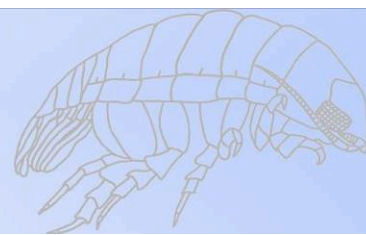


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



e-rapport nr: 8-2013

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Nordheimsøy 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

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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Nordheimsøy, Finnøy kommune 2012	Dato: 11.03.2013 Antall sider og bilag: 50
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 fish farm Nordheimsøy 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 NS9410.

The oxygen content was high and the condition of the 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 fauna was also rich in the two transition zones. The organic content and concentration of copper and phosphorus was high and the benthic fauna was disturbed by the activity close to the fish farm. Only four species of macrofauna were found close to the fishfarming site in October -2012.

Keywords: MOM C, Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: MOM-C, Fiskeoppdrett, REsipient, Bunndyr, Sediment, Hydrografi	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 8-2013
---	---	---

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

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	9
2.2.2 Sediment	9
2.2.3 Kjemiske analyser	10
2.2.4 Bunndyr	11
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	14
3 RESULTATER OG DISKUSJON	15
3.1 Hydrografi	15
3.2 Sediment	16
3.3 Kjemi	18
3.4 Bunndyr	19
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	26
5 TAKK	28
6 LITTERATUR	29
7 VEDLEGG	30
Generell vedleggsdel	30
Vedleggstabell 1. MOM-B parameter	39
Vedleggstabell 2. Artsliste	41
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	46
Vedleggstabell 4. Analysebevis	47
Vedleggstabell 5. CTD Data	50

1 INNLEDNING

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

Det er tidligere utført en MOM C- undersøkelse i desember-2006 (Børsheim), og MOM-B undersøkelse i oktober -2011 (Ensrud og Hestetun) i området under anlegget. Tidligere MOM B-undersøkelse viste Lokalitetstilstand 1- (meget god) i oktober 2011.

Det ble i november/desember-2012 utført strømmålinger på fire dyp ved lokalitet Nordheimsøy (Vassdal). Resultatene fra strømmålingene fra spredningsstrøm (72 meter) og bunnstrøm (100 meter) viste relativ høye strømstyrker i forhold til måledybde. Gjennomsnittstrøm var 5,2 cm/s på 72 meter og 2,6 cm/s på 100 meter. Vannstrømmen i disse to dybdene følger undervannstopografien i området og går hovedsakelig mot nordvest og sørvest. Spredning av vannmasser (progressiv vektor) på 72 meters dyp viste at vanntransporten i hovedsak gikk i nordvestlig retning. Ved bunnen på Nordheimsøy gikk spredning av vannmasser mot nordvest i strømmålingspunktet i perioden. Undersøkelsen av strøm er ikke utført akkreditert.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet i nærsone, overgangssonene og fjernsone til oppdrettslokaliteten Nordheimsøy. 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 Undersøkelsesområdet

Lokaliteten Nordheimsøy ligger i Nedstrandfjorden, som ligger innerst i Boknafjorden, i Finnøy kommune (Figur 2.1-2.2). Dybdene under anlegget er registrert fra 70 meter til 125 meter. Anlegget er plassert i et område med skrånede bunn med et grunnere område i vest, og dypere område i nord og nordøst (Figur 2.3). 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 i denne undersøkelsen er sammenlignet med tidligere en undersøkelse.

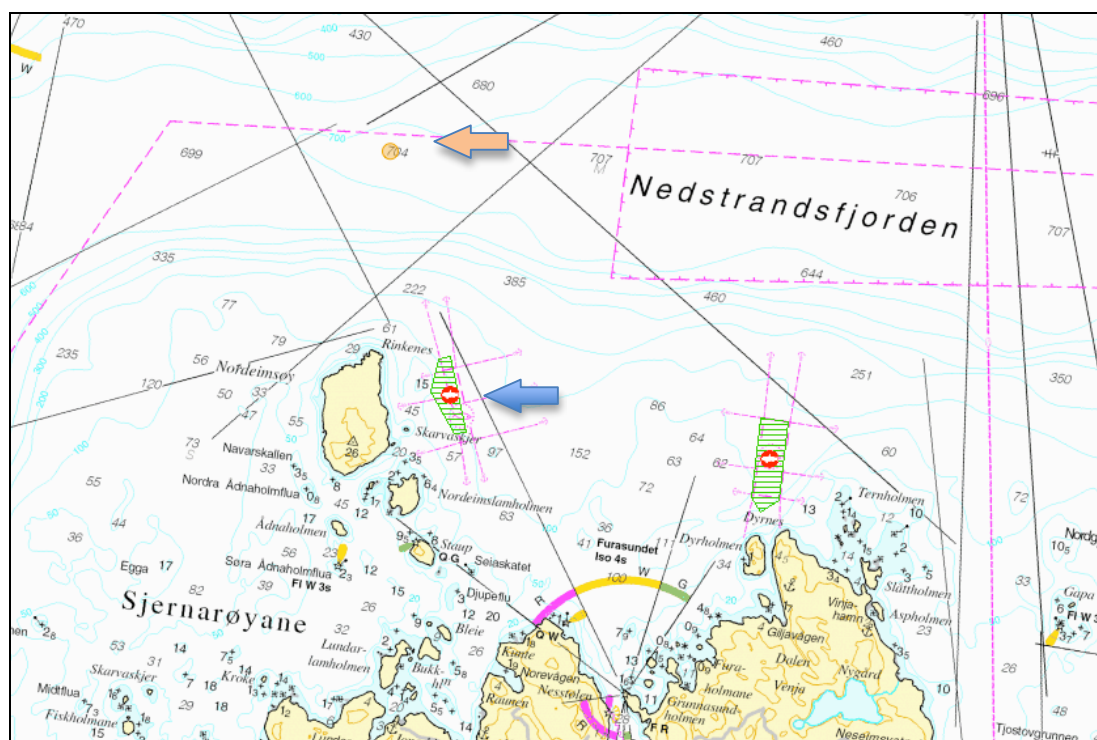
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

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

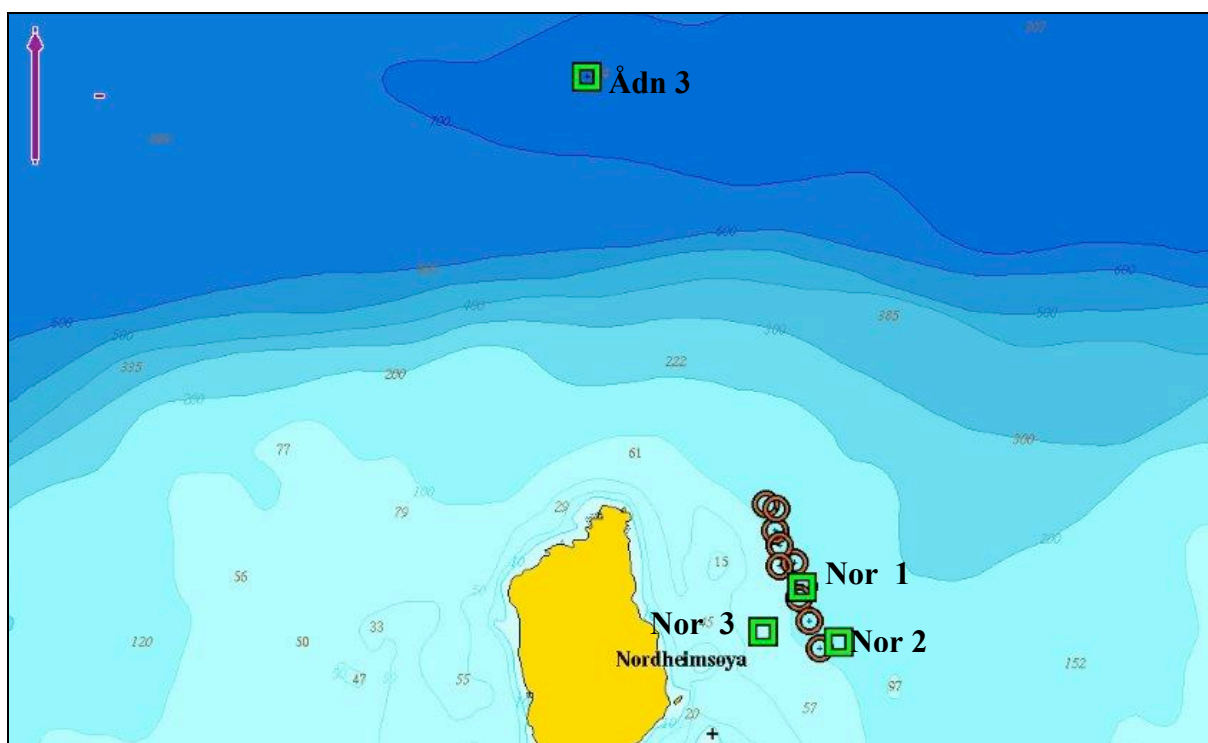
Det ble også tatt hydrografi-målinger fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden, Ådn 3. Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført ved hjelp av en CTD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet. Detaljerte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



