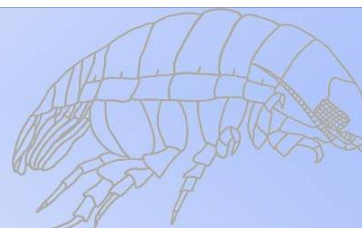


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø



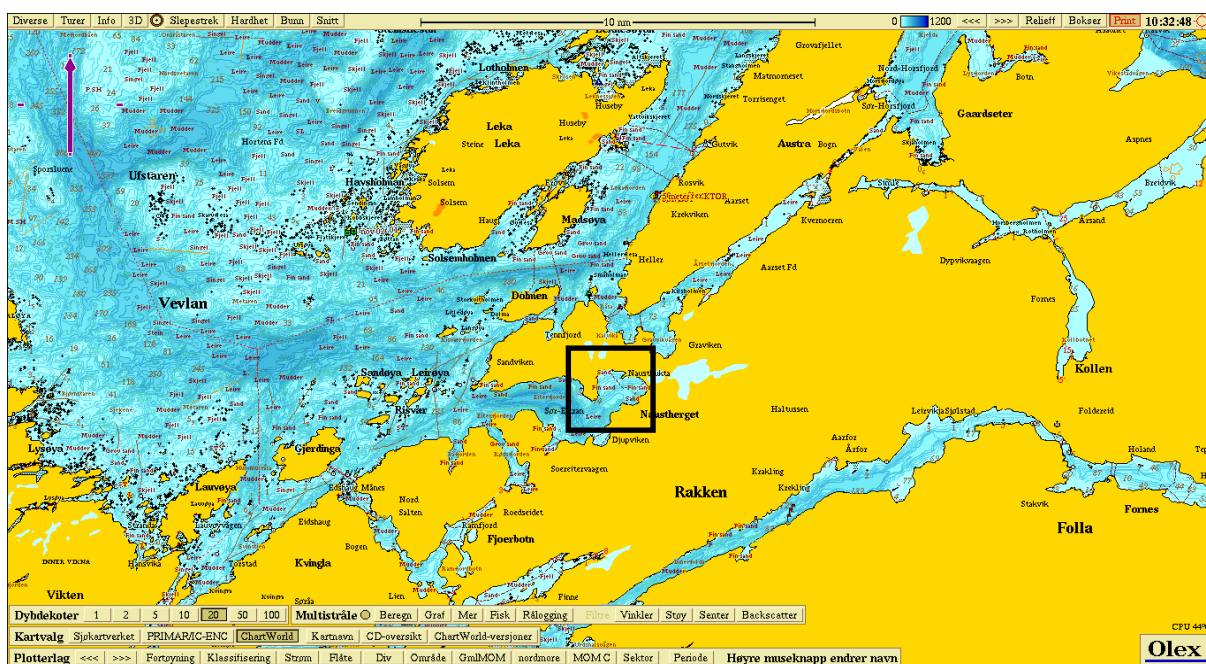
e-rapport nr:1– 2014



MOM-C undersøkelse fra lokalitet Digermulen i Eiterfjorden, Nærøy kommune, april 2013

Vidar Strøm

Silje Hadler-Jacobsen

Per-Otto Johansen



	SAM-Marin	 Test 157
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: MOMC-undersøkelse fra lokalitet Digermulen i Eiterfjorden, Nærøy kommune, april 2013	Dato: Felt: 17.04.2013
	Rapport: 13.01.2014
Forfatter(e): Vidar Strøm, Silje Hadler-Jacobsen og Per-Otto Johansen	Antall sider og bilag: 44
	Prosjektleder: Vidar Strøm
	Prosjektnummer: 807559

Oppdragsgiver: Midt-Norsk Havbruk AS	Tilgjengelighet: Åpen
--------------------------------------	-----------------------

Abstract: On assignment from Midtnorsk Havbruk AS, Aqua Kompetanse AS in cooperation with SAM-marin, was hired in to investigate the marine area around the fish farm Digermulen, located in Nærøy, Nord-Trøndelag. The aim of this study was to describe the environmental state of this area based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, and hydrographical data of the sea water. In total, three different stations were chosen for sampling; Dig1, which is located in the near zone, Dig2, which is located further south of the fish farm, and Dig3, which lies further southwest, approximately 1,1 km away from the farm. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority (Miljødirektoratet). The results show that the level of copper and zinc was low on all stations. The level of phosphorus was also low on all stations. The total organic carbon (TOC) showed low levels (classification II 'Good') at Dig 1 and 2, and classification IV 'Bad' at Dig 3. However, the organic content expressed as % volatile total solids indicated a low organic content on all three stations. The sediment from all three stations consisted mostly of fine-grained material, mainly in the silt category. The hydrographical measurements show that the bottom water at Dig 1 and Dig 2 had a high oxygen concentration, which gave the classification II 'Good', according to Molvær et al., 97. The bottom water at Dig 3 showed a lower concentration, and ended up between the classifications 'Good' and 'Moderate'. The soft bottom macrofauna investigation showed sign of some influence from organic waste products at Dig 1, while the conditions at Dig 3 were good.

Keywords: Fish farm, Recipient, Benthos Sediment Digermulen	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient, Bunndyr Sediment Digermulen	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 1-2014
--	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	13.1.2014	<i>P.O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	17.04.2013	<i>Vidar Strøm</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: Aqua Kompetanse; Nasir El Shaikh og Vidar Strøm

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ingrida Petrauskaite, Natalia Korboleva, Henrik Rye Jakobsen og Øydis Alme; SAM-Marin

Identifikasjon av marin fauna utført av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad; SAM-Marin

Rapportering utført av: Vidar Strøm, Silje Hadler-Jacobsen og Per-Otto Johansen

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning; SAM-Marin

Ikke akkreditert:**LEVERANDØRER**

Toktfartøy: Marine Harvest anleggsbåt

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse og Eurofins Umwelt Ost GmbH.

Freiberg akkrediteringsnummer Test 003 og D-PL-14081-01-00 **og** MoLab AS

akkrediteringsnummer: Test 032

Akkreditert: Cu, P, Zn, TOC, TOM og tørrstoff

Ikke akkreditert: -

Andre: -

INNHold

1 INNLEDNING	5
2 MATERIALE OG METODER	6
2.1 Undersøkelsesområdet	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	6
2.2.1 Hydrografi	8
2.2.2 Sediment	9
2.2.3 Kjemiske analyser	9
2.2.4 Bunndyr	10
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment	18
3.3 Kjemi	20
3.3.1 Sedimentanalyser	20
3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (Eh)	20
3.4 Bunndyr	21
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	25
5 TAKK	26
6 LITTERATUR	27
7 VEDLEGG	28
Generell vedleggsdel	28
Analyse av bunndyrsdata	28
Generelt	28
Geometriske klasser	28
Ømfintlighet	30
Sammensatte indekser	30
Referansetilstand og klassegrenser	30
Multivariate analyser	31
Dataprogrammer	33
Litteratur til Generelt Vedlegg	36
Vedleggstabell 1. Artsliste	37
Vedleggstabell 2. Geometriske klasser	40
Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi	41
Vedleggstabell 4. Analysebevis Glødetap	42
Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema	43

1 INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse ved oppdrettslokaliteten Digermulen i Nærøy kommune. Lokalitetene eies av Midt-Norsk Havbruk AS. Prøvene ble tatt av Aqua Kompetanse AS 17. april 2013.

