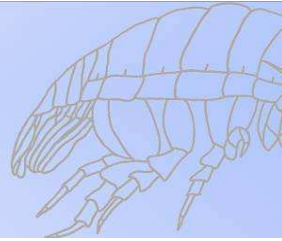


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Miljø





e-Rapport nr. 8-2011

## *MOM-C undersøkelse fra lokalitetene Kjehola og Røykjaneset, Hjelmeland og Finnøy kommune i 2011*

Kristin Hatlen  
Per Johannessen



	<h3 style="margin: 0;">SAM-Marin</h3>	 <small>Test 157</small>
Seksjon for anvendt miljøforskning 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 fra lokalitetene Kjehola og Røykjanes, Hjelmeland og Finnøy kommune i 2011	Dato: 1.9.2011 Antall sider og bilag: 46
Forfatter(e): K. Hatlen og P. Johannessen	Prosjektleder: E. Heggøy Prosjektnummer: 805529

Oppdragsgiver: Marine Harvest	Tilgjengelighet: Åpen
-------------------------------	-----------------------

Abstract: A MOM-C investigation was conducted in May 2011 at 5 sites near the aqua culture locality Kjehola as well as at the planned locality Røykjaneset. The monitoring included geological and chemical analyses of the bottom sediment as well as an analyses of the composition of benthic fauna. Measurements of oxygen concentration indicated good conditions near the bottom. No chemical pollution of copper or zink was detected. The faunal composition indicated good bottom conditions at all sites except the one nearest Kjehola. However compared to the results of the investigation in 2007, the conditions had improved.

Keywords: MOM-C, marine environmental monitoring, Ryfylke, Kjehola, Aqua culture, Røykjaneset	Emneord: MOM-C, marin miljøovervåking, Ryfylke, fiskeoppdrett, Kjehola, Røykjaneset	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 8-2011
---	---	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	1/9-11	<i>P. Johannessen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	1/9-11	<i>E. Heggøy</i>

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til MOM-C analyser, samlet av:** Heggøy og Yazdanpadah

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Tveiten, Korableva, Ekrene, Ensrud og Yazdanpadah

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Johannessen

**Rapportering utført av:** Hatlen og Johannessen

**Ikke akkreditert:**

**Geologiske analyser utført av:** Grønning

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Felix

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

Akkreditert: Kobber, Sink, Fosfor, total tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

**Andre:** -

## INNHOOLD

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Hydrografi .....	10
2.2.2 Sediment.....	10
2.2.3 Kjemiske analyser .....	11
2.2.4 Bunndyr .....	11
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....</b>	<b>14</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Hydrografi .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Sediment.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Kjemi.....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Bunndyr .....</b>	<b>19</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....</b>	<b>25</b>
<b>5 TAKK .....</b>	<b>25</b>
<b>6 LITTERATUR.....</b>	<b>26</b>
<b>7 VEDLEGG.....</b>	<b>27</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Kjihola i Ombofjorden, Hjelmeland kommune. Innsamlingene ble gjennomført 3.-4. mai 2011. Fem stasjoner ble analysert for fauna, geologiske parametre og kjemi. I tillegg ble det målt saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold i vannsøylen ved en stasjon og en rigg med strømmålere sto ute fra 4. mai til 12.juni 2011. Data fra strømriggeren er presentert i Heggøy 2011.

Formålet med denne forundersøkelsen var å studere miljøforholdene i nærområdet til oppdrettslokaliteten Kjihola, før en eventuell utvidelse av lokaliteten med Røykjanes. Undersøkelsen skal gi en tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser. To av stasjonene benyttet i årets undersøkelse er sammenlignbare fra stasjonene benyttet i forbindelse med MOM-C undersøkelsen på Kjihola i desember 2007 (Johansen et al 2008). En MOM-B forundersøkelse av den planlagte Røykjanes (kalt Kjeahola Nord) kan leses om i Hatlen 2011.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), Vanndirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009) og mot C- delen av MOM- systemet (Norsk Standard NS 9410).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-Marin) på oppdrag fra Marine Harvest AS. SAM-Marin er en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

## 2 MATERIALE OG METODER

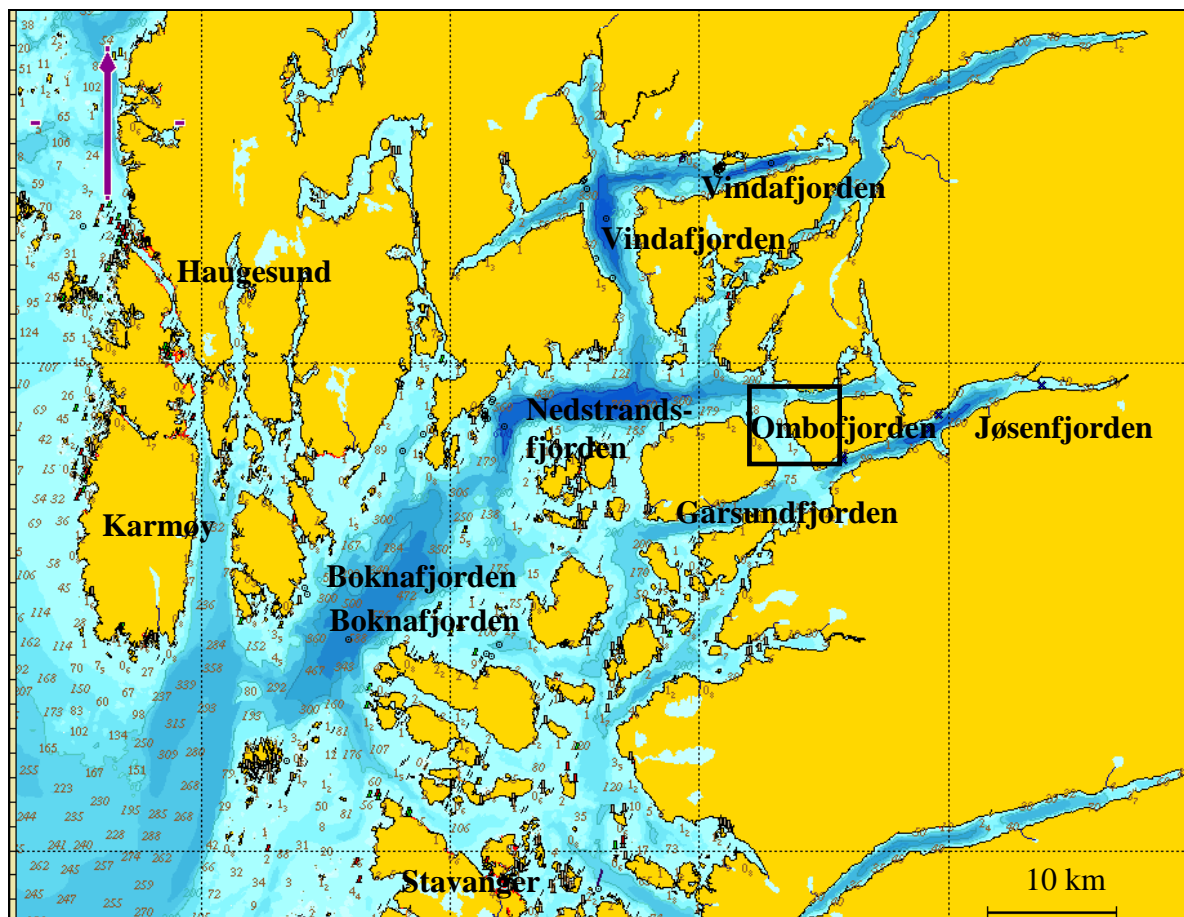
### 2.1 Undersøkelsesområdet

Austre Ombofjorden ligger i Ryfylke nordøst for Stavanger (Figurene 2.1-2.3). Austre Ombofjorden og Garsundfjorden ligger begge ved utløpet til Jøsenfjorden. Det ble tatt prøver fra stasjonene Kje 1, Kje 2, Kje 3, Kje 4 og Kje 5. Austre Ombofjorden munner i nord ut i Jelsafjorden (maks dyp ca 560 m) som via Nedstrandsfjorden (maks dyp ca 710 m) ender i Boknafjorden (maks dyp 590 m). Boknafjorden har terskeldyp på om lag 250 m ut mot havet.

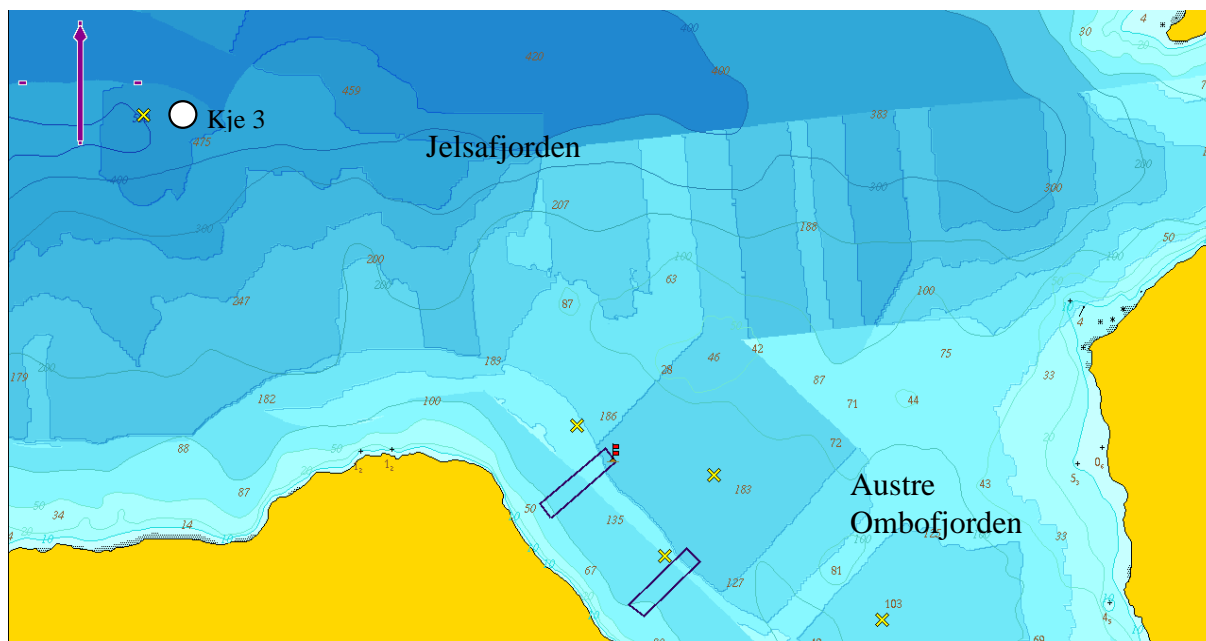
### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort fra båten *Felix* 3.-4. mai 2011 med hjelp fra båtfører Hallgeir Bauge. Personell fra SAM-Marin var Erling Heggøy og Amir Yazdanpanah. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved det eksisterende anlegget, en i anleggets overgangssone, en i et dypere område i Austre Ombofjorden, en nær det planlagte anlegget og en i dypet av Jelsafjorden.