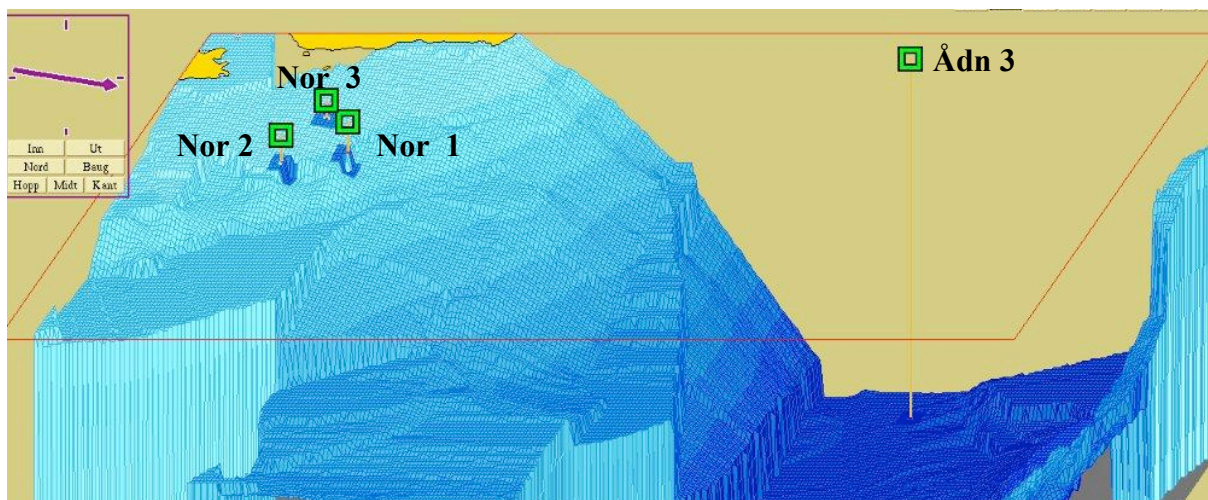
Figur 2.1. Oversiktskart over Boknafjorden og Nedstrandfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Nordheimsøy. Gul sirkel viser fjernstasjon Ådn 3.



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



Figur 2.3. Skisse av anleggets plassering med firkantpunkt for prøvestasjoner tegnet inn. Posisjoner for plassering av stasjoner er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



Figur 2.4. Detaljkart i 3D over stasjonsplasseringene (grønne firkanter) ved lokalitet Nordheimsøy. Fjernstasjon Ådn 3 vises i dyppet til høyre. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Pil øverst til venstre i bilde viser retning mot nord. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i 18. oktober 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84, oppgitt som DMM). Det ble benyttet en 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon	Dyp (m)	Hugg nr	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
St. Nor 1	Nordheimsøy	125	1	8	Kjemi og geologi
18.10.2012	59° 17,147'N		2	7	Biologi
Nærsone	05° 48,834'Ø		3	7	Biologi Grågrønn fin sand med silt. Noe lukt
St. Nor 2	Nordheimsøy	124	1	9	Kjemi og geologi
18.10.2012	59° 17,087'N		2	6	Biologi
Overg.sone	05° 48,934'Ø		3		Biologi Grågrønn fin sand med silt
St. Nor 3	Nordheimsøy	66	1	2	Kjemi og geologi
18.10.2012	59° 17,106'N		2	2	Biologi
Overg.sone	05° 48,634'Ø		3	5	Biologi Siktedyp: 7m Grågrønn fin sand/silt. Mye stein.
St. Ådn 3	Boknafjorden	704	1	17	Kjemi og geologi
18.10.2012	59° 18,224'N		2	17	Biologi
Fjernsone	05° 47,940'Ø		3	17	Biologi Siktedyp: 8m Grå leire, mykt brunt lag øverst CTD-måling

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting 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 vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hullet 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 av de målte parametere 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 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full grabb 0,1m² grabb av typen "danskegrabb" har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

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 tilsetting av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-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 parametrene 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	
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn. **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener 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 mgO₂ / l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

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

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokalitet Nordheimsøy har anlegget vært plassert i sin nåværende posisjon siden 2007. Anlegget består av 6 stk, 160 meters ringer. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (18.10-12) var ca. 2000 tonn. Fisken i anlegget ble satt ut høsten 2011, og hadde en utsett-snittvekt på 100 gram. Fisken i anlegget skal utslaktes sommer 2013, og anlegget skal brakklegges i august-september 2013.

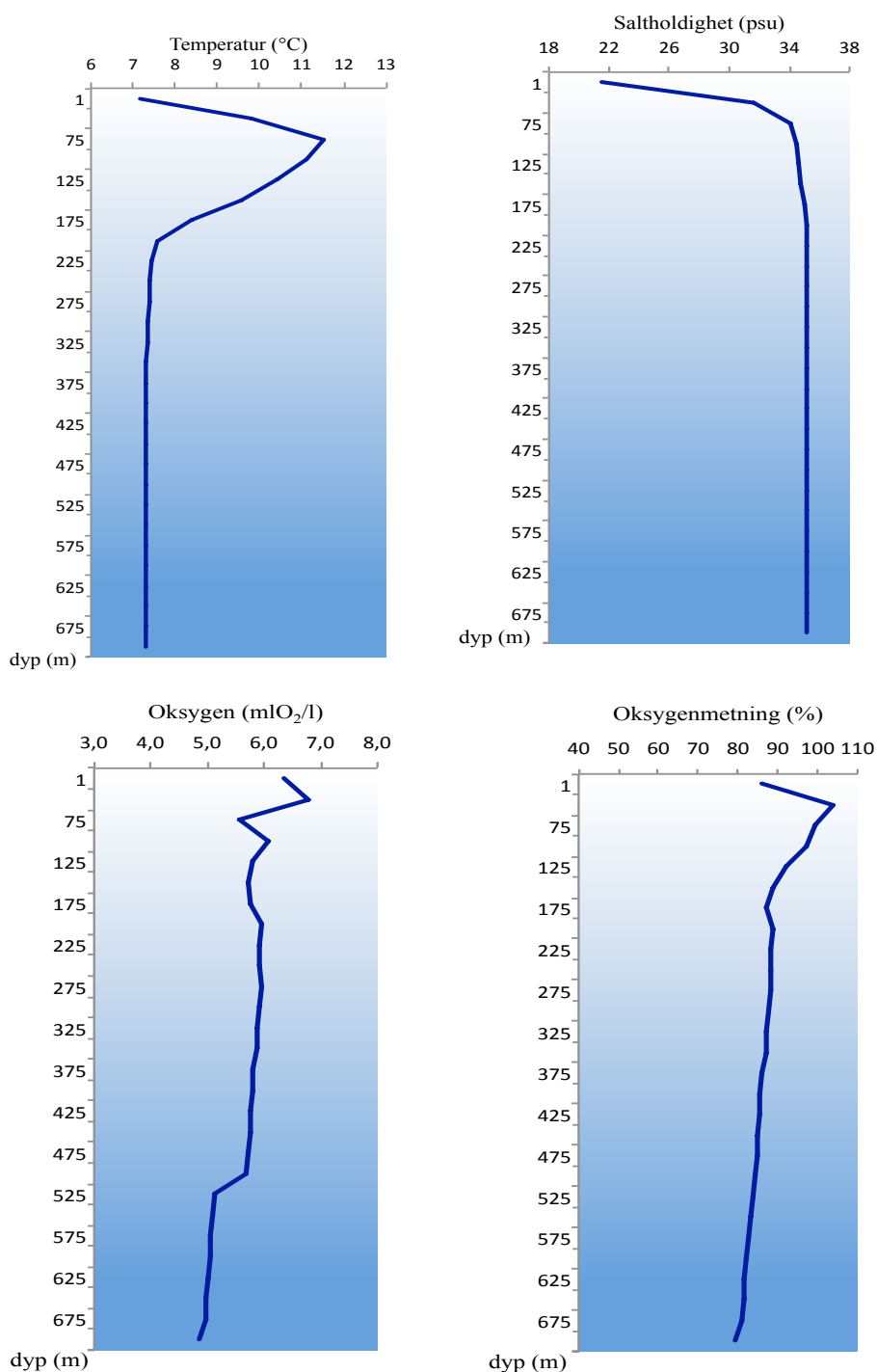
Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Nordheimsøy de siste 3 år:

	2009	2010	2011	Pr. okt . 2012
Fôrforbruk, tonn	4011	1355	2576	1532
Produsert, tonn	3923	674	3293	2000

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 prosent 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 omregnet fra mg/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. Fra 3 meter og ned til 60 meter steg saltholdigheten relativt raskt fra 22 til 34. Fra 60 til 175 meter økte saltholdigheten sakte opp mot 35. Fra 175 til 700 meter var saltholdigheten stabil på rundt 35. 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 på 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 sank oksygenivået 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 prosent 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 sediment-undersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Etter at analysene av prosent glødetap ble foretatt ble det registrert en feil med termometer til glødetapsovnen. Dette gjør at det er usikkerhet knyttet til reell temperatur under brenning av organisk innhold i prøvene fra Nordheimsøy, og dermed til resultatene av prosent glødetap. I nærsonen, Nor 1, dominerte sand og utgjorde 70 % av sedimentet, de resterende 30 % av bestod av leire og silt. Glødetapet var på 5,8 %. Det organiske innholdet viste dermed lave verdier og var godt innenfor det som er forventet. Bunnstrømmen fra tidligere strømmålinger viste god bunnstrøm på 100 meter, og dette samsvarer også godt med et relativt grovt sediment.

