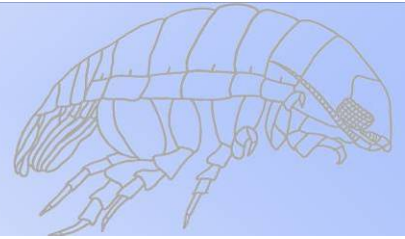


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Research



e-Rapport nr. 3-2011

## *Marin miljøundersøkelse ved Raudøya i Osen, 2010*



**Anders W. Olsen**

**Fredrik R. Staven**

**Kristin Hatlen**

**Per-Otto Johansen**



 <b>uniResearch</b> Seksjon for anvendt miljøforskning	<b>SAM-marin</b>	 Aqua kompetanse AS
Uni Research - Seksjon for anvendt miljøforskning Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway      Tlf: 55 58 43 41    Fax:55 58 45 25	Aqua Kompetanse AS 7770 Flatanger Norway 74 28 84 30	

Rapportens tittel:	Dato: 22.10.2010
<b>Marin miljøundersøkelse ved Raudøya i Osen, 2010</b>	Antall sider og bilag: 25
Forfatter(e):	Prosjektleder:
Anders Waldemar Olsen, Fredrik Staven, Kristin Hatlen og Per-Otto Johansen	Prosjektnummer: 94-10-10C

Oppdragsgiver:	Tilgjengelighet:
Bjørøya Fiskeoppdrett AS	

**Sammendrag:**

Aqua Kompetanse AS har på oppdrag fra Bjørøya Fiskeoppdrett gjennomført en resipientundersøkelse i ytre basseng av Svesfjorden, Osen kommune. Fra en stasjon på dypeste sted i bassenget er det analysert to grabbprøver med dyrearter, og en grabbprøve med sediment. Resultatene er sammenlignet og vurdert etter KLIFs standard: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997).

Resultatene viser gode miljøforhold med tanke på dyreliv og artsdiversitet (tilstand II). Sedimentet hadde veldig gode forhold med tanke på sink og kobber, begge med tilstand I. Mengden organisk materiale var høyt (19,6 %) og TOC ble målt til 61,7 mg/g, tilstand V. Totalt sett hadde bunnmiljøet i ytre Svesfjord gode miljøforhold på undersøkelsestidspunktet.

Emneord:
Fiskeoppdrett
Resipient
Bunndyr
Sediment

ISSN NR.: 1890-5153
<b>SAM e-Rapport nr. 3-2011</b>

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	16.3.2011	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	15.3.2011	<i>Anders W. Olsen</i>