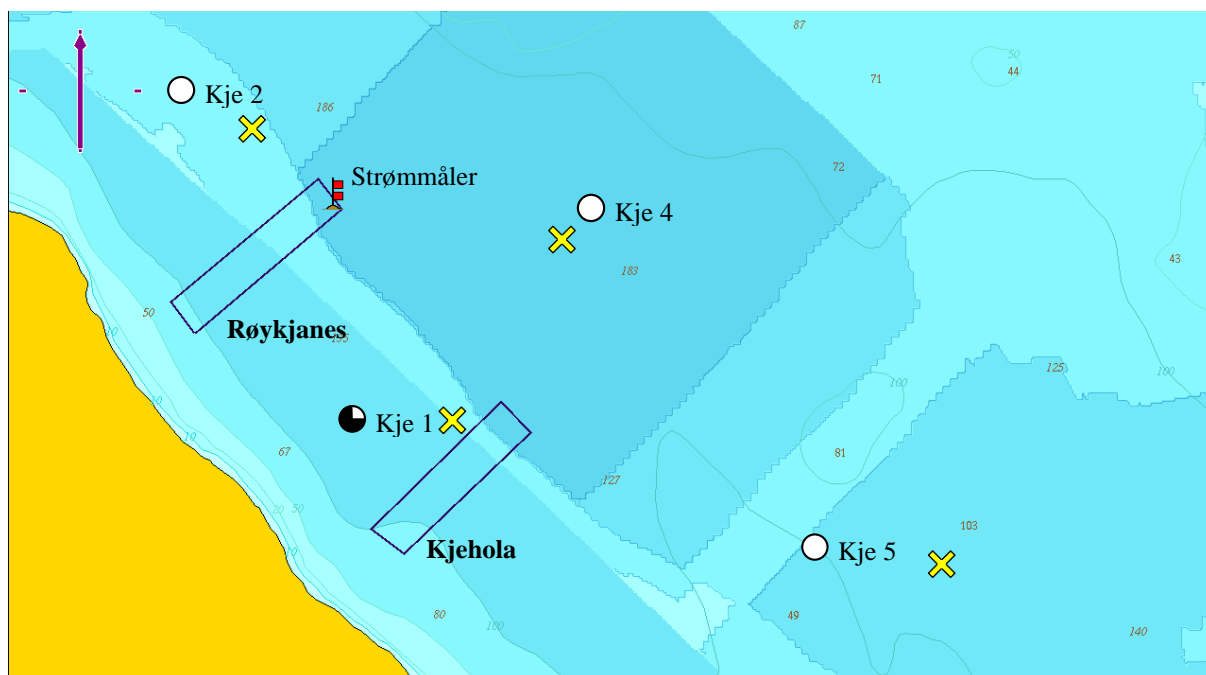
Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Det ble benyttet en STD/CTD-sonde SD204 med oksygensensor til undersøkelse av saltholdighet, temperatur og oksygenkonsentrasjon. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.



**Figur 2.1.** Oversiktskart med undersøkelsesområdet i Austre Ombofjorden avmerket. Firkant viser kartutsnittet for Figur 2.2. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.2.** Utsnitt av Austre Ombofjorden og Jelsafjorden med referansestasjonen Kje 3 i dypet og stasjonene ved Kjihola, samt den planlagte Røykjanes. Eksakt plassering av stasjonene 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.



**Figur 2.3.** Detalskisse over området hvor lokaliteten Kjihola og den planlagte Røykjanes ligger, med stasjonene inntegnet. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonen er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.



**Tabell 2.1.** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i desember 2007. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment. Unntaket var Kj.5 hvor det ble benyttet en duograb. Full duograb inneholder 21 L sediment i det største kammeret som brukes til biologi.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Kje 1 3/5-2011	Kjehola 59°17,547 06°04,421	156	1	11	Biologi
			2	12	Biologi
			3	11	Kjemi og geologi Eh: 151 pH: 7,3 Temp: 8,2 °C Leire, silt og sand
Kje 2 3/5-2011	Røykjanes 59°17,918 06°03,925	187	1	8	Biologi
			2	16	Biologi
			3	6	Kjemi og geologi Eh: -42 pH: 7,5 Temp: 7,5 °C Sand med småstein over leire
Kje 3 4/5-2011	Jelsafjorden 59°18,802 06°01,490	475	1	16	Biologi
			2	16	Biologi
			3	16	Kjemi og geologi Eh: -189 pH: 7,8 Temp: 8,6 °C Fin grå sand med tynn brun hinne på toppen
Kje 4 3/5-2011	Kjehola 59°17,777 06°04,697	184	1	6	Biologi
			2	6	Kjemi og geologi
			3	6	Biologi Eh: -79 pH: 7,4 Temp: 7,8 °C Grov sand/grus over leire
Kje 5 3/5-2011	Austre Ombofjorden 59°17,365 06°05,643	139	1	7	Biologi, kjemi og geologi
			2	7	Biologi, kjemi og geologi pH: 7,6 Temp: 8,7 °C Finkornet sand

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

### 2.2.2 Sediment

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

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan 1984).

Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen.

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

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

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake 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.

Måleusikkerheten til glødetapet beregnes vha en rekke målinger av husstandarden og rapporteres som 95% konfidensintervall. Ettersom husstandarden for kornfordeling ikke er klar, beregnes usikkerheten for denne analysen som den felles usikkerheten til utstyret som er brukt.

### **2.2.3 Kjemiske analyser**

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Analysen av Nitrogen-Kjelldahl i sedimentet ble utført etter Tecatro AN 300. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i KLIF's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

### **2.2.4 Bunndyr**

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra 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  $0,1 \text{ m}^2$ . 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  $0,1 \text{ m}^2$  van Veen grabb har et volum på 17 liter. I dette tilfellet ble det benyttet en duograb på en av stasjonene. Dette er en grabb med to kammer, spesialkonstruert for å kunne ta biologiske og kjemiske/geologiske prøver fra samme hugg. Det biologiske kammeret inneholder 20 liter, men overflatearealet er det samme som en van Veen grabb ( $0,1 \text{ m}^2$ ) og det vil derfor ikke påvirke resultatet. 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 tilsetting 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 Høytteknologisenteret i Bergen.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede 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.

Klima og forurensingsdirektoratet (KLIF) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997 og Direktoratetsgruppe Vanndirektoratet 2009) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQII beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Både Shannon-Wiener indeks ( $H'$ ) og NQII er biologiske indekser som skal benyttes. Mens  $H'$  kun sier noe om diversiteten, gir NQII et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Direktoratetsgruppe Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måleenhet	Tilstandsklasse					
		I Bakgrunn (svært/meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen	ml O <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
	NQII		>0,72	0,63- 0,72	0,49-0,63	0,31- 0,49	<0,31
	Organisk karbon	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	mg Zn/kg	<150	150- 360	360-590	590- 4500	>4500
	Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	- Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - 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 <sup>2</sup> . - Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . - 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 <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	- Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Kjihola startet produksjonen i **2001**. Siste brakkleggingsperiode var i **2009 og 2011**. Lokaliteten er brakklagt med nytt planlagt utsett i 2012.

**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Kjihola 2007-2011.

	2007	2008	2009	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Totalt	1872	5239	1580	4940	39

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

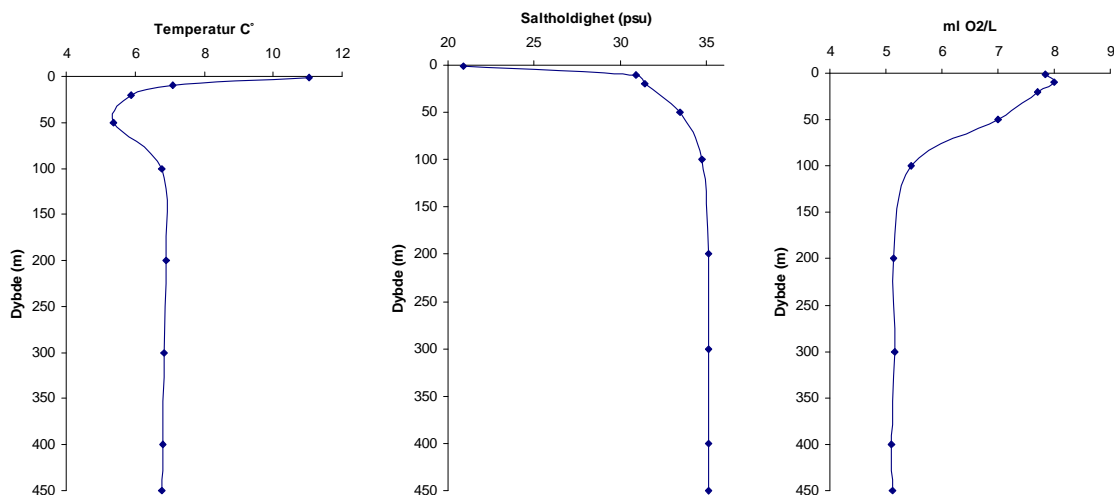
#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Kje 3 4.mai 2011. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

**Tabell 3.1.** Resultater fra hydrografimålingene i Jelsafjorden 4. mai 2011.

Stasjon	Dyp	Temp.	Saltholdighet	Tetthet	Oksygen	Oks.metning	Sikt
Dato	(m)	(oC)	(psu)	(st)	(ml/l)	(%)	(m)
Kje 3 04.05.2011	1	11,0	20,9	15,8	7,8	115,8	6,5
	10	7,1	30,9	24,2	8,0	114,7	
	20	5,9	31,4	24,8	7,7	107,6	
	50	5,4	33,4	26,6	7,0	98,0	
	100	6,8	34,7	27,7	5,4	79,4	
	200	6,9	35,1	28,4	5,1	75,4	
	300	6,8	35,1	28,9	5,2	75,6	
	400	6,8	35,1	29,4	5,1	74,7	
450	6,8	35,1	29,6	5,1	74,9		

Temperaturen på Kje 3 var 11 °C i overflaten 4. mai 2011. På 50 m var temperaturen nede på 5,4 °C, men økte mot 100 meter (6,8 °C) og var deretter relativt stabil ned mot bunnen (6,8 °C). Saltholdigheten var på 20,9 psu i overflaten og økte mot 35,1 psu på 200 m, hvorpå det holdt seg stabilt ned til bunnen. Oksygenivået sank fra 8,0 ml/l på 10 m mot 5,4 ml/l ved 100m. På bunnen var konsentrasjonen 5,1 ml/l. Dette plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god).