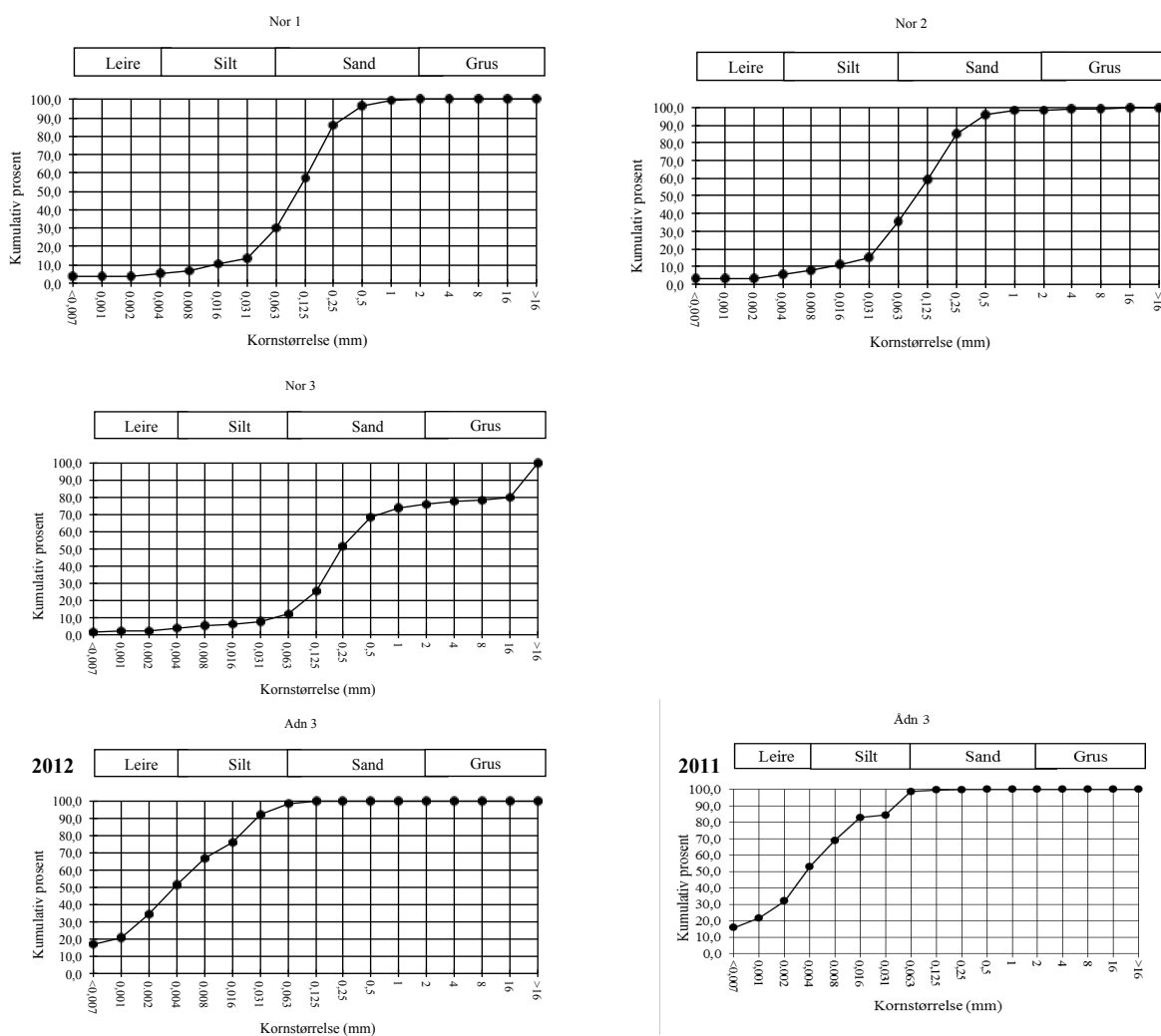
Stasjonen i overgangssonen, Nor 2, lengst sør hadde et sediment med 63,5 % sand og 35,1 % leire og silt. 1,4 % av sedimentet bestod av grus. Glødetapet på stasjon Nor 2 viste 6,36 %, og tilsvarte verdier innenfor det som er vanlig i norske fjorder.

Stasjon Nor 3 som også var i overgangssonen på 66 meter hadde et mer grovkornet sediment med rundt 64 % sand, 24 % grus og 12 % leire og silt. Glødetapet også her var lavt med 4,3 % organisk materiale.

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 stasjonene ved Nordheimsøy. Glødetapet på stasjon Ådn 3 ligger på et nivå som kan forventes på så dypt vann i norske fjorder. Resultatene for kornfordeling og glødetap i 2012 er tilsvarende resultatene i 2011.

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

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)*	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Nor 1	2012	125	5,82	5,1	24,7	29,9	70,1	0,0
Nor 2	2012	124	6,36	5,5	29,6	35,1	63,5	1,4
Nor 3	2012	66	4,34	3,7	8,2	11,9	63,7	24,5
Ådn 3	2012	704	12,3	51,3	47,1	98,5	1,5	0,0
Ådn 3	2011	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: Nor 1, overgangssonen: Nor 2, og Nor 3, og i fjernsonen Ådn 3.

3.3 Kjemi

For hver av prøvestasjonene er det gitt en oppsummering av resultatene fra de kjemiske analysene i tabell 3.2. Den målte verdien av TOC normaliseres ved beregning med leire/silt andel. 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. For fosfor er det ikke satt grenseverdier for tilstandsklasser i bunnsediment.

Ved Nor 1, i nærsonen ble det funnet forhøyede verdier av fosfor (7200 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 nærsonen knyttes til utslipp av organisk materiale fra oppdrettslokaliteten. Dette kan være organiske rester som fôrspill og ekskrementer fra fisk. TOC verdiene for Nor 1 (39,6 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 (5,8 %) som indikerer et lavt organisk innhold i sediment prøven. Kobberverdien på Nor 1 var på 160 mg/kg som gir tilstandsklasse IV - Dårlig. Målte verdier for sink (210 mg/kg) tilsvarer tilstandsklasse II – God.

På stasjonen i overgangssonen Nor 2, var verdien av fosfor høy med på 5500 mg/kg. Normalisert TOC viste 33,7 mg/g, noe som tilsvarer tilstandsklasse III - Mindre god. Verdiene av metaller i sedimentet i overgangssonen Nor 2 viste noe forhøyede verdier for kobber (48 mg/kg) og sink (170 mg/kg) og får tilstandsklasse II - God, for begge.

På den andre stasjonen i overgangssonen Nor 3 viste verdiene av fosfor 970 mg/kg, og noe som er innenfor det som regnes som normalt for området. TOC verdiene for stasjon Nor 3 viste 23,8 mg/g og får tilstandsklasse II - God. Resultatene av metaller i bunnsedimentet viste lave verdier for både kobber (23 mg/kg) og sink (48 mg/kg) og får tilstandsklasse I – dvs. bakgrunns-verdier for begge metallene.

På den dypeste stasjonen i fjernsonen, 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 fjernsonen 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 omtrent 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 fjernsonen 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 metallene. Resultatene for TOC var mye lavere i 2011 (20,2 mg TOC/ kg) og fikk da tilstandsklasse II- God.

Tabell 3.2: Innholdet av de undersøkte kjemiske parameter 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 (%)
Nor 1	2012	125	160	IV	210	II	39,6	IV	7200	160
Nor 2	2012	124	48	II	170	II	33,7	III	5500	48
Nor 3	2012	66	23	I	48	I	23,8	II	970	23
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 (Nor 1), overgangssonene (Nor 2 og Nor 3) og fjernsonen (Ådn 3) viste en høy pH og positivt redokspotensialet ved lokaliteten Nordheimsøy. Dette indikerer gode oksygenforhold i sedimentet på prøvestasjonene, og plasserer alle 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
Nor 1 / 2012	7,74	269	0	1
Nor 2 / 2012	7,90	254	0	1
Nor 3 / 2012	7,72	286	0	1
Ådn 3/ 2012	7,60	225	0	1
Ådn 3-2011	7,3	200	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 oktober 2012 er sammenlignet med resultater fra samme stasjon, Ådn 3, i oktober 2011. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene inntil lokaliteten Nordheimsøy, i overgangssonene 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 nærsonen Nor 1 på 125 meters dyp, ble det funnet 5 arter og 5602 individer på 0,2 m². En av artene på Nor 1 var blåskjell som ikke skal regnes med under oppdrettsanlegg, dvs. kun 4 arter skal være med i vurderingen av nærstasjon Nor 1. Diversiteten ble beregnet til 0,05 i snitt 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 isteden utarbeidet et eget klassifiserings-system for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 3 (dårlig) (Tabell 2.3). Børstemarken *Capitella capitata* dominerte med 5576 individer som utgjorde 99,5 % av alle dyrene på stasjonen. Dette er en art som ofte dominerer i bunnsediment 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 bunndyrsfauna som nesten er borte. Clusteranalysen viser at stasjonen i nærsonen er svært ulik de andre to stasjonene, og kun har en likhet på rundt 5 % med stasjonene i overgangssonen (Nor 2 og Nor 3) og i fjernsonen (Ådn 3) (Figur 3.5).