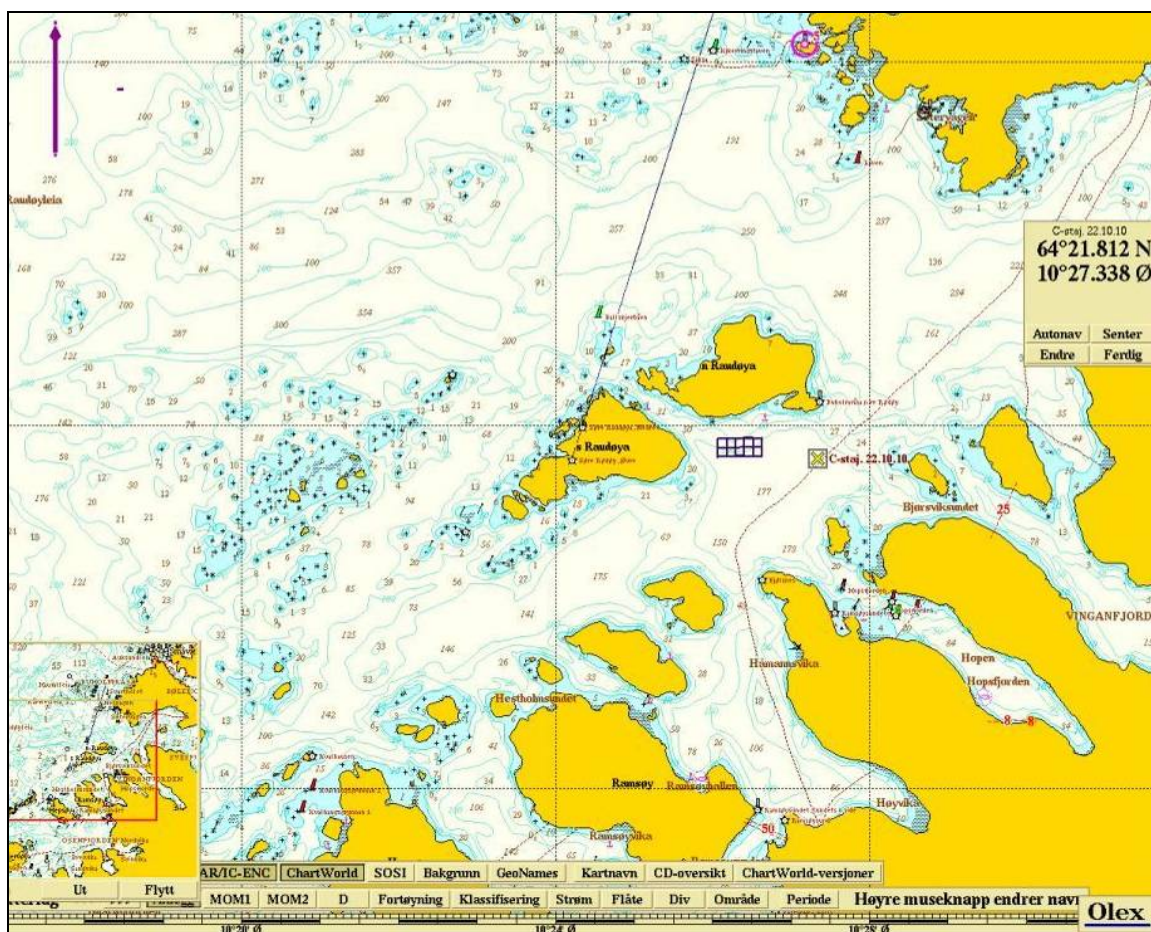
## INNHOOLD

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Tidligere undersøkelser.....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>5</b>
2.2.3 Sediment (geologisk analyse).....	7
2.2.4 Kjemiske analyser .....	8
2.2.6 Bunndyr.....	8
<b>2.3 Produksjon.....</b>	<b>11</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Sediment.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Kjemi.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Bunndyr .....</b>	<b>13</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>16</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>16</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>17</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>18</b>
<b>7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</b>	<b>18</b>
<b>Vedleggstabell 1. Artsliste .....</b>	<b>23</b>
<b>Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi.....</b>	<b>25</b>

## 1 INNLEDNING

Etter oppdrag fra Bjørøya Fiskeoppdrett AS har Aqua Kompetanse AS gjennomført en resipientundersøkelse i bassenget utenfor oppdrettsanlegget Raudøya, i Osen kommune, Sør-Trøndelag. Totalt er det tatt tre grabbprøver fra en stasjon, to grabber med dyrelivsprøver, og en grabb med sediment-prøver. Etter avtale med Aqua Kompetanse AS har Uni Research-SAM-marin sortert bunnprøver fra denne stasjonen og identifisert artene i disse.

Opparbeidingen av det biologiske materialet er utført i henhold til UNIMiljø/SAM-Marin akkreditering for slik arbeid (akkrediteringsnummer Test 157). Eurofins Norsk Miljøanalyse har analysert sedimentprøvene akkreditert for innhold av sink, kobber, fosfor, samt TOC og glødetap. Resultatene for bunndyrsanalysene, de hydrologiske analysene og kjemiske/geologiske analyser er vurdert opp mot retningslinjene for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann fra Klima og forurensningsdirektoratet (KLIF. Ref: Molvær m.fl. 1997). Prøvene er innsamlet etter "MOMC-metodikken" som nevnt i NS 9410, og NS-EN ISO 16665. For stedsangivelse av prøvestasjonen, se figur 1.1.



**Figur 1.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet avmerket. Kartkilde: Olex

### **1.1 Tidligere undersøkelser**

Det er ikke kjent at det tidligere er gjennomført undersøkelser i dette bassenget. Det er gjort tilsvarende undersøkelser i bassenget lengre sør, mellom Håmannvika og Sørskokkeløya samt noe lengre sørvest, i området mellom Ramsøya og Hepsøya. Begge disse to undersøkelsene har konkludert med tilstand II for dyreliv. Begge disse er tatt i områder upåvirket av menneskelig aktivitet.