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

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

Undersøkelsen er utført av Aqua Kompetanse AS og Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Midt-Norsk Havbruk 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

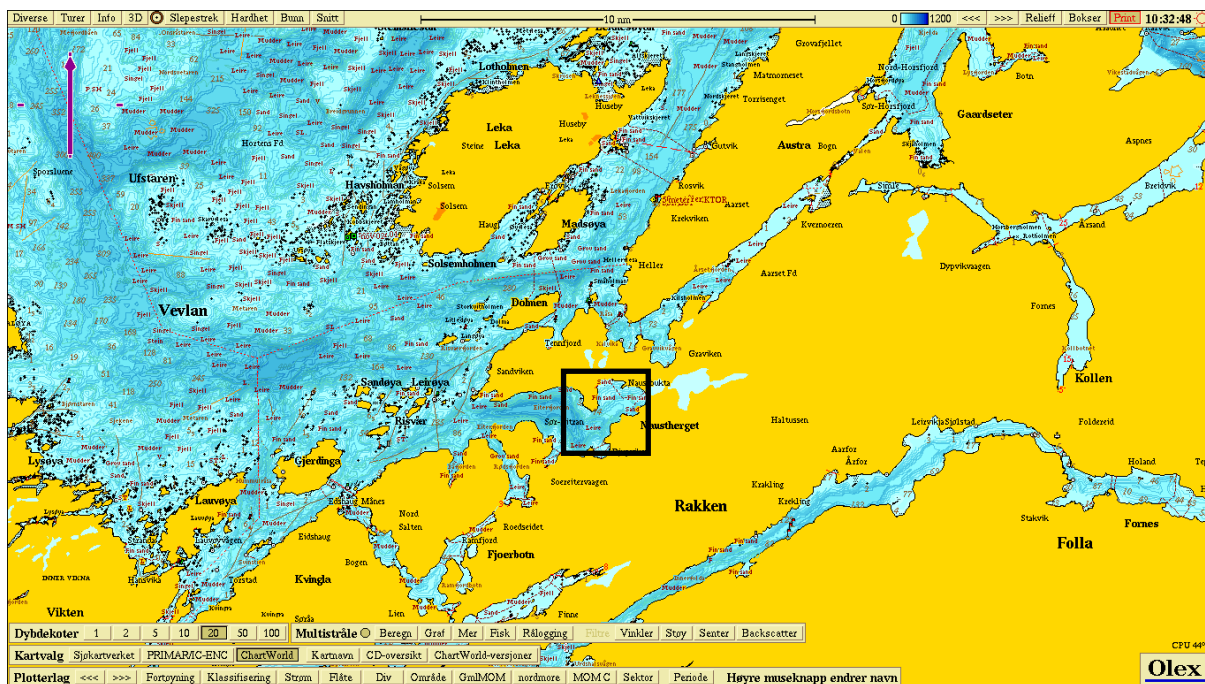
Undersøkellesområdet ligger innerst i Eiterfjorden i Nærøy kommune i Nord-Trøndelag (se figur 2.1 og 2.2). Det er ingen definerte terskler som avgrensner fjorden. Lokaliteten som ble undersøkt kalles Digermulen, og eies og drives av Midt-Norsk Havbruk AS. Lokaliteten ble tatt i bruk i 2005.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

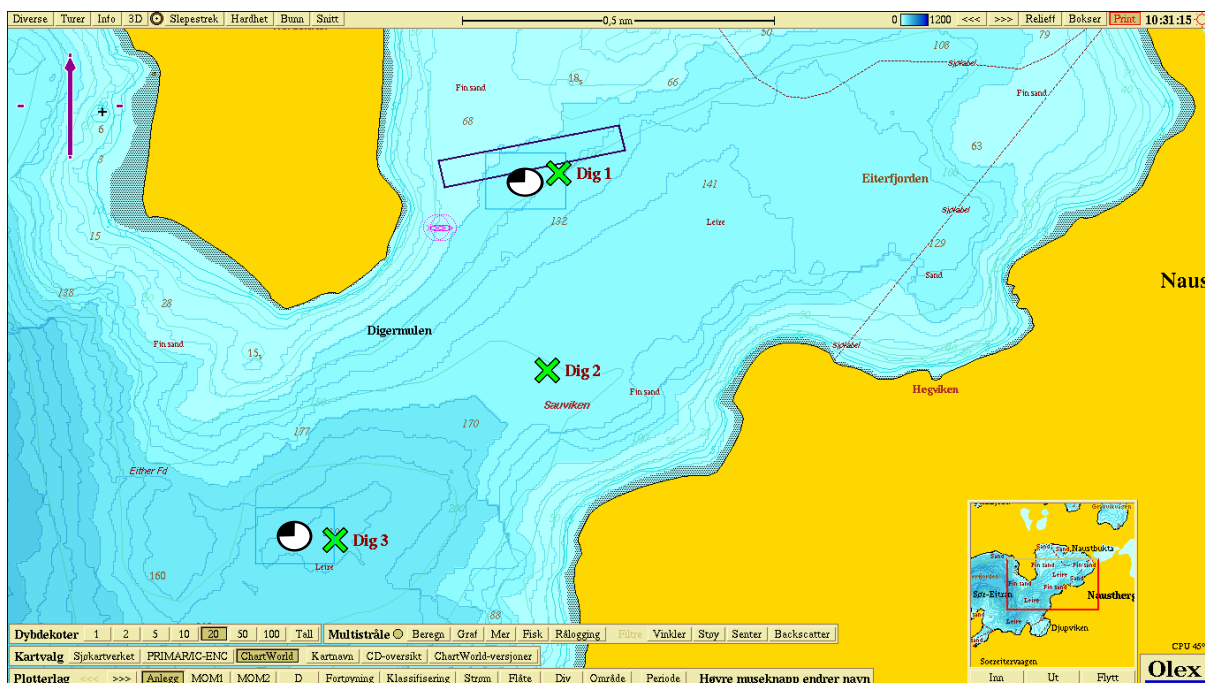
Prøveinnsamlingen av sediment og fauna ble gjort fra oppdrettsbåten til Midt-Norsk Havbruk AS 17. april 2013. Målinger av vannstrømmen i området har vist at den dreier i sørvestlig retning nedover i dypet. Derfor er de tre prøvetakingsstasjonene lagt sør-sørvest for anlegget. Nærsonestasjonen ligger helt inntil anleggsramma, fjernsonestasjonen er lagt cirka 1,1 km sørvest for anlegget i den dypeste gryta på 219 meters dybde. Går man lenger ut i Eiterfjorden har man dypere områder, men vi mener det ikke er hensiktsmessig å gå så langt ut, da man havner svært langt unna anlegget. Overgangssonestasjonen er lagt midt mellom nær- og fjernsonestasjon. Undersøkelsen ble gjennomført av Vidar Strøm og Nasir El Shaikh fra Aqua Kompetanse AS. Prøvene fra overgangssonestasjonen ble ikke opparbeidet, da man fant gode miljøforhold med hensyn til bunndyr i prøvene fra nær- og fjernsone.

Det ble også gjennomført hydrografiske målinger nedover vannsøylen ved hver stasjon på feltdagen 17. april 2013. På grunn av en feil med oksygen sonden, ble målingene gjort på nytt den 17. september, 2013. Det er de siste målingene som er presentert i denne rapporten. Måling av temperatur, saltholdighet og oksygen ble utført med en STD/CTD modell SD-204 levert av SAIV AS innstilt for måling hvert 2. sekund når den senkes og hales opp gjennom vannsøylen. Målingene ble overført til datamaskin på land, og de registrerte data ble bearbeidet av et dataprogram. All data er lagret elektronisk hos Aqua Kompetanse AS.

Detaljerte opplysninger om prøvetakingsstasjonene er gitt i tabell 2.1.



Figur 2.1: Oversiktskart over Leka og Bindal kommuner i nord, en flik av Vikna i sørvest, og Nærøy i øst. Undersøkelsesområdet i Eiterfjorden er avmerket med svart firkant. Kartkilde: Olex.