På stasjon Nor 2 i overgangssonen på 124 meters dyp, ble det funnet 44 arter med til sammen 1532 individer på 0,2 m². Diversiteten ble beregnet til 3,1 i snitt som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II -God. Ømfintlighetsindeksene viste tilstand III- Mindre god, noe som indikerer at artene som finnes på denne stasjonen er tolerante for forurensing, og at de mest ømfintlige artene ikke var registrert på denne stasjonen. Den mest vanlige arten på stasjonen var børstemarken *Capitella capitata* som utgjorde 44 % av alle individene på stasjonen. Blant de 10 mest individrike artene var 8 arter børstemark, og i tillegg ble det funnet to arter skjell. (Tabell 3.5). Kurven til de geometriske klassene var hakkete og enkelte klasser mangler noe som indikerer en påvirkning av bunnfaunaen på stasjonen. Også for stasjoner i overgangssonen bedømmes bunnfaunaen i henhold til klassifiseringssystemet i MOM standarden. Etter dette

klassifiseringssystemet fikk stasjonen Nor 2 Miljøtilstand 1 (meget god). Clusteranalysen viser at stasjon Nor 2 hadde en likhet med Stasjon Nor 3 med nesten 50 % (Figur 3.5).

På stasjon Nor 3 i overgangssonen på 66 meters dyp, vest for anlegget, ble det funnet 70 arter og til sammen 868 individer på 0,2 m². Diversiteten ble beregnet til 4,22 i snitt som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I – Meget god. Ømfintlighetsindeksene viste tilstand II-God, noe som indikerer en viss påvirkning av bunnfaunaen. Den mest vanlige arten på stasjonen var børstemarken *Scoloplos armiger* som utgjorde 19 % av alle individene på stasjonen. Blant de 10 mest individrike artene var 7 arter børstemark, og i tillegg ble det funnet to arter skjell og en art slangestjerne (Tabell 3.5). Kurven til de geometriske klassene indikerte gode forhold. Dette er også som forventet da denne stasjonen ligger i et grunnere område enn bunnen under anlegget. Etter klassifiseringssystemet NS 9410 fikk stasjonen Nor 3 Miljøtilstand 1 (meget god). Clusteranalysen viser at stasjonene i overgangssonen Nor 2 og Nor 3 kun hadde en likhet med Fjernstasjon Ådn 3 på rundt 10 % (Figur 3.5).

På stasjon i fjernsonen, Ådn 3 på 704 meter ble det funnet 44 arter og 491 individer på 0,2 m² i 2012. Diversiteten ble beregnet til 4,29 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 aller beste tilstandsklasse. Forholdene på 704 meter var bedre enn vi kunne forvente så pass dypt vann, noe som kan tyde på at det er en svak stimulans av bunnfaunaen i dypet. Fordelingen av de geometriske klassene viste også bra forhold.

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 0,2m². Diversiteten i 2011 var 4,25 i snitt og fikk også tilstandsklasse I – Svært god. Ømfintlighetsindeksene 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 på rundt 65 % i bunndyrfaunaen på Ådn 3 mellom 2011 og 2012

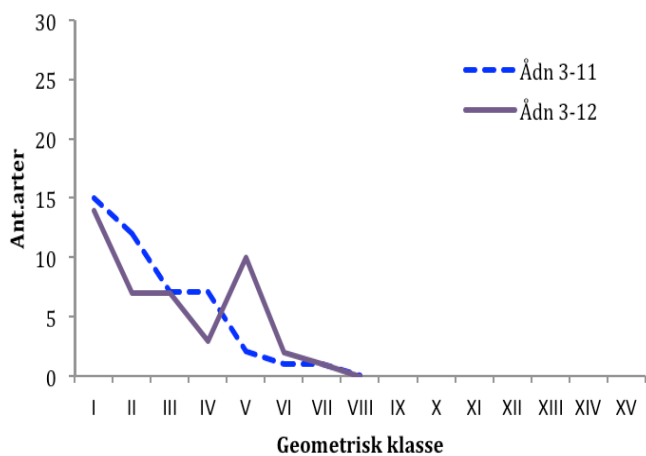
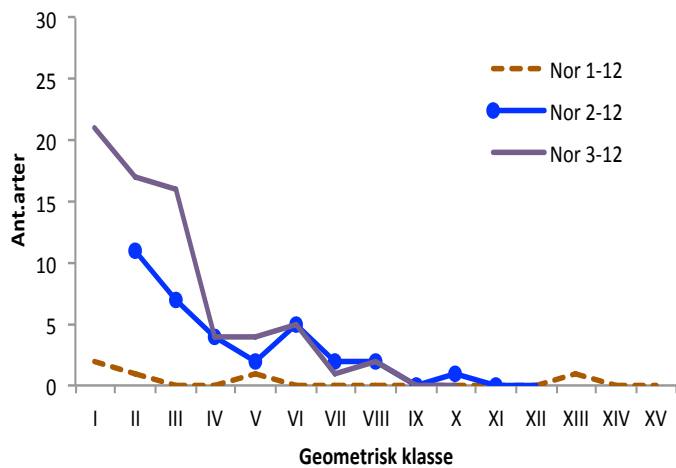
SAM-Marin

Tabell 3.4. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet, NQI1, NQI2, ES 100 og ISI for hver enkelt prøve (grabbhugg nummer) og totalt for hver stasjon. *En av artene på Nor 1 var blåskjell som ikke skal regnes med under oppdrettsanlegg, dvs. kun 4 arter skal være med i vurderingen av nærstasjon Nor 1.

Stasjon/ Dybde	Hugg (Nr.)	Ind.	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES ₁₀₀	ISI	AMBI	Klif TK	Jevnhet (J)	H'- max	MOM TK
Nor 1-12	2	4051	4	0,05	0,19	0,08	1,41	2,46	5,99		0,02	2,00	
125m	3	1551	3	0,04	0,17	0,08	1,40	4,52	5,99		0,03	1,58	
	Sum	5602	5*	0,05	-	-	1,40	-	-	-	0,02	2,32	3
	Snitt	2801	3,5	0,05	0,18	0,08	1,40	3,49	5,99		0,03	1,79	
Nor 2-12	2	587	30	2,90	0,52	0,42	15,07	5,70	4,46		0,59	4,91	
124m	3	945	38	3,29	0,54	0,46	18,60	5,30	4,36		0,63	5,25	
	Sum	1532	44	3,21	-	-	17,77	-	-	II/	0,59	5,46	1
	Snitt	766	34	3,10	0,53	0,44	16,84	5,50	4,41	III	0,61	5,08	
Nor 3-12	2	338	45	4,09	0,68	0,63	26,41	7,45	3,00		0,74	5,49	
66m	3	530	61	4,35	0,72	0,67	28,41	7,48	2,71		0,73	5,93	
	Sum	868	70	4,36	-	-	28,22	-	-	I/	0,71	6,13	1
	Snitt	434	53	4,22	0,70	0,65	27,41	7,47	2,85	II	0,74	5,71	
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	-	-		0,81	5,46	-
	Snitt	245,5	36	4,29	0,74	0,72	26,34	10,21	1,9	I	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	-	-		0,77	5,49	-
	Snitt	171	34	4,1	0,79	0,75	26,57	-	1,34	I	0,82	5,05	

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

SAM-Marin



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 Nordheimsøy. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene. * *Mytilus edulis* /Blåskjell skal ikke tas med i vurderingen av dyr på nærstasjon, da disse sannsynligvis kommer fra påvekst på anleggssinnretningene.

