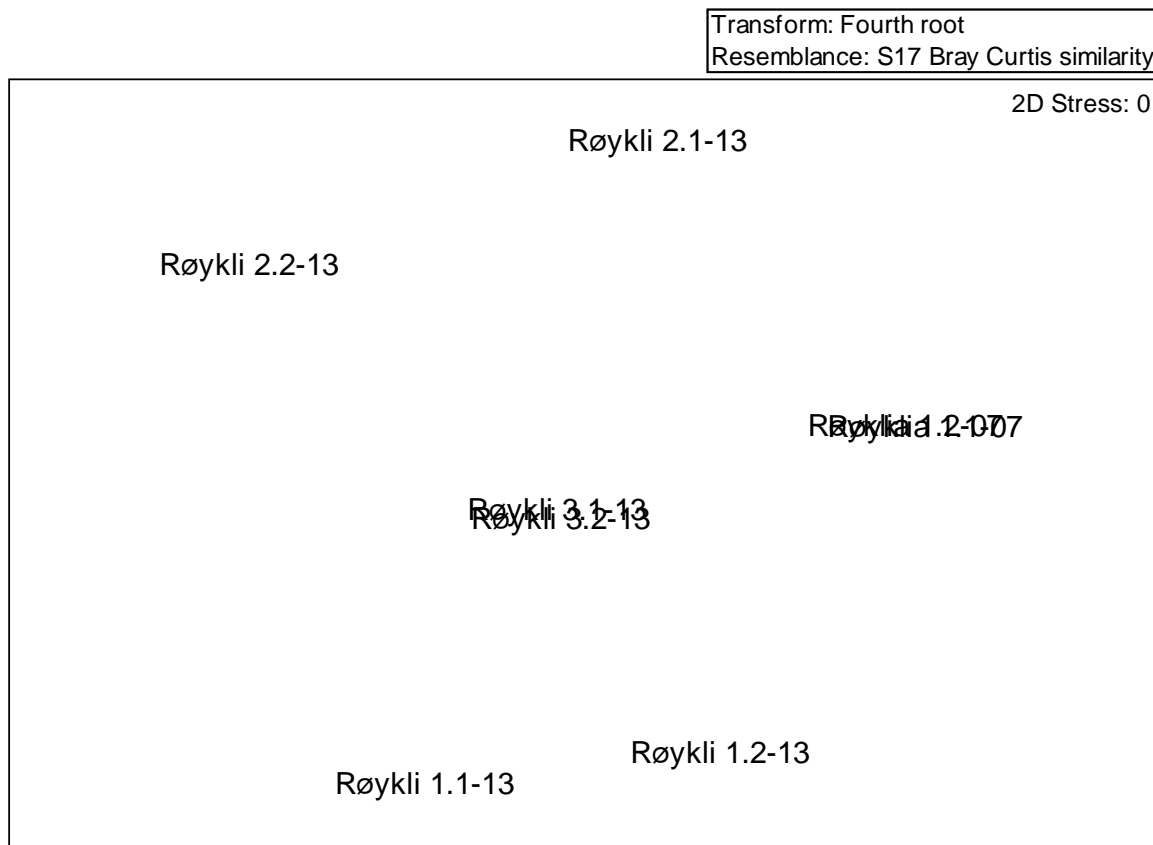
Røykli 1-13	Antall individ	0,2 m2 %	Kum. %	Røykli 3-13	Antall individ	0,2 m2 %	Kum. %
<i>Pholoe baltica</i>	17	11.0	11.0	<i>Maldane sarsi</i>	235	36.2	36.2
<i>Thyasira flexuosa</i>	17	11.0	21.9	<i>Galathowenia oculata</i>	150	23.1	59.2
<i>Galathowenia oculata</i>	14	9.0	31.0	<i>Levinsenia gracilis</i>	25	3.8	63.1
<i>Goniada maculata</i>	13	8.4	39.4	<i>Chaetozone sp.</i>	21	3.2	66.3
<i>Rhodine gracilor</i>	10	6.5	45.8	<i>Polydora sp.</i>	17	2.6	68.9
<i>Synaptidae indet.</i>	6	3.9	49.7	<i>Diplocirrus glaucus</i>	15	2.3	71.2
<i>Diplocirrus glaucus</i>	5	3.2	52.9	<i>Pholoe baltica</i>	13	2.0	73.2
<i>Glycera alba</i>	5	3.2	56.1	<i>Tellimya ferruginosa</i>	13	2.0	75.2
<i>Chirimia biceps</i>	5	3.2	59.4	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	9	1.4	76.6
<i>Trichobranthus roseus</i>	5	3.2	62.6	<i>Heteromastus filiformis</i>	9	1.4	78.0
				<i>Terebellides stroemi</i>	9	1.4	79.4
				<i>Artacama proboscidea</i>	9	1.4	80.8