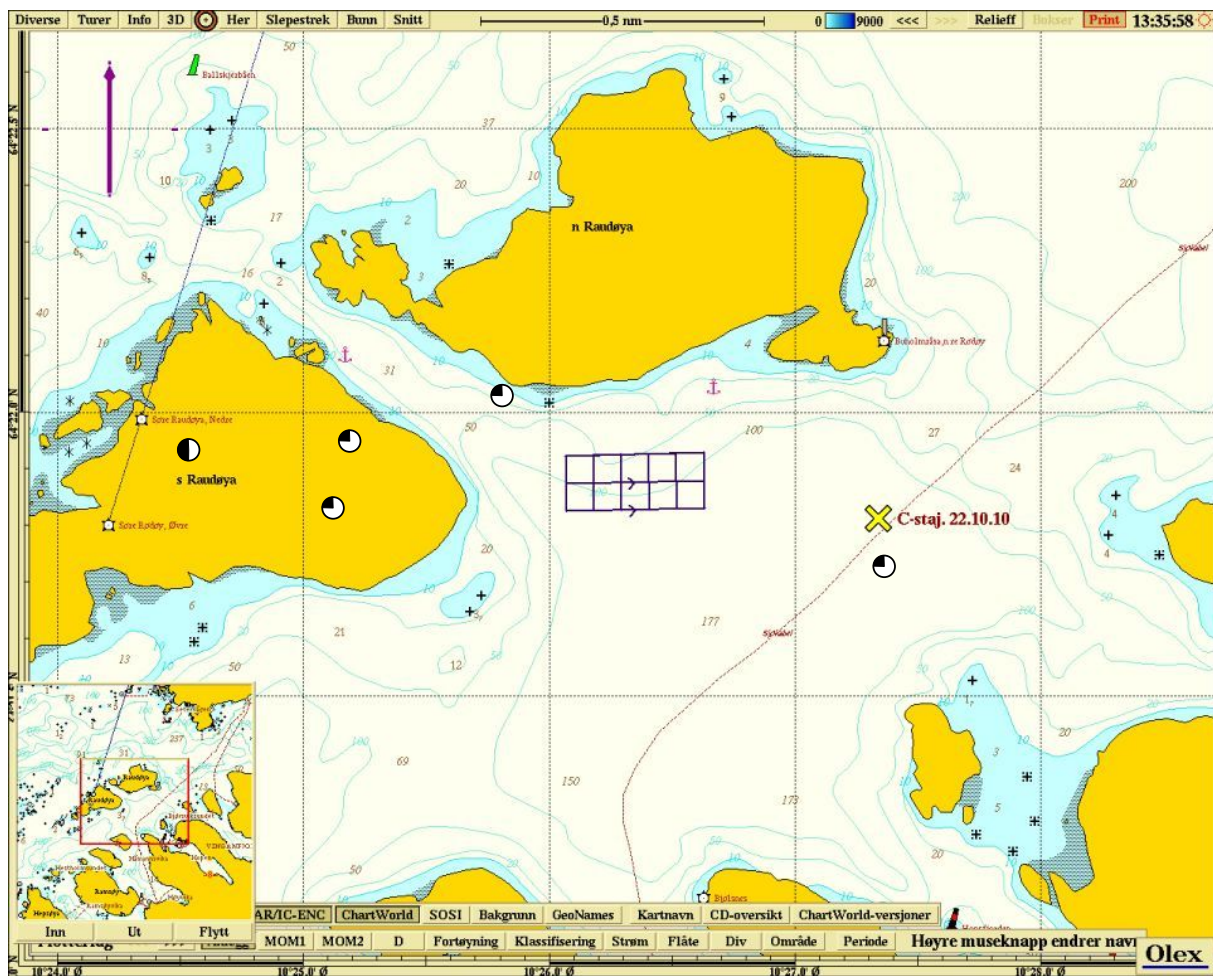
## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkelsesområdet**

Undersøkelsen er gjennomført i det sørlige bassenget av Svesfjorden, et område avgrenset av Raudøyene i nordvest, og Vingsandholmen og Vingholmen i sørøst. Dette bassenget har terskler både i sørvest og nordøst. I nordøst er terskelen 24 meter, i sørvest er terskelen 69 meter. Dypeste punkt i bassenget er 187 meter. Det er her prøven er tatt. Se for øvrig figur 1.1 og 2.1 for stedsangivelse