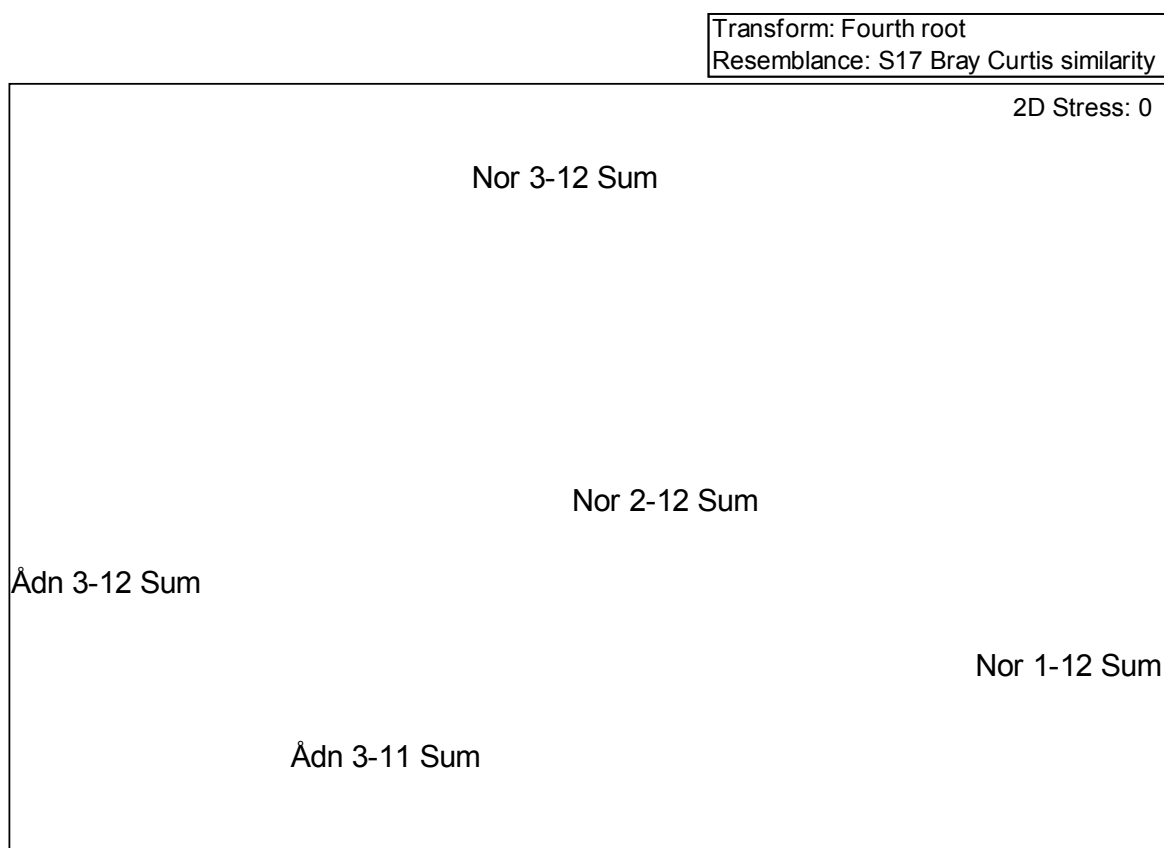
Nor 1-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	5576	99,5	99,5
<i>Prionospio steenstrupii</i>	21	0,4	99,9
<i>Mytilus edulis</i> *	3	0,1	100,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	1	0,0	100,0
<i>Lumbrineridae indet.</i>	1	0,0	100,0

Nor 2-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Capitella capitata</i>	668	43,6	43,6
<i>Thyasira sarsii</i>	152	9,9	53,5
<i>Chaetozone sp.</i>	140	9,1	62,7
<i>Exogone sp.</i>	106	6,9	69,6
<i>Mediomastus fragilis</i>	69	4,5	74,1
<i>Galathowenia oculata</i>	61	4,0	78,1
<i>Notomastus latericeus</i>	52	3,4	81,5
<i>Raricirrus beryli</i>	50	3,3	84,7
<i>Scoloplos armiger</i>	43	2,8	87,5
<i>Abra nitida</i>	37	2,4	89,9

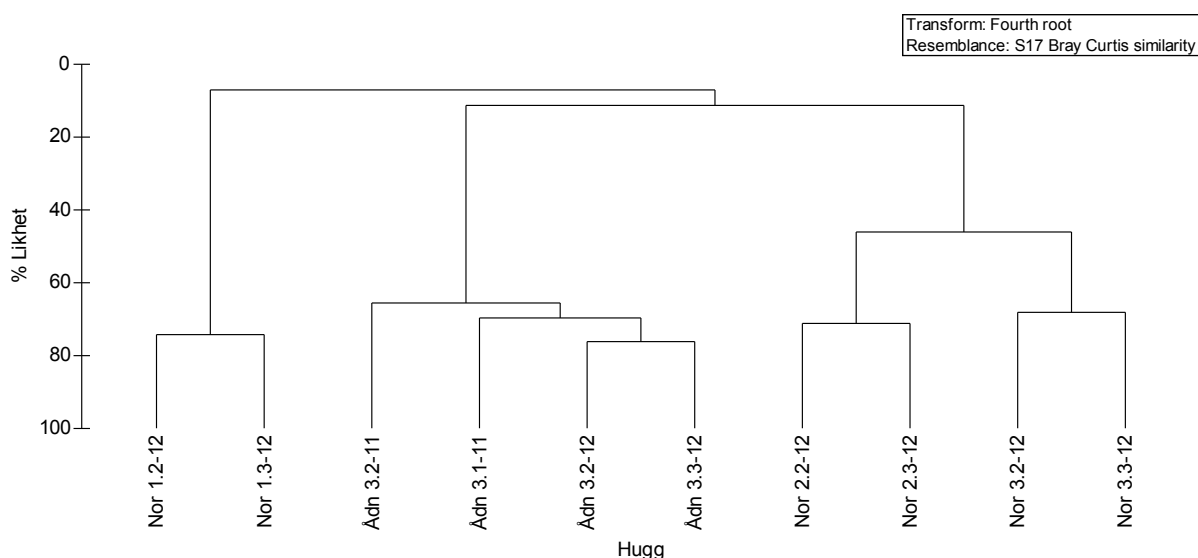
Nor 3-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Scoloplos armiger</i>	166	19,1	19,1
<i>Galathowenia oculata</i>	160	18,4	37,6
<i>Myriochele danielsseni</i>	70	8,1	45,6
<i>Ophiocten affinis</i>	53	6,1	51,7
<i>Jasmineira sp.</i>	44	5,1	56,8
<i>Prionospio cirrifera</i>	40	4,6	61,4
<i>Thyasira flexuosa</i>	33	3,8	65,2
<i>Pectinaria koreni</i>	32	3,7	68,9
<i>Thyasira sarsii</i>	28	3,2	72,1
<i>Chaetozone sp.</i>	26	3,0	75,1

Ådn 3-12	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Terebellides stroemii</i>	88	17,9	17,9
<i>Heteromastus filiformis</i>	51	10,4	28,3
<i>Myriochele heeri</i>	33	6,7	35,0
<i>Kelliella abyssicola</i>	29	5,9	40,9
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	28	5,7	46,6
<i>Thyasira equalis</i>	27	5,5	52,1
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	23	4,7	56,8
<i>Nucula tumidula</i>	23	4,7	61,5
<i>Lumbrineridae indet.</i>	20	4,1	65,6
<i>Amphilepis norvegica</i>	17	3,5	69,0
<i>Monticellina sp. ?</i>	17	3,5	72,5

Ådn 3-11	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
<i>Terebellides stroemii</i>	81	23,7	23,7
<i>Nephasoma cf. minutum</i>	40	11,7	35,4
<i>Heteromastus filiformis</i>	30	8,8	44,2
<i>Nucula tumidula</i>	21	6,1	50,3
<i>Kelliella abyssicola</i>	15	4,4	54,7
<i>Lumbrineridae indet.</i>	14	4,1	58,8
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	14	4,1	62,9
<i>Amphilepis norvegica</i>	14	4,1	67,0
<i>Thyasira equalis</i>	13	3,8	70,8
<i>Caudofoveata indet.</i>	13	3,8	74,6



Figur 3.4. MDS plot på hugg-nivå for stasjonene ved Nordheimsøy undersøkt i 2012, samt fjernsone Ådn 3 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 Nordheimsøy 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 grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Nordheimsøy 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 fire stasjoner, en ved anlegget Nor 1, to i overgangssonene, Nor 2 og Nor 3, 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 Nordheimsøy, Nor 1, bestod av et relativt grovkornet sediment der sand dominerte og utgjorde 70 % av sedimentet. Resten av sedimentet bestod av 30 % leire og silt. Glødetapet ble målt til 5,8 % noe som er lavt. Normalisert TOC viste derimot 39,6 %, og tilsvarer tilstandsklasse IV-Dårlig. På Nor 1 på 125 meter 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 160 mg/kg noe som tilsvarer tilstandsklasse IV- Dårlig. Sinkverdiene var lavere og fikk tilstandsklasse II- God. 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 svært dårlig ut, og børstemarken *Capitella capitata*, dominerte i prøven med 99,5 % av det totale individtallet. Dette er en art som trives godt der man har økt tilførsel av organisk materiale. Det er også bekymringsfullt at det totalt kun ble funnet 4 bunndyrsarter i sedimentet under anlegget, og at de bunndyrsartene nesten er borte. Blåskjell som er en hardbunnsart skal ikke vurderes med som en art på bunnen i analysene i nærsonen da disse trolig stammer fra oppdrettsanlegget. Bunnfaunaen under anlegget viser at man har et miljø som er sterkt påvirket av økt tilførsel av organisk materiale. I henhold til MOM-standard fikk stasjonen i nærsonen miljøtilstand 3 (dårlig).

I overgangssonen, Nor 2 på 124 meter bestod sedimentet av 64 % sand, 35 % leire og silt samt 1 % grus. Glødetapet på Nor 2 var lavt, men normalisert TOC kom ut med tilstandsklasse III- Mindre god. Fosforinnholdet i sedimentet var høyt på denne stasjonen. De kjemiske parameterne kom ut med tilstandsklasse II – God, både for kobber og sink. pH- og Eh målingene viste gode forhold og ga tilstand 1. Analyse av bunndyrsfaunaen viste en artsdiversitet som hadde tilstandsklasse II-God. Resultatene for ømfintlighetsindeksene kom

ut med tilstand III- Mindre god. Stasjonen fikk miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standard.