**Figur 3.1.** Temperatur (C°), saltholdighet (psu) og oksygeninnhold (ml/L) i Jelsafjorden, målt med CTD-sonde fra overflaten og til 450 meter dyp 4. mai 2011.

### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra 2011 og 2007 er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.2 og 3.3.

**Tabell 3.2.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Kjehola og Røykjanes i 2011 og 2007. Måleusikkerheten for kornfordelingen er på 2,44 %, mens måleusikkerhet for glødetap er 0,5 %.

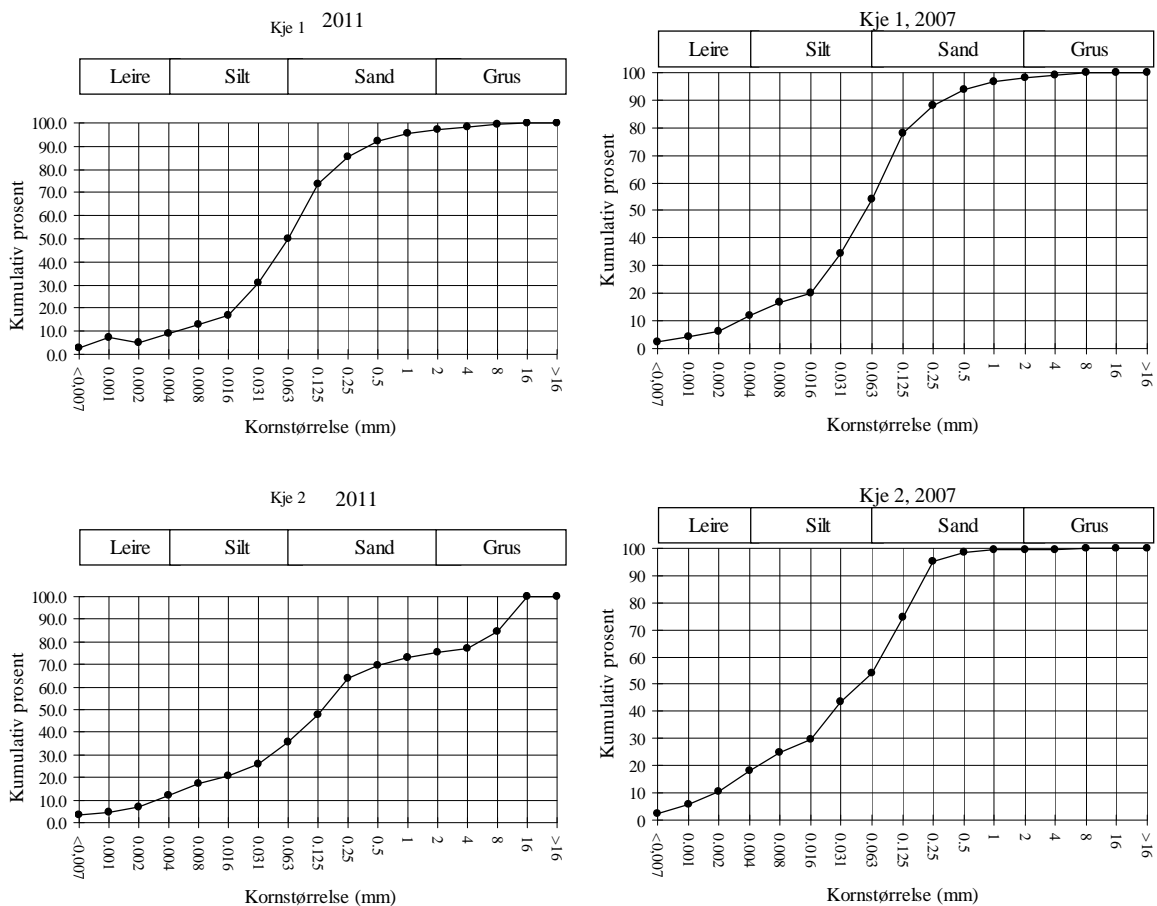
År	Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
2011	Kje 1	156	6,30	9	41	50	47	3
	Kje 2*	187	4,21	12	23	35	40	25
	Kje 3	475	10,91	59	40	99	1	0
	Kje 4	184	7,93	12	17	29	17	54
	Kje 5	139	3,77	7	9	16	84	0
2007	Kje 1	156	5,53	12	42	54	44	2
	Kje 2*	170	4,22	18	36	54	46	0

\*) Fordelingen av kornstørrelse tyder på at prøvene ikke er tatt fra nøyaktig samme posisjon i 2007 og 2011.

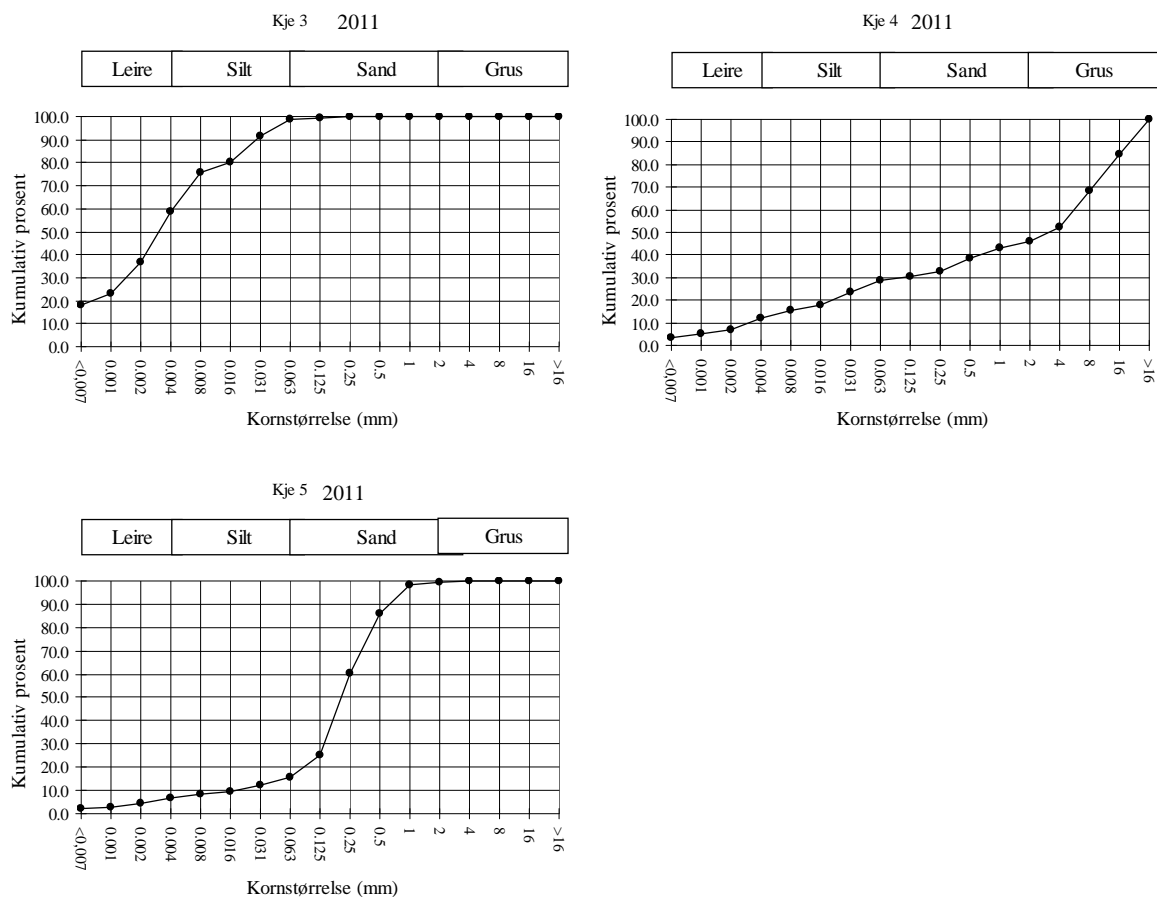
Kje 1 ligger på 156m dyp i nærheten til anlegget Kjehola. Sedimentet her var nokså finkornet med 50 % leire og silt og 47 % sand. Dette er omtrent som i 2007. Rett nord for det nye anlegget ligger Kje 2 på 187m dyp. Her var sedimentet mer grovkornet og bestod av leire og silt (35 %), sand (40 %) og grus (25 %). I 2007 var sedimentet mer finkornet med mer leire og silt og ingen grus. Dette tyder på at prøvene ikke er tatt på nøyaktig samme sted de to årene. Den dypeste stasjonen, Kje 3, ligger på 475m den påliggende Jelsafjorden. Her bestod bunnen for det meste av leire og silt (99 %), noe som er normalt for en så dyp stasjon. Kje 4 ligger på 184 m i det dypeste området av Austre Ombofjorden, øst for anlegget. Sedimentet her bestod av mye grus (54 %), noe leire og silt (29 %) og noe sand (17 %). Sør for Kjehola ligger Kje 5 på 139 m. Her fantes det mye sand (84 %) og noe leire og silt (16 %).

Glødetapet var lavt på alle stasjonene både i 2011 og 2007. Den høyeste nivået ble funnet på Kje 3 i 2011. Denne stasjonen ligger på et dypt punkt og kan derfor fungere som en oppsamler for organisk materiale.





**Figur 3.2.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Kje 1 og 2 i 2011 og 2007. NB! Fordelingen av kornstørrelse tyder på at prøvene ikke er tatt fra nøyaktig samme posisjon på Kje 2 i 2007 og 2011.



**Figur 3.3.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Kje 3, 4 og 5 i 2011.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Som i 2007 ble ikke funnet tegn på forurensing av kobber eller sink på noen av stasjonene i 2011 (Tabell 3.3). Nivået av fosfor var også lavt for begge år.

Den målte verdien av TOC normaliseres ved å sammenligne med andel leire og silt. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993). Det anbefales derfor at man vektlegger glødetapet sterkere enn TOC. På stasjonen Kje 1 og Kje 3 ble det funnet TOC verdier tilsvarende KLIFs tilstandsklasse IV (Dårlig). Kje 1 ligger i nærsonen ved anlegget Kje 1 og fikk den samme tilstandsklassen i 2007. Stasjonen hadde lavt nivå av glødetap, men mer fosfor enn de andre stasjonene. Kje 3 ligger på dypet i den påliggende fjorden Jelsafjorden.