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

Prøveinnsamlingene ble gjort fra oppdrettsbåten til Bjørøya Fiskeoppdrett den 22. oktober 2010. Til prøvetaking ble det benyttet en van Veen grabb med et overflateareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Totalt ble det tatt tre grabbskudd. Fra to av disse ble alt biologisk materiale tatt vare på for analyse av bunndyrs sammensetning. Fra en av grabbene ble det tatt ut sediment til kjemisk (Zn, Cu P og organisk innhold) og geologisk (partikkelfordeling) analyse. Prøveinnsamlingen er gjennomført etter "MOMC-metodikken" som beskrevet i NS 9410 samt NS-EN ISO 16665. Detaljerte opplysninger om stasjonene, er gitt i Tabell 2.1



**Figur 2.1.** Detalskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Eksakt plassering av stasjonen 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 i oktober 2010. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb (full grabb = 17 liter).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Rau 1	Svesfjorden 64 <sup>o</sup> 21.812N 10 <sup>o</sup> 27. 338Ø	187	1	14	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge grå, ingen lukt. Hovedtype av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøve. 1 prøveglass
St. Rau 1	Svesfjorden 64 <sup>o</sup> 21.812N 10 <sup>o</sup> 27. 338Ø	187	2	14	Sediment bestående av silt og skjellsand. Farge grå, ingen lukt. Hovedtype av større dyr i prøven var børstemark. Uttak til faunaprøve. 1 prøveglass
St. Rau 1	Svesfjorden 64 <sup>o</sup> 21.812N 10 <sup>o</sup> 27. 338Ø	187	3	Ikke målt	Sedimentprøve. Uttak til kjemisk og geologisk analyse

### 2.2.3 Sediment (geologisk analyse)

Det ble tatt sedimentprøver til analyse av organisk innhold og kornfordeling fra en stasjon. Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen. Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %. Det organiske innholdet i sedimentet, prosent glødetap, ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking (105° C i ca. 20 timer) og brenning (550° C i 2 timer) (Norsk Standard 4764).

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

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764.

Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og lukte råttent (H<sub>2</sub>S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

#### **2.2.4 Kjemiske analyser**

Sedimentet ble analysert for innhold av sink, kobber, TOC, fosfor og tørrstoff. Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført i henhold til NEN-EN 13137.

#### **2.2.5 Akkreditering**

De kjemiske (2.2.4) og geologiske (2.2.3) analysene er gjort akkreditert av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS i Moss (Test003). Analysene av TOC er ikke gjort akkreditert men i henhold til standard NEN-EN 13137.

Bunndyrsanalysene (2.2.5) er gjennomført akkreditert av UNI Research, SAM-Marin (Test157).

#### **2.2.6 Bunndyr**

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



ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil det finnes få eller ingen levende arter i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved 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 på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

I kartet over innsamlingsområdet (fig. 2.2.) er stasjonene markert med symboler (○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt) for å illustrere vår oppfatning av miljøforholdene. Symbolene blir gitt på grunnlag av alle resultatene i undersøkelsen, både fra feltarbeidet og alle de ferdige analysene. Symbolene oppsummerer vårt helhetsinntrykk og bygger også på vår erfaring med slike undersøkelser.

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997). Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment	Shannon-Wiener indeks ('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Organisk karbon	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

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

## 2.3 Produksjon

Raudøya har en MTB på 4680 tonn, og utfôret mengde ved undersøkelsestidspunkt var ca 3641 tonn. Lokaliteten har ikke vært brukt før, og første utsett var i mai 2010.