I overgangssonen på Nor 3 på 66 meter bestod sedimentet av hovedsakelig sand (64 %) og grus (24 %). Innhold av leire og silt var 12 %. Også på denne stasjonen var glødetapet lavt, og resultatene fra normalisert TOC viste tilstandsklasse II-God. Fosforinnholdet i sedimentet var innenfor det som forventes i området. De kjemiske analysene ga tilstandsklasse I – Svært god, både for kobber og sink. pH- og Eh-målingene viste gode forhold og ga tilstand 1. Analysene av bunndyrsfaunaen på stasjon Nor 3 viste en artsdiversitet som hadde tilstandsklasse I- Svært god. Resultatene for ømfintlighetsindeksene kom ut med tilstand II- God. Stasjonen Nor 3 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 i ml/l. Resultatene fra stasjon Ådn 3 i 2011 viste tilstandsklasse II for oksygen i ml/l, og tilstandsklasse I for % oksygenmetning.

pH- og Eh-målingene viste gode forhold og ga tilstand 1, i 2012. For stasjon Ådn 3 viste pH /Eh også tilstand 1 også i 2011. Fosforverdiene var lave. Glødetapet viste 12,3 % som er som forventet i forhold til dybden på over 700 meter. TOC verdiene kom ut med tilstandsklasse IV- Dårlig i 2012. Sammenlignet med analysene ved Ådn 3 i 2011 var TOC-verdiene høyere i 2012, og 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. Undersøkelse av bunnfauna 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 påvirker bunnfaunaen lokalt, og det ble kun registrert 4 arter på et areal på 0,2 m². En art dominerte i bunnfaunaen. Nærsonen viser en betydelig påvirkning av tilførsel av organisk materiale. Man ser også en opphoping av fosfor og kobber i sedimentet i nærsonen. Nærsonen får tilstandsklasse 3 etter vurdering av artsantall og artssammensetning etter NS 9410- standard. Det er i oktober 2012 ikke tegn til oksygensvikt i sedimentet ved anlegget eller i overgangssonene. Prøvene viser at det også er

påvirkning fra anlegget i overgangssonen Nor 2, med forhøyede TOC verdier. På stasjon Nor 2 ble det registrert 44 arter og bunndyrfaunaen på denne stasjonen viste relativt gode forhold. I overgangssone Nor 3 som ligger grunnere enn anlegget ble det registrert mindre påvirkning fra anlegget, og artsdiversitet viste beste tilstand, og også metaller viste lave verdier. Ved fremtidig drift bør derfor bunnforholdene lokalt under anlegget følges nøye. Bunnfyrfaunaen er i ferd med å forsvinne og en opphopning av fekalier og fôrrester kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultatene fra undersøkelsen ved Nordheimsøy i oktober 2012, og stasjon Ådn3 i oktober 2011. 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.
Nor 1-12	125	5,82	1	IV	-	IV	II	-	3
Nor 2-12	124	6,36	1	III	-	II	II	II-III	1
Nor 3-12	66	4,34	1	II	-	I	I	I- II	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, Natalia Korableva, Ingrida Petrauskaite og Lise Rikstad. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Børsheim K, 2006. Resipientundersøkelse (MOM C) ved lokaliteten Nordheimsøyna i Finnøy kommune, 20.12.2006. Fomas rapport 2006-84. 22s
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Ensrud T, Hestetun J, 2011. MOM-B undersøkelse ved Nordheimsøyna i Finnøy kommune SAM-Notat nr. 29-2011. 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. Torrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Vassdal T. Strømmåling ved lokalitet Nordheimsøy, Grieg Seafood Rogaland AS, Finnøy kommune desember 2012. SAM Notat nr. 02-2013. 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

Generell vedleggsdel	30
Vedleggstabell 1. MOM-B parameter	39
Vedleggstabell 2. Artsliste	41
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser	46
Vedleggstabell 4. Analysebevis.....	47
Vedleggstabell 5. CTD Data	50

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

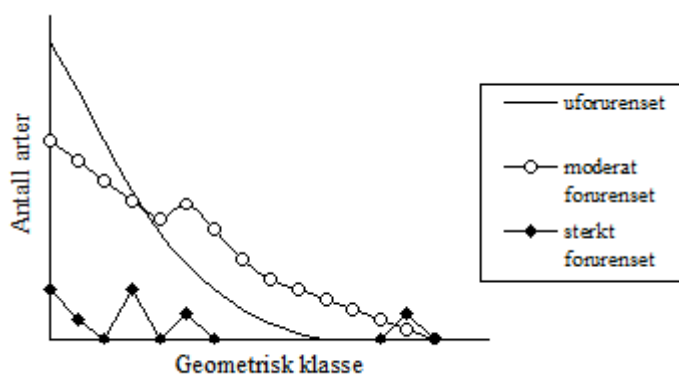
Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

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

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

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



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et 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 Direktoratetsgruppe 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:

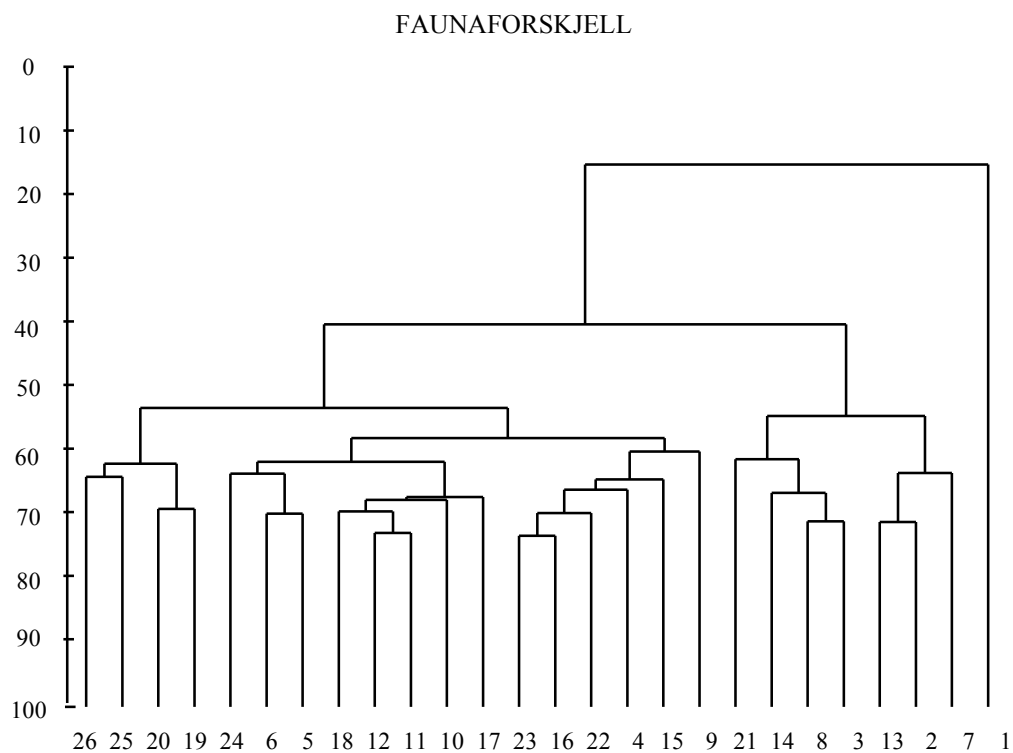
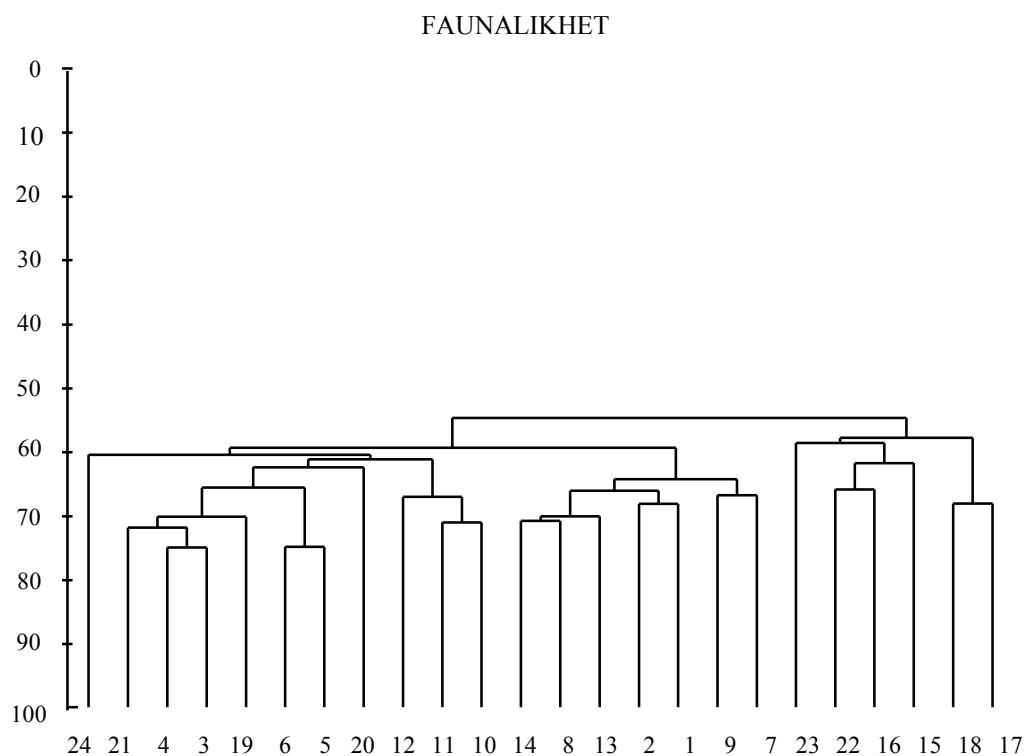
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

