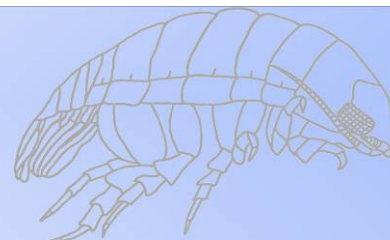


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – marin  
Uni Miljø

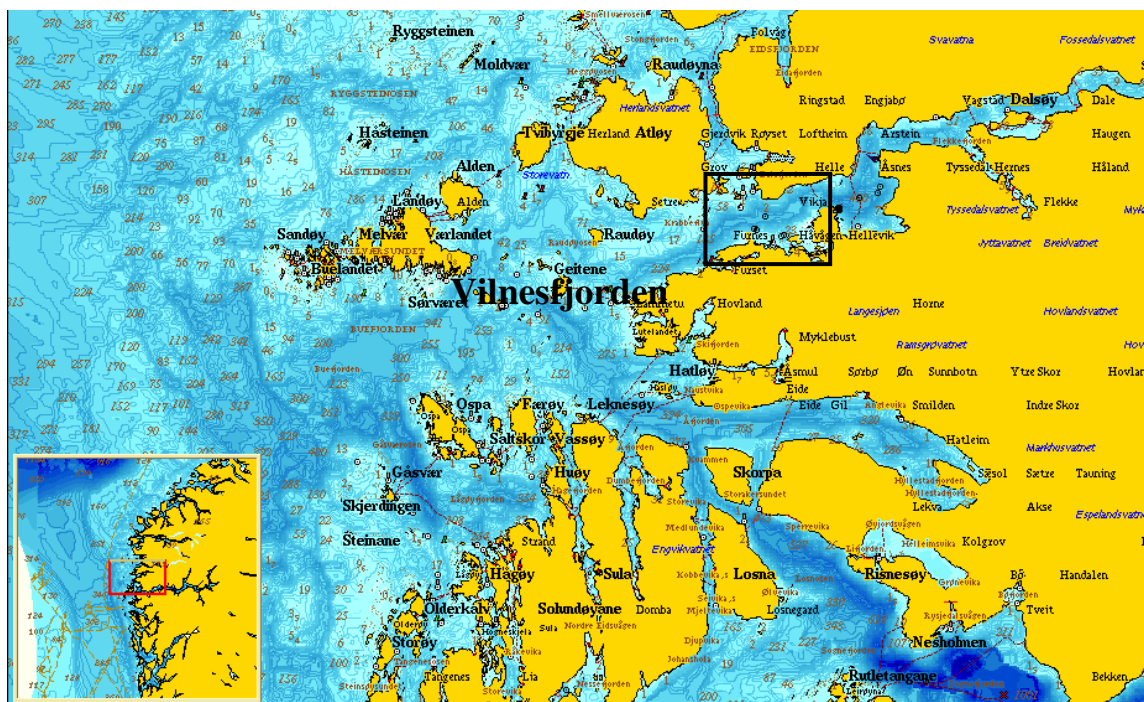




e-rapport nr: 28-2012

## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Furevika i Vilnesfjorden, Fjaler kommune i 2011*

Silje Hadler-Jacobsen

Per Johannesen

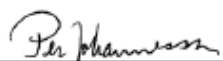
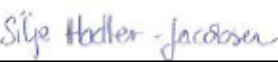


	<b>SAM-Marin</b>	
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25		Internet: <a href="http://www.uni.no">www.uni.no</a> E-post: <a href="mailto:Sam-marin@uni.no">Sam-marin@uni.no</a> Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Furevika i Vilnesfjorden, Fjaler kommune i 2011	Dato: 22/6-12
	Antall sider og bilag: 47
Forfatter(e): Silje Hadler-Jacobsen Per Johannesen	Prosjektleder: Silje Hadler-Jacobsen
	Prosjektnummer: 805935
Oppdragsgiver: Sandnes Fiskeoppdrett AS	Tilgjengelighet: Åpen

Abstract: A MOM-C survey was conducted in November 2011 at the aqua culture locality Furevika in Vilnesfjord. The monitoring included geological and chemical analysis of the bottom sediment as well as an analysis of the benthic fauna. Measurements of oxygen concentration indicated good conditions near the bottom. There was no indication of chemical pollution of copper or sink but the faunal composition indicated that the site nearest the locality was influenced by the aqua culture facility. It is therefore advised to thoroughly monitor this location in the future.

Keywords: MOM C, Marine environmental monitoring, Aqua culture, Furevika, Vilnesfjorden, Fjaler	Emneord: MOM C, Marine environmental monitoring, Aqua culture, Furevika, Vilnesfjord, Fjaler	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 28-2012
---	--	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	22/6-2012	
Prosjektet / undersøkelsen:	22/6-2012	

---

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:** SAM-Marin

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** R. Tveiten, R. Dyson, N. Islam, R. Torvanger og N.

Korableva

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** T. Alvestad og P. Johannessen.

**Rapportering utført av:** S. Hadler-Jacobsen og P. Johannesen

**Ikke akkreditert:**

**Geologiske analyser utført av:** H. Grønning

**LEVERANDORER**

**Toktfartøy:** -

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

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor, totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: TOC

**Andre:** -

# INNHold

<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Hydrografi .....	10
2.2.2 Sediment.....	10
2.2.3 Kjemiske analyser .....	11
2.2.4 Bunndyr.....	11
2.3 Produksjonsdata fra anlegget .....	14
<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>24</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 fra oppdrettslokaliteten Furevika i Vilnesfjorden, Fjaler kommune. Innsamlingene ble gjennomført 29. november 2011. På samme tokt ble det også tatt prøver til MOM-C undersøkelse ved oppdrettslokaliteten Svinøy. Resultatene fra denne lokaliteten blir presentert i en egen rapport.

Det er tidligere utført tre MOM B- undersøkelser (Aaseth 2004, 2006 & 2008) og en strømmålingsundersøkelse (Aarseth 2010) ved lokaliteten. I den siste MOM B undersøkelsen (Aarseth 2008) ble det konkludert med at man så en belastning ved noen av stasjonene på lokaliteten, men at under størsteparten av anlegget hadde gode forhold og at man heller ikke så tegn til vesentlig forverring i forhold til tidligere undersøkelser (Aarseth 2004, 2006 og 2008) Strømmålingen viste at man hadde en strømkraft som i hovedsak vekslet mellom en vestnordvestlig retning og en sørøstligretning med god strømkraft i overflaten. På 15 meters dyp ble det observert en variabel strømkraft med gjennomsnittlig svak strømkraft. Netto transport av vannmassene var nordlig (Aarseth 2010).

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

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), Vanddirektivets indekser (Direktoratsgruppa Vanddirektivet 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 Sandnes Fiskeoppdrett AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og

## SAM-Marin

oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

## 2 MATERIALE OG METODER

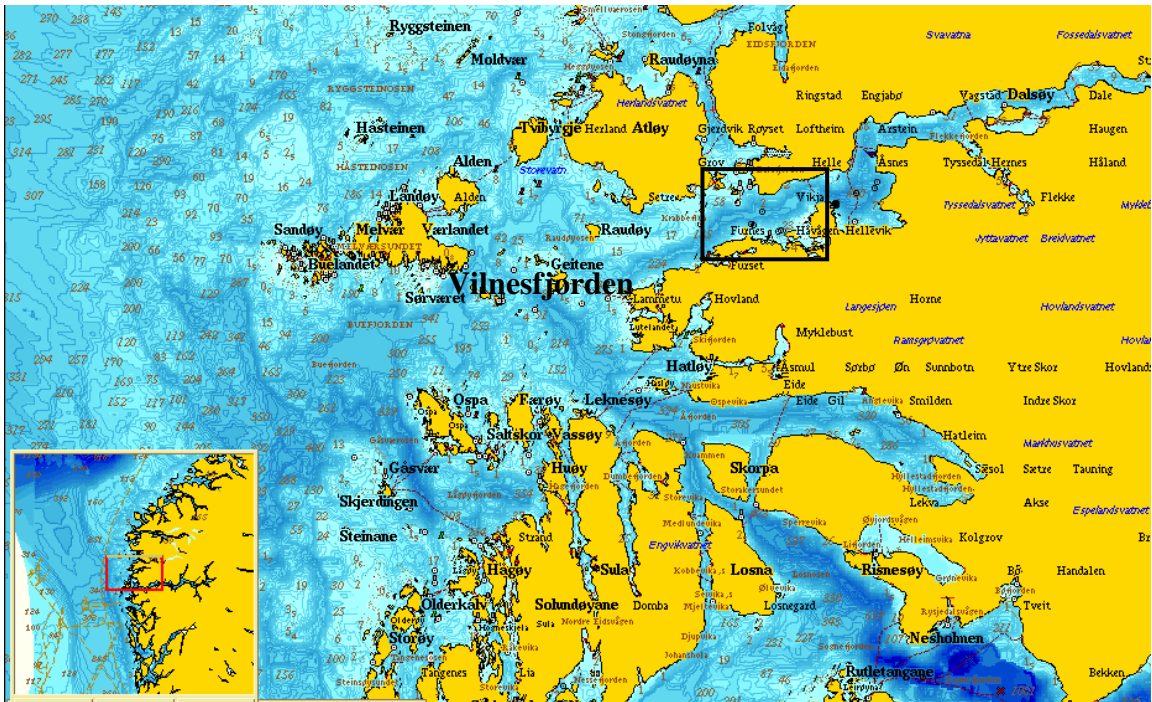
### 2.1 Undersøkelsesområdet

Lokaliteten ligger i Vilnesfjorden, nord for Fure, på ca 42 meters dyp. (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Fjordbunnen skrår raskt til til ca. 340 m dyp nordøst for anlegget. Fjorden har en terskel på ca 190 meters dyp ca 3 km vest for anlegget.