Det høyeste nivået av glødetap ble funnet her, men fosfornivået var lavt. De resterende stasjonene hadde TOC-verdier tilsvarende tilstandsklassene I og II (Meget god og God).

**Tabell 3.3.** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) på stasjonene innsamlet 3. til 4. mai 2011 og 19. desember 2007. Tilstandsklasser (TK) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke et al. 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

År/Dato	Stasjon	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	TOC (g/kg)	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (mg/kg)	Tørrstoff (%)
2011 3.-4.05.2011	Kje 1	156	26,0	I	140,0	I	22,0	38,9	IV	3 600	58,0
	Kje 2	187	7,0	I	62,0	I	9,6	26,8	II	880	65,0
	Kje 3	475	16,0	I	110,0	I	21,0	37,0	IV	660	34,0
	Kje 4	184	12,0	I	81,0	I	<5	19,1	I	860	44,0
	Kje 5	139	4,7	I	56,0	I	<5	19,8	I	570	62,0
2007 19.12	Kje 1	156	23,0	I	110,0	I	20,0	37,0	IV	4 100	51,4
	Kje 2	170	6,9	I	45,0	I	7,0	24,2	II	660	60,5

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 - 3.5, Figur 3.4 - 3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i mai 2011. To av stasjonene kan sammenlignes med miljøforholdene i 2007. Mange av bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Stasjonen Kje 1 ligger tett inntil det eksisterende anlegget, på 156 m dyp. Her ble det funnet 10 935 individer og 47 arter på 0,2m<sup>2</sup>. Dette gir en diversitet (H') på 1,78. Børstemarken *Capitella capitata* dominerte prøvene med 70 % av alle individer. Dette er en art som ofte brukes som indikator på dårlige miljøforhold når den forekommer i store mengder. MOM-standarder gir stasjonen tilstand 2, "God", mens indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) gir stasjonen "Dårlig" og "Svært dårlig". Forholdene i 2007 ga samme tilstandsklasser, men ettersom antall arter har steget siden den gang og diversiteten har økt, anses forholdene for å ha forbedret seg frem mot 2011.

Kje 2 ligger rett nord for det planlagt anlegget på Røykjaneset på 187 m dyp. Her fantes det 573 individer og 88 arter på 0,2m<sup>2</sup>. Dette gir en diversitet (H') på 5,32 og dermed KLIFs tilstandsklasse I ("Meget god"). Det samme indikerer MOM tilstanden ("Meget god"). NQI1 og NQI2 som beskriver artsmanfold og ømfintlighet, gir stasjonen tilstanden "Svært god". Stasjonen har en god fordeling av arter, hvor den mest individrike (børstemarken *Spiophanes wigley*) kun utgjorde 9 % av det totale antallet individer. Resultatene fra 2007 er svært like de i 2011, til tross for at de geologiske analysene tyder på at ikke stasjonen ikke er posisjonert eksakt likt de to årene.

Jelsafjorden ligger 90° på Austre Ombofjorden. På 475 m dyp omtrent midt i Jelsafjorden ligger Kje 3. Det ble funnet 532 arter og 44 individer på 0,2m<sup>2</sup>. Dette gir diversiteten 4,03 og KLIFs tilstand I ("Meget god"). NQI1 og NQI2 beskriver også stasjonen som "Svært god". Slangestjernen *Amphilepis norvegica* dominerte med 20 % av total individmengde. Dette er en art det er svært vanlig å finne på dypt vann. Alle resultater viser at forholdene er gode på denne dype stasjonen.

Kje 4 ligger nordøst for Kjihola og sørøst for Røykjanes. På 184 m dyp ble det funnet 651 individer fordelt på hele 92 arter (0,2m<sup>2</sup>). Dette gir diversiteten (H') 5,25 og KLIFs tilstandsklasse I "Meget god". Børstemarken *Paramphinome jeffreysii* utgjør 14 % av alle individer etterfulgt av *Amythasides macroglossus* med 13 %. Basert på individfordeling og antall arter får stasjonen MOM-tilstanden I "Meget god". NQI1 og NQI2 gir også stasjonen benevnelsen "Meget god". Denne stasjonen har gode forhold og er tydelig positivt stimulert av gjødsling fra anlegget.

Stasjonen Kje 5 ligger et stykke sør for Kjihola på 139 m dyp. Det ble funnet 1 193 individer og 89 arter på 0,2m<sup>2</sup>. Diversiteten blir dermed 3,81 og får KLIFs tilstand II "God". Børstemarken *Spiophanes wigley* utgjorde 42 % av prøven med tanke på individmengde, mens den nest mest individrike (børstemarken *Amythasides macroglossus*) kun utgjorde 10 %. Fordelingen av individer innen de forskjellige artene er dermed ikke optimal. NQI1 og NQI2 som beskriver artsmanfold og ømfintlighet, gir stasjonen tilstanden "Svært god". Alt i alt ser forholdene ut til å være gode på denne stasjonen.

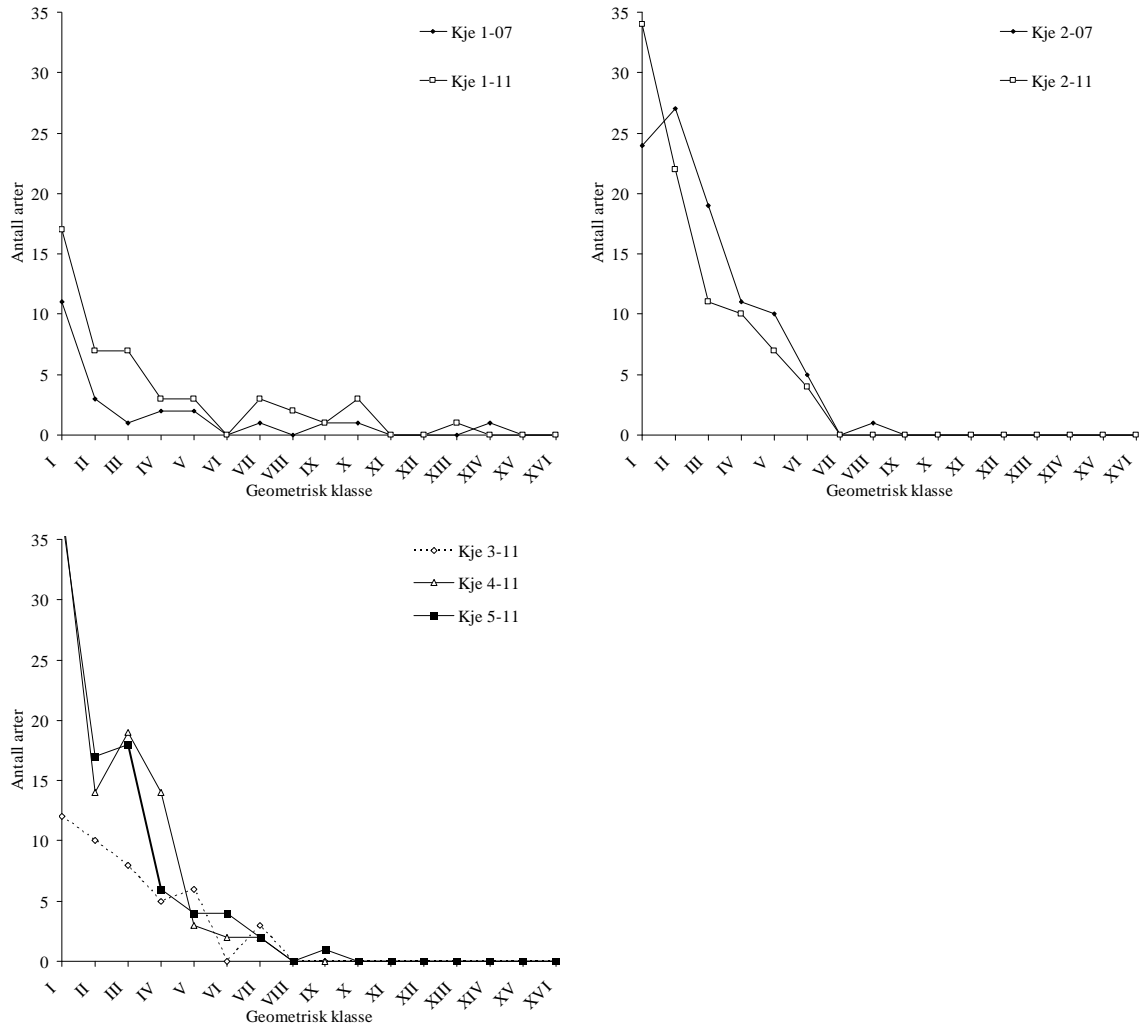
Fordelingen av individer innen artene presenteres i figurene 3.5. Også her skiller Kje 1 seg ut både i 2007 og 2011 med relativt få arter med et lavt antall individer og enkelte arter med

svært mange individer, men det er kun ca 55 % likhet mellom de to årene på Kje 1. De multivariate analysene (figur 3.5) indikerer samme resultater som de univariate. Kje 1 skiller seg mest med kun 20 % likhet med de andre stasjonene. De resterende har <40 % likhet.

**Tabell 3.4.** Antall individer og arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon (se generell vedleggsdel).

År	Stasjon	Hugg nr	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	MOM tilstand	KLIF tilstand	AMBI	NQI1	NQI2
2011	Kje 1	1	5 075	33	1.95	0.39					
		2	5 860	39	1.61	0.31					
		<b>Sum</b>	<b>10 935</b>	<b>47</b>	<b>1.78</b>	<b>0.32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>5.61</b>	<b>0.45</b>	<b>0.27</b>
		<b>T.kl</b>					<b>God</b>	<b>-</b>		<b>Dårlig</b>	<b>Svært dårlig</b>
	Kje 2	1	255	62	4.99	0.84					
		2	318	64	4.96	0.83					
		<b>Sum</b>	<b>573</b>	<b>88</b>	<b>5.32</b>	<b>0.82</b>	<b>1</b>	<b>I</b>	<b>1.25</b>	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>
		<b>T.kl</b>					<b>Meget god</b>	<b>Meget god</b>		<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>
	Kje 3	1	261	36	3.81	0.74					
		2	260	36	4.10	0.79					
		<b>Sum</b>	<b>521</b>	<b>44</b>	<b>4.03</b>	<b>0.74</b>	<b>-</b>	<b>I</b>	<b>5.23</b>	<b>0.77</b>	<b>0.72</b>
		<b>T.kl</b>					<b>-</b>	<b>Meget god</b>		<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>
	Kje 4	1	271	66	5.22	0.86					
		3	380	72	4.97	0.81					
		<b>Sum</b>	<b>651</b>	<b>92</b>	<b>5.25</b>	<b>0.80</b>	<b>1</b>	<b>I</b>	<b>1.61</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>
	<b>T.kl</b>					<b>Meget god</b>	<b>Meget god</b>		<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>	
Kje 5	1	604	55	3.39	0.59						
	2	589	75	4.01	0.64						
	<b>Sum</b>	<b>1 193</b>	<b>89</b>	<b>3.81</b>	<b>0.59</b>	<b>-</b>	<b>II</b>	<b>1.59</b>	<b>0.77</b>	<b>0.66</b>	
	<b>T.kl</b>					<b>-</b>	<b>God</b>		<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>	
2007	Kje 1	2	4 063	14	0.94	0.25					
		3	6 014	20	0.67	0.15					
		<b>Sum</b>	<b>10 077</b>	<b>23</b>	<b>0.79</b>	<b>0.17</b>	<b>2</b>		<b>1.99</b>	<b>0.36</b>	<b>0.17</b>
		<b>T.kl</b>					<b>God</b>	<b>-</b>		<b>Dårlig</b>	<b>Svært dårlig</b>
	Kje 2	2	484	74	5.21	0.84					
3		408	78	5.29	0.84						
<b>Sum</b>		<b>892</b>	<b>97</b>	<b>5.40</b>	<b>0.82</b>	<b>1</b>	<b>I</b>	<b>2.18</b>	<b>0.85</b>	<b>0.86</b>	
	<b>T.kl</b>					<b>Meget god</b>	<b>Meget god</b>		<b>Svært god</b>	<b>Svært god</b>	