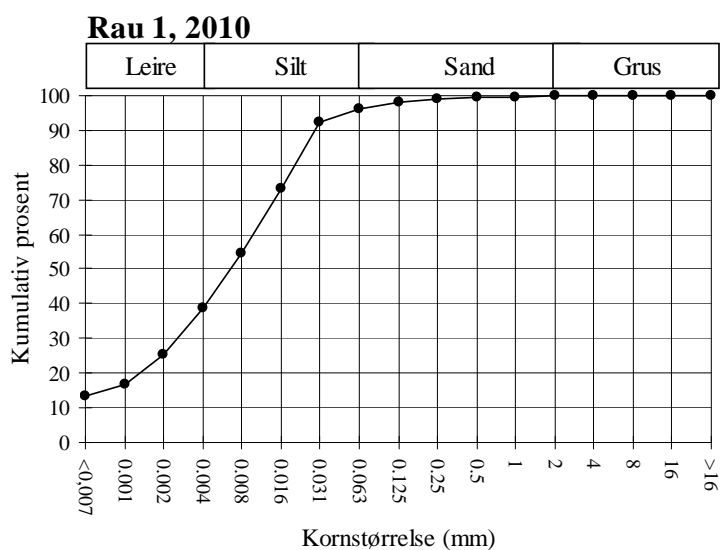
### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Sediment

Resultatene fra de geologiske analysene er vist i tabell 3.2, samt i figur 3.1.

Kornfordelingsanalysen viser et meget finkornet sediment, med 96 % i leire/silt fraksjonen.

De resterende 4 % var sand. Organisk innhold (glødetap) var høyt, 19,6 %.



**Figur 3.1.** Kornfordeling (innhold av leire, silt, sand og grus) målt som vektprosent av sedimentprøven som ble innsamlet ved Raudøya i 2010.

**Tabell 3.1.** Dyp, organisk innhold (glødetap) og andel av leire, silt, sand og grus i sedimentet på stasjonen ved Raudøya i 2010.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Rau 1</b>	187	19,6	39	57	96	4	0

### 3.2 Kjemi

Resultatene fra de kjemiske analysene av sedimentet i ytre Svesfjord er vist i Tabell 3.2 og Vedleggstabell 2. For å benytte KLIF's 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 m.fl. 1993). TOC-innholdet på stasjonen i ytre Svesfjord var høyt, hele 61,7 mg/g. Dette tilsvarer tilstand V (meget dårlig) etter KLIFs standard (Bakke m.fl. 2007 og Molvær 1997).

**Tabell 3.2.** Resultater fra kjemiske analyser av sediment innsamlet ved Raudøya i 2010. Tungmetaller og Totalt Organisk Karbon (TOC) har tilstandsklasser (TK) angitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007 og Molvær 1997).

Stasjon	Totalt organisk carbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
<b>Rau 1</b>	61,0	61,7	V	0,95	97,0	I	I	31,0

### 3.3 Bunndyr

Resultatet av bunndyrsundersøkelsen er vist i Tabellene 3.3-3.5, Figurene 3.2-3.3 og Vedleggstabell 1.

Rau 1 ligger 565 m sørøst for anlegget, på 187 m dyp. Det ble funnet 527 individer fordelt på 31 arter på 0,2m<sup>2</sup>. Stasjonen ligger i det dypeste området i fjorden. Diversiteten er god og tilsvarer KLIFs tilstandsklasse II (god), og jevnheten ligger på 0,68. Antall arter fordelt på geometriske klasser bærer preg av det lave antallet arter funnet på stasjonen, men grafen er jevn og tyder på en god fordeling. Blant de ti mest individrike artene, fantes det åtte arter av børstemark (polychaeter) og to arter av skjell (mollusker). Børstemarken *Paramphinome jeffreysii* hadde 139 individer og ca 26 % av alle individene, etterfulgt av molluskene *Thyasira sarsi* og *T. equalis* med henholdsvis 16 % og 15 % av alle individene i prøvene. De to huggene hadde en likhet på litt over 75 %.