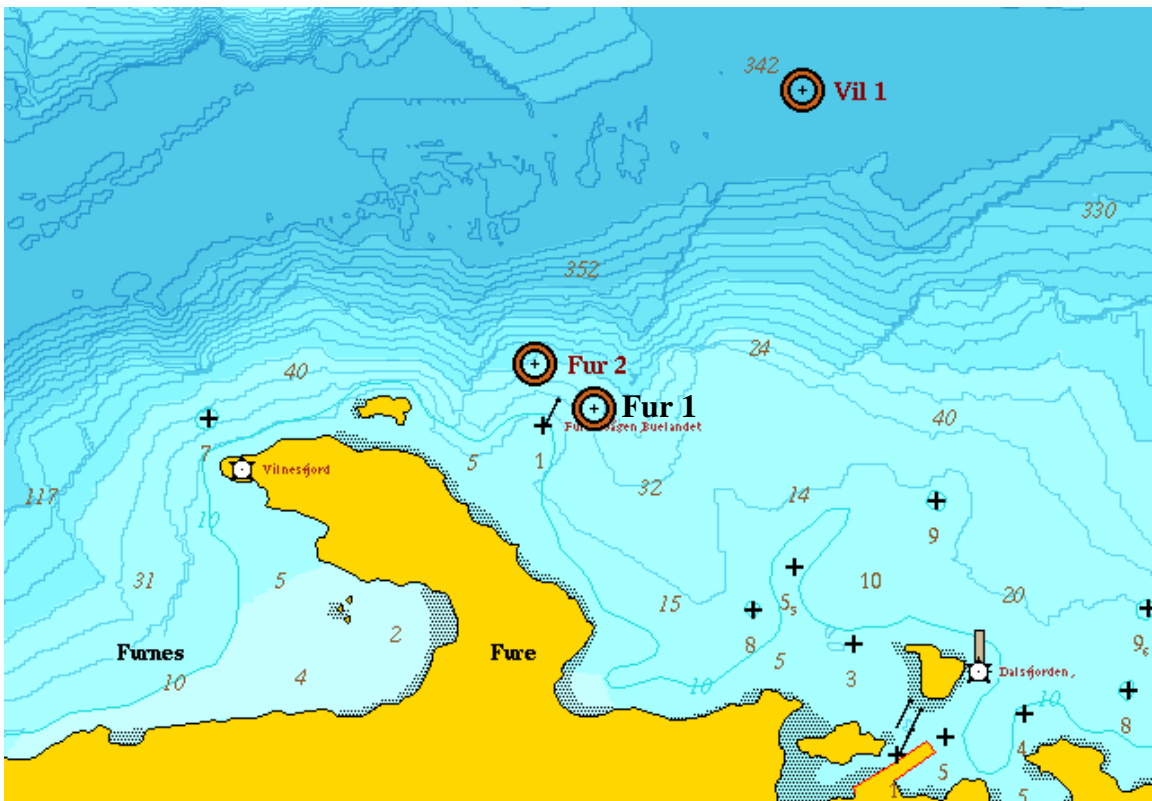
### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort den 29. november 2011. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av Vilnesfjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Tor Ensrud og Tom Alvestad fra SAM-Marin.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden (Vil 1). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført vha. en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.

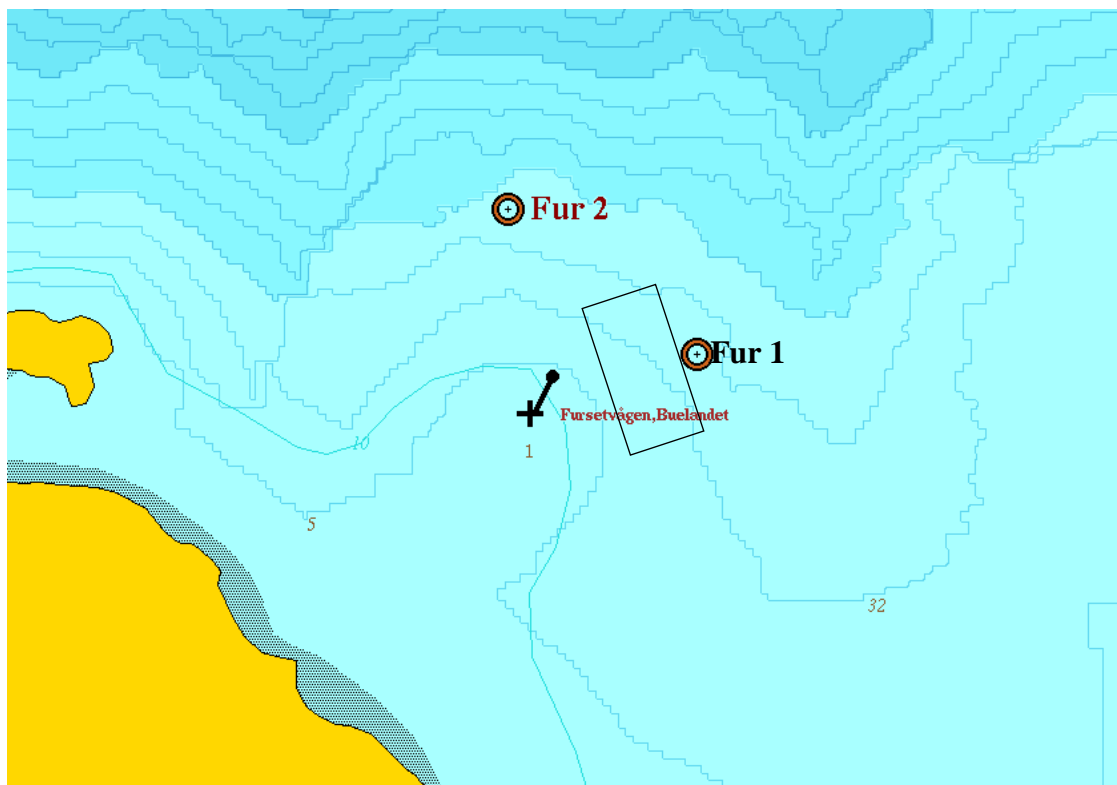


**Figur 2.1.** Oversiktskart over Vilnesfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Furevika. Kartkilde: Olex.



**Figur 2.2.** Utsnitt av Vilnesfjorden med referansestasjonen i dypet og stasjoner ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.





**Figur 2.3.** Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.

**Tabell 2.1** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Villnesfjorden 2011. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en duograb, hvor det ene kammeret utgjør 0.1m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Fur 1 29/11-2011	Villnesfjorden 61° 18,287'N 05° 04,352'Ø	42	1	7	Biologi, kjemi, geo, grabb 8 (duo)
			2	9	Biologi, kjemi, geo, grabb 8 (duo)
Stasjonen ble flyttet pga hard bunn					
Fur 2 29/11-2011	Villnesfjorden 61° 18,415'N 05° 04,173'Ø	72	1	7	Biologi, kjemi, geo, grabb 8 (duo)
			2	6	Biologi, kjemi, geo, grabb 8 (duo)
Vil 1 28/11-2011	Villnesfjorden 61° 18,766'N 05° 04,885'Ø	342	1	16	Biologi, kjemi, geo, grabb 8 (duo)
			2	21	Biologi, kjemi, geo, grabb 8 (duo)

### 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.

### 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. 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 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> grabb har et volum på 21 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

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

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell). 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 NQI1 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 NQI1 er biologiske indekser som skal benyttes. Mens  $H'$  kun sier noe om diversiteten, gir NQI1 et inntrykk av mengde sårbare vs. robuste arter det finnes i sedimentet. Ved rapportering skal den verste av de to tilstandsklassene telle. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. 1997, Bakke et al. 2007 og Direktoratgruppen 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	Diversitet/Shannon-Wiener ind. ( $H'$ )		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQI1		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	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 nærsone 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 - Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m<sup>2</sup>.  
(meget dårlig)