Røykli 2-13	Antall individ	0,2 m2 %	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1	100	100

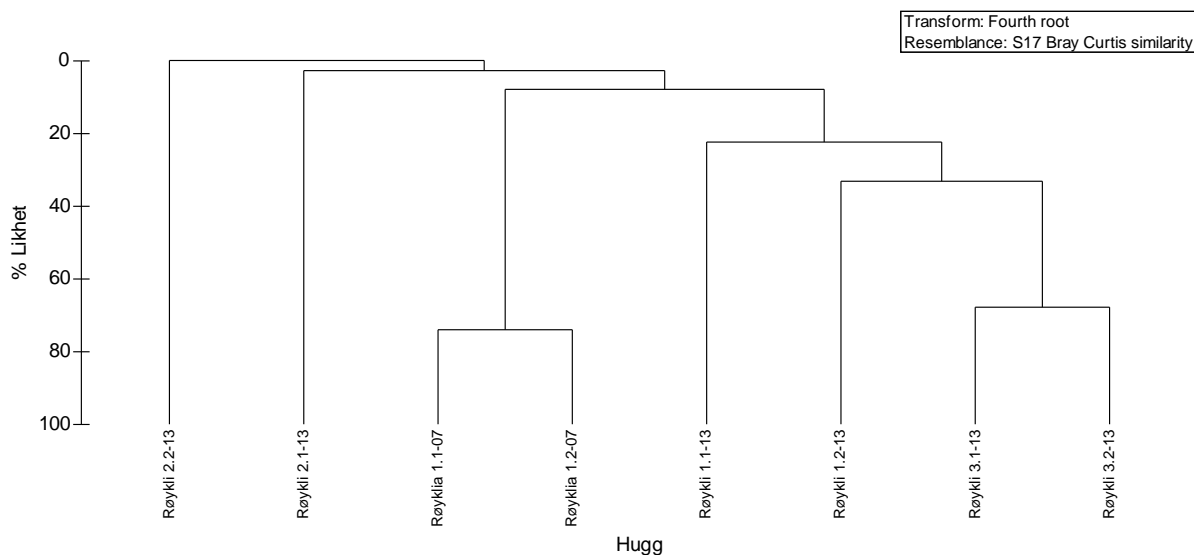
Røykليا 1-07	Antall individ	0,2 m2 %	Kum. %
<i>Chaetozone sp.</i>	150	47.9	47.9
<i>Sabellides borealis</i>	55	17.6	65.5
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	42	13.4	78.9
<i>Ophelina acuminata</i>	22	7.0	85.9
<i>Euchone cf. papillosa</i>	15	4.8	90.7
<i>Thyasira sarsii</i>	10	3.2	93.9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	4	1.3	95.2
<i>Nephtys ciliata</i>	4	1.3	96.5
<i>Polynoidae indet.</i>	4	1.3	97.8
<i>Glycera alba</i>	1	0.3	98.1
<i>Eteone longa</i>	1	0.3	98.4
<i>Thyasira equalis</i>	1	0.3	98.7
<i>Polydora sp.</i>	1	0.3	99.0
<i>Cossura longocirrata</i>	1	0.3	99.4
<i>Glycera lapidum</i>	1	0.3	99.7
<i>Delectopecten vitreus</i>	1	0.3	100.0



Figur 3.8: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.



Figur 3.9: MDS plot på hugg-nivå for Røykli 1-13, Røykli 3-13, Røykli 2-13 og Røyklla 1-07. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.10: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i mai 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom Røykli 1-13, Røykli 3-13, Røykli 2-13 og Røyklla 1-07

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av de marine miljøforholdene ved settefiskanlegget Røyklibotn i Blikkengfjorden, Namsos kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 16. mai 2013. Det ble registrert hydrografi og samlet bunnprøver ved tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen i dypet av fjorden og en i fjernsonen.

De hydrografiske målingene avdekte varmere og ferskere vannmasser i overflaten ved settefiskanlegget, med henholdsvis 9 °C og 19-20 ‰. Temperaturen avtar og saltholdigheten øker nedover vannsøylen, og disse hydrografiske parameterne har verdier rundt 4 °C og 30-32 ‰ i dypere vannmasser. Oksygenkonsentrasjonen er generelt høy i nærsonen og fjernsonen med verdier rundt 9-11 mg O₂/liter sjøvann ved alle dyp. I overgangssonen, i dypet av fjorden, er oksygenforholdene gode i de øverste vannmassene, mens bunnvannet nærmest er oksygenfritt ved denne prøvetakingsstasjonen. Etter Miljødirektoratets (KLIF) klassifisering (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), får oksygenforholdene ved lokaliteten tilstandsklassen 'svært god', bortsett fra bunnvannet i det indre bassenget, overgangssonen med tilstandsklassen 'svært dårlig'.