Figur 2.2: Detaljsskisse over undersøkelsesområdet med stasjonene og anlegget. Grønne kryss angir stasjonsplassering, og eksakt plassering av disse er gitt i Tabell 2.1. Vurdering av miljøforholdene på stasjonene er markert med kakediagram, der ○ = svært bra, ◐ = bra, ◑ = middels, ◒ = dårlige miljøforhold og ◓ = dødt. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Eiterfjorden i Nærøy kommune. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb, med et maksimalvolum på 16,3 liter.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone Dig 1 17.4.2013	Eiterfjorden 64° 58,619'N 11° 43,819'Ø	106	1	8,4	Silt, noe leire. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	10,6	Silt, noe leire. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemi og geologi.
Overgangs- sone Dig 2 17.4.2013	Eiterfjorden 64° 58,304' N 11° 43,775'Ø	152	1	8,4	Silt, litt sand. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark, sjøstjerne registrert. Slimål kastet. Uttak til faunaprøver.
			2	10,6	Silt, litt sand. Lysegrå farge, normal lukt. Skjell og børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			3		Uttak til kjemi og geologi.
Fjernsone Dig 3 17.4.2013	Eiterfjorden 64° 58,032'N 11° 42,874'Ø	219	1	16,3	Silt, noe leire. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark registrert. Uttak til faunaprøver.
			2	16,3	Silt, noe leire. Lysegrå farge, normal lukt. Børstemark, sjømus, sjøstjerne. Uttak til faunaprøve.
			3		Uttak til kjemi og geologi.

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, da 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 (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 én 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. Analysene ble utført av MoLab AS (akkrediteringsnummer Test 032). 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 tredje hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameterne. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN

14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med et 2-kanals multimeter av typen HQ40D levert av Hach Lange gjennom firmaet Prossess-Styring AS.

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 0,1 m² grabb har et volum på 16,3 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom en sikt med hull diameter 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 8 % 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-Marins lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 1). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

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 Miljødirektoratets 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 2.2). 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/ Svært 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 indeks. (H'), snitt	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H'), sum	97:03		>4,0	4-3	3-2	2-1	<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
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Kobber	TA 2229/2007	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Sink	TA 2229/2007	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

*Omregningsfaktoren til mgO₂ /l er 1,42

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

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 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

Produksjonen ved Digermulen startet cirka år 2005 (muligens tidligere) på lokaliteten, men ble flyttet til nåværende posisjon i 2008.

Anlegget består av 7 stk. 135m ringer og er cirka 490m langt (7 x 70m rammer).

Biomassen var 1514 tonn ved prøvetakingstidspunkt, V-12 generasjon, og ble slaktet og flyttet ca. 30. juni 2013. Det er usikkert når lokaliteten skal anvendes igjen, mest sannsynlig etter 2014, men dette er avhengig av bruk av sonene.

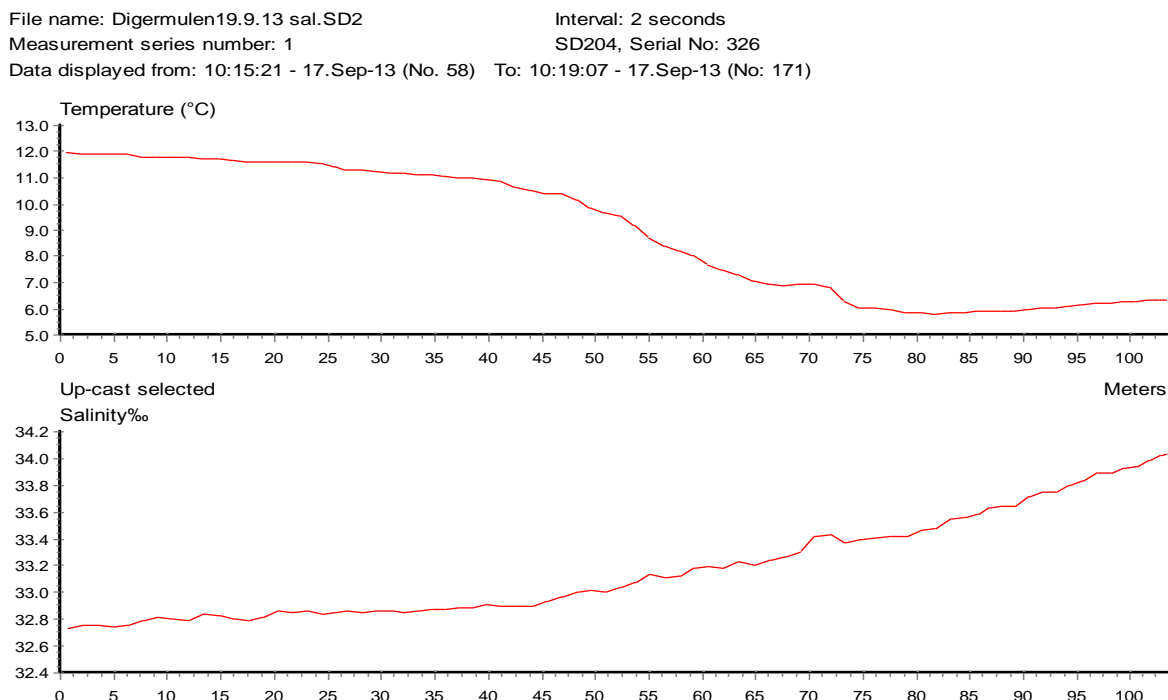
Tabell 2.4. Fôrforbruk og produksjon i tonn på Digermulen de siste 3 år:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
Siste år	2052 tonn	ca. 1854 tonn
Siste 3 år	2052 tonn	ca. 1854 tonn

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og ned til like over bunnen ved alle tre prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i figurene 3.1-3.6.



Figur 3.1: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 105 meters dyp på stasjon Dig 1 den 17. september, 2013.

Figur 3.1 viser at de øverste 40 meterne av vannsøylen ved nærsone-stasjonen Dig 1 holder en sjøtemperatur mellom 11 og 12 °C. Fra 40 meters dyp synker sjøtemperaturen under 11 °C og avtar ytterligere nedover i dypet. Bunnvannet holder 6,3 °C. Saltholdigheten ligger på 32,7 ‰ i overflatevannet. Vannmassene blir noe salttere nedover i dypet, og ved bunnen er saltholdigheten 34,0 ‰.