---

### 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Furevika har lagt i nåværende posisjon siden 2005. Anlegget ringanlegg på 90 meter. Det er produksjon i hele anlegget. Biomasse ved undersøkelsestidspunktet (31/10.11) var ca.70500 kg. og av årsklasse høst 2011, satt ut i oktober 2011. Fisken skal slakt våren 2013. Deretter er det planlagt brakklegging av anlegget fra mai 2013 til oktober 2013. B

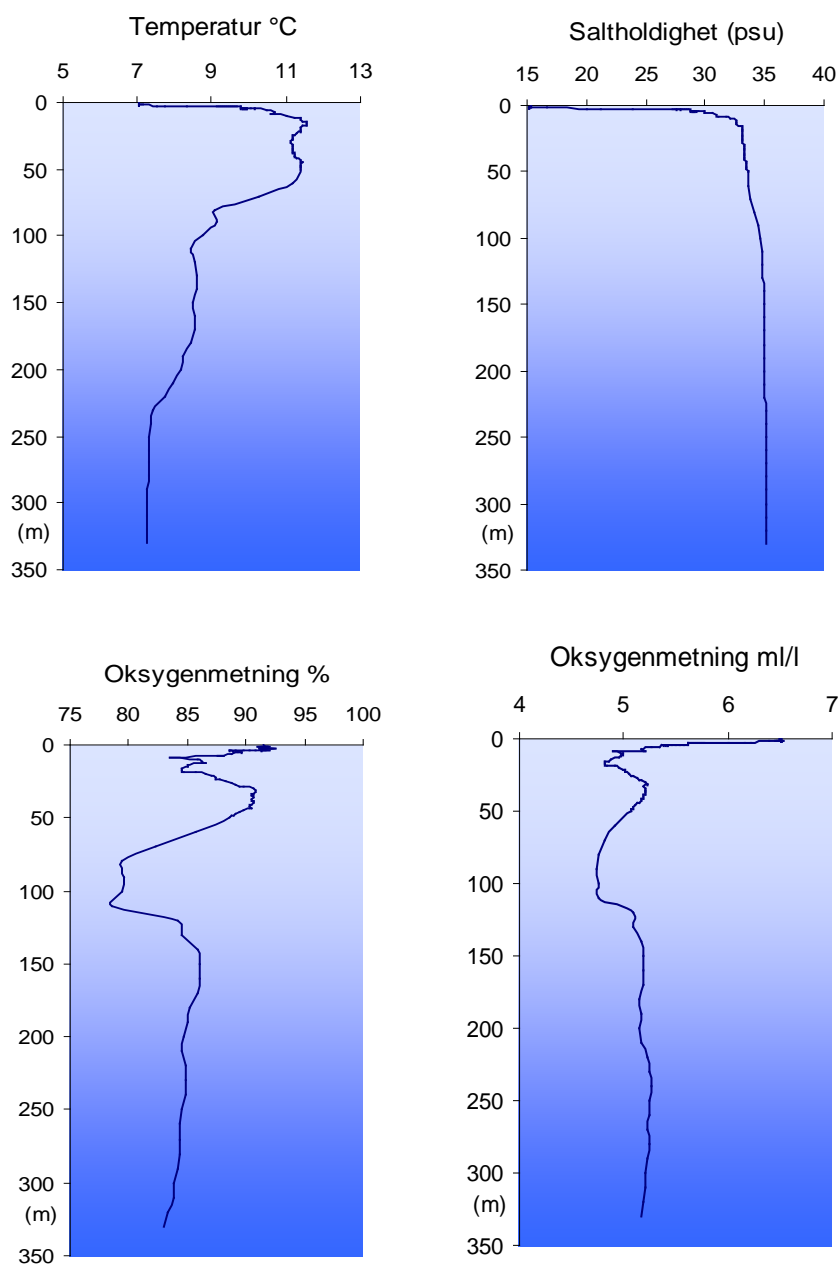
**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Langeråa i siste 3 år:

	Utforet mengde:	Produsert mengde:
Siste 1 år:	1.131,2 tonn	942,6 tonn
Siste 3 år:	3.320,9 tonn	2.767,4 tonn

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Vil 1 den 28. november 2011. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



**Figur 3.1.** Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og ml/l på Vil 1, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 330 meter den 28. november 2011. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra  $\text{mgO}_2/\text{l}$  med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på Vil 1 den 28. november 2011 var 7,1 C i overflatelaget ned til 2 meter. Deretter steg temperaturen jevnt mot 11,5 °C på ca 15 meters dyp for så å holde seg stabil på rundt 11 grader ned til 60 meter. Deretter sank temperaturen til 7,3 °C på 250 meter og for så å holde seg stabil ned til den dypeste målingen (330 m).

I overflatelaget og ned til 2 meter var saltholdigheten ca 15 psu. Fra 2 til 5 meter steg saltholdigheten til over 30 psu. Den fortsatte å øke jevnt til 35,0 psu på 150 meters dyp. Derfra var det ingen endring i vannsøylen ned til 330 m dyp.

Oksygeninnholdet var relativt jevnt gjennom vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen lå på 6,5 ml/l. Oksygeninnholdet sank deretter jevnt ned mot 5,0 ml/l på 10 meters dyp og holdt seg deretter rundt denne konsentrasjonen gjennomvannsøylen. Ved den dypeste målingen på 330 m var oksygeninnholdet 5,2 ml/l som plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god).

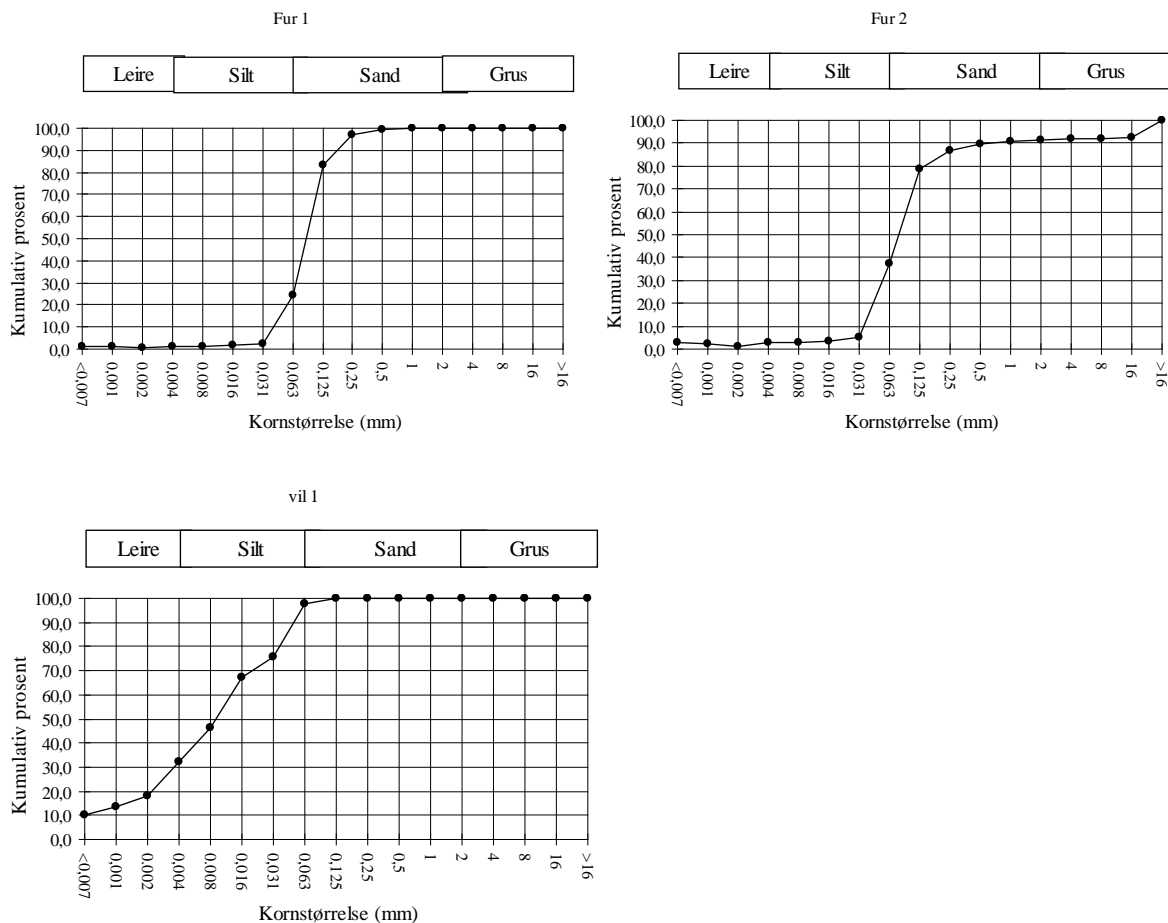
### 3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene fra Furevika er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

**Tabell 3.1.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Furevika i november 2011.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Fur 1</b>	42	2,4	1	23	24	76	0
<b>Fur 2</b>	72	3,2	3	34	37	54	9
<b>Vil 1</b>	342	12,0	32	65	98	2	0





**Figur 3.2.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Nærsonen: Fur 1, Overgangssonen: Fur 2 og Fjernsonen: Vil 1.