Den geologiske undersøkelsen av prøvematerialet viste en sedimentsammensetning hvor silt og leire dominerte ved alle prøvetakingsstasjonene, samt at det også ble registrert noe sand. De kjemiske analysene viste lavt nivå av sink og kobber (tilstandsklassene 'meget god' og 'god'), samt fosfor. TOC-parameteren (total organisk karbon) var lav-moderat og hadde, etter Miljødirektoratets klassifisering, tilstandsklassene 'svært god' i nærsonen, 'mindre god' i overgangssonen og 'god' i fjernsonen. Hvorvidt TOC-tilstanden er en naturtilstand eller en årsak av påvirkning fra oppdrettsanlegget, er det vanskelig å konkludere noe sikkert om. Tidligere MOM C-undersøkelser har vist at parameteren TOC kan klassifisere til dårlig tilstand selv i upåvirkede marine områder (O.K. Sandnes, 2004).

Bunndyrsundersøkelsen viser en meget god miljøtilstand ved nærsonestasjonen, med en svært jevn artsfordeling. Også i fjernsonen, tyder resultatene på at det alt i alt er gode forhold. Forholdene ved overgangsstasjonen hører til i dårligste tilstandsklasse, med fravær av dyr og et dødt samfunn. Historisk har denne stasjonen vært preget av livløshet og oksygenfritt

bunnvann. I 2007 ble det registrert et moderat arts mangfold, men undersøkelsen i 2013 viste at forholdene er tilbake til dårligste tilstand. Forholdene i områdene rundt er fortsatt gode, noe som også var tilfellet i 2007 (SAM-rapport nr 3-2008), og dette kan tyde på at de dårlige forholdene begrenses til den dypeste gryta også denne gangen. Sannsynligvis er gryta periodevis preget av oksygenmangel ved bunnen fra naturens side, noe som er observert i flere basseng i regionen (Sandnes 2004). Av denne grunn bør man være forsiktig med å konkludere med at settefiskanlegget er årsak til miljøtilstanden i gryta. De gode forholdene i nærsonen og fjernsonen underbygger også dette.

Prøvetakingsstasjonene ligger innenfor en terskel, og ofte har terskelfjorder redusert resipientkapasitet. Vannutskiftningsfrekvensen kan i slike systemer være liten, og intervallet mellom utskiftningene varierer fra fjord til fjord. Parameterne som styrer dette er blant annet strømforholdene og bunntopografien, og helheten vil være unik for hver fjord. Resultatet er at terskelfjorder kan ha oksygenfritt bunnvann som naturlig tilstand, og dette begrenser resipientkapasiteten i forhold til utslipp fra anlegg.

På bakgrunn av denne undersøkelsen kan man konkludere med gode bentiske miljøforhold i nærsonen og fjernsonen, med henholdsvis en jevn artsfordeling og et bra arts mangfold, samt oksygenrikt bunnvann. I resultatene fra overgangssonen ser man en negativ utvikling i både hydrografiske målinger og bunnfauna. Sammenlignet med miljøundersøkelsen gjennomført ved overgangssonestasjonen i 2007, ser man en situasjon preget av oksygenfritt vann og et dødt bunnsamfunn.

5 TAKK

Vi takker Svein Sætervik for god hjelp og hyggelig tokt om bord på hans båt. På toktet deltok Vidar Strøm og Alexander Lindseth fra Aqua Kompetanse AS. Bunnprøvene ble sortert av Ingrida Petrauskaite og Ragna Tveiten, SAM-Marin. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad, 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 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Salmer M. P., Sandnes O. K. og Johansen P-O. 2007. Marin miljøundersøkelse i Røyklibotn, Namsos kommune i 2007. SAM e-Rapport nr. 3-2008
- Sandnes, O.K., P. Andersen, Ø.Strøm. 2003. Namsos kommune, Miljøundersøkelser i Røyklibotn og Vetterhusbotn, 30.11.01 og 15.01.02. *Rapport fra Aqua Kompetanse AS*, nr 3-9-2. 20s.
- Sandnes, O.K. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (AquaKompetanse AS rapp.) 60 s.
- Sandnes, O. 2004. Rapport fra resipientundersøkelser i Lauvsneselva 2002-2003. *Rapport fra Aqua Kompetanse AS*.
- Vassenden, G. 2001. Undersøkelse av miljøforholdene i Svesfjorden (indre og ytre) Follafjorden, Vetterhusbotten, og Røyklibotten. *Notat frå UNIFOB-Seksjon for anvendt miljøforskning*. 18 s.

7 VEDLEGG

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.