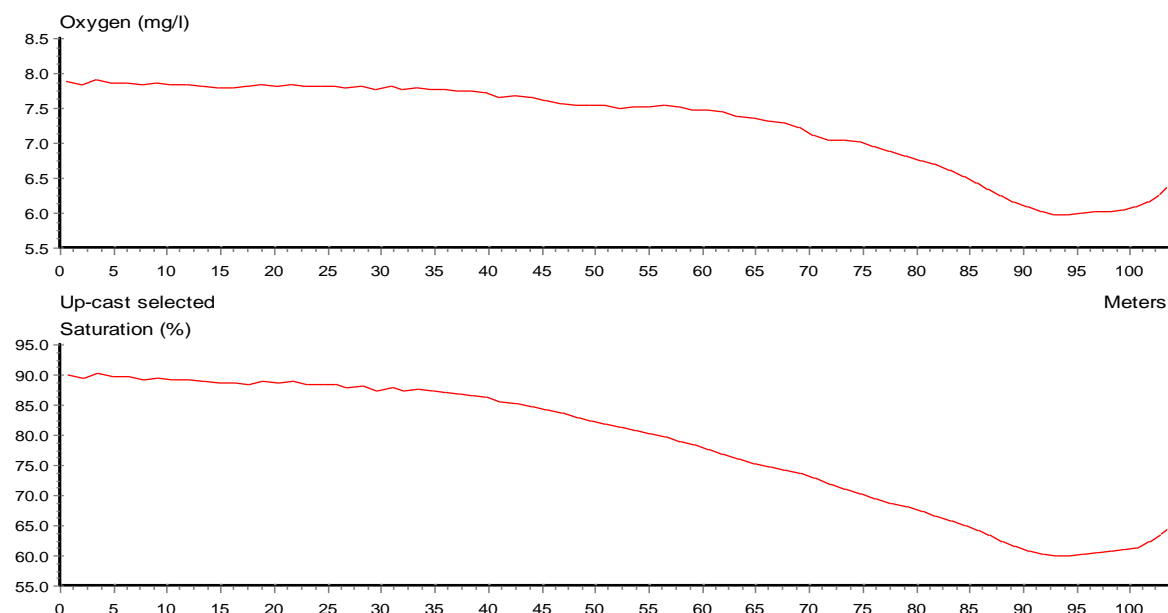
File name: Digermulen19.9.13 sal.SD2

Interval: 2 seconds

Measurement series number: 1

SD204, Serial No: 326

Data displayed from: 10:15:21 - 17.Sep-13 (No. 58) To: 10:19:07 - 17.Sep-13 (No: 171)



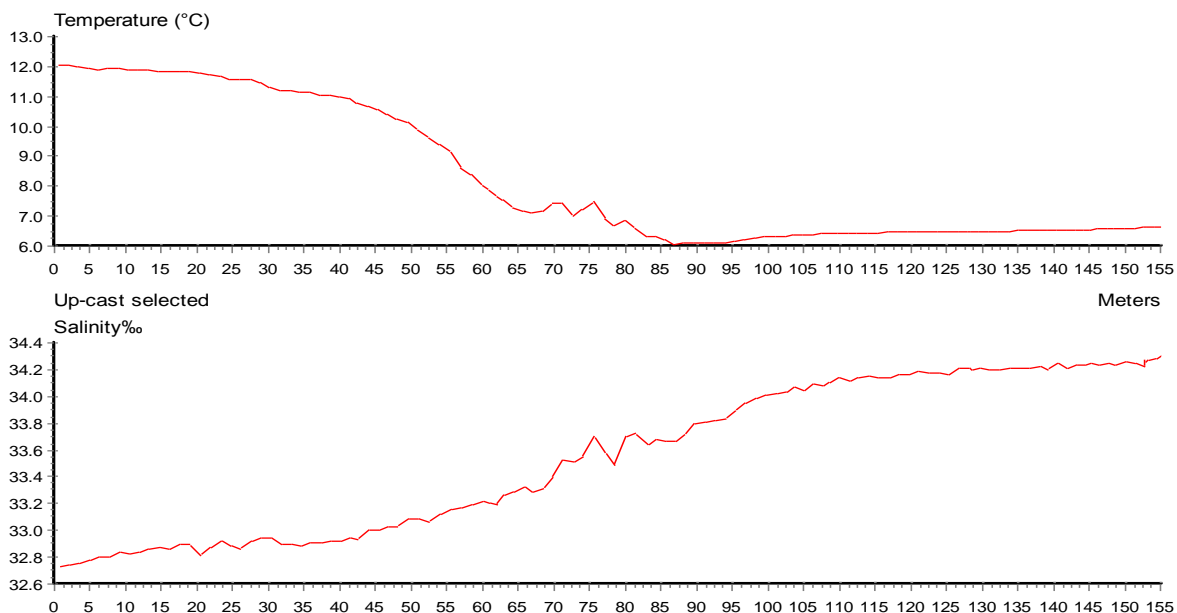
Figur 3.2: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 105 meters dyp på stasjon Dig 1 den 17. september, 2013.

Figur 3.2 viser at oksygenivået er høyt i de øvre vannmassene. Det avtar noe nedover i dypet. I bunnvannet er konsentrasjonen ned på 5,97 mg O₂/liter sjøvann på det laveste. Dette tilsvarer 4,2 ml O₂/liter sjøvann med en omregningsfaktor på 1,42, og gir tilstandsklassen 'God' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann beskrevet i Molvær et al., 97 (se tabell 2.2).

Vannmassene i overflaten holder også ved overgangssonestasjonen mellom 11 og 12 °C i de øverste 40 meterne av vannsøylen (Figur 3.3). Videre nedover i dypet synker temperaturen ytterligere. Ved 90 meters dyp flater den ut på 6 °C. Bunnvannet holder 6,6 °C. Saltholdighetsmålingen viser 32,7 ‰ ved havoverflaten, og øker deretter gradvis med økende dybde. Ved bunnen er saltholdigheten 34,3 ‰.

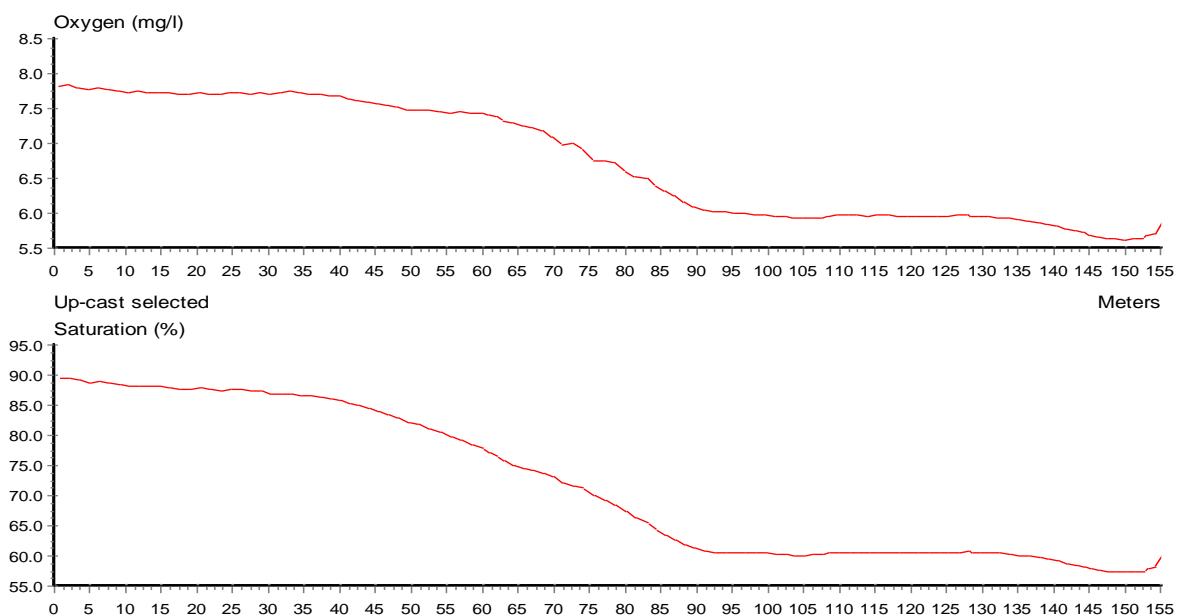
SAM-Marin og Aqua Kompetanse

File name: Digermulen19.9.13 sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 10:25:45 - 17.Sep-13 (No. 258) To: 10:30:57 - 17.Sep-13 (No: 414)



Figur 3.3: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 155 meters dyp på stasjon Dig 2 den 17. september, 2013.