På stasjonen nærmest anlegget, Fur 1, hadde man et sediment der sand utgjorde 76 %, silt 23 % og den resterende prosenten var leire. Glødetapet var på denne stasjonen lå på 2,4 %, noe som er lavt og som viste at man har lavt organisk innhold i sedimentet og dermed er innenfor det som en karakteriserer som normalt for norske fjorder.

På stasjon Fur 2 i overgangssonen bestod sediment av 54 % sand, 34 % silt og 3 % leire. Glødetapet var 3,2 % og det organiske innholdet var også her lavt.

Stasjon Vil 1 ute i dypet av fjorden hadde et finkornet sediment bestående av 98 % leire og silt mens det var kun 2 % sand og ingen grus. Glødetapet var 12 %. Dette er innefor det en karakteriserer som er normalt for dype norske fjorder.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Inntil anlegget, ved Fur 1, ble det funnet noe forhøyede høyede verdier av fosfor (2700 mg/kg TS) (Tabell 3.2). Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leir/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et al.* 1993). Målt mengde organisk karbon (TOC) angir at man her hadde lite organisk materiale, noe også glødetapet for denne stasjonen viste. Både verdiene for sink (56 mg/kg) og kobber (18 mg/kg) er lave og havner til tilstandsklasse I (Meget god).

I overgansonen, Fur 2, var fosforverdiene lavere enn i nærsonen (1600 mg/kg). Også på denne stasjonen viste mengden TOC (19,3 mg/g) og glødetapet at man hadde lite organisk materiale. Metallverdiene var lave og havner i beste tilstandsklasse både for sink (40 mg/kg) og kobber (17 mg/kg).

På den dypeste stasjonen (Vil 1) var verdiene av metaller også lave. Både Sink (99 mg/kg) og kobber (24 mg/kg) får tilstandsklasse I (Meget god) Fosforverdiene var normale. TOC verdiene her (39,4 mg/g) tydet på mye organisk materiale. Dette samsvarer derimot ikke med glødetapet for denne stasjonen, som angir en normal mengde organisk materiale for dype norske fjorder.

**Tabell 3.2.** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF's klassifisering (Bakke *et al.* 2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor g/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Fur 1	10	23,7	II	2 700	56	I	18	I	70
Fur 2	8	19,3	I	1 600	40	I	17	I	62
Vil 1	39	39,4	IV	970	99	I	24	I	43

#### Måling av pH og Redokspotensial (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingen av pH og  $E_h$  på nærstasjonen, i overgangssonen og i fjernsonen viste en normal pH og redokspotensial for samtlige stasjoner. Dermed fikk alle beste tilstand i henhold til MOM-standarden, tilstand 1.

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

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Fur 1	7,36	42	1	1
Fur 2	7,46	203	0	1
Vil 1	7,45	119	0	1

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4 - 3.5, Figur 3.3- 3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i november 2011. De fleste bløtbunnsartene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra Fur 1 like ved anlegget, ble det funnet kun 5 arter med til sammen hele 1716 individer. Diversiteten ble beregnet til 0,13 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse V (Svært dårlig). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 3 (dårlig) (Tabell 2.3). Børstemakken *Capitella capitata* dominerte totalt på denne stasjonen, og utgjorde hele 98,4 prosent av alle individene i prøven. Dette er en art som trives forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter ikke kan leve. De geometriske klassene indikerer også at man her har dårlige forhold på stasjonen.

På Fur 2 i overgangssonen, ble det funnet 79 arter med til sammen 1028 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,31 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse 1 (Svært god). Også for stasjoner i overgangssonene bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Fur 2 ble klassifisert til Miljøtilstand 1 (Meget

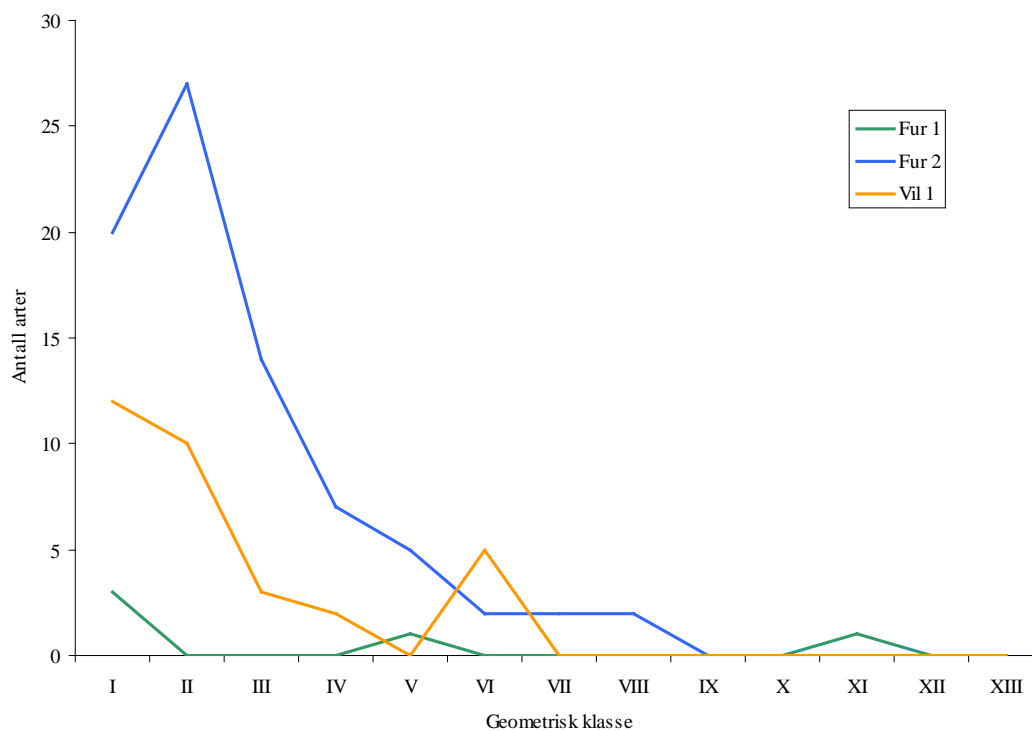
god). Blant de ti mest individrike artene fant man tre skjellarter, seks børstemakker og en pigghud. Indeksene som forteller om jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene.

Ute i dypet på Vil 1 fant man 32 arter med til sammen 274 individer. Diversiteten ble beregnet til 3,71 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II (God). Blant de ti mest tallrike artene finner man en pølseorm, fire arter av børstemakk, fire arter av bløtdyr og en pigghud. Blant de to mest tallrike artene fant man en pølseorm, fire bløtdyr, en pigghud og tre børsteormer. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet i beste tilstandsklasse. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene.

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon. Det er imidlertid stor forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.5 og 3.6). Dette er forventet og naturlig ettersom de tre stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp.