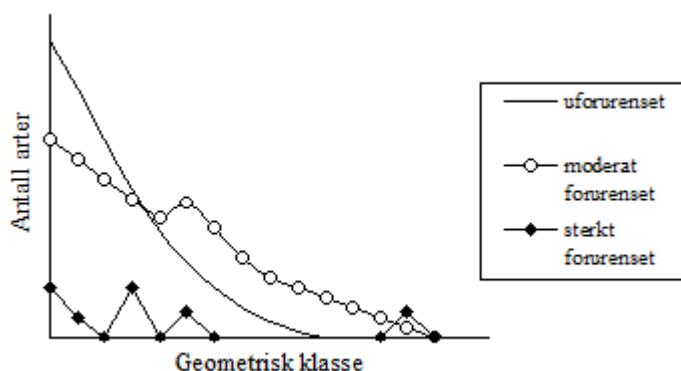
Geometriske klasser

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 topper og nullverdier (Figur v1)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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

**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurensset, moderat forurensset og for et sterkt forurensset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet (tidligere KLIF) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

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.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

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

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

Ømfintlighet

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formlene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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 01:2009*:

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

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

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og 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	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
bløtbunnsfauna	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Multivariate analyser

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

Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

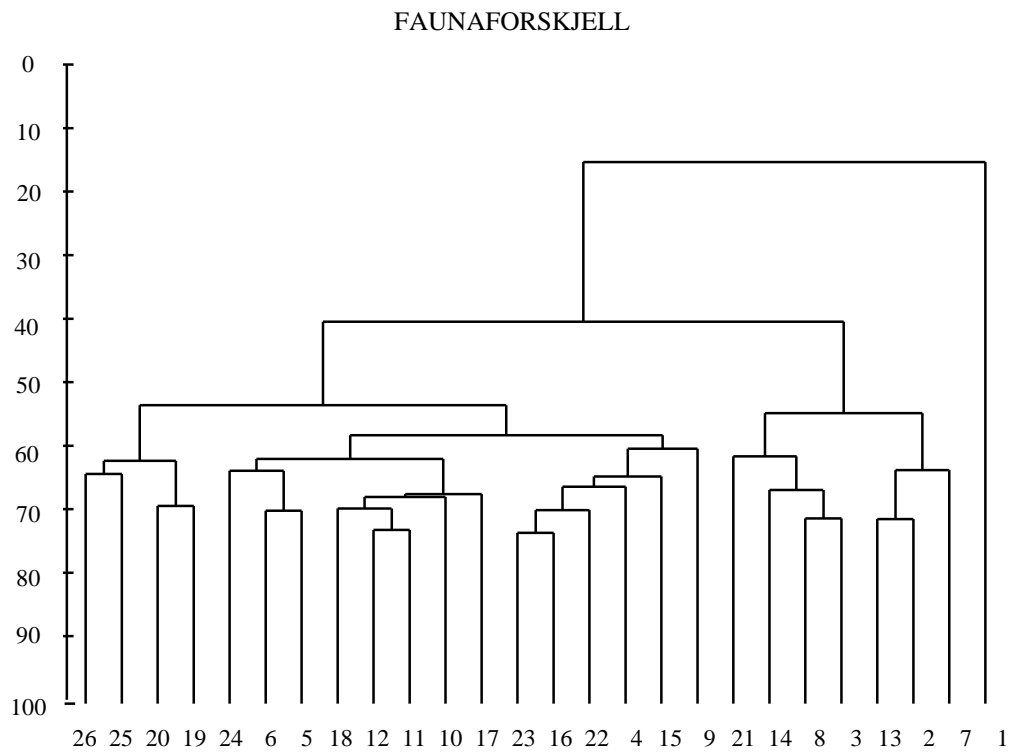
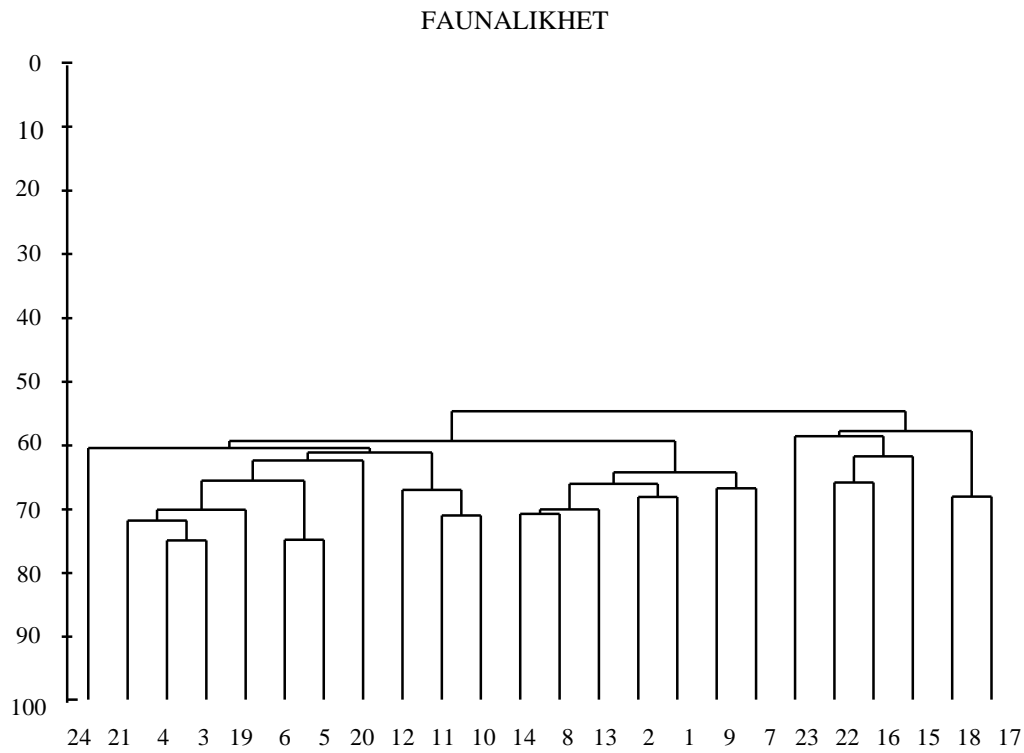
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på

stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon, $> 0,3$ plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

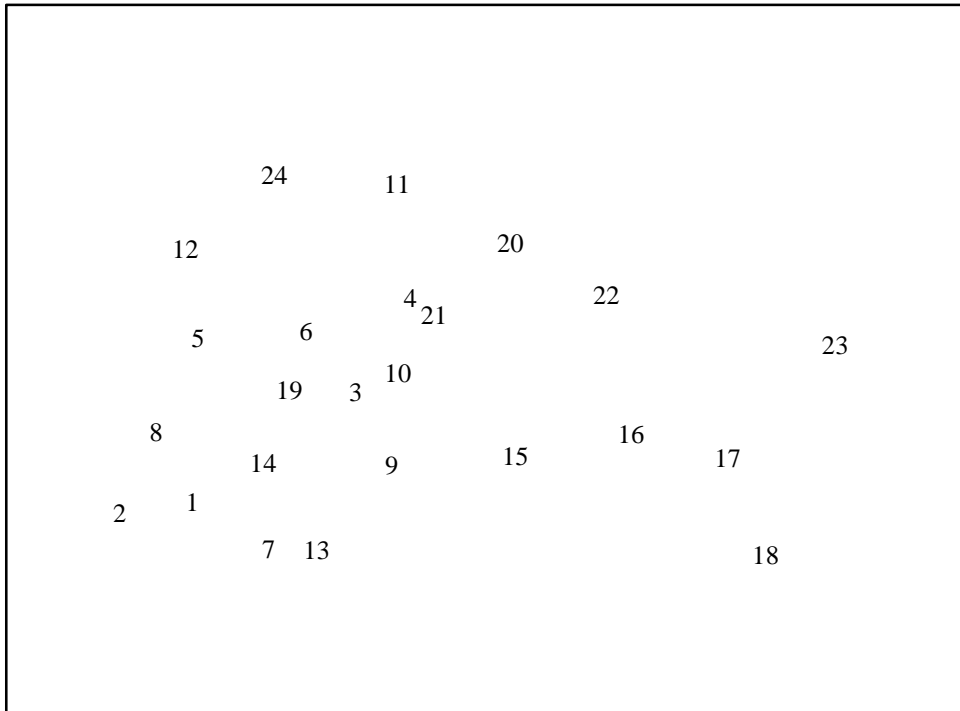
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