### SAM-Marin



**Figur 3.4.** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

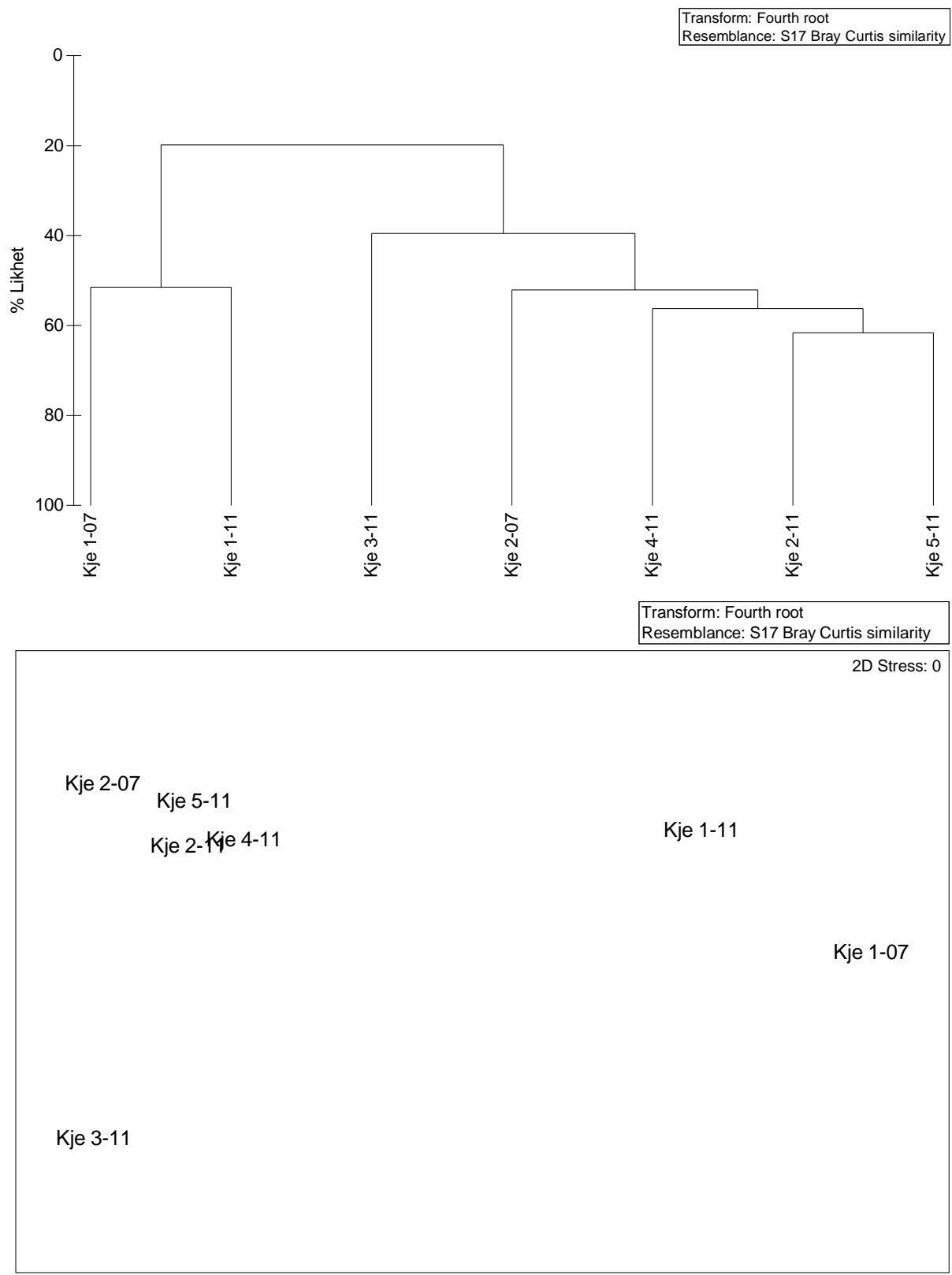
**Tabell 3.5.** De ti mest tallrike artene i 2011 og 2007. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

<b>Kje 1-2007</b>	<b>Ant ind</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>	<b>Kje 1-2011</b>	<b>Ant ind</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>
<i>Capitella capitata</i>	8 736	86,7	86,7	<i>Capitella capitata</i>	7 700	70,4	70,4
<i>Thyasira sarsii</i>	866	8,6	95,3	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	872	8,0	78,4
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	260	2,6	97,9	<i>Heteromastus filiformis</i>	623	5,7	84,1
<i>Prionospio steenstrupii</i>	120	1,2	99,1	<i>Thyasira sarsii</i>	612	5,6	89,7
<i>Abra nitida</i>	24	0,2	99,3	<i>Prionospio steenstrupii</i>	322	2,9	92,6
<i>Kurtiella bidentata</i>	22	0,2	99,5	<i>Exogone sp.</i>	217	2,0	94,6
<i>Pectinaria koreni</i>	14	0,1	99,7	<i>Abra nitida</i>	194	1,8	96,4
<i>Chaetozone sp.</i>	12	0,1	99,8	<i>Chaetozone sp.</i>	103	0,9	97,3
<i>Scalibregma inflatum</i>	6	0,1	99,8	<i>Sige fusigera</i>	77	0,7	98,0
<i>Sige fusigera</i>	2	0,0	99,9	<i>Raricirrus cf beryli</i>	68	0,6	98,7
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	2	0,0	99,9				
<i>Philine scabra</i>	2	0,0	99,9				

<b>Kje 2-2007</b>	<b>Ant ind</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>	<b>Kje 2-2011</b>	<b>Ant ind</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>
<i>Amythasides macroglossus</i>	134	15,0	15,0	<i>Spiophanes wigleyi</i>	54	9,4	9,4
<i>Eclysippe vanelli</i>	53	5,9	21,0	<i>Sipuncula indet.</i>	53	9,2	18,7
<i>Amage auricula</i>	46	5,2	26,1	<i>Amythasides macroglossus</i>	37	6,5	25,1
<i>Lumbrineridae indet.</i>	38	4,3	30,4	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	33	5,8	30,9
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	38	4,3	34,6	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	30	5,2	36,1
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	36	4,0	38,7	<i>Lumbrineridae indet.</i>	25	4,4	40,5
<i>Mendicula ferruginea</i>	31	3,5	42,2	<i>Eclysippe vanelli</i>	24	4,2	44,7
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	30	3,4	45,5	<i>Heteromastus filiformis</i>	22	3,8	48,5
<i>Melinna elisabethae</i>	30	3,4	48,9	<i>Kelliella abyssicola</i>	18	3,1	51,7
<i>Nucula tumidula</i>	25	2,8	51,7	<i>Melinna albicincta</i>	17	3,0	54,6

<b>Kje 3-2011</b>	<b>Ant ind</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>	<b>Kje 4-2011</b>	<b>Ant ind</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>
<i>Amphilepis norvegica</i>	106	20,3	20,3	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	90	13,8	13,8
<i>Terebellides stroemi</i>	94	18,0	38,4	<i>Amythasides macroglossus</i>	83	12,7	26,6
<i>Heteromastus filiformis</i>	75	14,4	52,8	<i>Melinna albicincta</i>	38	5,8	32,4
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	23	4,4	57,2	<i>Aphelochaeta sp.</i>	33	5,1	37,5
<i>Caudofoveata indet.</i>	22	4,2	61,4	<i>Lumbrineridae indet.</i>	27	4,1	41,6
<i>Thyasira equalis</i>	20	3,8	65,3	<i>Spiophanes wigleyi</i>	22	3,4	45,0
<i>Nucula tumidula</i>	20	3,8	69,1	<i>Thyasira equalis</i>	18	2,8	47,8
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	16	3,1	72,2	<i>Heteromastus filiformis</i>	15	2,3	50,1
<i>Lumbrineridae indet.</i>	16	3,1	75,2	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	15	2,3	52,4
<i>Anobothrus gracilis</i>	13	2,5	77,7	<i>Sosanopsis wireni</i>	15	2,3	54,7
				<i>Yoldiella philippiana</i>	15	2,3	57,0

<b>Lkje 5-2011</b>	<b>Ant ind</b>	<b>%</b>	<b>Kum %</b>
<i>Spiophanes wigleyi</i>	498	41,7	3,5
<i>Amythasides macroglossus</i>	113	9,5	0,8
<i>Mendicula ferruginea</i>	78	6,5	0,5
<i>Melinna albicincta</i>	57	4,8	0,4
<i>Yoldiella philippiana</i>	56	4,7	0,4
<i>Aphelochaeta sp.</i>	43	3,6	0,3
<i>Lumbrineridae indet.</i>	36	3,0	0,3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	31	2,6	0,2
<i>Thyasira obsoleta</i>	20	1,7	0,1
<i>Exogone sp.</i>	18	1,5	0,1
<i>Maldanidae indet</i>	18	1,5	0,1



**Figur 3.5.** MDS- og cluster plot på stasjonsnivå for stasjonene undersøkt i 2001 og 2007. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



#### **4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON**

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliten Kjehola i Austre Ombofjorden. Bakgrunnen for oppdraget er et ønske om etablering av en ny lokalitet ved Røykjanes ca 500 meter nord for det eksisterende Kjehola i Austre Ombofjorden. Rapporten beskriver miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 3.-4. mai 2011. Det ble samlet inn prøver fra til sammen 5 stasjoner. Stasjonsnettets inkluderer nær-, overgangs- og fjernsonen til Kjehola i tillegg til området for Røykjanes og den dype Jelsafjorden nord for Austre Ombofjorden. To av stasjonene har vært undersøkt tidligere. På samme tidspunkt ble det gjort en MOM-B forundersøkelse ved Røykjanes. Rapporten konkluderte med en meget god lokalitetstilstand (Hatlen 2011).