**Tabell 3.4.** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	KLIF TK	MOM TK	Jevnhet (J)	H'-max	AMBI	NQI1	NQI2
Fur 1	1	937	5	0,14			0,06	2,32	5,99	0,23	0,08
	2	779	2	0,11			0,11	1,00	6,00	0,14	0,08
	<b>Sum</b>	<b>1716</b>	<b>5</b>	<b>0,13</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>0,05</b>	<b>2,32</b>	<b>6,00</b>	<b>0,22</b>	<b>0,08</b>
Fur 2	1	606	66	4,03			0,67	6,04	2,76	0,72	0,64
	2	422	57	4,35			0,75	5,83	2,62	0,72	0,68
	<b>Sum</b>	<b>1028</b>	<b>79</b>	<b>4,31</b>	<b>I</b>	<b>1</b>	<b>0,68</b>	<b>6,30</b>	<b>2,69</b>	<b>0,72</b>	<b>0,67</b>
Vil 1	1	135	24	3,60			0,78	4,58	0,98	0,79	0,73
	2	139	23	3,58			0,79	4,52	0,86	0,79	0,74
	<b>Sum</b>	<b>274</b>	<b>32</b>	<b>3,71</b>	<b>II</b>	<b>-</b>	<b>0,74</b>	<b>5,00</b>	<b>0,92</b>	<b>0,80</b>	<b>0,74</b>



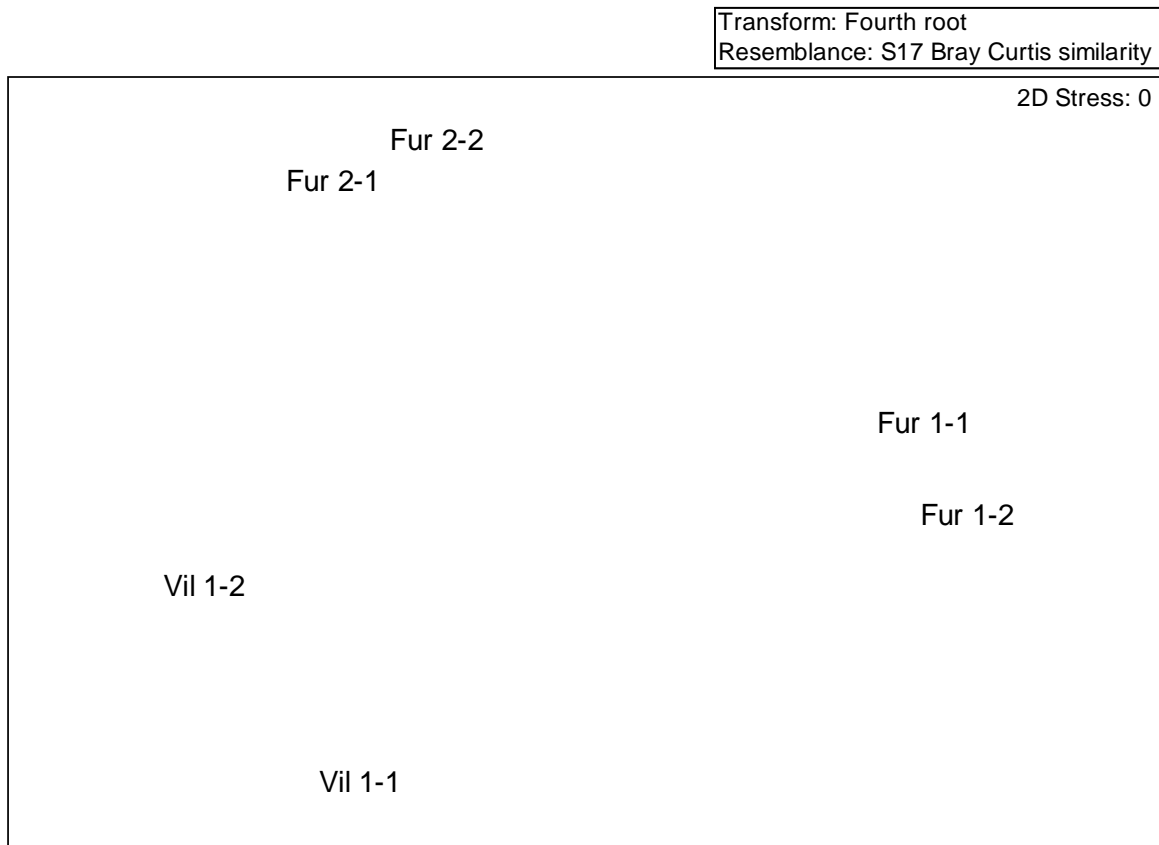
**Figur 3.3.** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

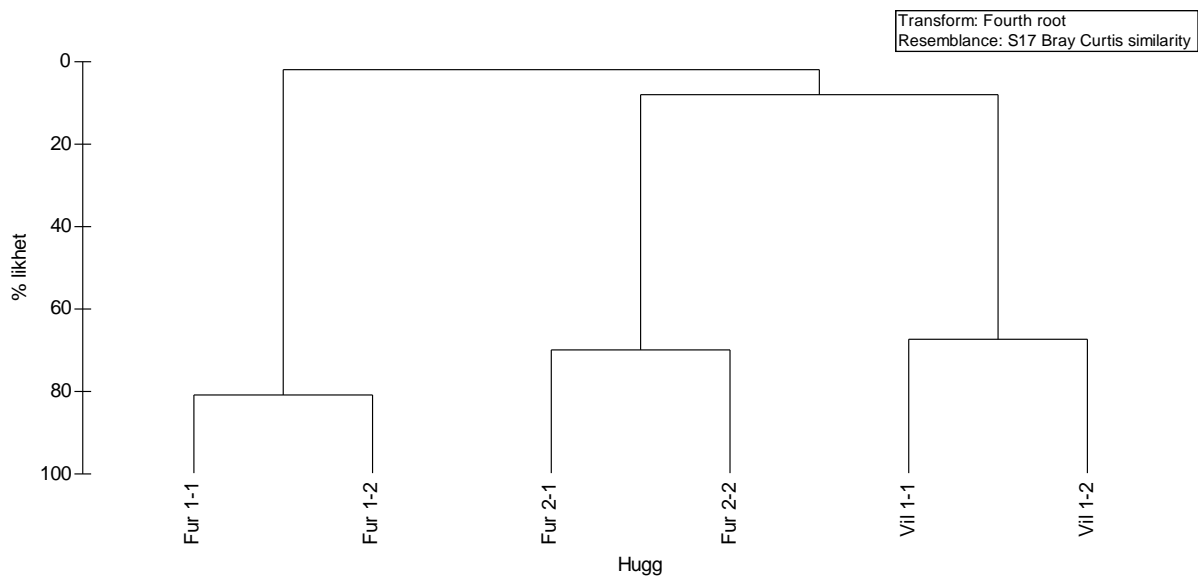
Arter:	Fur 1	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	1689	98,4	98,4
<i>Malacoceros fuliginosa</i>	24	1,4	99,8
<i>Pectinaria koreni</i>	1	0,1	99,9
<i>Corbula gibba</i>	1	0,1	99,9
<i>Labidoplax buskii</i>	1	0,1	100,0

Arter:	Fur 2	%	Kum %
<i>Synaptidae indet.</i>	209	20,3	20,3
<i>Thyasira sarsii</i>	174	16,9	37,3
<i>Thyasira flexuosa</i>	122	11,9	49,1
<i>Abra nitida</i>	93	9,0	58,2
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	53	5,2	63,3
<i>Owenia borealis</i>	42	4,1	67,4
<i>Ophiocten affinis</i>	28	2,7	70,1
<i>Polydora sp.</i>	22	2,1	72,3
<i>Maldanidae indet.</i>	17	1,7	73,9
<i>Polycirrus norvegicus</i>	17	1,7	75,6

Arter:	Vil 1	%	Kum %
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	51	18,6	18,6
<i>Thyasira equalis</i>	42	15,3	33,9
<i>Nucula tumidula</i>	35	12,8	46,7
<i>Kelliella abyssicola</i>	35	12,8	59,5
<i>Amphilepis norvegica</i>	34	12,4	71,9
<i>Heteromastus filiformis</i>	12	4,4	76,3
<i>Caudofoveata indet.</i>	9	3,3	79,6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	7	2,6	82,1
<i>Terebellides stroemi</i>	7	2,6	84,7
<i>Pholoe pallida</i>	4	1,5	86,1



**Figur 3.4.** MDS plot på huggnivå for stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



**Figur 3.5.** Cluster plot på huggnivå av stasjonene undersøkt i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Fur 2-1 er første hugg fra Fur 2 osv.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliten Furevika i Vilnesfjorden, Fjaler kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 29. november 2011. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

På stasjonen nærmest anlegget var glødetapet og normalisert TOC lavt. De undersøkte kjemiske parametrene kom ut i beste tilstandsklasse. Ph og Eh målingene fikk tilstand 1. Disse parametrene forteller at man har et miljø med lite opphoping organisk materiale. Sedimentet bestod hovedsakelig av sand iblandet silt. MOM-B parametrene karakteriserer stasjonen som god og gir tilstand 1 både på de kjemiske og de sensoriske parametrene. Diversiteten av bunnfauna kom ut som svært dårlig. Det ble kun funnet fem arter hvorav den en art, børstemakken *Capitella capitata*, totaldominerte i prøven med over 98 prosent av det totale individtallet. Dette er en art som trives der man har økt tilførsel av organisk materiale. Bunnfaunaen under anlegget viser altså at man har et miljø påvirket av økt tilførsel av organisk materiale (forrester og fekalier).

I overgangssonen var glødetapet lavt og de kjemiske parametrene kommer ut i beste tilstandsklasse. Fosfor nivå var innenfor normalen. Sedimentet på stasjonen inneholdt sand iblandet silt. Stasjonen får miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standarden. Det biologiske samfunnet er artsrikt og indikerer friske bunnforhold noe også de geometriske klassene viser.