### Konklusjon

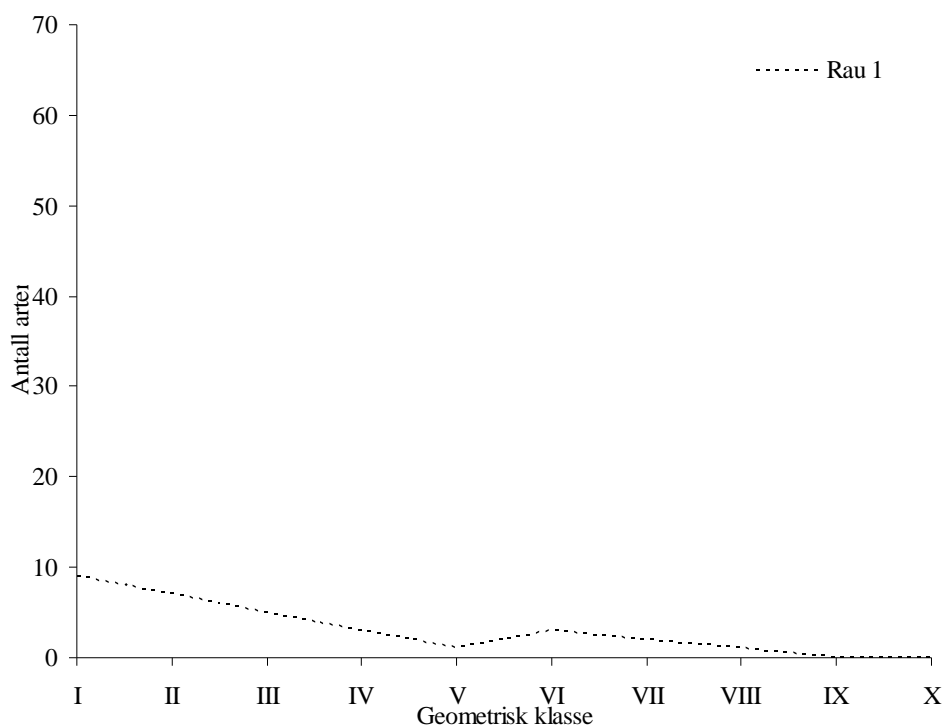
Resultatene tyder på at det er gode bunnforhold ved Raudøya på undersøkelsestidspunktet.

**Tabell 3.3.** Antall individer og arter, diversitet, jevnhet, beregnet maksimal diversitet ( $H'$  max) for hver enkelt prøve (huggnummer) fra Raudøya i 2010. Klassifisering av miljøforholdene (KLIF's tilstandsklasse) basert på artsdiversitet ( $H'$ ) (MOLVÆR et al. 1997) og Norsk Standard.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet		Jevnhet		KLIFs tilstandsklasse
				( $H'$ )	( $J$ )	$H'$ -max		
Rau 1	1	249	26	3.39	0.72	4.70		
	2	278	22	3.27	0.73	4.46		
	<b>Sum</b>	<b>527</b>	<b>31</b>	<b>3.38</b>	<b>0.68</b>	<b>4.95</b>		<b>II</b>

**Tabell 3.4.** Geometriske klasser fra Raudøya i 2010.

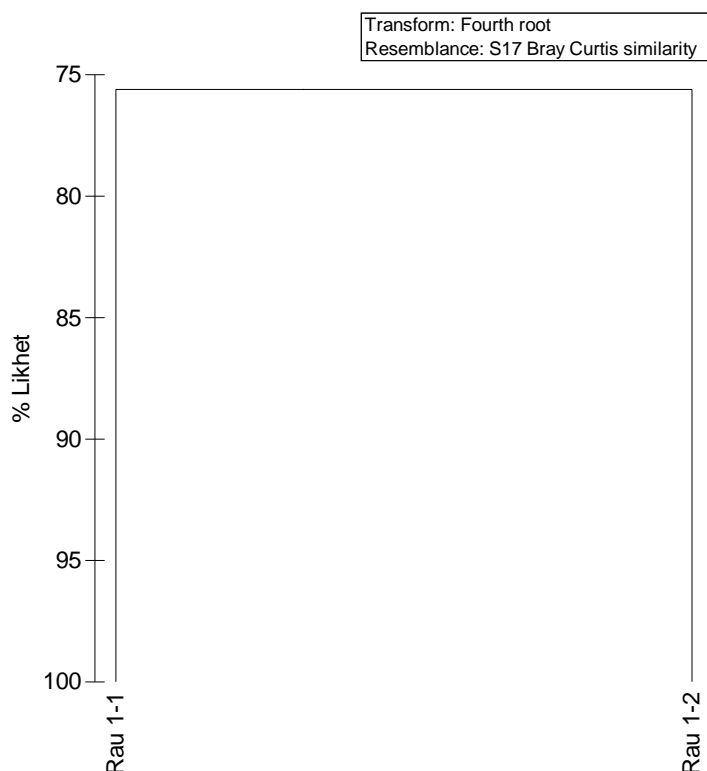
Geometriske klasser	Rau 1
I	9
II	7
III	5
IV	3
V	1
VI	3
VII	2
VIII	1
IX	0
X	0