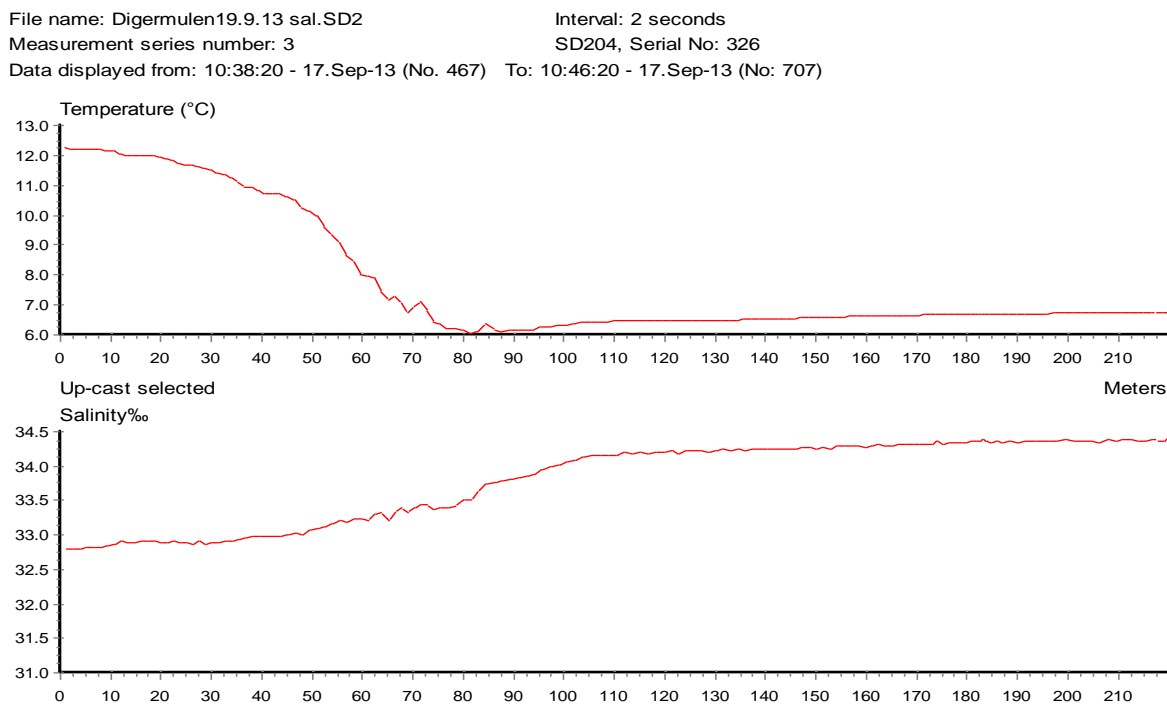
File name: Digermulen19.9.13 sal.SD2 Interval: 2 seconds
Measurement series number: 2 SD204, Serial No: 326
Data displayed from: 10:25:45 - 17.Sep-13 (No. 258) To: 10:30:57 - 17.Sep-13 (No: 414)



Figur 3.4: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 155 meters dyp på stasjon Dig 2 den 17. september, 2013.

Figur 3.4 viser at de øverste vannmassene har et høyt oksygenivå. I likhet med vannsøyla ved nærsone-stasjonen, så avtar nivået med økende dyp. Ved bunnen på 155 meters dyp er

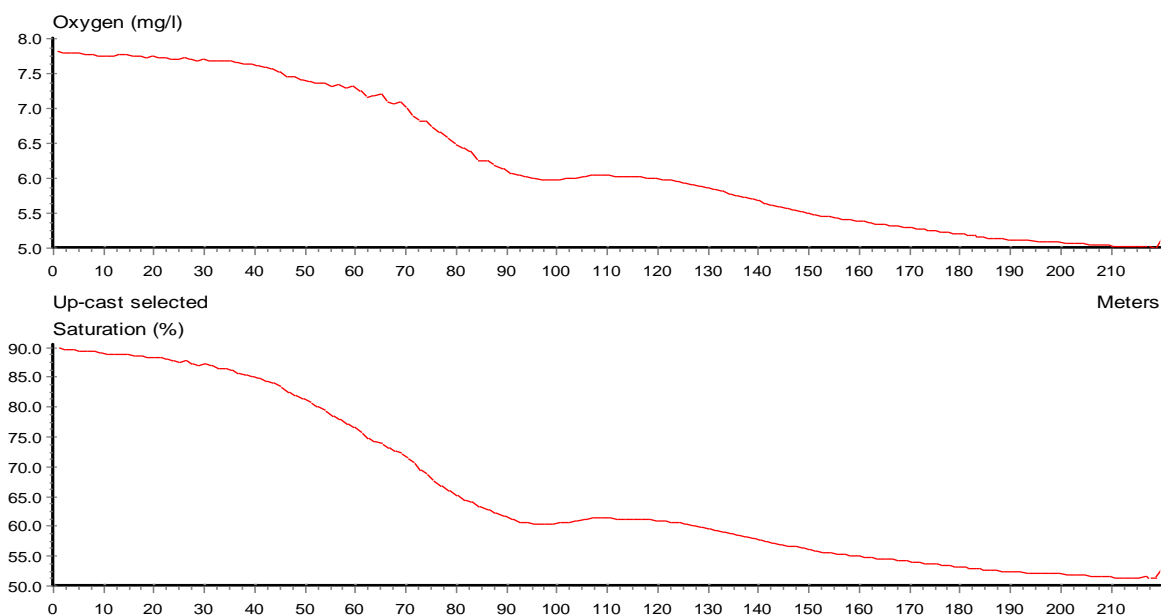
konsentrasjonen 5,6 mg O₂/liter på det laveste, og metningen ligger på 57 %. Omregnet til ml gir dette 3,9 ml O₂/liter sjøvann, og gir tilstanden ‘God’ etter klassifiseringen i tabell 2.2.



Figur 3.5: Temperatur (°C) og salinitet (‰) fra overflaten og ned til 220 meters dyp på stasjon Dig 3 den 17. september, 2013.

Ved fjernsonestasjonen har man også et varmt vannlag i de øverste 40 meterne av vannsøylen (Figur 3.5). Nedover i dypet avtar sjøtemperaturen raskt med økende dybde, til den flater ut på 6,1 °C ved 80 meters dyp. Videre nedover mot bunnen på 220 meter ligger sjøtemperaturen stabil på i overkant av 6,0 °C. Bunnvannet holder 6,7 °C. Saltholdigheten er 32,8 ‰ i overflatevannet. Den holder seg ganske stabil nedover i vannsøylen, men stiger noe. De kalde vannmassene som ligger under 80 meters dyp holder cirka 34,1 ‰. Bunnvannet har en saltholdighet på 34,3 ‰.

File name: Digermulen19.9.13 sal.SD2 Interval: 2 seconds
 Measurement series number: 3 SD204, Serial No: 326
 Data displayed from: 10:38:20 - 17.Sep-13 (No. 467) To: 10:46:20 - 17.Sep-13 (No: 707)



Figur 3.6: Oksygenkonsentrasjon (mg/l) og oksygenmetning (%) fra overflaten og ned til 220 meters dyp på stasjon Dig 3 den 17. september, 2013.