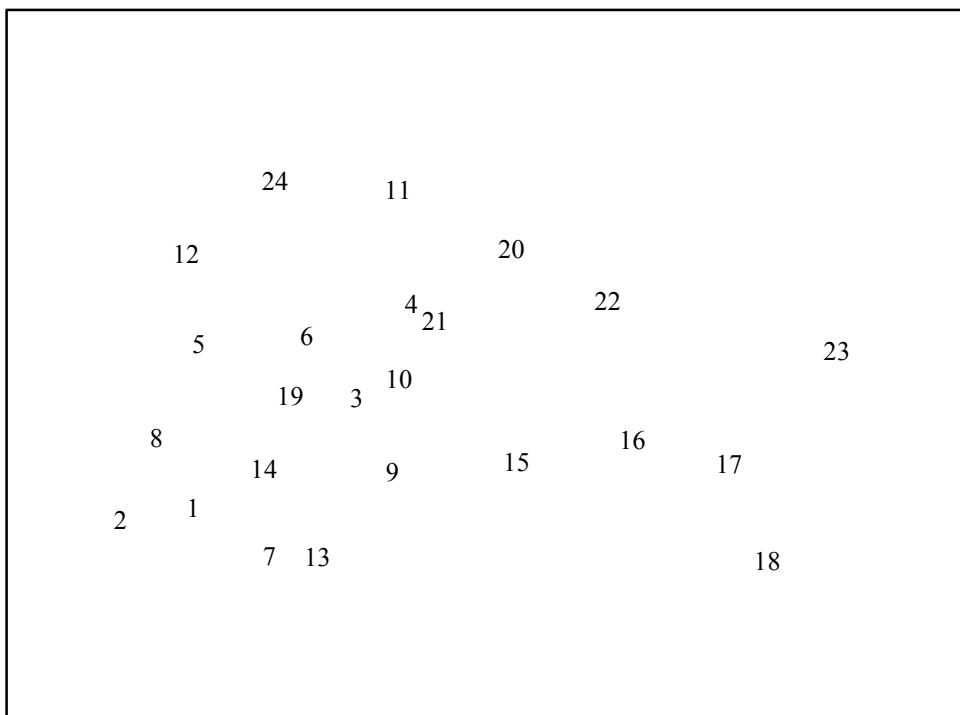
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

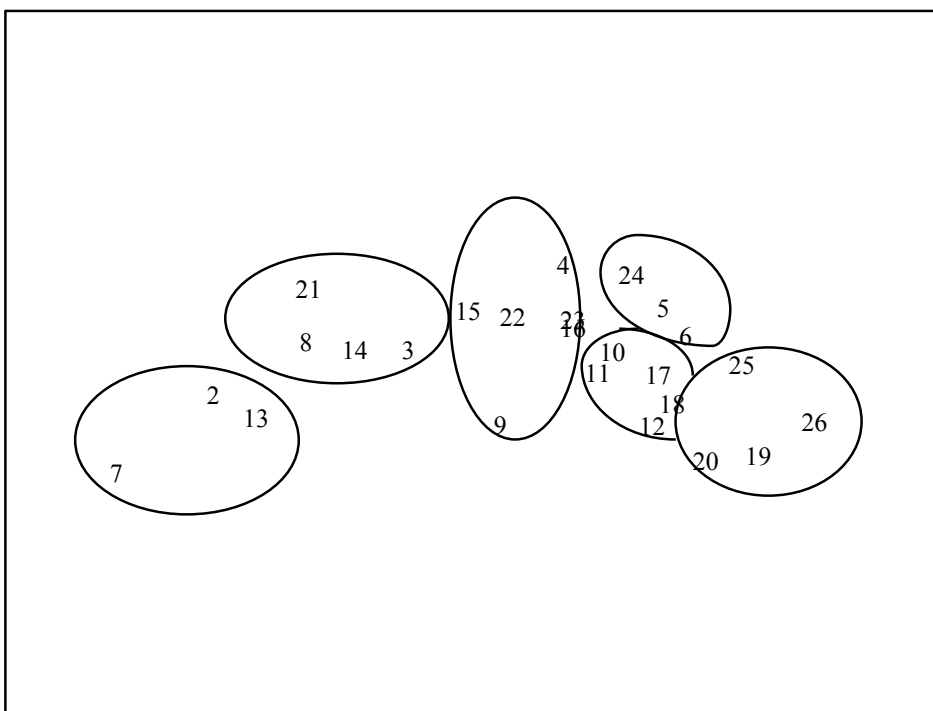


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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: Norheimsøy/Ådn

Konsesjonsnr: 14495

Lokalitetstype:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr				Indeks
			Nor 1	Nor 2	Nor 3	Ådn 3	
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0,0
I	Tilstand (Gruppe I)	A					
II	pH	verdi	7,74	7,90	7,72	7,60	
	E _h (mv)	verdi	52,00	37,00	69,00	8,00	
		+ ref. verdi	264	249	281	220	
	pH/E _h	fra figur	0	0	0	0	0,0
	Tilstand, prøve		1	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	0	
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0	0	
		Brun/Sort = 2					
	Lukt	Ingen = 0		0	0	0	
		Noe = 2	2				
		Sterk = 4					
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0		
		Myk = 2				2	
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0					
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1			1		
		v ≥ 3/4 = 2	2	2		2	
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	
		2 - 8 cm = 1					
t ≥ 8 cm = 2							
	SUM		4	2	1	4	
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,44	0,22	0,88	0,6
	Tilstand prøve		1	1	1	1	
	Tilstand gruppe III		1				
	Middelverdi gruppe II og III		0,44	0,22	0,11	0,44	0,3
	Tilstand gruppe II og III		1				
	pH/Eh		Tilstand				Lokalitetstilstand
	Korr. sum		Gruppe I	Gruppe II og III			
	Indeks	Tilstand	A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4	
	Middelverdi		4	1, 2, 3		1, 2, 3	
	< 1,1	1	4	4		4	
	1,1 - < 2,1	2					
	2,1 - < 3,1	3					
	≥ 3,1	4					
LOKALITETSTILSTAND							1

Korrekturlest: 28/1-13

dato

PTO

Sign.

RS

Sign.

SKJEMA FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Vedlegg SF-SAM-830.04

B 2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma:

Dato:

Lokalitet:

Konsesjonsnr:

Lokalitetstype:

Prøvetakssted (nr)	Nor 1	Nor 2	Nor 3	Ådn 3					
Dyp (m)	125	124	66	704					
Antall forsøk	9	3	11	3					
Bobling (i prøve)	N	N	N	N					
Primær-sediment	Grus			50 %					
	Skjellsand								
	Sand	95 %	50 %	25 %					
	Mudder								
	Silt	5 %	50 %	25 %					
	Leire				100 %				
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer	Grå grønn fm sand med silt. Litt lukk	Finkornet sand/silt	grågrønn sand/silt, mye stein	Grå leire, mykt brunt lag					

Korrekturlest:

28/1-13

dato

RT

Sign.

RS

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): Nordheimsøy 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:4 sider.