**Figur 3.2.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter fra Raudøya i 2010.

**Tabell 3.5.** De mest tallrike artene/gruppene som ble identifisert ved Raudøya i 2010.

	<b>Rau 1</b>	Ant. ind.	%	Kum. %
Polychaet	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	139	26.4	26.4
Mollusc	<i>Thyasira sarsii</i>	84	15.9	42.3
Mollusc	<i>Thyasira equalis</i>	81	15.4	57.7
Polychaet	<i>Chaetozone</i> sp.	56	10.6	68.3
Polychaet	<i>Ceratocephale loveni</i>	41	7.8	76.1
Polychaet	<i>Polydora</i> sp.	35	6.6	82.7
Polychaet	<i>Praxillella gracilis</i>	16	3.0	85.8
Polychaet	<i>Prionospio cirrifera</i>	9	1.7	87.5
Polychaet	<i>Lumbrineridae</i> indet.	8	1.5	89.0
Polychaet	<i>Mugga wahrbergi</i>	8	1.5	90.5

**Figur 3.3** Dendrogram fra clusteranalyse av bunnfaunaresultatene fra Raudøya i 2010. Analysene er utført på huggnivå og hvert grabbhugg var på 0,1 m<sup>2</sup>. Analysene er basert på Bray-Curtis indeks og er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata.

## 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en resipientundersøkelse i ytre basseng av Svesfjorden, Osen kommune. Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Bjørøya Fiskeoppdrett AS, som har anlegg i fjordbasseng. Målsetningen er å dokumentere bunnmiljøet ved oppstart av fiskeoppdrett i bassenget.

I følge denne undersøkelsen var glødetapet (innhold av organisk innhold) unormalt høyt. Dette ble målt til 19,6 %. Innholdet av TOC ble målt til 61,7 mg/g, noe som tilsvarer tilstandsklasse V etter KLIFs standard. De høye målte verdiene av organisk materiale skyldes sannsynligvis skyldes naturgitte forhold på stedet. Noen områder kan naturlig motta jevnt tilsig av organisk materiale. Stasjonen i ytre Svesfjord kan være et eksempel på dette. Dyrelivsprøvene hadde en diversitet på 3,38 i diversitet, noe som tilsvarer tilstand II, god, etter KLIFs standard. Det ble målt lavt innhold av tungmetallene sink og kobber (begge får tilstand I). Resultatene er oppsummert i tabell 4.1.

Totalt sett tyder resultatene på at det er gode bunnforhold ved Raudøya på undersøkelsestidspunktet.

**Tabell 4.1** Oppsummerte resultater

Stasjon	Tilstand dyreliv	Tilstand TOC	Tilstand sink	Tilstand kobber
Rau 1	II	V	I	I

## 5 TAKK

Vi takker Roy Strøm og Ole Martin Løfsnes fra Bjørøya Fiskeoppdrett AS for god hjelp og hyggelig tokt om bord på oppdrettsbåten til oppdragsgiver. På toktet deltok Fredrik R. Staven fra Aqua Kompetanse AS. Sedimentanalysene ble utført av Marianne Isebakke ved Eurofins Norsk Miljøanalyse i Moss. Dyreartene ble identifisert av Tom Alvestad, Jon Hestetun og Per Johannesen ved Uni Research, SAM Marin i Bergen.



## 6 LITTERATUR

- Aure m.fl. 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.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665. 2006. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2005). *Norges Standardiseringsforbund*.

## 7 VEDLEGG

### 7.1 Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata

#### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden.

Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0.1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

#### Geometriske klasser

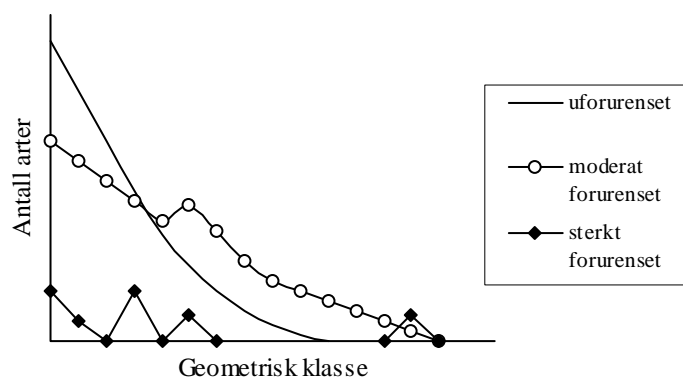
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray & 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 & Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I

et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1).