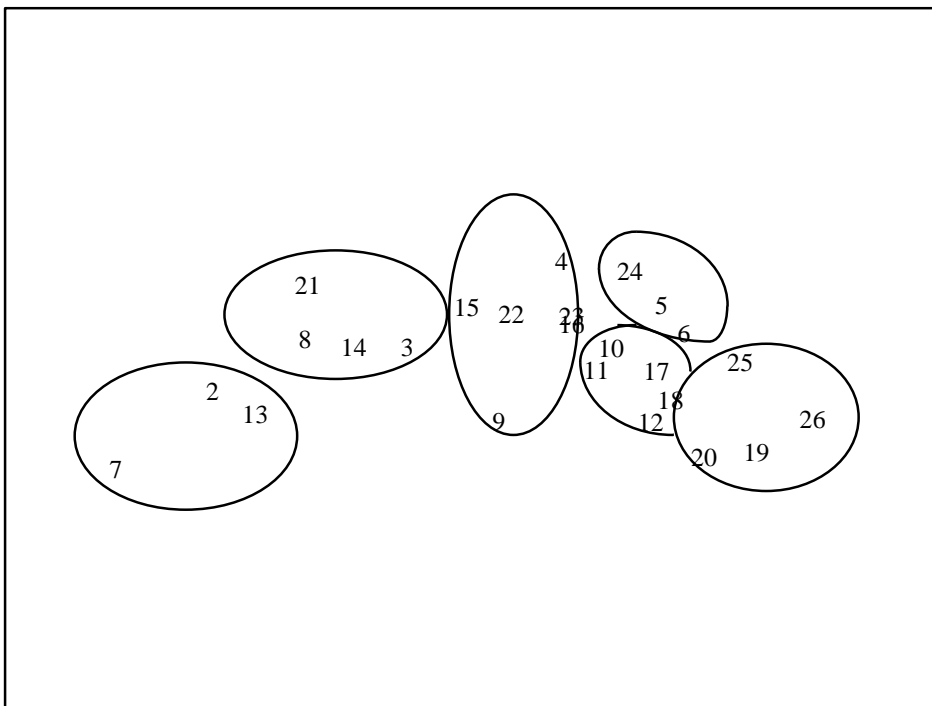


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

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

Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



Test 157

Oppdragsgiver (navn og adresse): Neptun Settefisk AS, 7800 Namsos
Prosjekt nr.: 807535
Prøvetakingssted (område): Røyklibotn
Dato for prøvetaking: 16.5.2013
Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: nei.
Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

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

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

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	Stasjon:	Røykli 1	Røykli 1	Røykli 2	Røykli 2	Røykli 3	Røykli 3
	Dato:	16.5.13	16.5.13	16.5.13	16.5.13	16.5.13	16.5.13
	Dyp:	11 m	11 m	54 m	54 m	52 m	52 m
Arter	Hugg:	1	2	1	2	1	2
* HYDROZOA							
* ANTHOZOA							
<i>Cerianthus lloydii</i>						0/1	
Actinaria indet.		1	1				
* NEMERTINI indet.			3			5	9
* NEMATODA indet.						2	1
POLYCHAETA							
<i>Paramphinome jeffreysii</i>				1		1	8
<i>Bylgides</i> sp.						2	2
<i>Pholoe baltica</i>		10	7			6	7
<i>Pholoe pallida</i>							1
<i>Eteone barbata</i>						1	
<i>Eteone longa</i>			1				
<i>Nereimyra punctata</i>			1				
<i>Nereimyra</i> cf. <i>woodsholea</i>						1	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>			1				1
<i>Glypohesione klatti</i>							5/1
Syllidae indet.			1				
<i>Exogone</i> sp.							2
<i>Ceratocephale loveni</i>						1/1	2/3
<i>Nephtys incisa</i>			0/1			0/1	1
<i>Sphaerodoropsis philippi</i>			1				
<i>Sphaerodorum flavum</i>						0/1	
<i>Glycera alba</i>			1/4				1
<i>Goniada maculata</i>		4/3	2/4			1/2	0/1
Lumbrineridae indet.		1				1	3
<i>Scoloplos armiger</i>		1					
<i>Polydora</i> sp.						2	15
<i>Prionospio cirrifera</i>							1
<i>Prionospio fallax</i>		1					
<i>Scolecopsis korsuni</i>			1				
<i>Spiophanes kroyeri</i>						2/2	
<i>Apistobranchus tullbergi</i>						1	
<i>Trochochaeta multisetosa</i>						1	
<i>Aricidea</i> sp.							1
<i>Levinsenia gracilis</i>			1			14	11
<i>Paraonis</i> sp.			4			1	4
<i>Aphelochaeta</i> sp.			1				1
<i>Chaetozone</i> sp.			2			9	12
<i>Cirratulus cirratus</i>		1	2				
<i>Diplocirrus glaucus</i>			4/1			5/1	6/3
<i>Pherusa plumosa</i>		1					
<i>Polyphysia crassa</i>							1
<i>Scalibregma inflatum</i>							0/1
<i>Heteromastus filiformis</i>						3	6
<i>Chirimia biceps</i>			0/5				
<i>Maldane sarsi</i>						124	111
<i>Rhodine gracilor</i>		1	9			2	4
Maldanidae indet.		1					
<i>Galathowenia oculata</i>			14			45	105
<i>Pectinaria koreni</i>						0/1	
<i>Anobothrus gracilis</i>						0/3	0/4
<i>Melinna cristata</i>						0/2	1/2
Terebellidae indet.			1				
<i>Artacama proboscidea</i>						2/3	2/2