Oksygenmålingene viste at det var meget gode oksygenforhold i dypet av Jelsafjorden.

Glødetapet var relativt lavt på alle stasjonene i Austre Ombofjorden, mens det var noe høyere i dypet av Jelsafjorden. Nivået av organisk karbon (TOC) og fosfor indikerte også noe organisk avfall ved Kjehola. Det ble ikke registrert forurensing av kobber eller sink på noen av stasjonene. Stasjonene nærmest Røykjaneset hadde grovere sediment og dermed mer strøm enn stasjonen ved Kjehola, stasjonen sør for Kjehola og den dype stasjonen i Austre Ombofjorden.

Faunaen viser svært gode forhold på samtlige stasjoner bortsett fra stasjonen nærmest det nåværende anlegget Kjehola. Denne stasjonen var tydelig påvirket av organisk avfall fra driften av anlegget, men i en noe mindre grad enn i 2007.

#### **5 TAKK**

Vi takker Hallgeir Bauge på *MS Felix* for god hjelp og hyggelig tokt.

## 6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hatlen K. 2011. MOM-B forundersøkelse ved Kjeahola-Nord i Hjelmeland kommune. SAM notat nr. 15 2011.
- Heggøy E. 2011 Strømmåling ved Kjeahola-Nord i Ombofjorden, Hjelmeland kommune. SAM notat 16-2011.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Johansen P-O., Heggøy E., Vassenden G. 2008. MOM-C undersøkelse fra lokaliteten Kjeahola i Ombofjorden, Hjelmeland kommune. SAM e-Papport nr 6-2008.
- 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*.

## 7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i> .....	28
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametere</i> .....	37
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> .....	38
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i> .....	44
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i> .....	45

**GENERELL VEDLEGGSEDEL****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.

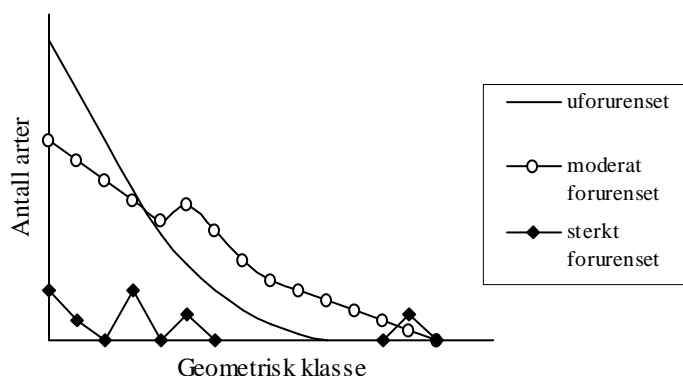
**Geometriske klasser**

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 og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

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

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

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



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

### Univariate metoder

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

### Diversitet.

**Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ )** beskrives ved 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 uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten ( $J$ ) i prøven på følgende måte:

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

der:  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom  $H' = H'_{\max}$  er  $J$  maksimal og får verdien en.  $J$  har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

**Hurlbert diversitetsindeks  $ES(100)$**  er beskrevet som:

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

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med  $N$  individer,  $s$  arter, og  $N_i$  individer av  $i$ -ende art.

**Diversitetsindeksen  $SN$**  er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene\*:

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

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

### 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. Miljøgraden trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

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

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

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

p = totalt antall arter

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

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

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

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

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

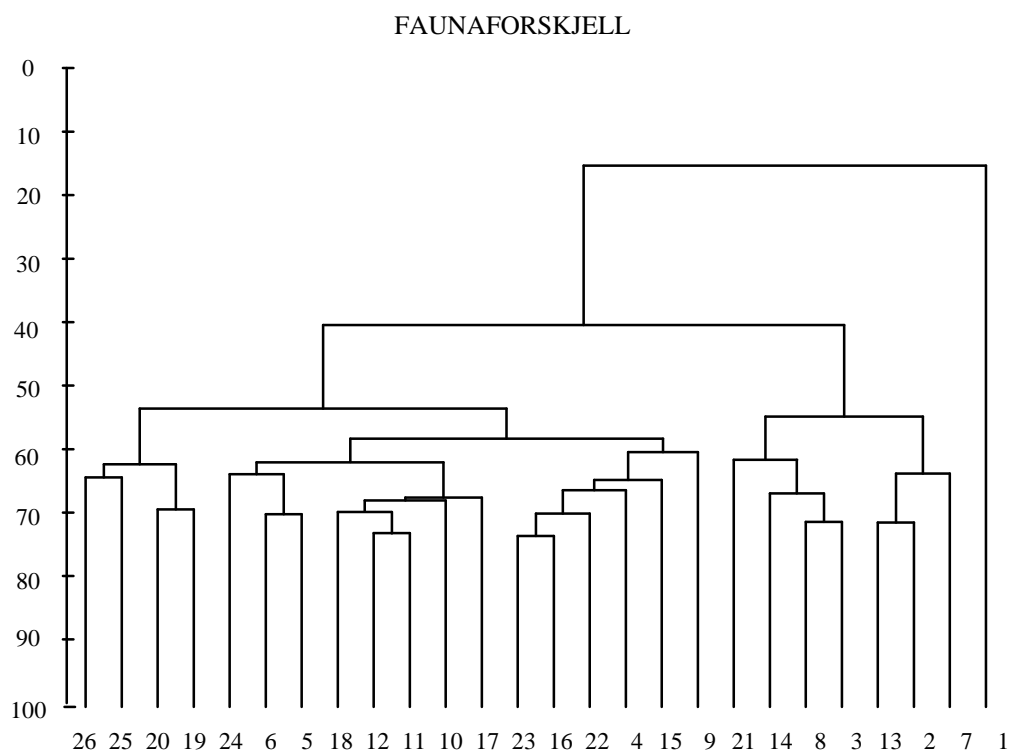
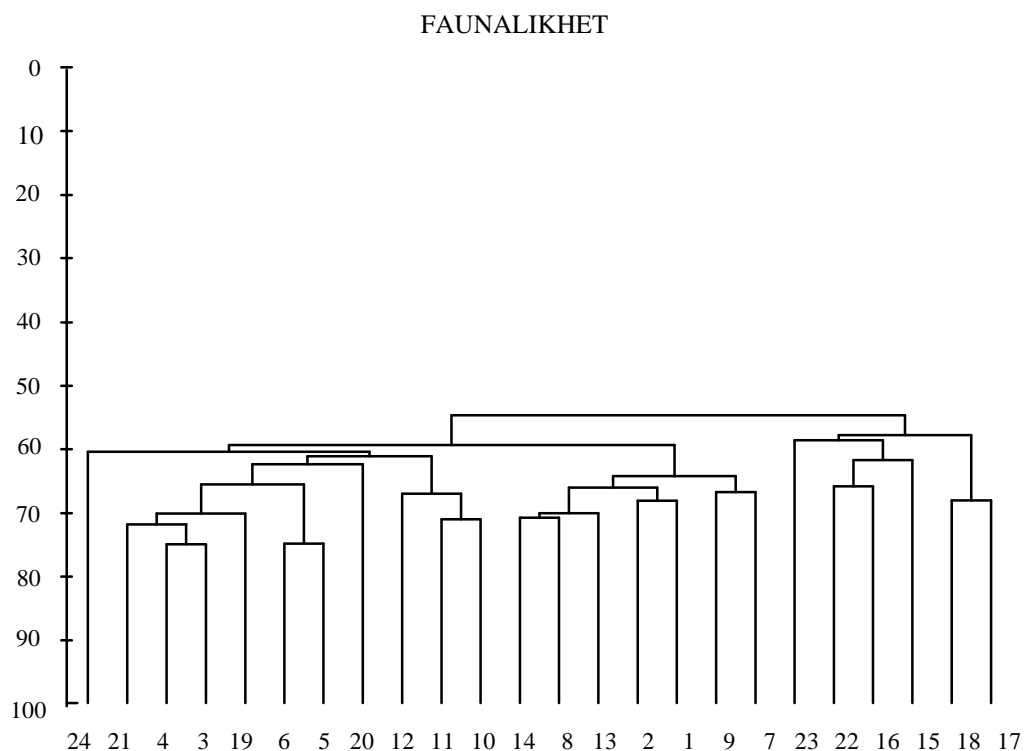
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,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

### **Dataprogrammer**

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

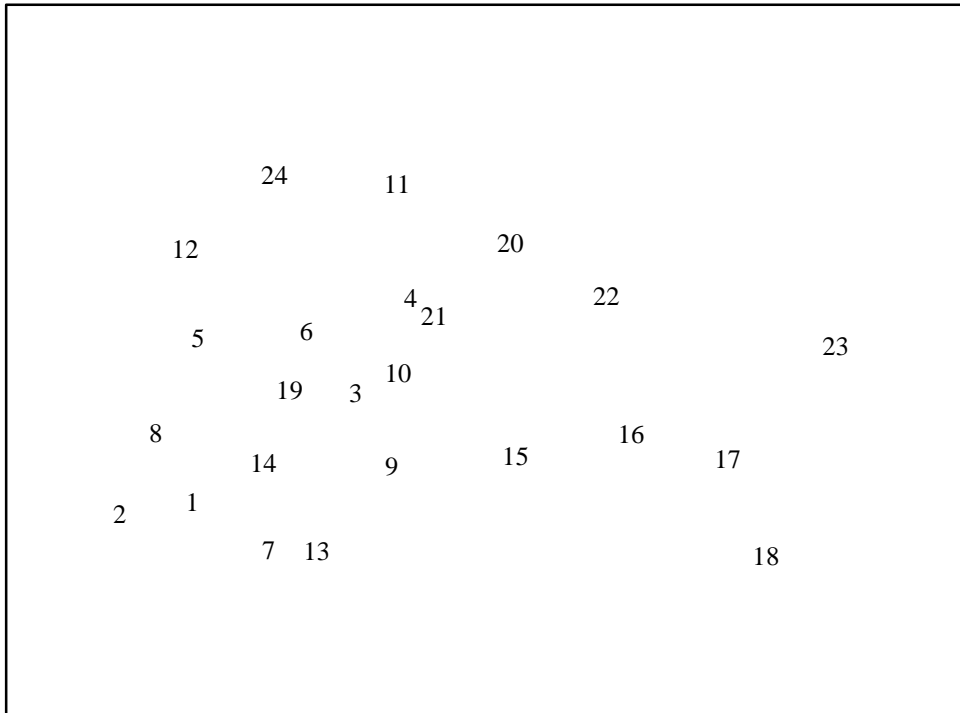
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.