På den dypeste stasjonen får bunnvannet beste karakter med tanke på oksygeninnhold. Her var sedimentet dominert av leire og silt. Fosforverdiene var normale og glødetapet var innenfor det som er normalt i dype norske fjorder. Det ble ikke registrert forurensing av kobber og sink og undersøkelsene av bunnfauna tydet på gode forhold.

Prøvene tatt ved anlegget viser at driften ved anlegget påvirker bunnfaunaen lokalt med økt tilførsel av organisk materiale. Man ser ikke derimot ikke opphoping store mengder organisk materiale i sedimentet, noe som indikerer at bunnfaunaen ved undersøkelsestidspunktet klarer å nyttegjøre det meste som blir tilført. Ved fremtidig drift bør bunnforholdene under anlegget



følges nøye for å unngå en overbelastning der bunnfaunaen dør og man får opphopning av fekalier og fôrrester som har negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

## **5 TAKK**

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Tor Ensrud og Tom Alvestad fra SAM- Marin. Sedimentanalysene ble utført av H. Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Ruth Dyson, Nargis Islam, Ragni Torvanger og Natalia Korableva. Bunndyrene ble identifisert av T. Alvestad og Per Johannessen.

## 6 LITTERATUR

- Aarseth. E. 2004. Mom-B undersøkning for Sandnes Fiskeoppdrett A/S, Sub Aqua Tech rapport April 2004
- Aarseth. E. 2006. Mom-B undersøkning for Sandnes Fiskeoppdrett A/S, Sub Aqua Tech rapport Juli 2006
- Aarseth. E. 2008. Mom-B undersøkning ved Furevika utført i samsvar med NS9419:2000 for Sandnes Fiskeoppdrett A/S, Sub Aqua Tech rapport
- Aarseth. E. 2010. Straummåling utført for Sandnes Fiskeoppdrett A/S Lokalitet Furevika i Fjaler Kommune, Sub Aqua Tech rapport
- 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 Vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 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> .....	36
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> .....	38
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i> .....	42
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis</i> .....	43
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i> .....	46

## 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.

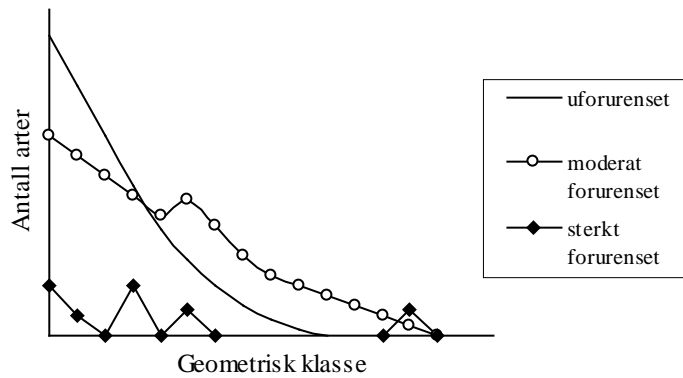
#### Geometriske klasser

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 faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av 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 vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

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

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av 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.

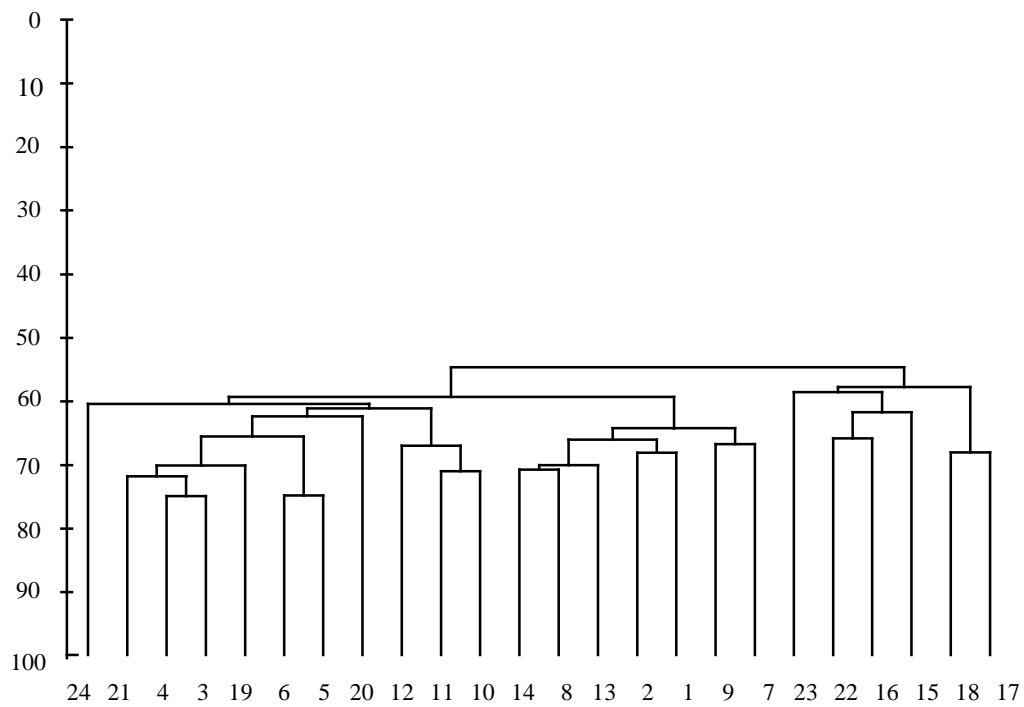
### Dataprogrammer

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.

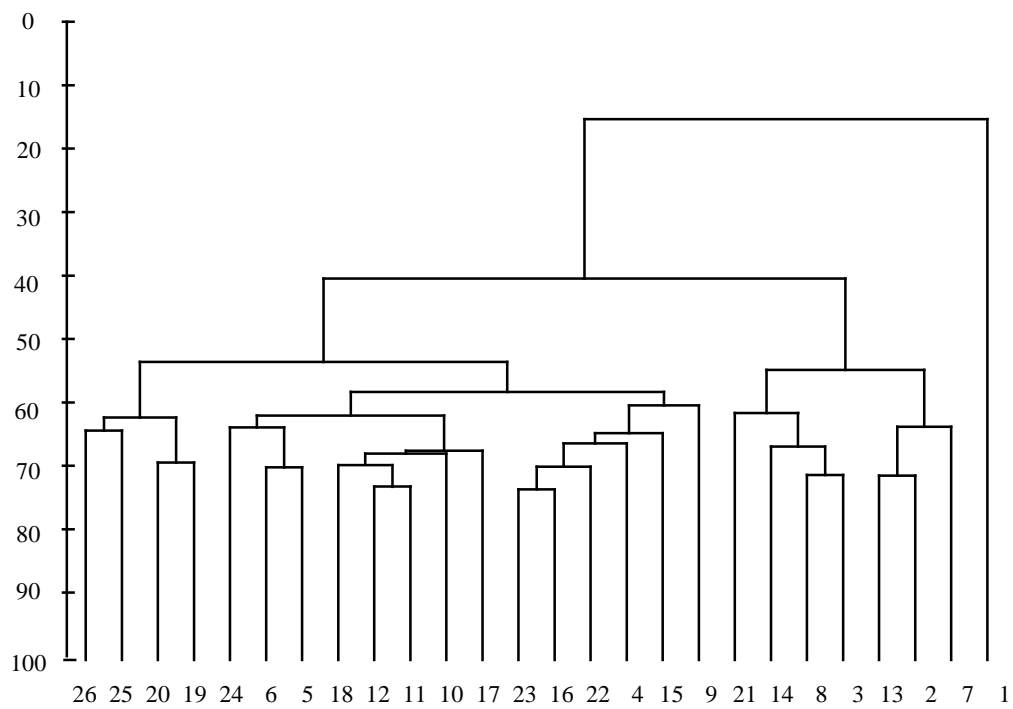
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken PRIMER fra Plymouth Marine Laboratory i England. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.



FAUNALIKHET

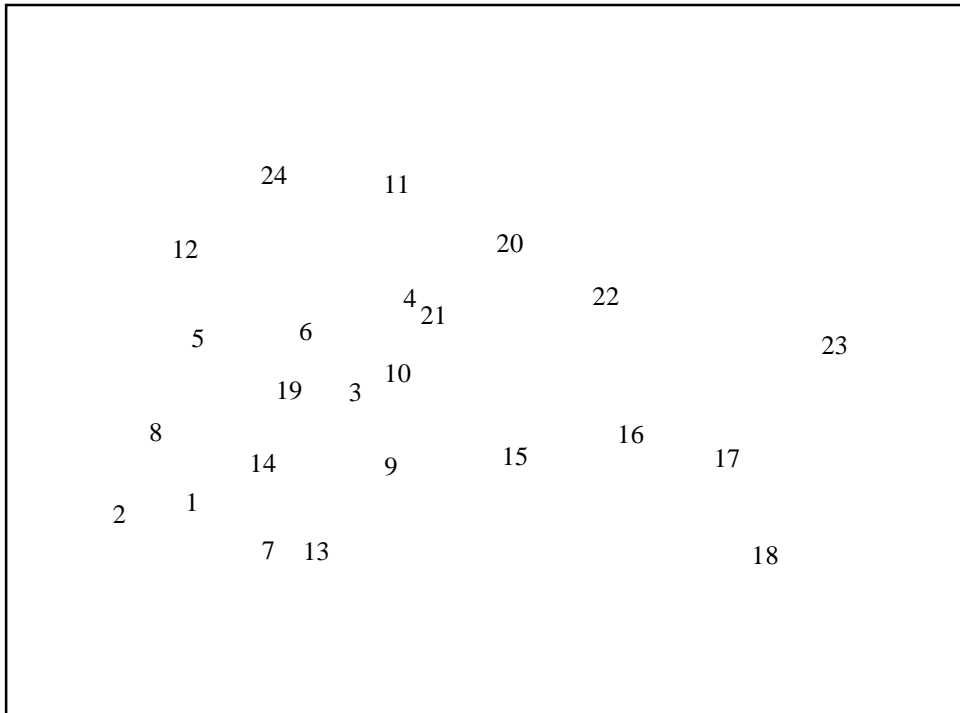


FAUNAFORSKJELL

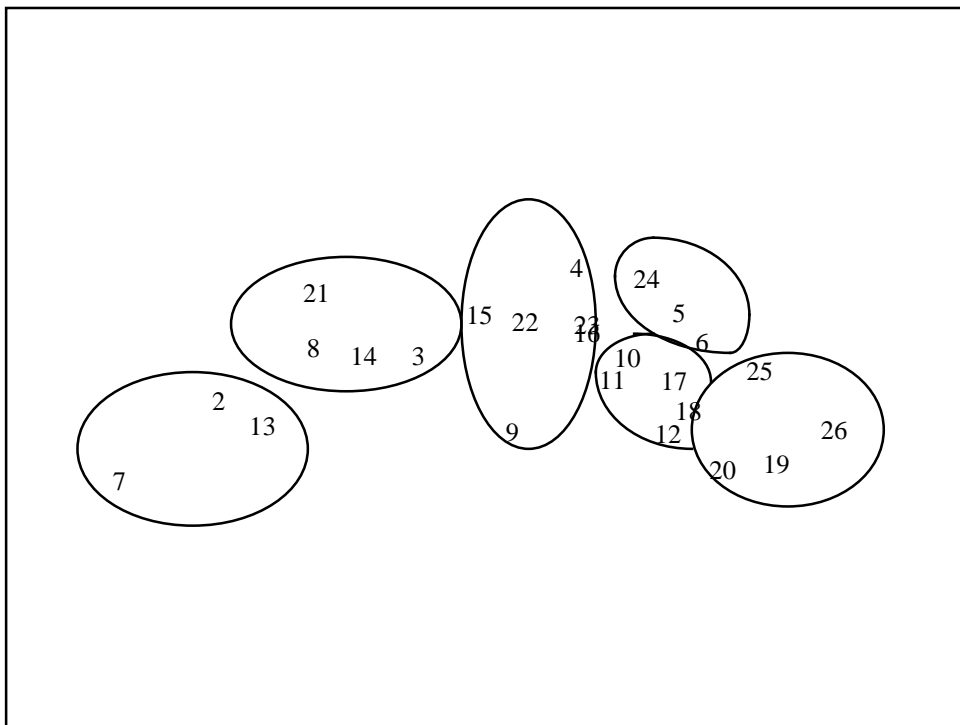


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

## Litteratur til Generelt Vedlegg

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

**Vedleggstabell 1. MOM-B parametre**

Vedlegg SF-SAM-830.03		B 1a			SAM-Marin				
PRØVESKJEMAET, B.1									
Firma: Sandnes Fiskeoppdrett AS		Dato: 28-29.11.2011							
Lokalitet: Furevika		Konsesjonsnr:							

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr							Indeks	
			Fur 1	Fur 2	Vil 1						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0						0,0
I	Tilstand (Gruppe I)		A								
II	pH	verdi	7,36	7,46	7,45						
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-175,00	-14,00	-98,00						
		+ ref. verdi	42	203	119						
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	1	0	0						0,3
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
			Buffer ter: 9,52		Temp sjø: 9,6		Temp sediment: 9,5				
			pH sjø: 7,8		Eh sjø: 99		Ref. elektrode: 217				
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			28.11.2011		29.11.2011		T.E.				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt	Ingen = 0	1	0	0						
		Noe = 2									
		Sterk = 4									
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0						
		Myk = 2									
		Løs = 4									
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0		0							
1/4 ≤ v < 3/4 = 1		1		1							
v ≥ 3/4 = 2											
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0							
	2 - 8 cm = 1										
	t ≥ 8 cm = 2										
SUM			2	0	1						
Korrigert sum (*0,22)			0,44	0,00	0,22						0,2
Tilstand prøve											
Tilstand gruppe III			1								
Middelverdi gruppe II og III			0,72	0	0,11						0,3
Tilstand gruppe II og III			1								
pH/Eh	Korr. sum										
	Indeks	Tilstand									
	Middelverdi										
		< 1,1	1								
	1,1 - < 2,1	2									
	2,1 - < 3,1	3									
	≥ 3,1	4									
			Tilstand		Lokalitetstilstand						
			Gruppe I	Gruppe II og III							
			A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4					
			4	1, 2, 3		1, 2, 3					
			4	4		4					
			LOKALITETSTILSTAND							1	

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.03.2012

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.03

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Sandnes Fiskeoppdrett AS

Dato: 28 og 29/11 2011

Lokalitet: Furevika

Konsesjonsnr:

Prøvetaksingssted (nr)	Fur 1	Fur 2	Vil 1						
Dyp (m)	41,8		342						
Antall forsøk	1	2	1						
Bobling (i prøve)	N	N	N						
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand	100 %	100 %						
	Mudder								
	Silt								
	Leire			100 %					
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa	X								
Fôr									
Fekalier	X								
Kommentarer	Noe fekalieukt, Beggiatoa								

Godkjent av: KH

Gyldig fra: 26.3.2012

Side av .

## Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



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



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Sandnes Fiskeoppdrett AS, 6967 Fjaler**  
**Prosjekt nr.: 805935**  
**Prøvetakingssted (område): Lokaltet Furevika i Vilnesfjorden**  
**Dato for prøvetaking: 29/11-2011**  
**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research AS**  
**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**  
**Artene er identifisert av: Per Johannessen og Tom Alvestad**

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**

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

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

**Andre opplysninger:**

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

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

Signatur:   
Godkjent taksonom

## SAM-Marin

s.1/3	STASJON	Fur 1	Fur 1	Fur 2	Fur 2	Vil 1	Vil 1
	DATO	29.11.2011	29.11.2011	29.11.2011	29.11.2011	28.11.2011	28.11.2011
	Dyp	42 m	42 m	72 m	72 m	342 m	342
	HUGG	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg	1. hugg	2. hugg
*	<b>CNIDARIA</b>						
*	<b>HYDROZOA</b>						
*	Hydrozoa indet.	++	+	+	+		
*	<b>ANTHOZOA</b>						
	Cerianthus lloydii					1	2
	Edwardsia sp.			1	1		
*	<b>PLATYHELMINTES</b>						
*	Platyhelminthes indet.			2			
*	<b>NEMERTINI</b>						
*	Nemertini indet.			2	+		+
*	<b>NEMATODA</b>						
*	Nematoda indet.	3	4	8	ca. 30	2	
	<b>POLYCHAETA</b>						
	Laetmonice filicornis			0/1			
	Gattyana cirrosa			1	0/1		
	Polynoidae indet.			1			1
	Pholoe baltica			1	2		
	Pholoe pallida					2	2
	Neoleanira tetragona					1	1/1
	Nereiphylla lutea				1		
	Phyllodoce groenlandica			2/1			
	Phyllodoce mucosa				0/3		
	Eumida sanguinea				1		
	Sige fusigera			4	8		
	Eteone foliosa				1		
*	Eteone longa			1	1		
	Glycera alba			2/1	1		
	Glycera lapidum				0/1		
	Goniada maculata			1	3/2		
	Nereimyra punctata			1	1		
	Syllidae indet.			1	1		
	Nereis pelagica			1	1		
	Nephtys paradoxa					1	1
	Nephtys pulchra					1	
	Nephtys hombergii			1			
	Paramphinome jeffreysii						2
	Lumbrineridae indet.					1	
	Orbinia sp.			0/2	1/3		
	Scoloplos armiger			4	4		0/1
	Aricidea suecica						1
	Laonice bahusiensis			1/1	1		
	Malacoceros fuliginosa	13	11				
	Polydora sp.			13	9		
	Prionospio cirrifera			5	8		
	Prionospio fallax			4	2		
	Prionospio dubia					0/1	
	Spiophanes kroeyeri			27	26		
	Aphelochaeta sp.			1	3		
	Chaetozone sp.			8	1	1	1
	Cirratulus cirratus			1/1	0/1		
	Cirriformia tentaculata			1/1			
s.2/3	Macrochaeta clavicornis				1		
	Diplocirrus glaucus			1/1	1	0/2	3/2

SAM-Marin

	Brada villosa					1
	Ophelia sp.			1		1
	Scalibregma inflatum			0/3		
	Capitella capitata	921	768		0/2	
	Heteromastus filiformis					8
	Mediomastus fragilis				1	4
	Notomastus latericeus			7	4	
	Maldanidae indet.	+		2	15	+
	Galathowenia oculata			11	5	1
	Owenia borealis	+		22	20	
	Pectinaria auricoma			2/2	1/1	
	Pectinaria koreni	1		4/8	1/1	
	Ampharete lindstroemi			3	1	
	Sabellides octocirrata			2		
	Sosane sulcata				2	
	Amphicteis gunneri				2	
	Samytha sexcirrata			1		
	Amphitrite cirrata			1	1	
	Thelepus cincinnatus			1/4	2	
	Polycirrus norvegicus			9/2	2/4	
	Polycirrus plumosus			0/1	1	0/1
	Terebellides stroemi					1/1
	Sabellidae indet.				2	3/2
	Euchone sp.			4	3	
	Siboglinum fjordicum			+		
	<b>SIPUNCULA</b>					
	Sipuncula indet.					1
	Phascolion strombus			1		
	Onchnesoma steenstrupi					18/2
	<b>CRUSTACEA</b>					31
*	Philomedes lilljeborgi					2
*	Macrocypris minna					2
*	Calanus finmarchicus					1
*	Pontophilus norvegicus					0/1
*	Hyas coarctatus				0/1	
	Nebalia sp			1		
	<b>AMPHIPODA</b>					
*	Amphipoda indet.				2	
	Caprellidae indet			1	7	
	Eriopisa elongata					3
*	Diastylodes serratus					1
*	<b>PYCNOGONIDA</b>					
*	Pycnogonida indet.			3		
	<b>MOLLUSCA</b>					
	Caudofoveata indet.			+		5
	Leptochiton asellus			0/1	1/1	4
	Puncturella noachina			1		
	Diaphana globosa					0/1
	Cylichnina umbilicata			7		
	Philine scabra			3	1/1	
	Cylichna cylindracea			3/1		
	Nucula nucleus			1/1	1	
	Nucula tumidula					16/4
	Yoldiella lucida					1/1
	Yoldiella philippiana			0/1		
s.3/3	Mytilidae indet.			0/1		
	Myrtea spinifera			1/1	2	



SAM-Marin

	Thyasira equalis				19/3	16/4
	Thyasira flexuosa		30/14	69/9		
	Thyasira obsoleta				3	
	Thyasira sarsii		114/19	32/9		
	Mendicula ferruginosa				0/3	
	Adontorhina similis					1
	Kurtiella bidentata		1			
	Parvicardium minimum		2/1			
	Parvicardium pinnulatum		1	0/1		
	Abra nitida		39/18	22/14		
	Abra prismatica		2			
	Kelliella abyssicola				15/6	10/4
	Corbula gibba	1	2	4		
*	<b>BRYOZOA</b>					
*	Bryozoa skorpeformet			+		
*	Bryozoa grenet	++	+	+		
	<b>ECHINODERMATA</b>					
	<b>OPHIUROIDEA</b>					
	Ophiopholis aculeata		0/2			
	Amphipholis squamata			2		
	Amphiura chiajei		0/1			
	Amphilepis norvegica				8/6	7/13
	Ophiocten affinis		4/1	17/6		
	<b>ECHINOIDEA</b>					
	<b>HOLOTHUROIDEA</b>					
	Synaptidae indet.		147	62		
	Labidoplax buskii	1	1			
*	<b>CHAETOGNATHA</b>					
*	Chaetognatha indet.				3	5
	<b>ASCIDIACEA</b>					
	Ascidiacea indet.			1		
*	<b>VARIA</b>					+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Fur 1	Fur 2	Vil 1
I	3	20	12
II	0	27	10
III	0	14	3
IV	0	7	2
V	1	5	0
VI	0	2	5
VII	0	2	0
VIII	0	2	0
IX	0	0	0
X	0	0	0
XI	1	0	0
XII	0	0	0
XIII	0	0	0

## Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd.  
Bergen  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-11-MX-001503-01



EUNOBE-00001741

Prøvemottak: 14.12.2011  
Temperatur:  
Analyseperiode: 14.12.2011-30.12.2011  
Referanse: 805935 ref. 74/11

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2011-1214-020</b>	Prøvetakingsdato:	13.12.2011		
Prøvetype:	Slam	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Vil 1	Analysestartdato:	14.12.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	43	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	24	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	99	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	970	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	39.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
<b>Merknader:</b> Prøvene fryst					

Prøvenr.:	<b>441-2011-1214-021</b>	Prøvetakingsdato:	13.12.2011		
Prøvetype:	Slam	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	Fur 1	Analysestartdato:	14.12.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	70	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	18	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	56	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	2700	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	10.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
<b>Merknader:</b> Prøvene fryst					

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 3

AR-11-MX-001503-01



EUNOBE-00001741



Prøvenr.:	<b>441-2011-1214-022</b>	Prøvetakingsdato:	13.12.2011		
Prøvetype:	Slam	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Fur 2	Analysestartdato:	14.12.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	62	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	17	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	40	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1600	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	8.00	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
<b>Merknader:</b> Prøvene fryst					

Prøvenr.:	<b>441-2011-1214-023</b>	Prøvetakingsdato:	13.12.2011		
Prøvetype:	Slam	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Svin 1	Analysestartdato:	14.12.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	65	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	98	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	120	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	8000	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	25.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
<b>Merknader:</b> Prøvene fryst					

Prøvenr.:	<b>441-2011-1214-024</b>	Prøvetakingsdato:	13.12.2011		
Prøvetype:	Slam	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	Svin 2	Analysestartdato:	14.12.2011		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
a) Total tørrstoff	71	%	15%	NS 4764	0.02
a) Kobber (Cu)	13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Sink (Zn)	28	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
a) Fosfor (P)	1300	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	1
* Totalt organisk karbon (TOC)	<5.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	1
<b>Merknader:</b> Prøvene fryst					

**Utførende laboratorium/ Underleverander:**

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003 - Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss

**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 3

AR-11-MX-001503-01



EUNOBE-00001741



Bergen 30.12.2011

*Kristine Fiane Johnson*

Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingenier

---

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 3 av 3

## Vedleggstabell 5. CTD Data

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene på Vil 1 i november 2011.

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen metningmg/l	Oksygen metning ml/l	Tetthet
1	15,2	7,1	91,0	9,2	6,5	11,9
2	15,3	7,1	91,7	9,2	6,5	12,0
3	27,9	9,4	91,7	8,1	5,7	21,5
5	30,0	10,2	89,2	7,6	5,4	23,0
7	30,9	10,7	87,6	7,3	5,2	23,7
10	32,2	11,0	85,9	7,1	5,0	24,6
15	33,0	11,5	85,0	6,9	4,9	25,2
20	33,1	11,4	86,6	7,0	5,0	25,3
25	33,2	11,2	88,3	7,2	5,1	25,4
30	33,2	11,1	90,6	7,4	5,2	25,5
40	33,4	11,2	90,6	7,4	5,2	25,6
50	33,6	11,4	88,7	7,2	5,1	25,8
60	33,7	11,2	85,7	7,0	4,9	26,0
70	33,8	10,3	82,4	6,8	4,8	26,3
80	34,2	9,1	79,5	6,8	4,8	26,8
90	34,5	9,1	79,6	6,7	4,7	27,1
100	34,7	8,8	79,3	6,8	4,8	27,4
125	34,9	8,5	84,6	7,3	5,1	27,7
150	35,0	8,5	86,0	7,4	5,2	27,8
175	35,0	8,5	85,8	7,4	5,2	28,0
200	35,0	8,2	84,6	7,3	5,1	28,2
225	35,0	7,6	85,0	7,4	5,2	28,4
250	35,1	7,3	84,5	7,4	5,2	28,6
275	35,1	7,3	84,3	7,4	5,2	28,7
300	35,1	7,3	83,9	7,4	5,2	28,8
325	35,1	7,2	83,1	7,3	5,2	28,9
330	35,1	7,2	83,0	7,3	5,2	29,0