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Arter	Stasjon: Dato: Dyp: Hugg:	Røykli 1 16.5.13 11 m 1	Røykli 1 16.5.13 11 m 2	Røykli 2 16.5.13 54 m 1	Røykli 2 16.5.13 54 m 2	Røykli 3 16.5.13 52 m 1	Røykli 3 16.5.13 52 m 2
<i>Polycirrus norvegicus</i>			0/1				
<i>Amaeana trilobata</i>							1
<i>Trichobranchus roseus</i>		3	1/1			1	4
<i>Terebellides stroemi</i>						4/1	4
Sabellidae indet.						1	3
<i>Jasmineira</i> sp.			1				
SIPUNCULA							
<i>Phascolion strombus</i>		1	1/1				
CRUSTACEA							
* <i>Philomedes globosus</i>			1				
<i>Leucon</i> sp.						3	2
<i>Eudorella emarginata</i>							1
<i>Eudorella truncatula</i>		1					
<i>Campylaspis rubicunda</i>						1	
* Amphipoda indet.		4	3				1
* Caprellidae indet.			2				
* PYCNOGONIDA indet.			1				
MOLLUSCA							
Caudofoveata indet.		1					1
<i>Tonicella rubra</i>		0/2					
<i>Ischnochiton albus</i>		2					
<i>Tectura virginea</i>		2/1					
<i>Philine scabra</i>			1			1	1
<i>Ennucula tenuis</i>		2					
<i>Nuculana permula</i>							1
<i>Modiolus modiolus</i>		1	1				
<i>Thyasira flexuosa</i>		2/14	1				
<i>Thyasira equalis</i>						3	3
<i>Mendicula feruginosa</i>							2
<i>Tellimya ferruginosa</i>						12/1	
<i>Kurtiella tumidula</i>							1
<i>Astarte montagui</i>		0/3					
<i>Astarte</i> sp.							1
<i>Parvicardium minimum</i>		0/1				1/1	4/1
<i>Parvicardium pinnulatum</i>		1					
<i>Abra nitida</i>			2				
<i>Arctica islandica</i>		0/1					
<i>Mya</i> sp.		0/1					
<i>Corbula gibba</i>						5	2
<i>Thracia convexa</i>		0/1					
ECHINODERMATA							
<i>Ctenodiscus crispatus</i>						0/1	1
<i>Amphiura chiajei</i>						1	1
<i>Amphiura filiformis</i>						1	2
<i>Ophiura albida</i>		1					
<i>Ophiura ophiura</i>			1				
Echinoidea indet.		0/1					
* Spatangoida indet.						+	
HOLOTUROIDEA							
Synaptidae indet.		2	4				1
ENTEROPNEUSTA indet.						1	
* CHAETOGNATHA indet.							
CHORDATA							
* Egg (fra diverse arter)							1
* Fiske Egg					1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

	Stasjon:	Røyklia 1	Røyklia 1
	Dato:	26.9.07	26.9.07
	Dyp:		
Arter	Hugg:	1	3
* HYDROZOA			
POLYCHAETA			
<i>Paramphinome jeffreysii</i>			4
<i>Polynoidae indet.</i>	1		3
<i>Eteone longa</i>			1
<i>Nephtys ciliata</i>	0/1		0/3
<i>Glycera alba</i>			1
<i>Glycera lapidum</i>	1		
<i>Polydora</i> sp.			1
<i>Chaetozone</i> sp.	76		74
<i>Cossura longocirrata</i>	1		
<i>Ophelina acuminata</i>	10		12
<i>Sabellides borealis</i>	31		23/1
<i>Euchone</i> cf. <i>papillosa</i>	9/1		5
CRUSTACEA			
* Amphipoda indet.			1
MOLLUSCA			
<i>Delectopecten vitreus</i>	0/1		
<i>Thyasira sarsii</i>	1/4		4/1
<i>Thyasira equalis</i>	0/1		
ECHINODERMATA			
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	0/25		0/17
* CHAETOGNATHA indet.	2		

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometriske klasser	Røyklia 1-07	Røykli 1-13	Røykli 2-13	Røykli 3-13
I	7	28	1	24
II	0	11	0	7
III	3	6		16
IV	2	3		7
V	1	2		3
VI	2	0		0
VII	0			0
VIII	1			2
IX	0			0
X				

Vedleggstabell 3. Analysebevis

Eurofins Environment Testing Norway AS



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-13-MX-001281-01



EUNOBE-00006663

Prøvemottak: 23.05.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 23.05.2013-05.06.2013
Referanse: 807535 /32/13

ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 920	mg/kg tv	a) 990	mg/kg tv	a) 940	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 15	mg/kg tv	a) 35	mg/kg tv	a) 27	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 75	mg/kg tv	a) 170	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 13	mg/kg tv	a) 31	mg/kg tv	a) 23	mg/kg tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 59	% (w/w)	a) 30.8	% (w/w)	a) 44	% (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 05.06.2013

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)



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

MoLab AS

		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		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		RAPPORT Sedimentprøver Røykli		
		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		50990	2	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-17312	08.07.2013	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:		Ansvarlig signatur:
1	611101	Terje Kolberg/Eli Ellingsen		Eli Ellingsen