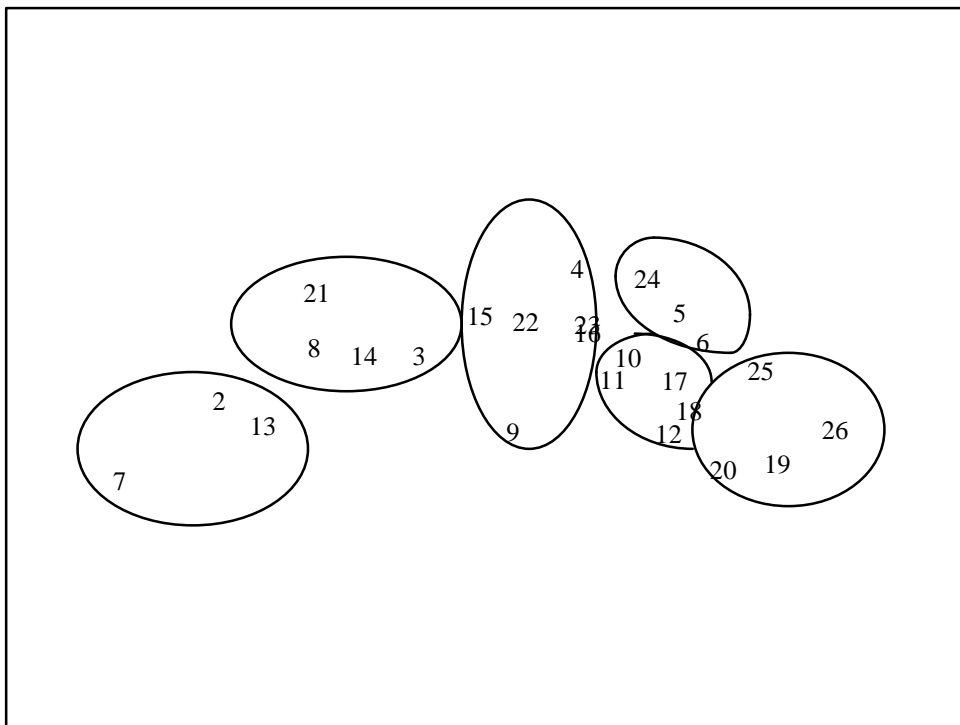


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

# SAM-Marin

**PRØVESKJEMAET, B.1**
**Firma:** Marine Harvest Norway AS

**Dato:** 04.05.2011

**Lokalitet:** Røykjaneset (tidligere kalt Kjeahola)

**Konsesjonsnr:** 11913

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
I	Tilstand (Gruppe I)		<b>A</b>													
II	pH	verdi	7.5	7.5	7.51	7.53	7.71	7.57	7.83	7.62	7.58	7.56				
	E <sub>n</sub> (mv)	verdi	34	326	40	248	135	-32	1	-51	-50	-44				
		+ ref. verdi	322	614	328	536	423	256	289	237	238	244				
	pH/E <sub>n</sub>	fra figur	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1			0.7	
	Tilstand, prøve		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
	Tilstand, gruppe II		<b>1</b>		Buf.tmp:	6.5	°C	Sjø.tmp:	9	°C	Sed.tmp:	8.1	°C	Ref.elektrode:	288	mv
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	Farge	Lys/Grå = 0														
		Brun/Sort = 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Noe = 2														
		Sterk = 4														
	Konsistens	Fast = 0														
		Myk = 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
		Løs = 4														
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0														
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1	1	1	1	1	1					1				
v ≥ 3/4 = 2									2	2	2					
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	2 - 8 cm = 1															
	t ≥ 8 cm = 2															
	SUM		5	5	5	5	5	5	6	6	6	5				
	Korrigert sum (*0,22)		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.32	1.32	1.32	1.10			1.2	
	Tilstand prøve		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
	Tilstand gruppe III		<b>2</b>													
	Middelværdi gruppe II og III		1.05	0.55	1.05	0.55	0.55	1.05	1.16	1.16	1.16	1.05			0.9	
	Tilstand gruppe II og III		<b>1</b>													
	pH/Eh		Tilstand				Lokalitetstilstand									
	Korr. sum		Gruppe I	Gruppe II og III												
	Indeks		A	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4									
	Middelværdi		4	1, 2, 3			1, 2, 3									
	< 1,1	1	4	4			4									
	1,1 - < 2,1	2														
	2,1 - < 3,1	3														
	≥ 3,1	4														
	LOKALITETSTILSTAND											1				

## SAM-Marin

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Norway AS

Dato: 04.05.2011

Lokalitet: Røykjanaset (tidligere kalt Kjeahola)

Konsesjonsnr: 11913

Prøvetakingssted (nr)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dyp (m)	140	146	184	182	158	165	157	213	202	213
Antall forsøk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bobling (i prøve)	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Primær-sediment	Grus	30%	5%		20%		10%			
	Skjellsand									
	Sand	20%	5%	10%	10%		10%			
	Mudder	50%	50%	50%	40%	50%	50%	40%	50%	50%
	Silt	50%		40%	50%	20%	50%	40%	50%	50%
	Leire									
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall	5		1	2	1	3	1		2	2
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall	2		2	2	2		4	3	1	3
Børstemark, antall	10	20	20	20	20	20	20	20	20	10
Andre dyr, antall						svamp				
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Før	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Fekalier	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Kommentarer										

**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 2. Artsliste**

Vedlegg SF-SAM-505.4

**BENTHOS ARTSLISTE**

SAM-Marin



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



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest**  
**Prosjekt nr.: 805529**  
**Prøvetakingssted (område): Hjelmeland, Hordaland**  
**Dato for prøvetaking: 3-4.05.2011**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**  
**Artene er identifisert av: Per Johannessen**

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**

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

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

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

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

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

\* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

**Andre opplysninger:**

Tabellen starter på neste side og består av:5 sider.

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

Signatur:.....  
Godkjent taksonom

## SAM-Marin

	Stasjon	Kje 1	Kje 1	Kje 2	Kje 2	Kje 3	Kje 3	Kje 4	Kje 4	Kje 5	Kje 5
	Hugg	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2
* Porifera indet		+		+	+				+	+	+
* Hydrozoa indet.		+	+		+		+	+	+		+
* ANTHOZOA											
Cerianthus lloydii						1	4				
Edwardsia sp.											
Actinaria indet				1					1		4
* NEMERTINI indet.		34	38	+	3	3	4	1		+	6
* NEMATODA indet.		503	153	8	5			3	10	14	15
Priapulid caudatus		1	2								
POLYCHAETA											
Aphrodita aculeata				0/1			0/1		0/1		0/1
Polynoidae indet.			1						2		
Pholoe baltica		2	7		1			0/1			1
Pholoe pallida					1	1	2				
Neoleanira tetragona						1	1/1		1	1	1
Sthenelais limicola										0/1	
Chaetoparia nilssoni								0/1	0/1		
Phyllococe groenlandica											
Phyllococe rosea											
Eumida ockelmanni								1			
Sige fusigera		36	41						1	0/3	0/1
Eulalia cf. mustela									1		
Eteone longa		1									
Phyllococidae indet										1	
Ceratocephale loveni					1		0/1				
Nereimyra punctata			4	0/3			0/1	0/4	0/3	0/2	0/1
Ophiodromus flexuosus								1			
Syllidae indet		9	8						1		
Pilargidae indet							1	1			
Exogone sp.		157	60					3	4	7	11
Nereidae indet		3									
Nereis pelagica											
Aglaophamus malmgreni											
Glycera alba		3	3	1/1	0/1					1/2	0/1
Glycera lapidum							0/1	1/2	0/4	0/1	1/3
Goniada maculata			2								
Nephtys hystricis				1	2		2				
Nephtys longosetosa											
Nephtys paradoxa					1			1			
Paramphinome jeffreysii		420	452	7	26	8	8	20	70	4	27
Paradiopatra fiordica				3/1		1/1	1/2	2	1		1/1
Paradiopatra quadricuspis					1	1	1/4		1		1
Marphysa bellii											
Lumbrineridae indet.		3	2	9	16	8	8	10	17	17	19
Drilonereis filum			1	2					1	1	
Protododorvillea kefersteini				1	1						1
Schistomeringos sp		1								1	
Eunice pennata								2	3/1		
Orbinia sp.								1			0/2

## SAM-Marin

	Stasjon	Kje 1	Kje 1	Kje 2	Kje 2	Kje 3	Kje 3	Kje 4	Kje 4	Kje 5	Kje 5
	Hugg	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2
Phylo norvegicus						1	2				
Scoloplos armiger		2	1								
Laonice sarsi				0/1				2/2	3	0/1	
Polydora sp.					1						1
Prionospio steenstrupii		172	149/1								
Prionospio cirrifera								1			1
Prionospio fallax		3	3								
Prionospio dubia				2	3	1/1				0/1	0/3
Spiophanes kroeyeri			1	0/1				0/1	0/3		
Spiophanes wigleyi				39/9	4/2			3/5	2/12	226/47	179/46
Scolecipis korsuni								1/1	1	1	
Aricidea sp.				1							
Aricidea laubieri											
Aricidea suecica									1		1
Levinsenia gracilis				1	3	1	1	3	1	2	7
Paraonis sp.		1							1		3
Apistobranchnus tenuis											0/1
Apistobranchnus tullbergi											
Spiochaetopterus typicus						0/2		1			
Aphelochaeta sp.		2	2	8	8	2	2	17	16	29	14
Caulleriella killariensis											
Chaetozone cf. chriestie											
Chaetozone sp.		48	55	3	2			1	2	1	3
Cirratulidae indet						6	3				
Raricirrus cf beryli		60	8								
Macrochaeta polyonyx											1
Diplocirrus glaucus		2	4	3	2/7			1/1		1	2/2
Pherusa falcata											
Pherusa flabellata				3	1				0/1		1/1
Brada villosa				1	2/1	1/1	0/4	0/1			
Ophelina acuminata					1	0/1	2				
Lipobranchnus jeffreysii								3/5	1	1	
Scalibregma inflatum				2				3	1		0/1
Scalibregma sp.								2	2		
Capitella capitata		3376/5	4300/19				1				
Heteromastus filiformis		324/1	298	7	15	44	31	7	8		1
Notomastus latericeus		1		0/6	0/2	0/1		0/3	3/5	9	1/2
Chirimia biceps									1		
Euclymene droebachiensis											
Praxillella affinis											
Praxillura longissima											
Rhodine loveni					3	1	8		1		
Maldanidae indet				3	8	5	4	1	4	5	13
Myriochele danielsseni											
Myriochele fragilis										2	1
Myriochele heeri						1					
Myriochele oculata		5	3	1	1	1		2	1	1	
Owenia borealis		7	11		0/1						1
Pectinaria auricoma											
Pectinaria koreni		1									