**Tabell v1.** Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan

miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

### Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ) (Shannon & Weaver 1949):

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

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:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \text{ (Pielou 1966),}$$

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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær et al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrsprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område

med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

**Tabell v2.** Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks (Molvær et al. 1997).

Parameter		Tilstandsklasse				
		I	II	III	IV	V
		“Meget god”	“God”	“Mindre god”	“Dårlig”	“Meget dårlig”
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god “miljøstatus” i følge Molvær et al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

## Litteratur til Generelt Vedlegg

- 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, Thélín, 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.

## Vedleggstabell 1. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.2

**BENTHOS ARTSLISTE**

Seksjon for anvendt miljøforskning



**SEKSJON FOR ANVENDT  
MILJØFORSKNING (SAM)**  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Aqua Kompetanse AS, Pb. 66, 7700 Flatanger**

**Prosjekt nr.: 803984**

**Prøvetakingssted (område): Raudøya, Osen kommune**

**Dato for prøvetaking: 22. oktober 2010**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS**

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

**Artene er identifisert av: Tom Alvestad (under opplæring), Jon Hestetun (under opplæring) og Per Johannessen**

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

### **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 sider.

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

Signatur:   
Signaturberettiget

Art nr	Stasjon Dato Hugg	Rau 1	Rau 1
		22.10.2010	22.10.2010
		1	2
* HYDROZOA			
* Hydrozoa indet.		+	+
* NEMERTINI indet.		1	2
* NEMATODA indet.		1	
POLYCHAETA			
Paramphinome jeffreysii		66	73
Polynoidae indet.		1	3
Neoleanira tetragona			2
Ophiodromus flexuosus		1	
Ceratocephale loveni		20	21
Nephtys ciliata		1	
Lumbrineridae indet.		5	3
Dorvilleidae indet.			1
Polydora sp.		16	19
Prionospio cirrifera		7	2
Spiophanes kroeyeri		0/2	1/1
Chaetozone sp.		24	32
Diplocirrus glaucus		0/2	0/1
Scalibregma inflatum		1/1	
Heteromastus filiformis		1	1
Notomastus latericeus		1	
Praxillella gracilis		5/2	7/2
Myriochele oculata		2	5
Mugga wahrbergi		3	5
Melinna cristata		0/2	
Pista sp.		0/1	
Polycirrus norvegicus		0/1	
Amaeana trilobata		2	2
Terebellides stroemi		0/2	
CRUSTACEA			
* Copepoda indet.		1	
* Calanus finmarchicus		7	3
* Eudorella emarginata		1	
MOLLUSCA			
Yoldiella lucida			0/1
Yoldiella cf. philippiana			0/1
Thyasira sarsii		5/30	8/41
Thyasira equalis		20/22	15/24
Kurtiella tumidula			3
Abra nitida		0/2	1/3
ECHINODERMATA			
Ophiura sp.		0/1	
* VARIA		+	



## Vedleggstabell 2. Analysebevis kjemi



**Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss**  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00  
Fax: +47 69 27 23 40

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

**AR-10-MM-018623-01**



**EUNOMO-00024126**

Prøvemottak: 16.11.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 16.11.2010-24.11.2010  
Referanse: Raudøya 803984

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 439-2010-11160075	Prøvetakingsdato: 22.10.2010
Prøvetype: Sedimenter	Prøvetaker: Kristin Hatlen
Prøvemerkning: Stasjon 1	Analysestartdato: 16.11.2010
Analyse	Resultat: Enhet: MU Metode: LOQ:
Total tørrstoff	31 % 15% NS 4764 0.02
Kobber (Cu)	31 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Sink (Zn)	97 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 0.05
Fosfor (P)	950 mg/kg TS 20% NS EN ISO 11885 1
* Totalt organisk karbon (TOC)	61 g/kg tv In acc. with NEN-EN 13137 1

**Kopi til:**

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

**Moss 24.11.2010**

-----  
Marianne Isebakke

ASM

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1