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

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin

s 1/4	Nor 2-12		Nor 3-12		Nor 1-12		Ådn 3-12		Ådn 3-11	
	Artsliste	Hugg nr.	2	3	2	3	2	3	1	2
* PORIFERA indet.										
* Hydrozoa indet.							+	+	+	+
Cerianthus lloydii							3	1	1	5
Edwardsia sp.				2						
Actinidae indet.			1							
* PLATYHELMINTES indet.										
* NEMERTINI indet.			4	7			2	1	+	3
* NEMATODA indet.	ca.45	ca.50	16	7	ca.110 0	ca. 100	2		5	1
ANNELIDA										
POLYCHAETA										
Paramphinome jeffreysii	1	18					12	4	9	1
Laetmonice filicornis										0/1
Polynoidae indet.							1	1		
Gattyana cirrosa			5	4						
Malmgreniella mcintoshii										
Phloe baltica	4	10	1	2						
Phloe pallida							2	3	3	1
Neoleanira tetragona								0/1	0/2	
Sthenelais limicola										
Nereiphylla lutea				1						
Phyllodoce groenlandica		0/1								
Phyllodoce mucosa										
Eumida ockelmanni	1									
Eulalia sp.										
Eteone longa	1	2								
Sige fusigera	0/1	1/1	2							
Gyptis rosea									1	
Kefersteinia cirrata										
Nereimyra cf. woodsholea							2	1		2
Syllidae indet.	1	5	4	1						
Ehlersia cornuta										
Exogone sp.	43	63	9	14					1	
Ceratocephale loveni							0/1	1	0/1	
Nephtys hombergi										
Nephtys hystericis										
Nephtys paradoxa										1
Glycera alba	1/3	4	0/1	2/1						
Glycera lapidum		3	1/8	1/1						
Goniada maculata		1		0/1						
Nothria conchylega										
Paradiopatra fiordica							2/1	1/1	1/1	2/1
Paradiopatra quadricuspis									0/1	3/1
Lumbrineridae indet.	1	2	1	1	1		17	3	9	5
Protodorvillea kefersteini		1								
Ophryotrocha lobifera										
Ophryotrocha sp.		3	3							

SAM-Marin

s 2/4 Artsliste	Hugg nr.	Nor 2-12		Nor 3-12		Nor 1-12		Ådn 3-12		Ådn 3-11	
		2	3	2	3	2	3	2	3	1	2
Orbinia sertulata											
Orbinia sp.			2								
Phylo norvegica									1		
Scoloplos armiger		9/15	15/4	20/53	47/46					0/1	
Laonice sp.								0/1			
Laonice bahusiensis				1/1	1						
Malacoceros fuliginosa											
Polydora sp.		1	3								
Polydora spp.				4	4						
Prionospio steenstrupii						15	6				
Prionospio cirrifera		1		20	20						
Prionospio fallax		3	8	3	4						
Prionospio dubia											
Prionospio sp.									1		
Spiophanes kroyeri		1			5					0/1	
Spiochaetopterus cf. bergensis										2	
Spiochaetopterus bergensis								4	2		
Aricidea sp.									1		
Levinsenia gracilis								3	3	3	3
Paraonis sp.			2	3	2						
Aphelochaeta sp.		2	14	2	1			5	5	3	
Caulleriella zetlandica					1						
Chaetozone cf. chriestie											
Chaetozone sp.		60	80	13	13						
Monticellina sp. ?								6	11		
Cirratulus cirratus			3	1							
Raricirrus beryli		18	32								
Diplocirrus glaucus				1	1/6						
Flabelligera affinis					0/1						
Pherusa plumosa				1							
Ophelina acuminata		1									
Ophelina norvegica								3		1/1	0/2
Lipobranchus jeffreysii			0/1	0/1							
Scalibregma inflatum		0/1			0/1						
Capitella capitata		265	403	2	3	4032	1544			3	1
Heteromastus filiformis			3					26	25	21	9
Mediomastus fragilis		15	54	4	1						
Notomastus latericeus		11/2	30/9	3/2	2/10						
Rhodine loveni								2		1	1
Rhodine gracilor											
Maldanidae indet.								3		2	
Myriochele danielsseni				32	38						
Galathowenia fragilis											
Myriochele heeri								23	10	1	2
Galathowenia oculata		7	54	63	97			2	1	1	
Owenia borealis				1	6						

SAM-Marin

s 3/4	Nor 2-12		Nor 3-12		Nor 1-12		Ådn 3-12		Ådn 3-11	
	Artsliste	Hugg nr.	2	3	2	3	2	3	1	2
	Pectinaria auricoma									
	Pectinaria koreni	2/1	2/2	2/9	5/16					
	Ampharete falcata				1					
	Ampharete lindstroemi				2					
	Sabellides indet.									
	Sabellides octocirrata			1	3					
	Sosane sulcata				0/1					
	Anobothrus sp.						12	2	3	
	Thelepus cincinnatus			0/2	1/1					
	Streblosoma bairdi									
	Polycirrus medusa									
	Polycirrus norvegicus			1	1					
	Terebellides stroemii						30/21	30/7	7/49	6/19
	Sabellidae indet.		2							
	Euchone sp.				1					
	Jasmineira sp.		1	5	39					
	Hydroides norvegica									
	OLIGOCHAETA indet.				1					
	Sipuncula indet.	1	2	1	6		8	3	1	1
	Sipunculus norvegicus						1			
	Phascolion strombus			1	3/1				1	
	Onchnesoma steenstrupi						14	14	7/1	6
	Nephasoma cf. minutum						20	3	21	19
*	Calanus finmarchicus	2	2		3	1	1	4	2	2
*	Calanus hyperboreus							13	3	2
*	Euchaeta norvegica							1		
*	Metridia longa					1		2		
*	Philomedes lilljeborgi							1	2	
*	Macrocypris minna						1	1	1	2
*	Mysidacea indet.							1		
*	Diastylis cornuta		1							
*	Ilyarachna longicornis							1		
*	Amphipoda indet.	2		1	13					
*	Caprellidae indet.		1		4				1	
	Eriopisa elongata						1		1	
*	Pontophilus norvegicus							0/1		
	Calocarides coronatus									0/1
*	Hyas coarctatus				0/1					
*	PYCNOGONIDA indet.									
	Caudofoveata indet.						3/1	8/4	4	9
	Leptochiton asellus			4						
	Euspira pulchella			0/1	1					
	Philine scabra			1			0/1			
	Cylichna cylindracea									
	Roxania utriculus							0/1		
	Akera bullata			1						
	Nucula nucleus				0/1					

SAM-Marin

s 4/4	Nor 2-12		Nor 3-12		Nor 1-12		Ådn 3-12		Ådn 3-11	
	Artsliste	Hugg nr.	2	3	2	3	2	3	1	2
	Nucula tumidula						9/5	6/3	10/1	3/7
	Ennucula tenuis									
	Nuculana minuta									
	Yoldiella lucida							0/1		1
	Mytilus edulis	0/4				2/1				
	Delectopecten vitreus						1			2
	Thyasira flexuosa			12/4	14/3					
	Thyasira obsoleta						1			
	Thyasira sarsii	66/14	60/12	2/5	7/14		2	4	1	1/1
	Thyasira equalis						15	12	6/2	5
	Axinulus croulinensis									
	Axinulus eumyrius						1			
	Mendicula ferruginosa						2	2	2	
	Adontorhina similis						1			
	Kurtiella bidentata	3	1/1							
	Macoma calcarea		1/8		3/1					
	Tellina fabula				0/2					
	Abra nitida	15/10	10/2		2			1		
	Abra prismatica	1/1	1/1		1					
	Kelliella abyssicola						17	12	7/1	4/3
	Dosinia lupinus				0/1					
	Mya arenaria				0/1					
	Corbula gibba				2					
	Hiatella sp.									
	Saxicavella jeffreysi				1/2					
	Entalina tetragona								0/1	
	Pulsellum lofotense									
	PHORONIDA indet.									
*	Bryozoa skorpeformet	+	+	+						
*	Bryozoa grenet	+		+	+	+	+			
	Astropecten irregularis				0/1					
	Asterias rubens			1	0/3					
	Ophiopholis aculeata				0/3					
	Amphipholis squamata				1					
	Amphiura chiajei									
	Amphiura filiformis				0/4					
	Amphilepis norvegica						4/3	5/5	4/5	2/3
	Ophiocten affinis		1/6	4/12	6/31					
	Echinocardium flavescens			0/1	0/1					
	Synaptidae indet.			1	1					
	ENTEROPNEUSTA indet.									
*	CHAETOGNATHA indet.							3		
	Asciacea indet.								1	
*	VARIA		+			+	+	+		+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved lokalitet Nordheimsøy.

Geometrisk klasse	Nor 1-12	Nor 2-12	Nor 3-12	Ådn 3-12	Ådn 3-11
I	2		21	14	15
II	1	11	17	7	12
III	0	7	16	7	7
IV	0	4	4	3	7
V	1	2	4	10	2
VI	0	5	5	2	1
VII	0	2	1	1	1
VIII	0	2	2	0	0
IX	0	0	0	0	0
X	0	1	0		0
XI	0	0			0
XII	0	0			0
XIII	1				0
XIV	0				1
XV	0				0
XVI					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.: 441-2012-1023-104	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
a) Fosfor (P)	
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
a) Totalt tørrstoff	
a) Total tørrstoff	58.8 % (w/w) EN 14346 0.1

Prøvenr.: 441-2012-1023-105	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
a) Fosfor (P)	
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
a) Totalt tørrstoff	
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 målesikkerhet 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.:	441-2012-1023-106	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Nor 3, 66 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
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	
a) Totalt tørrstoff						
a) Total tørrstoff	70	% (w/w)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1023-107	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Adn 3, 704 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
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	
a) Totalt tørrstoff						
a) Total tørrstoff	40.3	% (w/w)		EN 14346	0.1	

Prøvenr.:	441-2012-1023-108	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Dyr 2, 215 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
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	
a) Totalt tørrstoff						
a) Total tørrstoff	56.2	% (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 2 av 3

AR-12-MX-002893-06



EUNOBE-00004850



Prøvenr.:	441-2012-1023-109	Prøvetakingsdato:	18.10.2012			
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Dyr 1, 120 m Hugg 1	Analysedato:	23.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
a) Fosfor (P)						
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	
a) Totalt tørrstoff						
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)

< :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

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