Prøver mottatt dato: 19.06.2013

RESULTATER

Prøve merket:			Røykli 1-13	Røykli 2-13	Røykli 3-13		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA-080652	KA-080653	KA-080654		
TOM (550 °C)	%	04.07.13	3,48	8,27	6,13		

Kornfordeling

Analysedato: 21.06.13

Røykli 1-13	KA-080652							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
2000	-1	0,11	1,0	1,0	MdΦ	Silt og leire	79,6	
1000	0	0,11	1,0	1,9	5,49	Sand	19,5	
500	1	0,10	0,9	2,8		Grus	1,0	
355	1,5	0,07	0,6	3,4	SdΦ			
250	2	0,12	1,0	4,5	1,72			
180	2,5	0,22	1,9	6,4				
125	3	0,31	2,7	9,1	SkΦ			
90	3,5	0,43	3,8	12,8	-0,11			
63	4	0,87	7,6	20,4				
<63	8	9,10	79,6	100,0	KΦ			
		11,44	100,0		0,91			

Prøveresultatene 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.



Røykli 2-13	KA-080653	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
Diameter(µm)								
2000	-1	0,00	0,0	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	98,9
1000	0	0,00	0,0	0,0	0,0		Sand	1,1
500	1	0,01	0,2	0,2	0,2		Grus	0,0
355	1,5	0,00	0,0	0,2	0,2	SdΦ		
250	2	0,00	0,0	0,2	0,2		1,24	
180	2,5	0,01	0,2	0,4	0,4			
125	3	0,01	0,2	0,6	0,6	SkΦ		
90	3,5	0,01	0,2	0,8	0,8		0,00	
63	4	0,01	0,2	1,1	1,1			
<63	8	4,67	98,9	100,0	100,0	KΦ		
		4,72	100,0				0,74	

Røykli 3-13	KA-080654	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
Diameter(µm)								
2000	-1	0,00	0,0	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	94,5
1000	0	0,04	0,7	0,7	0,7		Sand	5,5
500	1	0,01	0,2	0,9	0,9		Grus	0,0
355	1,5	0,01	0,2	1,1	1,1	SdΦ		
250	2	0,01	0,2	1,3	1,3		1,31	
180	2,5	0,01	0,2	1,5	1,5			
125	3	0,02	0,4	1,8	1,8	SkΦ		
90	3,5	0,06	1,1	2,9	2,9		-0,01	
63	4	0,14	2,6	5,5	5,5			
<63	8	5,13	94,5	100,0	100,0	KΦ		
		5,43	100,0				0,75	

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	NS-9423	A	10	-	%

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

ANMERKNINGER

Prøveresultatene 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.

Vedlegg 4. MOMB-parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Neptun Settefisk

Dato: 16. mai 2013

Lokalitet: Røyklibotn

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks		
			Røykli 1	Røykli 2	Røykli 3							
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	1	0							0.3
I	Tilstand (Gruppe I)		A									
II	pH	verdi	7.5	7.77	7.52							
	E _h (mv)	verdi	13	-179	229							
		+ ref. verdi	278	86	494							
	pH/E _h	fra figur	0	1	0							0.3
	Tilstand, prøve		1	1	1							
	Tilstand, gruppe II		1									
			Buffer temp: 14		Temp sjø: 8.3		Temp sediment: 8.3					
			pH sjø: 8.14		Eh sjø: 135mV		Ref. elektrode: 265					
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):												
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0							
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0							
		Brun/Sort = 2										
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0							
		Noe = 2										
		Sterk = 4										
	Konsistens	Fast = 0			0							
		Myk = 2	2	2								
		Løs = 4										
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0										
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1									
		v ≥ 3/4 = 2		2	2							
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
2 - 8 cm = 1												
t ≥ 8 cm = 2												
SUM			3	4	2							
Korrigert sum (*0,22)			0.66	0.88	0.44							0.7
Tilstand prøve			1	1	1							
Tilstand gruppe III			1									
Middelverdi gruppe II og III			0.33	0.94	0.22							0.5
Tilstand gruppe II og III			1									
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand											
	< 1,1	1										
	1,1 - < 2,1	2										
	2,1 - < 3,1	3										
	≥ 3,1	4										
			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: 10/9-13
dato

SHJ
Sign.

[Signature]
Sign.

SAM-Marin og Aqua Kompetanse AS

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Neptun Settefisk

Dato: 16. mai 2013

Lokalitet: Røyklibotn

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype:

Prøvetaksstedsnr (nr)	Røykli 1	Røykli 2	Røykli 3						
Dyp (m)	11	54	52						
Antall forsøk	1	1	1						
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand	3							
	Sand								
	Mudder								
	Silt	1							
	Leire		5	5					
Fjellbunn									
Steinbunn	1								
Pigghuder, antall	noen		noen						
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall	noen		MA						
Børstemark, antall	MA		MA						
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
För									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest:

10/9-13
dato

SHJ
Sign.

KA
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .