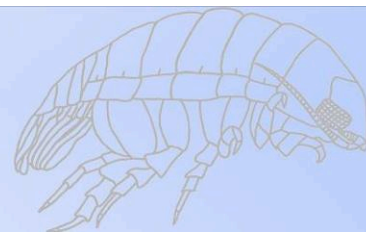


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



e-rapport nr: 9-2013

## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Dyrholmen, Finnøy kommune 2012*

Tone Vassdal

Ragni Torvanger



Silje Hadler – Jacobsen

Per-Otto Johansen



  
**uni Research**  
SAM-Marin

Thormøhlensgt. 55, 5006  
Tlf. 55 58 44 05. Fax. 55 58 45 25

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

Rapportens tittel: MOM- C undersøkelse fra lokalitet Dyrholmen, Finnøy kommune 2012	Dato: 11.03.2013
	Antall sider og bilag: 47
Forfatter(e): Tone Vassdal, Ragni Torvanger, Silje Hadler -Jacobsen, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Silje Hadler-Jacobsen
	Prosjektnummer: 807024

Oppdragsgiver: Grieg Seafood Rogaland AS	Tilgjengelighet: Åpen
--	-----------------------

## Abstract:

This report describes the environmental conditions near the fishfarm Dyrholmen and the deepest area in Nedstrandfjorden nearby the fishfarming seasite. The results is based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna and oxygen in the bottom water. The environmental quality is assessed according to the classification system NS 9410.

The oxygen content was high and the condition of the deep bottom fauna was good in the deepest part of Nedstrandfjorden, Ådn 3. The results from Ådn 3, in october 2012 were similar to the results from Ådn 3 in october 2011. The concentration of phosphorus, copper and zinc were low and the fauna was also rich in the transition zone. The organic content and concentration of copper and phosphorus was high and the benthic fauna was influenced by the activity close to the fish farm.

<b>Keywords:</b> MOM C, Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	<b>Emneord:</b> MOM-C, Fiskeoppdrett, REsipient, Bunndyr, Sediment, Hydrografi	<b>ISSN NR.:</b> 1890-5153 <b>SAM e-Rapport nr.</b> 9-2013
--	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	11.03-2013	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	11.03-2013	<i>Silje Hadler-Jacobsen</i>

---

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** SAM-Marin

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Nargis Islam, Lise Rikstad, Natalia Korableva og Ragna Tveiten

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen

**Rapportering utført av:** Tone Vassdal, Ragni Torvanger, Silje Hadler -Jacobsen, Per-Otto Johansen

**Glødetapsanalyser utført av:** -

**Kornfordelingsanalyser utført av:** Helge Grønning

**Ikke akkreditert:**

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Scallop, Kvitsøy Sjøtjenester AS

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

Akkreditert: Kobber, Sink, og Fosfor

Ikke akkreditert: TOC

**Andre:** -

## INNHOOLD

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Undersøkesområdet</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder</b> .....	<b>6</b>
2.2.1 Hydrografi .....	9
2.2.2 Sediment .....	9
2.2.3 Kjemiske analyser .....	10
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>26</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>27</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>28</b>
Generell vedleggsdel .....	29
Vedleggstabell 1. MOM-B parameter .....	37
Vedleggstabell 2. Artsliste .....	39
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....	43
Vedleggstabell 4. Analysebevis .....	44
Vedleggstabell 5. CTD Data .....	47

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Dyrholmen ved Nedstrandfjorden i Finnøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført 18.10- 2012.

Det er tidligere gjort MOM-B undersøkelser i området under anlegget. Tidligere MOM-B viste Lokalitetstilstand 1-meget god i oktober- 2011 (Ensrud og Hestetun), og i april-2010 (Børsheim, 2010). I undersøkelsen fra mars-2009 fikk lokaliteten Lokalitetstilstand 2 – god (Børsheim, 2009). Undersøkelsen i 2011 ble utført i brakkleggingsperioden. Det ble satt ut ny fisk på lokaliteten høsten 2011. Det ble i november/desember-2012 utført strømmålinger på fire dyp ved lokalitet Dyrholmen (Vassdal). Resultatene fra strømmålinger fra spredningsstrøm (80m) og bunnstrøm (130 meter) viste normale strømstyrker for disse dypene. Gjennomsnittstrøm var 2,2 cm/s på 80 meter og 1,2 cm/s på 130 meter. Spredning av vannmasser (progressiv vektor) på 80 meters dyp viser at vanntransporten i hovedsak går mot øst-nordøst. Ved bunnen går spredning av vannmasser mot nordøst i strømmålingspunktet i perioden. Undersøkelsen av strøm er ikke utført akkreditert.

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

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

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Grieg Seafood Rogaland AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap,

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

## **2 MATERIALE OG METODER**

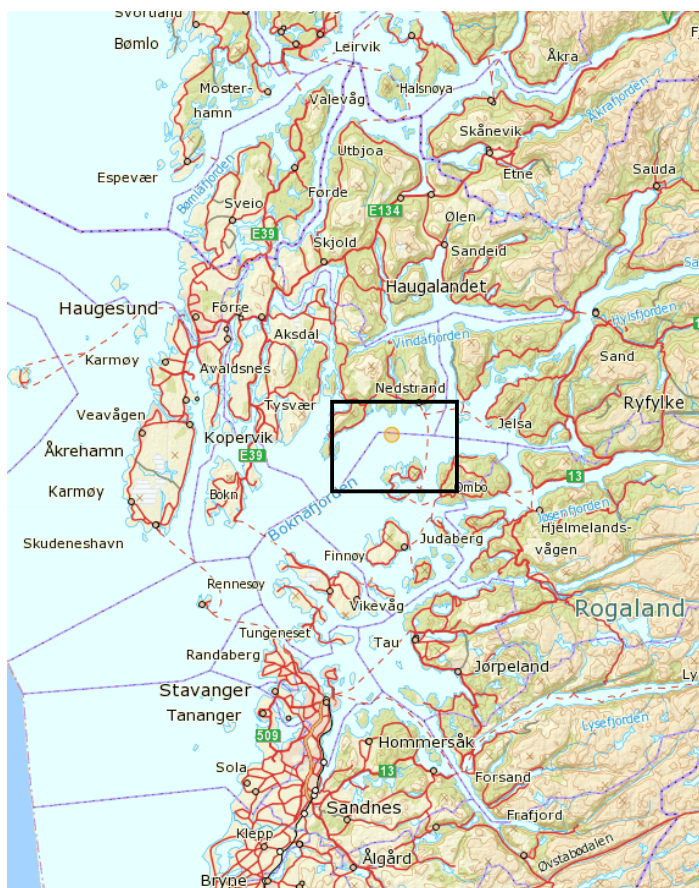
### **2.1 Undersøkellesområdet**

Lokaliteten Dyrholmen ligger i Nedstrandfjorden, som ligger innerst i Boknafjorden, i Finnøy kommune. Dybdene under anlegget er registrert fra 110 meter til 160 meter. Anlegget er delvis plassert i et område der undervannstopografien danner en bukt, og det dypeste området i bukten ligger under anlegget (figur 2.3 og 2.4). Nord for anlegget skråner bunnen raskt ned mot det dypeste området i fjorden på rundt 700 meter. Nord for anlegget finner vi et åpent sjøområde med store vannmasser. Fjernsonen Ådn 3 er tatt i det dypeste området på 704 meter. Stasjon Ådn 3 ble også undersøkt 5.10-2011 og resultatene fra bunndyr og kjemi er sammenlignet med tidligere undersøkelse.

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

Prøveinnsamlingene ble gjort 18.10-2012. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Fjernsonen hadde felles stasjon med lokalitet Nordheimsøy. Undersøkelsen ble gjennomført av Stian Kvalø og Frøydis Lygre fra SAM-Marin.

Det ble også tatt hydrografi-målinger fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden, Ådn 3. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført ved hjelp av en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

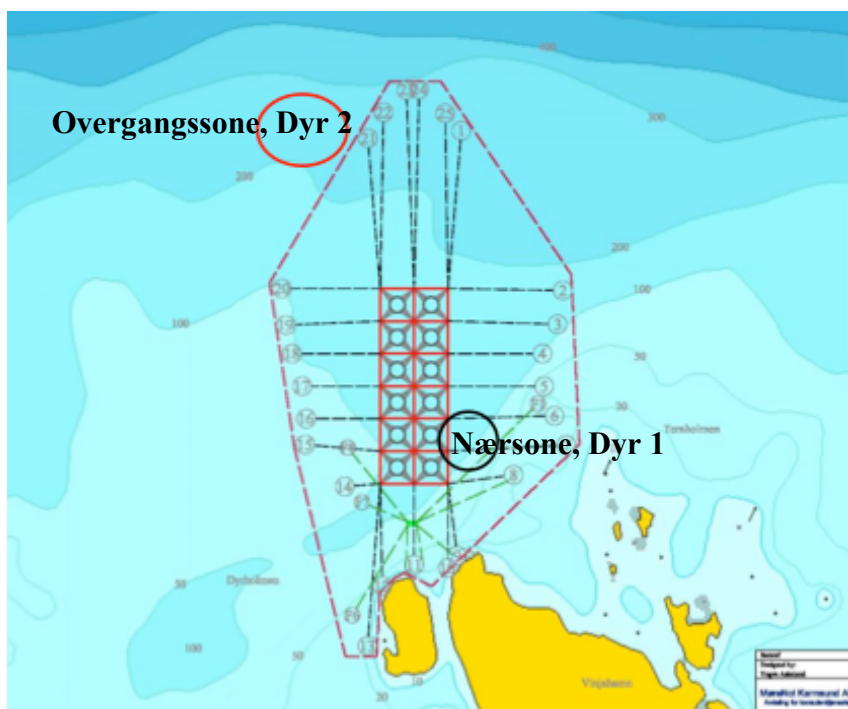


**Figur 2.1:** Oversiktskart over Boknafjorden og Nedstrandfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Dyrholmen. Gul sirkel viser fjernstasjon Ådn 3.

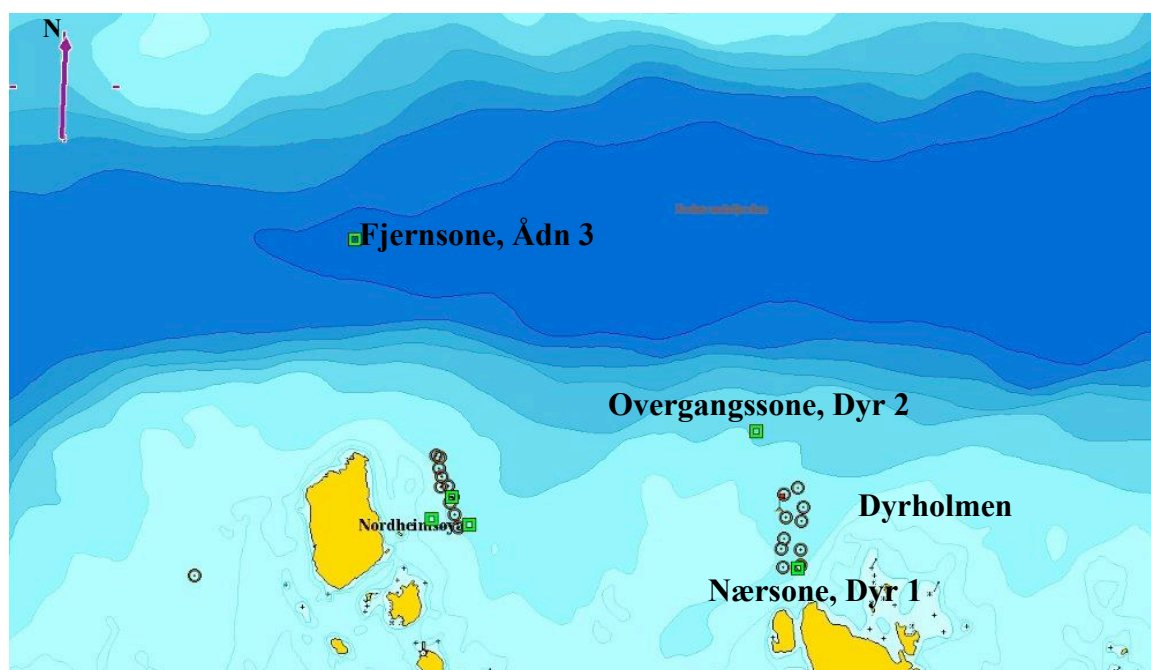


**Figur 2.2:** Godkjent areal for lokalitet Dyrholmen markert med grønn skravering, ved blå pil. Nabolokalitet Nordheimsøy ligger til venstre for Dyrholmen. Gul sirkel med gul pil viser plassering av fjernstasjon Ådn 3, som er felles for begge lokalitetene. Kart kilde: Fiskeridirktoratet, sjokart.





**Figur 2.3.** Skisse av anleggets plassering og fortløyningspunkter ved lokalitet Dyrholmen . Plassering av stasjoner for nærsonne og overgangssone er vist på figur.



**Figur 2.4.** Skisse av anleggets plassering med firkantepunkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Posisjoner for plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1.Kartkilde: Olex.



**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet ved Dyrholmen og fjernsone Ådn 3. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84, oppgitt som DMM). Det ble benyttet en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb, danskegrabb, ved alle tre stasjonene. Full danskegrabb tar 17 liter.

Stasjon Dato	St.-navn Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Dyr 1	Dyrholmen	120	1	8	Kjemi og geologi
Nærsone	59° 17,035' N		2	7	Biologi
18.10-12	005° 51,506' Ø		3	7	Biologi Gråbrun sand/silt En del stein Noe lukt
Dyr 2	Dyrholmen	215	1	full	Kjemi og geologi
Overgangs-	59° 17,513' N		2	full	Biologi
sone	005° 51,187' Ø		3	full	Biologi
18.10-12					Grå myk leire, brunt lag på toppen En del stein Siktedyp 7m
Ådn 3	Nedstrandfjorden	704	1	full	Kjemi og geologi
Fjernsone	59° 18,224' N		2	full	Biologi
18.10-12	005° 47,940' Ø		3	full	Biologi Grå leire, mykt brunt lag på overflaten Siktedyp 8m

### 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<sub>2</sub>S), 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 sediment-overflaten, og lukte råttent ( $H_2S$ ). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det første hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameter. 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 målte parametre som inngår i KLIFs 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 bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full grabb 0,1m<sup>2</sup> grabb av typen "danskegrabb" har et volum på 18 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.

Grabbinnholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene 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-Marin sine lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene.

Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIFs veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1.

Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne.

Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2.** Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanndirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Meget god	God	Moderat/ Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
<b>Dypvann</b>	Oksygen *	97:03	ml O <sub>2</sub> / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
<b>Sediment</b>	Shannon-Wiener ind. (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	97:03		>4	3-4	2-3	1-2	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

\*Omregningsfaktoren til mgO<sub>2</sub>/l er 1,42

\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6<sup>0</sup>C

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <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 Dyrholmen har anlegget lagt i nåværende posisjon siden 2007. Anlegget består av 8 stk 120 meters ringer og 2 stk 160 meters ringer. Fisken har vært plassert i hele legget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (18.10-12) var ca 2500 tonn. Fisken var av Høst -11 årgang, og hadde en snittvekt på 2,26 kg. Fisken i anlegget skal utslaktes i løpet av sommeren 2013, og brakklegges til høsten 2013. Anlegget var brakklagt fra 5. august til 6. september-2011.

**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Dyrholmen de siste 3 år og frem til 18.10-12:

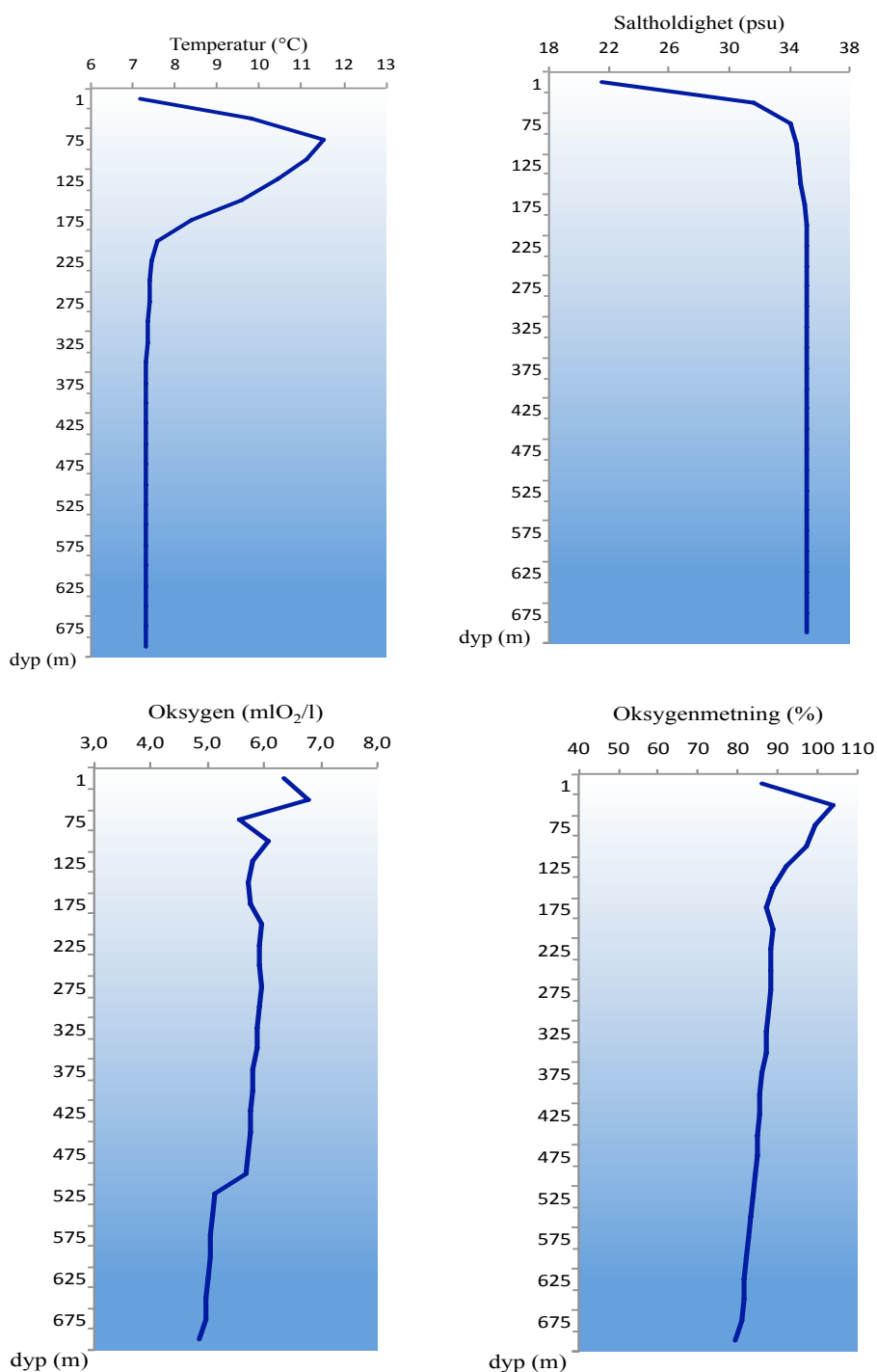
	2009	2010	2011	2012
Fôrforbruk, tonn	1930	4431	1736	2872
Produisert, tonn	1059	3131	1824	2460



### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på fjerntasjon, Ådn 3, den 18.10-2012. 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 ml/l og i %-metning på stasjon Ådn 3. Målingene er foretatt med en CTD-sonde fra overflaten og ned til 700 meter den 18.10-12. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på stasjon i fjernsone, Ådn 3, den 18.10-12 var 7,2 °C i overflatelaget og ned til 3 meter. Deretter steg temperaturen jevnt opp til 11,6 °C på ca. 80 meters dyp. Fra 80 til 200 meter sank temperaturen til 7,4 grader. Fra 200 meter og ned til bunnmålingen på 700 meter var temperaturen stabil på rundt 7,3 °C.

I overflatelaget og ned til 3 meter var saltholdigheten på rundt 22 psu. Fra 3 meter og ned til 60 meter steg saltholdigheten relativt raskt fra 22 til 34 psu. Fra 60 til 175 meter økte saltholdigheten sakte opp mot 35 psu. Fra 175 til 700 meter var saltholdigheten stabil på rundt 35 psu. Fra rundt 225 meter og nedover til bunnen fant vi på undersøkelsestidspunktet stabile vannmasser med lik temperatur og saltholdighet.

Oksygeninnholdet i overflaten på stasjon Ådn 3 var 6,4 ml/l og 86 % metning. Fra overflaten og ned til 40 meter økte oksygeninnholdet sakte til maksverdi på 6,9 mg/l. Fra 40 meter og nedover mot bunnen på 704 meter minket oksygennivået ned til 4,9 ml/l noe som tilsvarer 79 % metning. De målte resultatene for oksygen i bunnvann på Ådn 3 tilsvarer tilstand I, Meget god, både for oksygenverdi i ml/l og i % metning. Resultatene fra oktober 2011 viste tilstandsklasse II for oksygen i bunnvann målt i ml/l, og tilstandsklasse I for % -oksygenmetning.

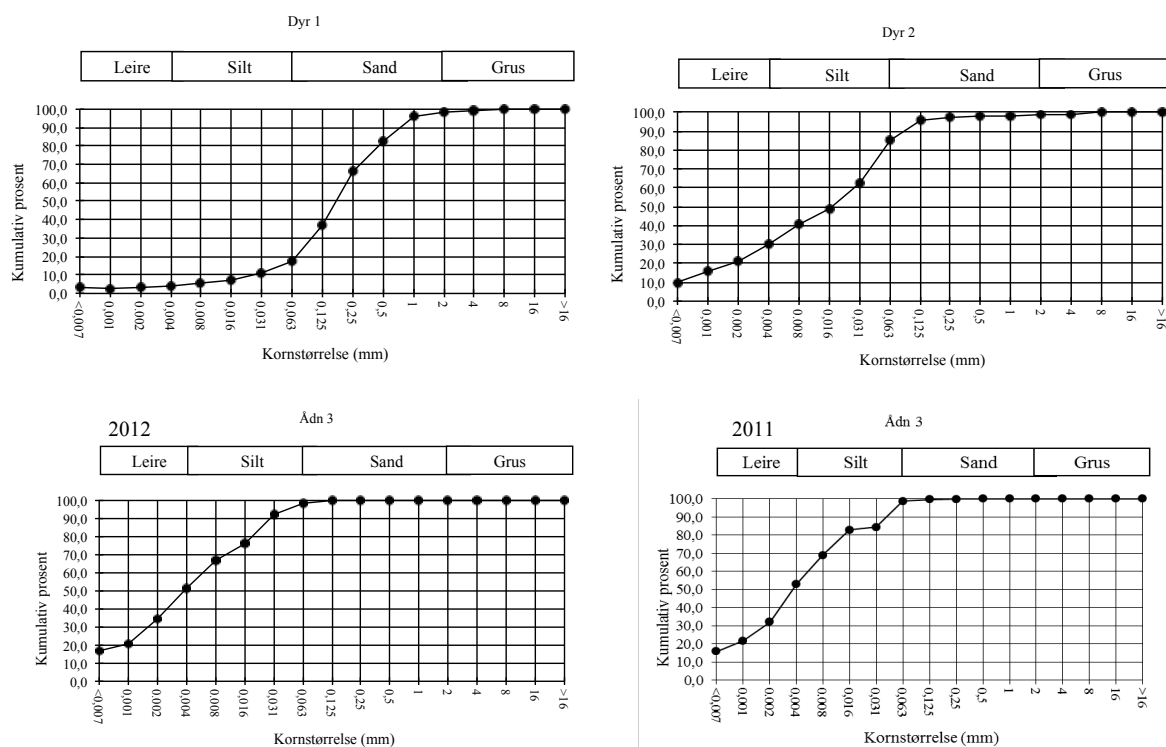
### 3.2 Sediment

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

Siden analysene av prosent glødetap ble foretatt ble det registrert en feil med termometeret til glødetapsovnen. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra Dyrholmen, og dermed til resultatene av prosent glødetap.

**Tabell 3.1.** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved lokalitet Dyrholmen, 18.10-2012.\* Pga. usikkerhet med temperaturnivået til glødetapsovnen i 2012, er ikke glødetapmålingene utført akkreditert.

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)*	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Dyr 1</b>	<b>2012</b>	120	4,5	4,4	13,2	17,5	80,9	1,5
<b>Dyr 2</b>	<b>2012</b>	215	6,1	30,4	54,6	85	13,6	1,4
<b>Ådn 3</b>	<b>2012</b>	704	12,3	51,3	47,1	98,5	1,5	0,0
<b>Ådn 3</b>	<b>2011</b>	704	13,2	53	46	99	1	0



**Figur 3.2.** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra nærsonen: Dyr 1, overgangssonen: Dyr 2, og fjernsonen: Ådn 3.

I nærsonen, Dyr 1, dominerte sand og utgjorde 81 % av sedimentet. 17,5 % av sedimentet bestod av leire og silt. Grus utgjorde 1,5 % av sedimentet. Glødetapet var 4,5 %. Det organiske innholdet viste dermed lave verdier og var godt innenfor det som er vanlig for norske fjorder.

Overgangssonen, Dyr 2, hadde et finkornet sediment med 85 % leire og silt. 13,6 % av sedimentet bestod av sand, og 1,4 % var grus. Glødetapet i overgangssonen viste 6 % og tilsvarte verdier innenfor det som er vanlig i norske fjorder.

Fjernstasjon, Ådn 3, på 704 meters dyp hadde et finkornet sediment bestående av 98,5 % leire og silt, og resten var 1,5 % sand. Glødetapet var 12,3 % noe som ligger litt høyere enn de andre to stasjonene ved Dyrholmen. Glødetapet på stasjon Ådn 3 ligger på et nivå som kan forventes på så dypt vann i norske fjorder. Resultatene i 2012 var tilsvarende resultatene i 2011.

### 3.3 Kjemi

For hver av prøvestasjonene er det gitt en oppsummering av resultatene fra de kjemiske analysene i tabell 3.2.

Den målte verdiene av TOC normaliseres ved hjelp av andelen leire/silt i sedimentet.

Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke godt tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder (Aure et al. 1993), noe som bør tas med i vurderingen av resultatene, særlig for fjernsone på over 700 meter dyp. For fosfor er det ikke satt grenseverdier for tilstandsklasser i bunnsediment.

Ved Dyr 1, i nærsone ble det funnet forhøyede verdier av fosfor (3300 mg/kg TS) (Tabell 3.2). Forhøyede verdier av fosfor i et område ut over det som naturen tilfører kan skyldes tilførsel fra akvakultur, befolkning (kloakk), jordbruk og/eller industri. På den undersøkte stasjonen vil høye verdier av fosfor i nærsone til lokalitet Dyrholmen knyttes til utslipp av organisk materiale fra oppdrettslokaliteten. Dette kan være organiske rester som fôrspill og ekskrementer fra fisk. TOC verdiene for Dyr 1 (36,8 mg TOC/g) tyder på økt tilførsel av organisk materiale og tilsvarer tilstandsklasse IV- Dårlig. Dette samsvarer imidlertid ikke med det lave glødetapet for denne stasjonen (4,5 %) som indikerer et lavt organisk innhold i sedimentprøven. Kobberverdien på Dyr 1 var på 62 mg Cu /kg som gir tilstandsklasse IV - Dårlig. Målte verdier for sink (110 mg/kg) var lave og tilsvarer tilstandsklasse I -Bakgrunn.

På stasjonen i overgangssone Dyr 2, var verdien av fosfor lav med på 810 mg/kg.

Normalisert TOC viste 20,7 mg/g på Dyr 2 noe som tilsvarer tilstandsklasse II-God.

Prosent glødetap var lavt og viste 6 % som indikerer et lavt organisk innhold i sedimentet.

Verdiene av metaller i sedimentet i overgangssonene Dyr 2 viste lave verdier for kobber (16 mg/kg) og sink (91 mg/kg) og får tilstandsklasse I- Bakgrunn, for begge.

På den dypeste stasjonen i fjernsone, Ådn 3 viste verdiene av fosfor 790 mg/kg noe som er innenfor det som regnes som normalt for området. TOC verdiene for stasjon i fjernsone viste 36,3 mg TOC/g og får tilstandsklasse IV- Dårlig. Prosent glødetap viste 12,3 % og indikerer at det organiske innholdet på den undersøkte stasjonen er noe forhøyet. Og som forventet på dette dypet.

Resultatene av metaller i bunnsedimentet viste lave verdier for både kobber (26 mg/kg) og sink (140 mg/kg) og får tilstandsklasse I - Bakgrunn for begge. Da fjernsone Ådn 3 ble undersøkt i 2011 var resultatene for kobber (20 mg/kg) og sink (120 mg/kg) og litt lavere enn

undersøkelsen i 2012 for begge metaller. Resultatene for TOC var også litt lavere i 2011 og fikk da tilstandsklasse II- God.

**Tabell 3.2:** Innholdet av de undersøkte kjemiske parametere i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIFs klassifisering (Bakke *et. al.*, 2007) for sink, kobber og normalisert TOC. Undersøkelse fra fjernsone i oktober-2011 er tatt med nederst i tabell.

Stasjon	År	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	TK.	Sink (mg/kg)	TK.	Normalisert TOC (mg/g)	TK.	Fosfor (mg/kg)	Tørrstoff (%)
Dyr 1	2012	120	62	IV	110	I	36,8	IV	3300	65,3
Dyr 2	2012	215	16	I	91	I	20,7	II	810	56,2
Ådn 3	2012	704	26	I	140	I	36,3	IV	790	40,3
Ådn 3	2011	704	20	I	120	I	20,2	II	820	37

### Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

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

Målinger av pH og Eh i nærsone (Dyr 1), overgangssone (Dyr 2) og fjernsone (Ådn 3) viste en høy pH og positivt redokspotensialet ved lokaliteten Dyrholmen. Dette indikerer gode oksygenforhold i sedimentet på prøvestasjonene, og plasserer alle tre stasjonene i tilstand 1, beste tilstand i forhold til pH og Eh i sedimentprøvene (tabell 3.3).

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

Stasjon / År	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand, prøve
Dyr 1-2012	7,54	294	0	1
Dyr 2-2012	7,54	221	0	1
Ådn 3-2012	7,60	225	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 fjernsone Ådn 3 i 2012 er sammenlignet med resultater fra samme stasjon, Ådn 3, i 2011. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten Dyrholmen, lengre bort fra anlegget i overgangssonen og i

fjernsonen til anlegget. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning over tid.

I bunndyrsprøvene fra nærsone Dyr 1 på 120 meters dyp, ble det funnet 20 arter med til sammen hele 15656 individer på 0,2 m<sup>2</sup>. Diversiteten ble beregnet til 0,12 i snitt som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse V -Svært dårlig. I følge MOM-standard er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er isteden utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 3 (dårlig) (Tabell 2.3). Børstemarken *Capitella capitata* dominerte med 15456 individer som utgjorde nesten 99 % av alle dyrene på stasjonen. Dette er en art som ofte dominerer i forhold med mye organisk materiale og under miljøforhold der mange andre arter ikke trives. De geometriske klassene indikerer også at man har dårlige forhold på stasjonen og en bunndyrfauna som er i ubalanse. Clusteranalysen viser at stasjonen i nærsone er svært ulik de andre to stasjonene, og kun har en likhet på rundt 5 % med stasjon Dyr 2 og Ådn 3 (Figur 3.5).

På stasjon Dyr 2 i overgangssone på 215 meters dyp, ble det funnet 59 arter med til sammen 497 individer på 0,2 m<sup>2</sup>. Diversiteten ble beregnet til 4,55 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I - Svært god. Også for stasjoner i overgangssone bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Dyr 2 Miljøtilstand 1 (meget god). Den mest vanlige arten på stasjonen var børstemarken *Heteromastus filiformis* som utgjorde 20 % av alle individene på stasjonen. Blant de 11 mest individrike artene var 7 arter børstemark, i tillegg ble det funnet slangestjerne, krepsdyr (Amfipoda) og pølseorm (Sipunculidea) (tabell 3.5). De geometriske klassene viser fine forhold med hensyn til bunnfauna på stasjon i overgangssone, Dyr 2. Clusteranalysen viser at stasjonen i overgangssone har en likhet med stasjonen i fjernsone på rundt 55 %. Mellom nærsone og overgangssone var det bare rundt 5 % likhet (Figur 3.5).

På stasjon i fjernsone, Ådn 3 på 704 meter ble det funnet 44 arter og 491 individer på 0,2 m<sup>2</sup> i 2012. Diversiteten ble beregnet til 4,25 i snitt, noe som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I - Svært god. Den mest vanlige arten på stasjonen var børstemarken *Terebellides stroemii* som utgjorde 18 % av alle individene. Blant de 11 mest tallrike artene finner man fem arter børstemark, tre arter skjell, to arter pølseormer og en slangestjerne



(tabell 3.5). Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter ga alle beste tilstandsklasse. Dette indikerer gode forhold på stasjonen. Fordelingen av de geometriske klassene viste også bra forhold, og bedre enn vi kunne forvente så dypt, noe som kan tyde på en svak stimulans av bunnfaunaen på fjernstasjonen.

Fjernsone Ådn 3 ble også undersøkt i oktober 2011 og det ble da funnet 45 arter og 342 individer, noe som er relativt likt med resultatene i 2012 på et areal på 0,2m<sup>2</sup>. Diversiteten i 2011 var 4,25 i snitt og fikk også tilstandsklasse I – Svært god. Æmfintlighetsindeksene kom i 2011 ut med tilsvarende verdier som i 2012. Den mest vanlige børstemarken på stasjonen var den samme i 2011 og utgjorde 24 % av alle individene. Clusteranalysen viste en likhet i bunndyrsfaunaen på Ådn 3 på rundt 65 % mellom 2011 og 2012.

**Tabell 3.4.** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), æmfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og æmfintlighet, NQI1, NQI2, ES 100 og ISI for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon.

Stasjon/ Dybde	Hugg (nr.)	Ind.	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES <sub>100</sub>	ISI	AMBI	Klif TK	Jevnhet (J)	H <sup>1</sup> -max	MOM TK
Dyr 1-12	2	9898	9	0,1	0,26	0,08	1,816	6,53	5,98		0,03	3,17	
120m	3	5758	16	0,16	0,31	0,09	2,34	4,91	5,96		0,04	4	
Sum		15656	20	0,12	-	-	2,013	-	-	-	0,03	4,32	3
Snitt		7828	12,5	0,13	0,28	0,08	2,078	5,72	5,97		0,04	3,58	
Dyr 2-12	2	170	38	4,44	0,78	0,75	29,74	10,57	1,73		0,85	5,25	
215m	3	327	51	4,35	0,75	0,71	31,46	10,37	2,16		0,77	5,67	
Sum		497	59	4,55	-	-	31,88	-	-	I	0,77	5,88	1
Snitt		248,5	44,5	4,39	0,77	0,73	30,6	10,47	1,94		0,81	5,46	
Ådn 3-12	2	291	37	4,35	0,75	0,73	26,44	10,44	1,82		0,84	5,21	
704m	3	200	34	4,23	0,74	0,71	26,23	9,97	1,97		0,83	5,09	
Sum		491	44	4,41	-	-	26,41	-	-	I	0,81	5,46	-
Snitt		245,5	35,5	4,29	0,74	0,72	26,34	10,21	1,9		0,83	5,15	
Ådn 3-11	1	208	39	4,1	0,78	0,73	27,78	-	1,62		0,78	5,29	
704m	2	134	28	4,11	0,8	0,77	25,36	-	1,05		0,85	4,81	
Sum		342	45	4,25	-	-	27,55	-	-	I	0,77	5,49	-
Snitt		171	33,5	4,1	0,79	0,75	26,57	-	1,34		0,82	5,05	

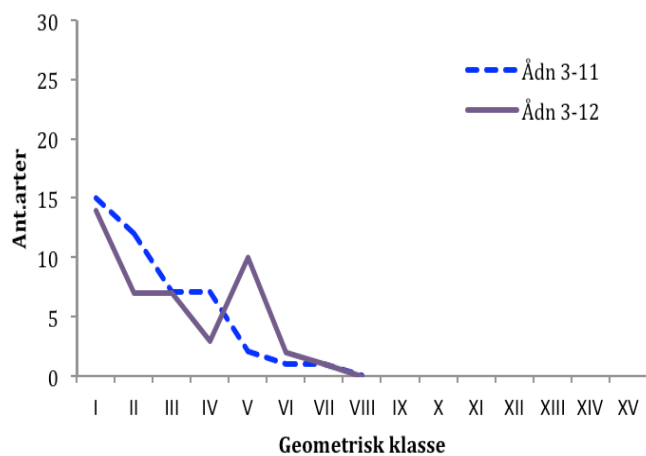
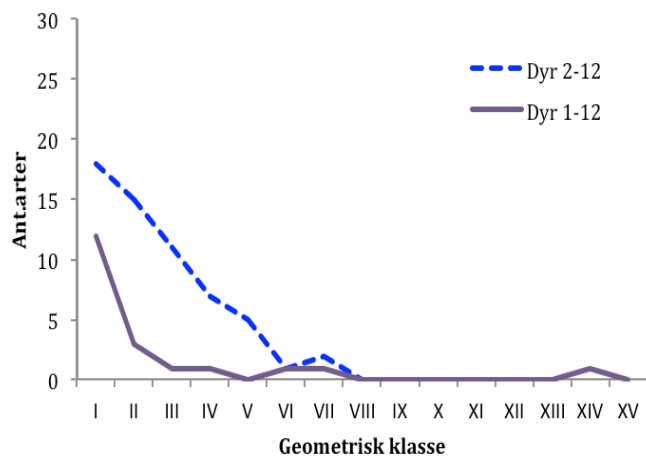
I – Svært god

II - God

III – Mindre god

IV – Dårlig

V – Meget dårlig

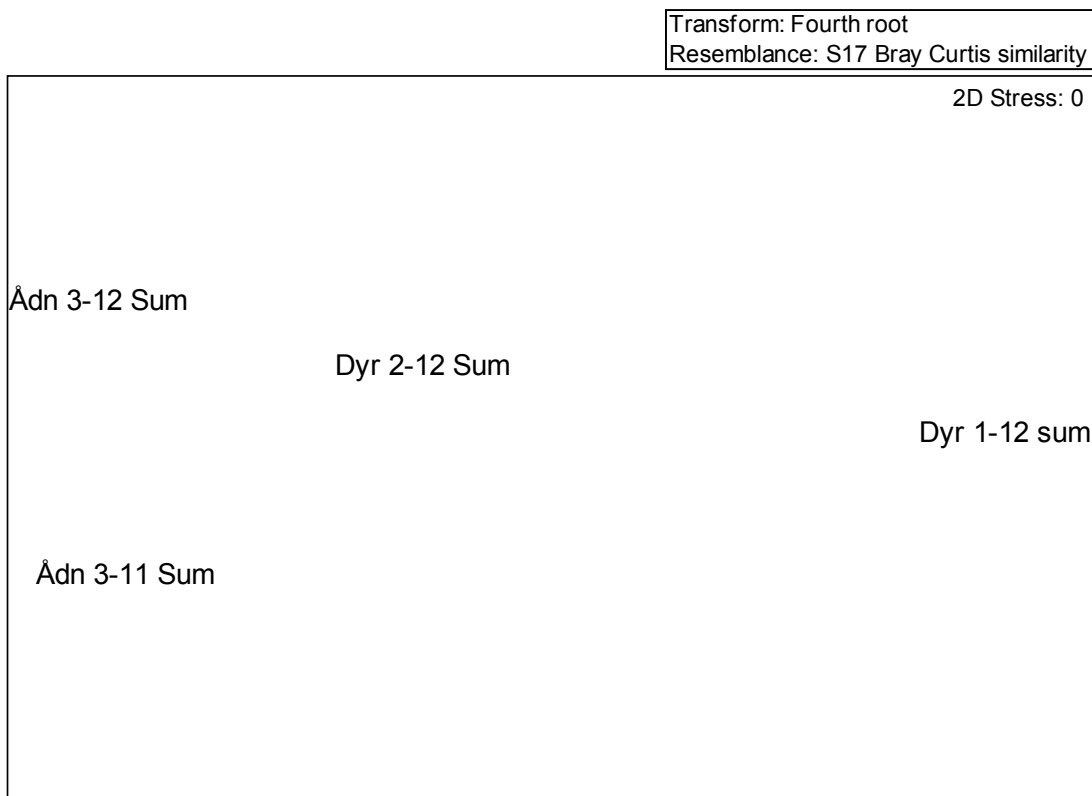


**Figur 3.3:** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

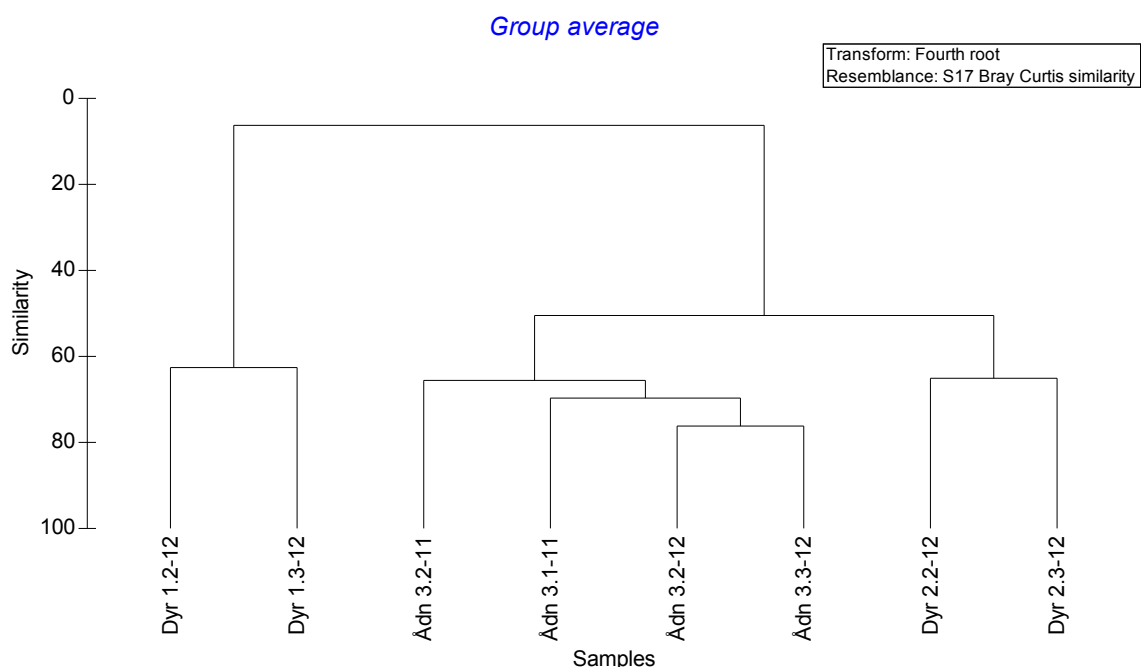
**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene på stasjonene ved Dyrholmen. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

Dyr 1-12	0,2 m <sup>2</sup>			Dyr 2-12	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	15456	98,7	98,7	<i>Heteromastus filiformis</i>	101	20,3	20,3
<i>Prionospio steenstrupii</i>	117	0,7	99,5	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	69	13,9	34,2
<i>Thyasira sarsii</i>	49	0,3	99,8	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	46	9,3	43,5
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	9	0,1	99,8	<i>Amythasides macroglossus</i>	22	4,4	47,9
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	7	0,04	99,9	<i>Lumbrineridae</i> indet.	19	3,8	51,7
<i>Exogone</i> sp.	2	0,01	99,9	<i>Amphilepis norvegica</i>	19	3,8	55,5
<i>Pectinaria koreni</i>	2	0,01	99,9	<i>Eriopisa elongata</i>	19	3,8	59,4
<i>Ophryotrocha</i> sp.	2	0,01	99,9	<i>Sosanopsis wireni</i>	17	3,4	62,8
<i>Aphelochaeta</i> sp.	1	0,01	99,9	<i>Abra nitida</i>	13	2,6	65,4
<i>Hiatella</i> sp.	1	0,01	99,9	<i>Myriochele heeri</i>	11	2,2	67,6
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1	0,01	99,9	<i>Ceratocephale loveni</i>	11	2,2	69,8
<i>Chaetozone</i> sp.	1	0,01	99,9				
<i>Astropecten irregularis</i>	1	0,01	100,0				
<i>Polycirrus plumosus</i>	1	0,01	100,0				
<i>Kurtiella bidentata</i>	1	0,01	100,0				
<i>Eteone longa</i>	1	0,01	100,0				
OLIGOCHAETA indet.	1	0,01	100,0				
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	0,01	100,0				
<i>Vigtorniella ardabilia</i>	1	0,01	100,0				
<i>Euspira pulchella</i>	1	0,01	100,0				

Ådn 3-12	0,2 m <sup>2</sup>			Ådn 3-11	0,2 m <sup>2</sup>		
	Antall	%	Kum %		Antall	%	Kum %
<i>Terebellides stroemii</i>	88	17,9	17,9	<i>Terebellides stroemii</i>	81	23,7	23,7
<i>Heteromastus filiformis</i>	51	10,4	28,3	<i>Nephasoma cf. minutum</i>	40	11,7	35,4
<i>Myriochele heeri</i>	33	6,7	35,0	<i>Heteromastus filiformis</i>	30	8,8	44,2
<i>Kelliella abyssicola</i>	29	5,9	40,9	<i>Nucula tumidula</i>	21	6,1	50,3
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	28	5,7	46,6	<i>Kelliella abyssicola</i>	15	4,4	54,7
<i>Thyasira equalis</i>	27	5,5	52,1	<i>Lumbrineridae</i> indet.	14	4,1	58,8
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	23	4,7	56,8	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	14	4,1	62,9
<i>Nucula tumidula</i>	23	4,7	61,5	<i>Amphilepis norvegica</i>	14	4,1	67,0
<i>Lumbrineridae</i> indet.	20	4,1	65,6	<i>Thyasira equalis</i>	13	3,8	70,8
<i>Amphilepis norvegica</i>	17	3,5	69,0	<i>Caudofoveata</i> indet.	13	3,8	74,6
<i>Monticellina</i> sp. ?	17	3,5	72,5				



**Figur 3.4.** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene ved Dyrholmen undersøkt i 2012, samt fjernsone Ådn 3 i 2012 som er sammenlignet med resultater fra Ådn 3 i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



**Figur 3.5:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene ved Dyrholmen undersøkt i 2012, samt fjernsone Ådn 3 - 2012 som også er sammenlignet med resultater fra Ådn 3 i 2011. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhuigg og stasjoner.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Dyrholmen ved Nedstrandfjorden i Finnøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser 18.10-2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget Dyr 1, en i overgangssonen, Dyr 2, og en i dypet av fjorden, Ådn 3. Stasjon Ådn 3 er også sammenlignet med resultater fra stasjonen i 2011.

Sedimentet på stasjonen nærmest anlegget ved Dyrholmen, Dyr 1, bestod av et grovkornet sediment der sand dominerte og utgjorde 81 % av sedimentet. Resten av sedimentet bestod av 17,5 % leire og silt, samt 1,5 % grus. Glødetapet ble målt til 4,5 % noe som er lavt. Normalisert TOC viste derimot 37 % og tilsvarer tilstandsklasse IV- Dårlig. På Dyr 1 på 120 meter dyp ble det funnet forhøyede verdier av fosfor og kobber. Det er ikke satt grenseverdier for fosfor, men resultatene indikerer økt tilførsel av fosfor fra anlegget. Kobberverdiene var på 62 mg Cu / kg noe som tilsvarer tilstandsklasse IV- Dårlig. Sinkverdiene var lave og fikk tilstandsklasse I- Bakgrunn. Måling av pH og Eh ga stasjonen tilstand 1 noe som indikerer at det ikke er oksygenvikt i sedimentet på nærstasjonen. Diversiteten av bunnfauna kom ut som svært dårlig, og børstemarken *Capitella capitata*, dominerte i prøven med nesten 99 % av det totale individtallet. Dette er en art som trives godt der man har økt tilførsel av organisk materiale. Bunnfaunaen under anlegget viser at man har et miljø som er påvirket av økt tilførsel av organisk materiale (fôrrester og fekalier). I henhold til MOM-standard fikk stasjonen i nærsonen miljøtilstand 3 (dårlig).

I overgangssonen, Dyr 2 på 215 meter dyp bestod sedimentet hovedsakelig av leire og silt som utgjorde 85 %. I tillegg ble det funnet 13,6 % sand og 1,4 % grus. Glødetapet på Dyr 2 var lavt og TOC-verdi kom ut med tilstandsklasse II. Fosforinnholdet i sedimentet var også lavt. De kjemiske parametrene kom ut med beste tilstandsklasse både for kobber og sink. pH- og Eh målingene viste gode forhold og ga tilstand 1. Analyse av bunndyrsfaunaen med diversitet og arter som ble funnet på Dyr 2 indikerer gode forhold. Stasjonen får miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standard.

På stasjonen i fjernsonen, Ådn 3 på 704 meter bestod sedimentet av hovedsakelig av leire og silt (98,5 %). Resten var 1,5 % sand. Måling av oksygen i bunnvannet ga stasjonen

tilstandsklasse I- Svært god både for prosent oksygenmetning og for oksygeninnhold målt som ml/l. pH- og Eh-målingene viste gode forhold og ga tilstand 1. Fosforverdiene var lave. Glødetapet viste 12,3 % som er noe forhøyet og TOC verdiene kom ut med tilstandsklasse IV- Dårlig. Sammenlignet med analysene ved Ådn 3 i 2011 var TOC-verdiene høyere i 2012. I 2011 kom TOC ut med tilstandsklasse II-God. Det ble funnet noe høyere verdier av kobber og sink i sedimentet ved Ådn 3 i 2012 enn i 2011. Verdiene var likevel lave begge år og tilsvarte tilstandsklasse I - Bakgrunn. Undersøkelsen av bunnfaunaen viste bra forhold og analysene ga beste tilstand for artsdiversitet og indekser for ømfintlige arter både i 2012 og 2011. Det var en likhet på rundt 65 % i bunndyrsfauna på Ådn 3 de to årene.

Prøvene tatt ved anlegget viser at driften ved anlegget påvirker bunnfaunaen lokalt med økt tilførsel av organisk materiale. Man ser også en opphoping av fosfor og kobber i sedimentet i nærheten. Bunndyrsamfunnet er i ubalanse med en børstemark-art som dominerer. Det er i oktober 2012 ikke tegn til oksygensvikt i sedimentet ved anlegget. Prøvene viser at det er liten påvirkning fra anlegget i overgangssonen og fjernsonen, og bunndyrsfaunaen på disse stasjonene viste gode forhold. Ved fremtidig drift bør derfor 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.

**Tabell 4.1.** Oppsummering av resultatene fra undersøkelsen ved Dyrholmen i oktober 2012. Miljøtilstanden er klassifisert etter KLIF tilstandsklasser og MOM-miljøtilstand.

Stasjon	Dyp (m)	Org. innhold	pH/Eh tilstand	Normal. TOC T. Kl.	Oksygen KLIF T. kl	Kobber T.kl.	Sink T.kl.	Fauna KLIF T. kl.	Fauna MOM T.kl.
Dyr 1-12	120	4,5	1	IV	-	IV	I	-	3
Dyr 2-12	215	6,1	1	II	-	I	I	I	1
Ådn 3-12	704	12,3	1	IV	I	I	I	I	-
Ådn 3-11	704	13,2	1	II	I-II	I	I	I	-

## 5 TAKK

Vi takker Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Stian Kvalø og Frøydis Lygre fra SAM- Marin. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Nargis Islam, Lise Rikstad, Natalia Korableva og Ragna Tveiten. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen.



## 6 LITTERATUR

- Børsheim K, 2010. MOM-B undersøkelse lokalitet "Dyrholmen" i Finnøy kommune, april 2010. Fomas rapport 2010-184. 20s
- 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.
- Ensrud T, Hestetun J, 2011. MOM-B undersøkelse ved Dyrholmen i Finnøy kommune oktober 2011. SAM-notat 34-2011. 11s
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples.  
*Sarsia* 53:15-18.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2000. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Vassdal T. Strømmåling ved lokalitet Dyrholmen, Grieg Seafood Rogaland AS, Finnøy kommune desember 2012. SAM Notat nr. 01-2013. 23s
- Vassdal T, Johannesen P, Heggøy E, Johansen P-O 2012. MOM-C undersøkelse fra lokalitet Ådnaholmen i Finnøy kommune, oktober 2011. SAM e-Rapport nr. 27-2011. 39s

## 7 VEDLEGG

<b>Generell vedleggsdel .....</b>	<b>29</b>
<b>Vedleggstabell 1. MOM-B parameter .....</b>	<b>37</b>
<b>Vedleggstabell 2. Artsliste .....</b>	<b>39</b>
<b>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....</b>	<b>43</b>
<b>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</b>	<b>44</b>
<b>Vedleggstabell 5. CTD Data .....</b>	<b>47</b>

## Generell vedleggsdel

### Analyse av bunndyrsdata

#### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

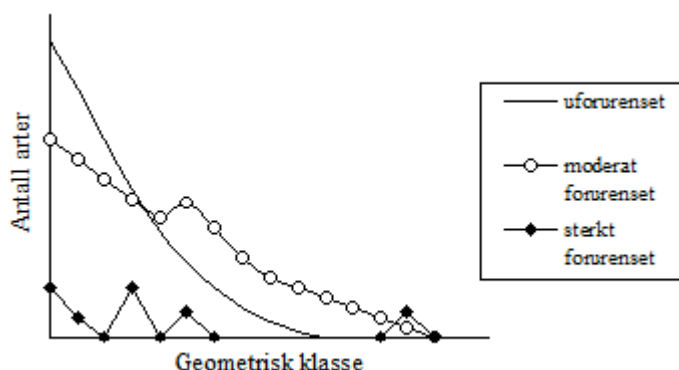
#### Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray 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 (Molvær et al. 1997 og Direktoratgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

### Diversitet.

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

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra 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:

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

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.

**Diversitetsindekse SN** er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formlene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

Tabell v2 : Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009\*:

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

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

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

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

### Multivariate analyser

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

### Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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



Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k  
 $y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen  
 $y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter  
 $p$  = totalt antall arter

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

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

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

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

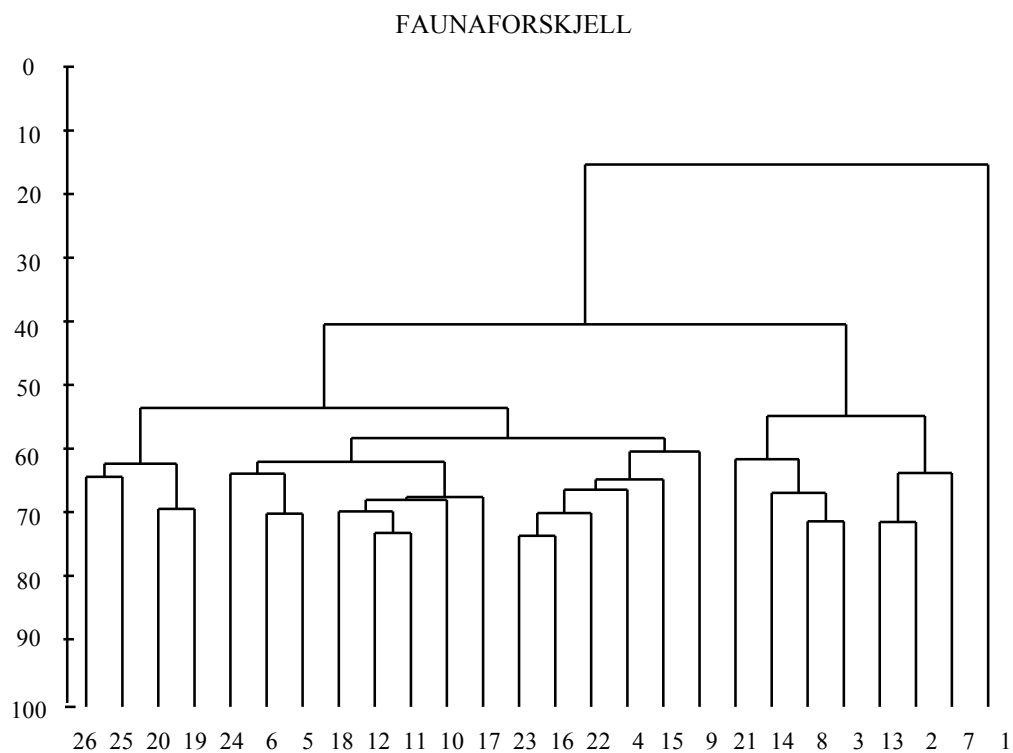
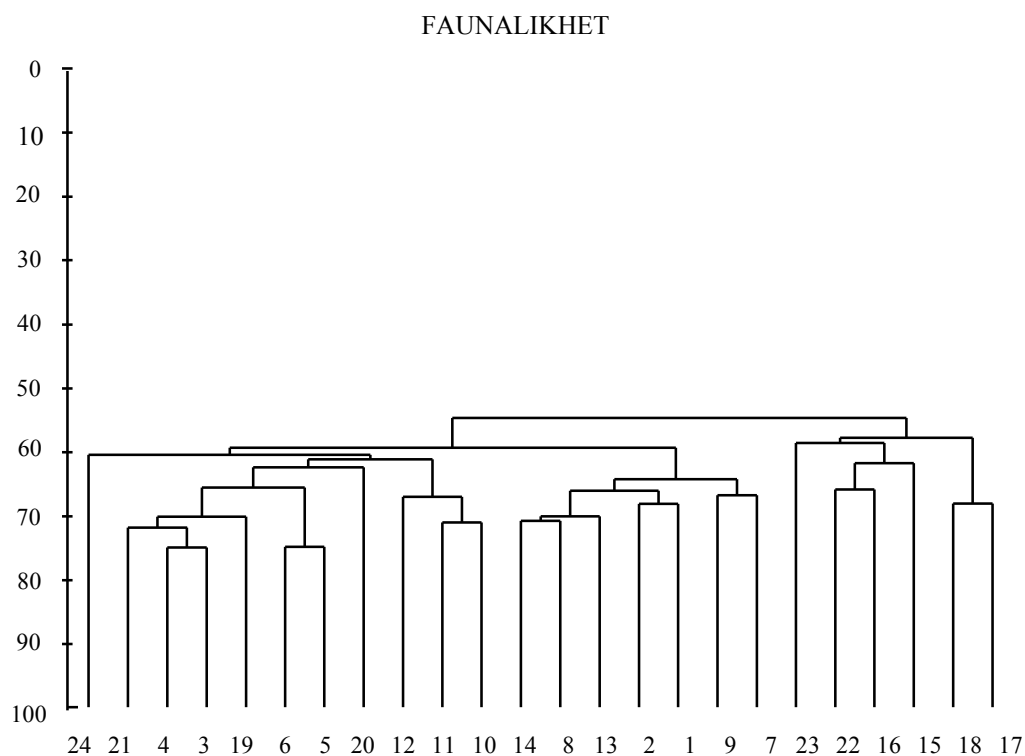
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

### Dataprogrammer

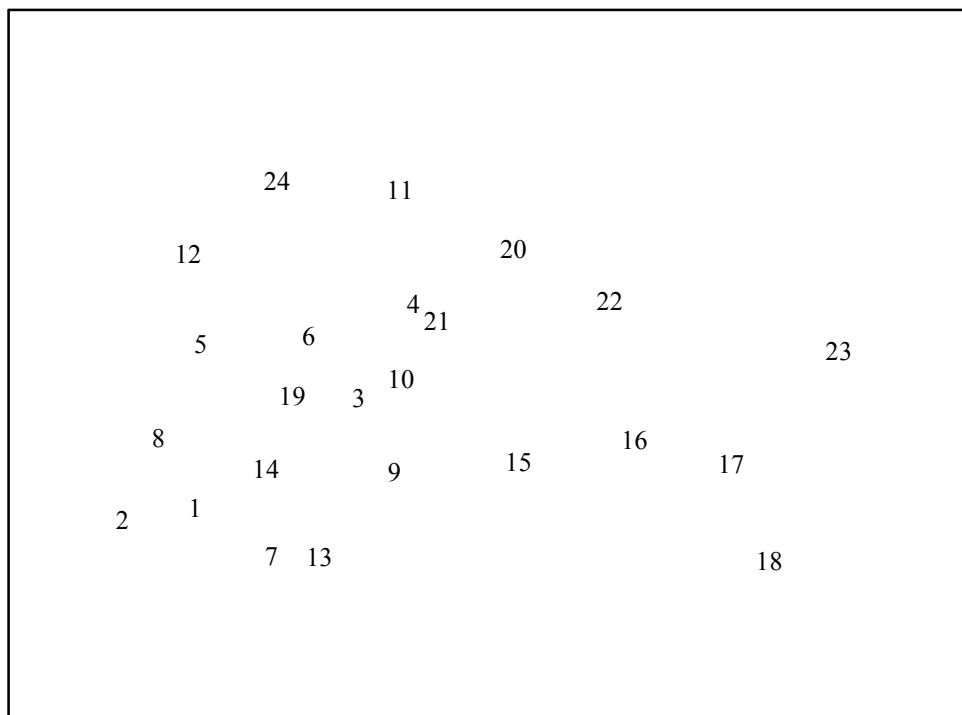
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ),  $H'$ -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro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

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

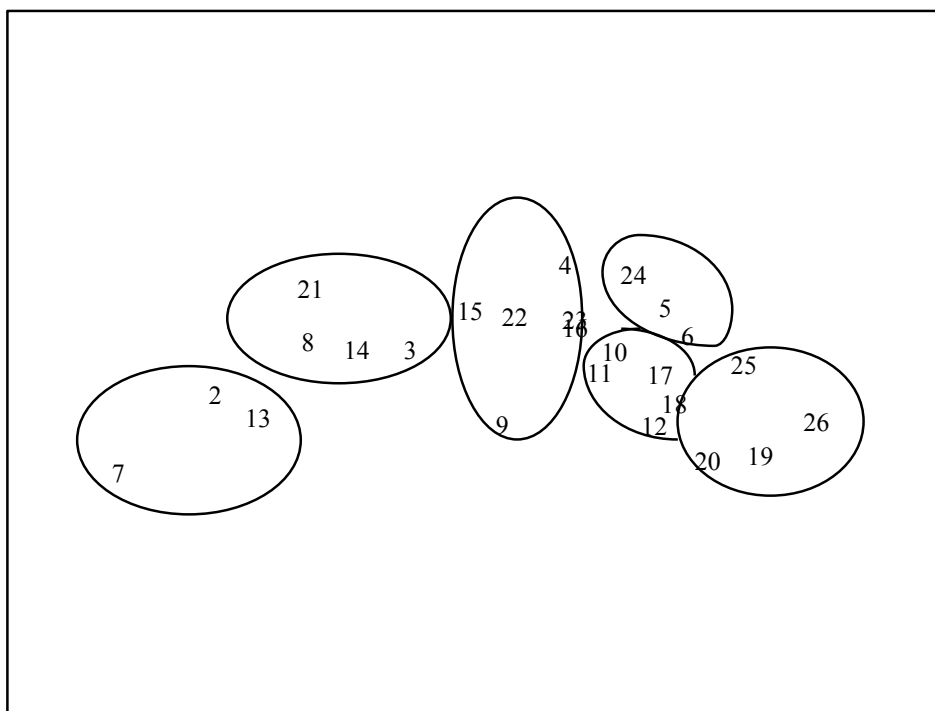


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



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

**Litteratur til Generelt Vedlegg**

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

## Vedleggstabell 1. MOM-B parameter

## SKJEMA FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.1

Vedlegg SF-SAM-830.04

B1a

SAM-Marin

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 18.10.2012

Lokalitet: Dyrholmen

Konsesjonsnr: 21415

## Lokalitetstype:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks		
			Dyr 1	Dyr 2	Adn 3						
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0					0,0	
I	Tilstand (Gruppe I)	A									
II	pH	verdi	7,54	7,54	7,60						
	E <sub>n</sub> (mv)	verdi	77,00	4,00	8,00						
		+ ref. verdi	289	216	220						
	pH/E <sub>n</sub>	fra figur	0	0	0					0,0	
	Tilstand, prøve		1	1	1						
	Tilstand, gruppe II		1								
			Buffer temp: 11,4		Temp sjø: 10,7	Temp sediment: 10,4					
			pH sjø: 8,16		Eh sjø: 122	Ref. elektrode: 212					
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):											
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0						
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0						
		Brun/Sort = 2									
	Lukt		Ingen = 0		0	0					
			Noe = 2	2							
			Sterk = 4								
	Konsistens		Fast = 0	0							
			Myk = 2		2	2					
			Løs = 4								
	Grabb- volum		v < 1/4 = 0								
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1	1								
		v ≥ 3/4 = 2		2	2						
Tykkelse på slamlag		0 - 2 cm = 0	0	0	0						
		2 - 8 cm = 1									
		t ≥ 8 cm = 2									
	SUM		3	4	4						
	Korrigert sum (*0,22)		0,66	0,88	0,88					0,8	
	Tilstand prøve		1	1	1						
	Tilstand gruppe III		1								
	Middelverdi gruppe II og III		0,33	0,44	0,44					0,4	
	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	

Korrekturlest:

28/1-13

dato

RTO

Sign.

RJ

Sign.

Godkjent av: SHJ

Gyldig fra: 19.10.2012

Side av .

## SKJEMA FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Vedlegg SF-SAM-830.04

B 2a

SAM-Marin

## SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Grieg Seafood Rogaland AS

Dato: 18.10.2012

Lokalitet: Dyrholmen

Konsesjonsnr: 21415

## Lokalitetstype:

Prøvetaksingssted (nr)		Dyr 1	Dyr 2	Adn 3									
Dyp (m)		120	215	704									
Antall forsøk		3	4	3									
Bobling (i prøve)		N	N	N									
Primær-sediment	Grus	20 %	20 %										
	Skjellsand												
	Sand	60 %											
	Mudder												
	Silt	20 %											
	Leire		80 %	100 %									
Fjellbunn													
Steinbunn													
Pigghuder, antall													
Krepsdyr, antall													
Skjell, antall													
Børstemark, antall													
Andre dyr, antall													
<i>Malacoceros fuliginosa</i>													
Beggiatoa													
Fôr													
Fekalier													
Kommentarer													
		litt lukt, en del stein	1 bom, ein del stein	Grå leire. Mjukt brunt lag på toppen									

Korrekturlest:

28/1-13  
dato

RTD

Sign.

TD

Sign.

Godkjent av: SHJ

Gyldig fra: 19.10.2012

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



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Grieg Seafood Rogaland AS,  
Helgøy, N-4174 Helgøysund  
Prosjekt nr.: 807024  
Prøvetakingssted (område): Dyrholmen i Rogaland  
Dato for prøvetaking: 18.10-2012  
Ansvarlig for prøvetaking (firma): SAM-Marin  
Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -  
Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen**

	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 godkjennelse fra SAM.

Signatur: Tom Alvestad  
Godkjent taksonom



## SAM-Marin

s 1/3	Dyr 1-12		Dyr 2-12		Ådn 3-12		Ådn 3-11	
	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg	1. hugg	2. hugg
* PORIFERA indet.								
* HYDROZOA								
* Hydrozoa indet.	+	+			+	+	+	+
Cerianthus lloydii					3	1	1	5
* NEMERTINI indet.			1	4	2	1	+	3
* NEMATODA indet.	ca. 40	ca. 20	1	2	2		5	1
ANNELIDA								
POLYCHAETA								
Paramphinome jeffreysii	1	6	18	51	12	4	9	1
Laetmonice filicornis								0/1
Polynoidae indet.				1	1	1		
Pholoe baltica				1				
Pholoe pallida					2	3	3	1
Neoleanira tetragona						0/1	0/2	
Protomystides exigua			1					
Phyllodoce mucosa		1						
Eteone longa		0/1						
Gyptis rosea			2	2			1	
Nereimyra cf. woodsholea					2	1		2
Exogone sp.		2					1	
Ceratocephale loveni			6/2	3	0/1	1	0/1	
Nephtys hystricis			0/1	1				
Nephtys paradoxa			1	0/1				1
Glycera lapidum			0/1	0/4				
Paradiopatra fiordica			2	1	2/1	1/1	1/1	2/1
Paradiopatra quadricuspis			1	2/2			0/1	3/1
Lumbrineridae indet.			8	11	17	3	9	5
Ophryotrocha lobifera		9						
Ophryotrocha sp.		2						
Phylo norvegica				1/1		1		
Scoloplos armiger							0/1	
Laonice sp.					0/1			
Prionospio steenstrupii	76	41						
Prionospio sp.				1		1		
Spiophanes kroyeri			1/2	0/1			0/1	
Vigtorniella ardabilia		1						
Spiochaetopterus cf. bergensis							2	
Spiochaetopterus bergensis					4	2		
Aricidea sp.						1		
Levinsenia gracilis			7	3	3	3	3	3
Paraonis sp.								
Aphelochaeta sp.	1		3	7	5	5	3	
Chaetozone sp.		1		1				
Monticellina sp. ?				3	6	11		
Brada villosa			1					
Diplocirrus glaucus		1		2				
Pherusa flabellata				1				
Ophelina norvegica			1	2	3		1/1	0/2
Capitella capitata	9792	5664					3	1
Heteromastus filiformis			27	74	26	25	21	9
Rhodine loveni			1	6	2		1	1
Maldanidae indet.				2	3		2	



## SAM-Marin

s 2/3 Artliste	Dyr 1-12		Dyr 2-12		Ådn 3-12		Ådn 3-11	
	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg	1. hugg	2. hugg
Myriochele heeri			1	10	23	10	1	2
Galathowenia oculata					2	1	1	
Pectinaria auricoma			1	0/2				
Pectinaria koreni	0/1	1						
Anobothrus sp.			2	1	12	2	3	
Amythasides macroglossus			11	11				
Eclysippe vanelli			5	3				
Sosanopsis wireni			9	8				
Melinna albicincta				0/1				
Terebellidae indet.				1				
Pista lornensis				3				
Polycirrus plumosus	1							
Amaeana trilobata				3				
Terebellides stroemii				2/2	30/21	30/7	7/49	6/19
Euchone sp.			1					
OLIGOCHAETA indet.		1						
Sipuncula indet.				1	8	3	1	1
Sipunculus norvegicus					1			
Phascolion strombus							1	
Onchnesoma steenstrupi			9	37	14	14	7/1	6
Nephasoma cf. minutum					20	3	21	19
* Calanus finmarchicus			1		4	2	2	1
* Calanus hyperboreus						13	3	2
* Euchaeta norvegica						1		
* Metridia longa						2		
* Heterorhabdus norvegicus		1						
* Philomedes lilljeborgi						1	2	
* Macrocypris minna					1	1	1	2
* Sarsinebalia typhlops								
* Mysidacea indet.						1		
* Ilyarachna longicornis						1		
* Amphipoda indet.				1				
* Caprellidae indet.	+	1					1	
Eriopisa elongata			9/2	6/2	1		1	
* Pontophilus norvegicus						0/1		
Calocarides coronatus								0/1
* Hyas coarctatus								
* PYCNOGONIDA indet.								
Caudofoveata indet.			3/1	2	3/1	8/4	4	9
Euspira pulchella	1							
Philine scabra			0/1		0/1			
Roxania utriculus						0/1		
Akera bullata								
Nucula nucleus								
Nucula tumidula			1	3/4	9/5	6/3	10/1	3/7
Yoldiella lucida						0/1		1
Yoldiella philippiana				2				
Delectopecten vitreus					1			2
Thyasira obsoleta			1		2	4	1	1/1
Thyasira sarsii	19/5	22/3						
Thyasira equalis			4	3	15	12	6/2	5

## SAM-Marin

s 3/3 Artsliste	Dyr 1-12		Dyr 2-12		Ådn 3-12		Ådn 3-11	
	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg	2.hugg	3.hugg	1. hugg	2. hugg
Axinulus eumyarius					1			
Mendicula ferruginosa				5/1	2	2	2	
Adontorhina similis					1			
Kurtiella bidentata	0/1							
Kurtiella tumidula				1				
Abra longicallus							1	
Abra nitida			3	8/2		1		
Abra prismatica								
Kelliella abyssicola			1	4	17	12	7/1	4/3
Hiatella sp.		0/1	1/2					
Tropidomya abbreviata			0/1					
Antalis occidentalis				3				
Entalina tetragona			1	3			0/1	
* Bryozoa skorpeformet	+	+						
* Bryozoa grenet	+	+						
Astropecten irregularis		0/1		0/1				
Amphilepis norvegica			6/7	6	4/3	5/5	4/5	2/3
Echinocardium flavescens			0/1					
ENTEROPNEUSTA indet.				1				
* CHAETOGNATHA indet.						3		
Ascidacea indet.							1	
* VARIA						+		+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometrisk klasse	Dyr 1-12	Dyr 2-12	Ådn 3-12	Ådn 3-11
I	12	18	14	15
II	3	15	7	12
III	1	11	7	7
IV	1	7	3	7
V	0	5	10	2
VI	1	1	2	1
VII	1	2	1	1
VIII	0	0	0	0
IX	0	0	0	0
X	0			0
XI	0			0
XII	0			0
XIII	0			0
XIV	1			1
XV	0			0
XVI	0			0

## Vedleggstabell 4. Analysebevis



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

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

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

Tlf: +47 94 50 42 42  
 Fax:

**AR-12-MX-002893-06**



**EUNOBE-00004850**

Prøvemottak: 23.10.2012  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 23.10.2012-12.11.2012  
 Referanse: 807024/74/12

## ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).  
 Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-104</b>	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Nor 1, 125 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	7200	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	160	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	210	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	27	% TS		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	58.8	% (w/w)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-105</b>	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Nor 2, 124 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	5500	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	48	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	170	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	22	% TS		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	62.9	% (w/w)		EN 14346	0.1	

### 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-12-MX-002893-06



EUNOBE-00004850

Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-106</b>	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Nor 3, 66 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	970	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	23	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	48	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	7.9	% TS		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	70	% (w/w)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-107</b>	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Adn 3, 704 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	790	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	26	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	140	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	36	% TS		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	40.3	% (w/w)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-108</b>	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Dyr 2, 215 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	810	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	16	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	91	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	18	% TS		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	56.2	% (w/w)		EN 14346	0.1	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :lilnre 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-12-MX-002893-06



EUNOBE-00004850

Prøvenr.:	<b>441-2012-1023-109</b>	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Dyr 1, 120 m Hugg 1	Analysestartdato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) Fosfor (P)</b>						
a) Totalt fosfor (P)	3300	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	10	
a) Kobber (Cu)	62	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Sink (Zn)	110	mg/kg tv		NS EN ISO 17294-2	1	
a) Totalt organisk karbon (TOC)	22	% TS		EN 13137	0.1	
<b>a) Totalt tørrstoff</b>						
a) Total tørrstoff	65.3	% (w/w)		EN 14346	0.1	

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

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

**Bergen 18.02.2013**

Kristine Fiane Johnson  
Laboratorieingeniør

**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 3 av 3

## Vedleggstabell 5. CTD Data

Resultater fra hydrografimålingene på stasjon Ådn 3, den 18.10-2012.

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Fluorescens(µg/l)	Tetthet
1	21,5	7,2	86,0	9,0	6,4	0,4	16,8
2	21,7	7,2	86,2	9,0	6,4	0,4	16,9
3	22,0	7,3	86,6	9,0	6,4	0,3	17,2
5	24,3	8,1	88,0	8,9	6,3	0,3	18,9
7	28,2	8,7	90,7	8,8	6,2	0,3	21,9
10	30,2	9,3	93,6	8,9	6,2	0,2	23,4
15	30,8	9,5	97,2	9,1	6,4	0,2	23,8
20	31,4	9,8	100,9	9,4	6,6	0,2	24,3
25	31,6	9,8	103,8	9,6	6,8	0,2	24,5
30	31,6	10,0	106,3	9,8	6,9	0,2	24,4
40	32,4	10,5	107,8	9,8	6,9	0,1	25,0
50	32,9	11,4	106,1	9,4	6,6	0,1	25,3
60	33,6	11,5	102,2	9,0	6,3	0,1	25,9
70	34,0	11,4	99,4	8,7	6,2	0,1	26,2
80	34,3	11,6	100,1	8,8	6,2	0,1	26,5
90	34,3	11,3	97,9	8,6	6,1	0,1	26,6
100	34,5	11,1	97,4	8,6	6,1	0,1	26,8
125	34,6	10,4	92,2	8,3	5,8	0,1	27,1
150	34,7	9,6	88,8	8,1	5,7	0,1	27,5
175	35,0	8,4	87,3	8,2	5,8	0,0	28,0
200	35,1	7,6	88,5	8,4	5,9	0,0	28,3
225	35,1	7,4	88,0	8,4	5,9	0,0	28,5
250	35,1	7,4	88,0	8,4	5,9	0,0	28,6
275	35,2	7,4	88,0	8,4	5,9	0,0	28,8
300	35,2	7,4	87,7	8,4	5,9	0,0	28,9
325	35,2	7,3	87,3	8,4	5,9	0,0	29,0
350	35,2	7,3	86,9	8,3	5,9	0,0	29,1
375	35,2	7,3	86,0	8,3	5,8	0,0	29,2
400	35,2	7,3	85,6	8,2	5,8	0,0	29,3
425	35,2	7,3	85,4	8,2	5,8	0,0	29,4
450	35,2	7,3	85,0	8,2	5,7	0,0	29,6
475	35,2	7,3	84,7	8,1	5,7	0,0	29,7
500	35,2	7,3	84,3	8,1	5,7	0,0	29,8
525	35,2	7,3	83,7	7,3	5,1	0,0	29,9
550	35,2	7,3	83,3	7,3	5,1	0,0	30,0
575	35,2	7,3	82,7	7,2	5,1	0,0	30,1
600	35,2	7,3	82,2	7,2	5,0	0,0	30,3
625	35,2	7,3	81,7	7,1	5,0	0,0	30,4
650	35,2	7,3	81,4	7,1	5,0	0,0	30,5
675	35,2	7,3	80,8	7,0	5,0	0,0	30,6
700	35,2	7,3	79,2	6,9	4,9	0,0	30,7