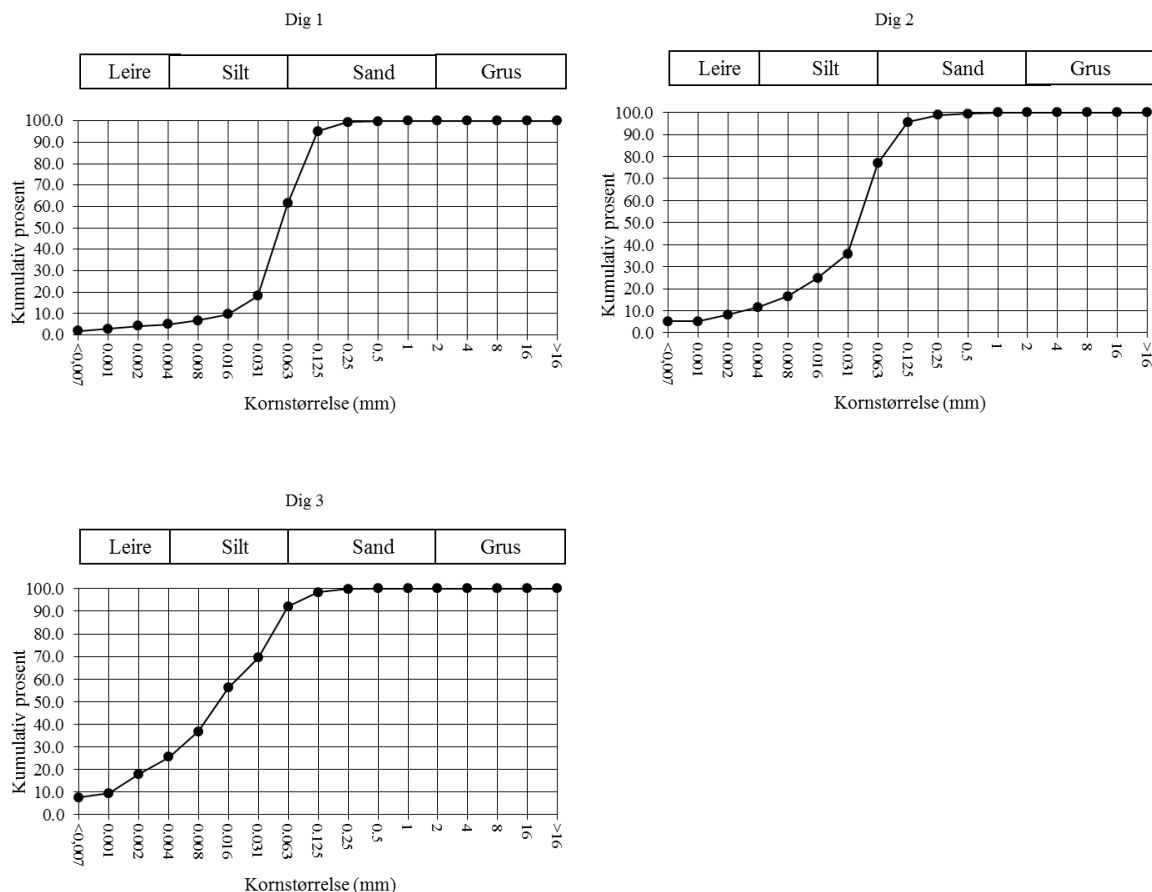
I fjernsonen målte man også høye oksygennivåer i den øvre delen av vannsøylen (Figur 3.6). Det kaldere vannlaget som man ser av figur 3.5 holder et lavere oksygenivå. Nivået avtar med økende dybde. Ved bunnen på 220 meters dyp er konsentrasjonen 5,00 mg O₂/liter sjøvann og metningen 51 %. Omregnet til ml gir denne konsentrasjonen 3,5 ml O₂/liter sjøvann, og dette gjør at man havner akkurat i grensen mellom tilstandene ‘God’ og ‘Moderat’ etter klassifiseringen i tabell 2.2.

3.2 Sediment

Resultatene fra sedimentundersøkelsene ved Digermulen er presentert i figur 3.7 og tabell 3.1.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Digermulen, april 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Dig 1	106	3.25	5	57	61	38	0
Dig 2	152	5.12	12	65	77	23	0
Dig 3	219	8.58	25	67	92	8	0



Figur 3.7: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra de undersøkte stasjonene ved lokalitet Digermulen, april 2013.

I nærsonen, Dig 1, dominerte silt og utgjorde 57 % av sedimentet. De resterende 43 % bestod av 5 % leire og 38 % sand. Det organiske innholdet målt som glødetap var 3,25 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Overgangssonen, Dig 2, hadde også et relativt finkornet sediment med 65 % silt og 12 % leire. De resterende 23 % besto av sandpartikler. Her var glødetapet også lavt (5,12 %) og det organiske innholdet var dermed innenfor det en karakteriserer som normalt for norske fjorder.

Fjernstasjonen, Dig 3, ute i dypet av fjorden hadde et meget finkornet sediment bestående av 25 % leire og 67 % silt, mens det var kun 8 % sand og ingen grus. Glødetapet var 8,58 %. Dette er normalt for dype norske fjorder.

3.3 Kjemi

3.3.1 Sedimentanalyser

Den målte verdien av totalt organisk karbon (TOC) normaliseres ved beregning med andel av leire/silt. Formelen som benyttes til dette, er utarbeidet for lokaliteter som ligger utaskjærs og en må derfor ha dette i tankene når formelen benyttes på data fra fjorder (Aure et al. 1993). Av den grunn bør glødetapet også tas i betraktning når man vurderer innholdet av organisk materiale i sedimentet. TOC-nivået for stasjonene Dig 1 og Dig 2 viser nivåer som havner inn under tilstandsklassen II 'God'. TOC-nivået for fjernstasjonen Dig 3 viser et høyere nivå, som gir tilstandsklassen IV 'Dårlig'. Nivåene av sink og kobber er lave for alle tre stasjoner, og gir tilstandsklasse I 'Meget god'. Nivået av fosfor varierer fra 1,0-1,4 g/kg, og betegnes som et lavt nivå.

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

Stasjon	Dyp (m)	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tot. Org. karbon mg/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Tørrstoff (TS) %
Dig 1	106	1400	50	I	19	I	19	25.9	II	62.7
Dig 2	152	1000	58	I	16	I	18	22.2	II	60.1
Dig 3	219	1100	110	I	31	I	34	35.4	IV	45.6

3.3.2 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 5.

Målingen av pH og E_h på nærstasjonen viste en noe redusert pH, positivt redokspotensiale og plasserer dermed Dig 1 i tilstand 1. Dig 2 i overgangssonen har en normal pH og får tilstand 1. Dig 3, fjernsone, får også beste tilstandsklasse, tilstand 1.

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

Stasjon	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsonen	7,26	262	1	1
Overgangssonen	7,55	234	0	1
Fjernsonen	7,59	359	0	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.8-3.10, og i Vedleggstabellene 1-2. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i april 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Dig 1 ligger i nærsonen til lokalitet Digermulen, like ved anleggets sørliggende langside på 106 m dyp. Her ble funnet totalt 35 arter med til sammen 1192 individer. Dette gav på stasjonsnivå en Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') på 1,86 og en Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) på 11,5. Indeksene som beskriver arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,45 og 0,30. I følge MOM-standarden er diversitets-indeks lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen miljøtilstand 2 (god). Den mest tallrike arten var børstemarken *Capitella capitata* med 782 individer. Denne arten utgjorde rett over 65 % av individene i prøven og dominerer faunaen på Dig 1. *Capitella capitata* er en opportunistisk art som trives der man har økt tilførsel av organisk materiale, som er tilfellet ved oppdrettsanlegg. Den nest mest tallrike arten var børstemarken *Heteromastus filiformis* med 243 individer og ca. 20 % av prøven. Blant de ti mest tallrike artene finner vi også ytterligere 7 børstemarkar og et skjell. Hver av disse artene utgjør ca. 1-3 % av det totale artsantallet. De geometriske klassene viser også at stasjonen var preget av to dominerende arter med til sammen 86 % av alle individene.