## SAM-Marin

	Stasjon	Kje 1	Kje 1	Kje 2	Kje 2	Kje 3	Kje 3	Kje 4	Kje 4	Kje 5	Kje 5
	Hugg	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2
	Ampharete lindstroemi									1	1
	Ampharete falcata				1			0/1			
	Sabellides indet.										
	Sabellides octocirrata				2					1/4	1
	Sosane sulcata										
	Anobothrus gracilis			0/2		0/7	0/6	0/2	0/1		
	Lysippides fragilis									1	
	Amphicteis gunneri							3			
	Amythasides macroglossus		1	25	12			39	44	69	44
	Eclysippe vanelli			1/1	14/8			1/1	3/2		1/2
	Sosanopsis wireni			8/2	2/1			6	9		
	Amage auricula							0/1			
	Melinna albicincta			2/7	3/5			10/4	10/14	15/20	7/15
	Melinna elisabethae										
	Paramphitrite tetrabanchia										
	Eupolymnia nesidensis										0/2
	Pista cristata										
	Pista lomnensis									0/1	
	Lanice conchylega			2							
	Streblosoma intestinale										
	Polycirrus medisa								1		
	Polycirrus norvegicus			0/1				5/4	0/4	2/3	1
	Amaeana trilobata								1		
	Trichobranchus roseus									3	1
	Terebellides stroemi			1	0/2	26/22	26/20	1/5	1/3		1/1
	Terebellidae indet								5		
	Euchone papillosa										
	Euchone sp.			1	1					4	1
	Sabellidae indet				2					2	4
	Hydroides norvegica			1							
	Siboglinum fjordicum								+		+
	OLIGOCHAETA										
	Oligochaeta indet				1						2
	SIPUNCULA										
	Sipuncula indet.		1	3	50	5	2	1	9	1	10
	Onchnesoma steenstrupi			10	20	10	13	7	8	2	3
	Onchnesoma squamatum			1							
	Nephasoma cf. minutum										
	Phascolion strombus		1								
	PYCNOGONIDA										
	Pycnogonida indet		1								
	CRUSTACEA										
*	Crustacea indet							0/6			
*	Philomedes globosus							2			
*	Calanus finmarchicus	6			1	6	7	3	1		
*	Verruca stroemi										
*	Macrocypris minna									1	
*	Diastylis cornuta										3
*	Diastylis tumida										1
*	Eudorella emarginata										

SAM-Marin

	Stasjon	Kje 1	Kje 1	Kje 2	Kje 2	Kje 3	Kje 3	Kje 4	Kje 4	Kje 5	Kje 5
	Hugg	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2
*	<i>Eudorella truncatula</i>										1
*	<i>Hemilamprops rosea</i>				1						
*	<i>Calocarides coronatus</i>					0/1	1				
*	<i>Munida sarsi</i>							2			
*	Decapoda juv indet (larve)									0/2	
*	Tanaidacea indet.			5	3			3		2	12/20
*	<i>Gnathia</i> sp.									2	6
*	<i>Ischnomesus bispinosus</i>					2					
*	<i>Munna</i> sp.										
*	Amphipoda indet.		2	14	12			2	4	18	44
*	<i>Eriopisa elongata</i>			2	3	2	2	2		2	4
*	Hyperiidea indet			1		26/32					
*	Caprellidae indet	1									
	MOLLUSCA										
	Caudofoveata indet.			2	1	9	13	1	1	5	9
	<i>Solenogaster</i> indet							1			
	<i>Leptochiton alveolus</i>							2	2		
	<i>Leptochiton asellus</i>								1		
	<i>Hanleya hanleyi</i>							0/2			
	<i>Ischnochiton albus</i>										
	<i>Lepeta caeca</i>							0/1	1		
	<i>Puncturella noachina</i>										
	<i>Anatoma crispata</i>								1		
	<i>Velutina Velutina</i>							1			
	<i>Trophonopsis barvicensis</i>									1	
	<i>Haliella stenostoma</i>					1					1
	<i>Eulimella scillae</i>			1							
	<i>Philine scabra</i>										
	<i>Philine</i> cf. <i>punctata</i>		0/2								
	<i>Retusa truncatula</i>		1								
	<i>Cylichnina umbilicata</i>		1								
	<i>Nucula nuclens</i>	4/2	1/2					1/1	2/1	1	
	<i>Nucula tumidula</i>			4/2	3/1	5/5	7/3		1		1
	<i>Ennucula tenuis</i>	0/1	1					0/1			
	<i>Yoldiella lucida</i>			1	0/1						
	<i>Yoldiella nana</i>									1	
	<i>Yoldiella philippiana</i>			6/1				9	5/1	12/10	19/15
	<i>Modiolula phaseolina</i>			0/1	0/1						0/4
	Mytilidae indet	2									
	<i>Batharca pectunculoides</i>			1						1/1	1
	<i>Delectopecten vitreus</i>			1/1	0/1	0/2			2/3		
	<i>Pseudamussium peslutrae</i>			0/3	0/1					0/1	0/3
	<i>Pseudamussium sulcata</i>				0/1						
	<i>Similipecten similis</i>				0/1					1/1	0/2
	<i>Heteranomia squamula</i>										
	<i>Thyasira flexuosa</i>		1								
	<i>Thyasira obsoleta</i>					3	1	4	1/1	10/1	9
	<i>Thyasira sarsii</i>	288/4	316/4	1/1				2	3/1		
	<i>Thyasira equalis</i>				12/1	9	10/1	4/2	11/1		
	<i>Axinulus eumyarius</i>					1	1				

## SAM-Marin

	Stasjon	Kje 1	Kje 1	Kje 2	Kje 2	Kje 3	Kje 3	Kje 4	Kje 4	Kje 5	Kje 5
	Hugg	1	2	1	2	1	2	1	3	1	2
Axinulus croulinensis				0/1						5/1	2
Mendicula ferruginea				3/2	5	2	3	3	5/2	33/4	36/5
Tellimya ferruginosa					1						0/1
Kurtiella bidentata		5/1	10/1						1		
Kurtiella tumidula									1		
Astarte montaqui				1				0/1			
Astarte sulcata				2/1	1				4		
Parvicardium minimum					7						1
Abra alba											
Abra longicallus											
Abra nitida		14/104	4/72	1/3	6			7/1	4	2	1
Kelliella abyssicola				6/6	4/2	2/1	7/1	5			1
Timoclea ovata										1	1
Hiatella sp		1		1							
Macoma calarea			1								
Cuspidaria costellata				1						2	1
Cuspidaria rostrata				2							1
Tropidomya abbreviata					1						
Antalis agilis					1						
Antalis entale											1
Entalina tetragona				4	5		1			1	4/3
Pulsellum lofotense					1			2	1	6	1
BRACHIOPODA											
Crania anomala								1	9		
Macandrevia cranium					0/1						
* BRYOZOA											
* Bryozoa indet skorpe		+									
ECHINODERMATA											
Ophiothrix fragilis									0/1		
Amphiura chiajei					0/2						0/1
Amphipholis squamata				3	5/1			3	5		1
Amphilepis norvegica					4/1	26/32	26/22				
Ophiura sp.				0/1	0/2			0/1	0/2		
Brissopsis lyrifera		3	1		1	1			0/1		0/1
Brisaster fragilis											1
Echinocucumis hispida											
Pseudothyone raphanus											1
Synaptidae indet										1	1
ENTEROPNEUSTA indet.					1			5	6		
ASCIDIACEA											
Ascidiacea indet				1				1		4	
* Fiske egg			1				1				1
* Varia		+			+						

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Kje 1-07	Kje 2-07	Kje 1-11	Kje 2-11	Kje 3-11	Kje 4-11	Kje 5-11
I	11	24	17	34	12	38	37
II	3	27	7	22	10	14	17
III	1	19	7	11	8	19	18
IV	2	11	3	10	5	14	6
V	2	10	3	7	6	3	4
VI	0	5	0	4	0	2	4
VII	1	0	3	0	3	2	2
VIII	0	1	2	0	0	0	0
IX	1	0	1	0	0	0	1
X	1	0	3	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0
XIII	0	0	1	0	0	0	0
XIV	1	0	0	0	0	0	0
XV	0	0	0	0	0	0	0
XVI	0	0	0	0	0	0	0

## Vedleggstabell 4. Analysebevis



Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50PB 3055  
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-11-MM-010774-01



EUNOMO-00036181

Prøvemottak: 01.07.2011  
Temperatur:  
Analyseperiode: 01.07.2011-14.07.2011  
Referanse: 611101, 805529 ref:  
20/11

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2011-07010312	Prøvetaksdato:	03.05.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kje 1	Analysestartdato:	01.07.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	26	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	140	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	3600	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	58	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	22	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	439-2011-07010313	Prøvetaksdato:	03.05.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kje 2	Analysestartdato:	01.07.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	7.0	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	62	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	880	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	65	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	9.6	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	439-2011-07010314	Prøvetaksdato:	03.05.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kje 3	Analysestartdato:	01.07.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Kobber (Cu)	16	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	110	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	660	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	34	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	21	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

## Tegnforklaring:

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2

AR-11-MM-010774-01



EUNOMO-00036181



Prøvenr.:	439-2011-07010315	Prøvetakingsdato:	03.05.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kje 4	Analysestartdato:	01.07.2011		
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
Kobber (Cu)	12	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	81	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	860	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	44	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

Prøvenr.:	439-2011-07010316	Prøvetakingsdato:	03.05.2011		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Kje 5	Analysestartdato:	01.07.2011		
Analyse	Resultat	Enhet	MU	Metode	LOQ
Kobber (Cu)	4.7	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Sink (Zn)	56	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Fosfor (P)	570	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
Total tørrstoff	62	%	15%	NS 4764	0.02
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg tv		In acc. with NEN-EN 13137	1

**Kopi til:**

Kristin Hatlen (kristin.hatlen@uni.no)

**Moss 14.07.2011**

Hanne-Monica Reinback

ASM/Kjemiingeniør

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2