Ute i dypet sørvest for Digermulen ligger fjernstasjonen Dig 3 på 219 m dyp. På denne stasjonen ble det funnet totalt 48 arter med til sammen 701 individer. Shannon Wieners diversitetsindeks (H') ble på stasjonsnivå beregnet til 3,58 og Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) ble beregnet til 21,3. Indeksene som beskriver arts mangfold og ømfintlighet (NQI1 og

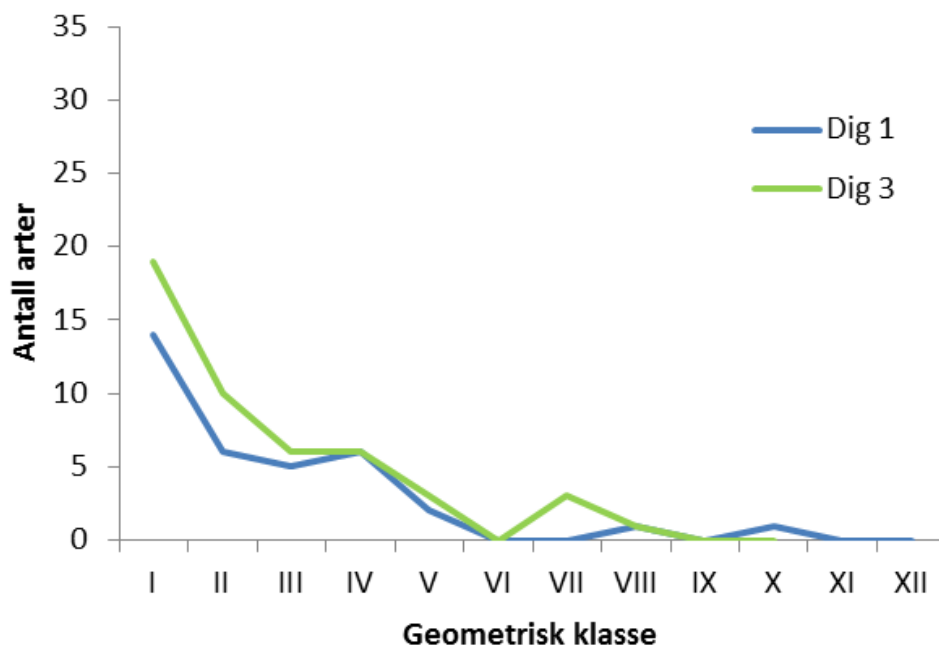
NQI2) ble beregnet til henholdsvis 0,66 og 0,58. Samtlige indekser plasserer stasjonen i tilstandsklasse II-God. I henhold til Veileder 1:2009 skal NQI1 verdien legges mest vekt på, så totalt får stasjonen tilstandsklasse II - God. De tre mest tallrike artene var børstemarken *Spiophanes kroyeri* med 208 individer (ca. 30 %), skjellet *Thyasira equalis* med 115 individer (16,4 %) og børstemarken *Heteromastus filiformis* (97 stk., ca. 14 %). Blant de ti mest tallrike artene finner vi også ytterlige seks arter av børstemark og to arter av skjell. Artssammensetningen viser et friskt samfunn og indikerer gode miljøforhold for faunaen på stasjonen.

For stasjonene undersøkt ved lokalitet Digermulen gir de multivariate analysene huggene tatt på nærstasjonen Dig 1 en likhet på 65 %, og huggene tatt på fjernstasjonen Dig 3 en likhet på 68 %. De to stasjonene var derimot kun 22 % like. Dette viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon (figur 3.10), men at fjern- og nærstasjon skiller seg fra hverandre. Dette er naturlig da stasjonene ligger på forskjellig dyp og i ulik avstand til anlegget (figurene 3.9-3.10).

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H' og ES_{100}), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet (H'_{max}), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter veileder 01:2009, (Direktorats- gruppen Vanddirektivet 2009, se generelt vedlegg for nærmere forklaringer) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	Diversitet (H')	NQI1	NQI2	ES_{100}	AMBI	TK	Jevnhet (J)	H'_{max}	MOM TK
Dig 1	1	373	25	2.57	0.49	0.38	15.7	4.74		0.55	4.64	
	2	819	25	1.41	0.42	0.23	8.4	5.45		0.30	4.64	
	Sum	1192	35	1.86			11.5			0.36	5.13	2
	Snitt	596	25	1.99	0.45	0.30	12.1	5.10	-	0.43	4.64	
Dig 3	1	275	35	3.57	0.66	0.59	22.3	2.97		0.70	5.13	
	2	426	36	3.46	0.65	0.57	20.4	3.00		0.67	5.17	
	Sum	701	48	3.58			21.3			0.64	5.58	
	Snitt	350.5	35.5	3.51	0.66	0.58	21.3	2.99	II	0.68	5.15	-

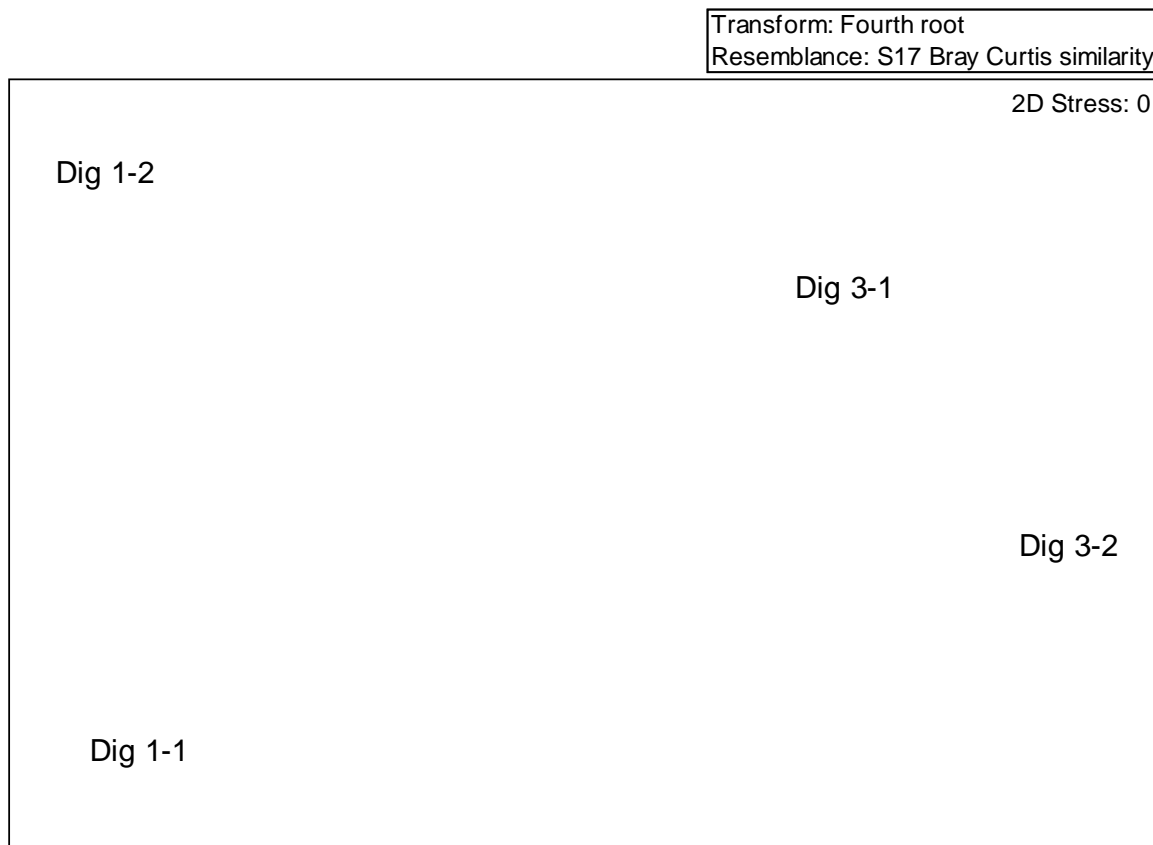
I – Meget god II - God III – Mindre god IV – Dårlig V – Meget dårlig



Figur 3.8: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

Dig 1	Antall individ	0,2 m ² %	Kum. %	Dig 3	Antall individ	0,2 m ² %	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	782	65.6	65.6	<i>Spiophanes kroyeri</i>	208	29.7	29.7
<i>Heteromastus filiformis</i>	243	20.4	86.0	<i>Thyasira equalis</i>	115	16.4	46.1
<i>Chaetozone</i> sp.	31	2.6	88.6	<i>Heteromastus filiformis</i>	97	13.8	59.9
<i>Pholoe baltica</i>	19	1.6	90.2	<i>Polydora</i> sp.	80	11.4	71.3
<i>Levinsenia gracilis</i>	12	1.0	91.2	<i>Terebellides stroemii</i>	22	3.1	74.5
<i>Maldanidae</i> indet.	11	0.9	92.1	<i>Diplocirrus glaucus</i>	19	2.7	77.2
<i>Philine scabra</i>	11	0.9	93.0	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	16	2.3	79.5
<i>Eteone</i> sp.	10	0.8	93.9	<i>Yoldiella nana</i>	13	1.9	81.3
<i>Nephtys ciliata</i>	8	0.7	94.5	<i>Proclea graffii</i>	11	1.6	82.9
<i>Scoloplos armiger</i>	8	0.7	95.2	<i>Melinna cristata</i>	10	1.4	84.3
				<i>Yoldiella lucida</i>	10	1.4	85.7



Figur 3.9: MDS plot på hugg-nivå for Dig 1 og Dig 3 i april 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.10: Cluster plot på hugg-nivå av Dig 1 og Dig 3 i april 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de undersøkte stasjonene.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Digermulen i Nærøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 17. april 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en lenger ut i fjorden.

Sedimentundersøkelsen viste at bunnsedimentet i nærsone besto av en blanding av finfordelte siltpartikler og grovere sandpartikler. I overgangssonen var det også en overvekt av silt, og noe sand. Fjernsonestasjonen hadde et svært finkornet sediment, med 67 % silt, 25 % leire, og bare 8 % sand. Det organiske innholdet målt som prosent glødetap viste lave nivåer ved alle tre stasjoner, selv om det var noe høyere ved fjernsonestasjonen, med 8,58 %. Den kjemiske undersøkelsen av sedimentet viste lave nivå av sink og kobber (TK I, 'Meget god' etter Miljødirektoratets klassifisering), samt lave nivå av fosfor. Organisk innhold måles også med parameteren totalt organisk karbon (TOC). TOC-målingene viste lave nivåer i nærsone og overgangssonen, men høyt nivå av organisk karbon i fjernsone (TK IV, 'Dårlig'). Måling av pH og Eh ga de tre stasjonene tilstand 1 (etter MOM B-metodikk).

Den hydrografiske undersøkelsen viste høye oksygenivå i de øvre vannmassene ved alle tre prøvetakingsstasjoner. Ved overgangssonen og fjernsone viser hydrografien at man hadde et sprangsjikt på rundt 80-100 meters dybde, der sjøtemperaturen sank ned til rundt 6 °C, mens oksygenivået også sank ned til mellom 5 og 6 mg O₂/liter. Bunnvannet ved stasjonene Dig 1 og Dig 2 fikk tilstanden 'God' etter klassifiseringen for oksygen i dypvann i Molvær et al., 97, mens bunnvannet i fjernsone havnet mellom tilstandsklassene 'God' og 'Moderat'. Saltholdigheten var noe dempet i forhold til oseanisk vann i de øvre vannmassene, mens under sprangsjiktet økte saltholdigheten til over 34 ‰. Det er trolig at avrenning fra vassdrag inne i Eiterfjorden kan være med å redusere saltholdigheten i overflatevannet noe.

Bunndyrsanalysen viste at man ved nærsone stasjonen hadde en klar artsdominans av børstemarken *Capitella capitata* med 65 % av individene, mens den nest mest dominerende arten var børstemarken *Heteromastus filiformis*, med 20 % av individene. En dominans av få arter med mange individer er et tegn på at bunnmiljøet er av en slik karakter at kun de best tilpassede artene overlever eller blir værende, mens andre arter dør ut eller trekker unna dette

området. Særlig den førstnevnte arten går ofte igjen i områder som mottar en del organisk nedfall fra oppdrettsanlegg. Likevel får stasjonen miljøtilstand 2 'God', etter MOM-systemet, som tar høyde for en viss påvirkning i nærsonen. I fjernsonen fant man gode forhold i dyresamfunnet på havbunnen. Samtlige indekser plasserte denne stasjonen i tilstandsklassen II 'God'.

Oppsummert kan man si at denne undersøkelsen viser at det vi har definert som fjernsone til oppdrettsanlegget, området cirka 1,1 km sørvest for anlegget på 219 meters dyp, viser gode miljøforhold når det dyrelivet på bunnen. Oksygenivået var noe lavt i bunnvannet i denne sonen, og nivået befinner seg i grenselandet mellom tilstandsklassene 'God' og 'Moderat', etter Molvær et al., 97. Organisk innhold målt som totalt organisk karbon (TOC) indikerer et høyt nivå av organisk karbon i dette området. Dette samsvarer imidlertid ikke med resultatene av organisk innhold målt som prosent glødetap, som indikerer et normalt nivå. Denne problematikken har vi sett tidligere, og det er påvist at selv upåvirkede marine miljøer har fått en dårlig tilstand basert på parameteren TOC, slik at denne parameteren må tolkes med varsomhet (Sandnes, 2004). Nærsonen og overgangssonen viser et høyt oksygenivå i hele vannsøylen. Nærsonen viser samtidig klare tegn på påvirkning fra produksjonen ved anlegget, gjennom dominans av opportunistiske dyrearter. Det er imidlertid ikke unormalt å finne slike tegn i nærsonen til anlegget.

5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Vidar Strøm, Nasir El Shaikh (Aqua Kompetanse) og Trygve Bondø fra Midt-Norsk Havbruk. Kornfordelings-analysene ble utført av Helge Grønning, bunnprøvene ble sortert av Ingrida Petrauskaite, Natalia Korboleva, Henrik Rye Jakobsen og Øydis Alme. Bunndyrene ble identifisert av Frøydis Lygre og Tom Alvestad, SAM-Marin.

6 LITTERATUR

- Aure & al. 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. *Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking*. Rapport 510/93 (NIVA Rapport 2827). 100 s.
- 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.
- 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. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Sandnes, O. 2004. Bonitetsprosjektet i HASUT. Utvikling av kartleggingsmetode for lokalisering av marin matfiskoppdrett. Rapport 42-10-4 (Aqua Kompetanse AS rapp.) 60 s.

7 VEDLEGG

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).

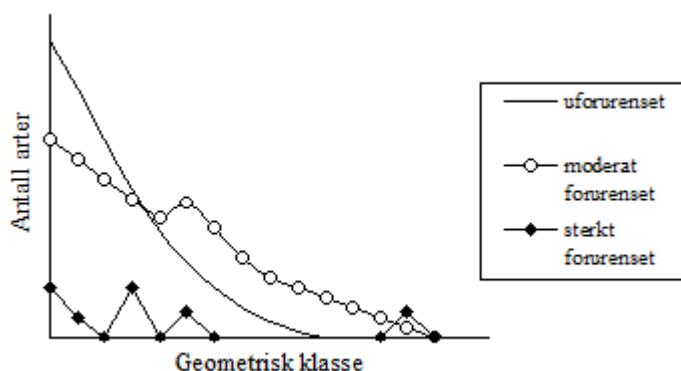
Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I upåvirkede områder vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes 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)

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 Direktoratsgruppa Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

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.**Diversitet.**

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

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

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

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

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

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

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

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

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

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

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

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

Referansetilstand og klassegrenser

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.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold bløtbunnsfauna	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	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 ulike 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:

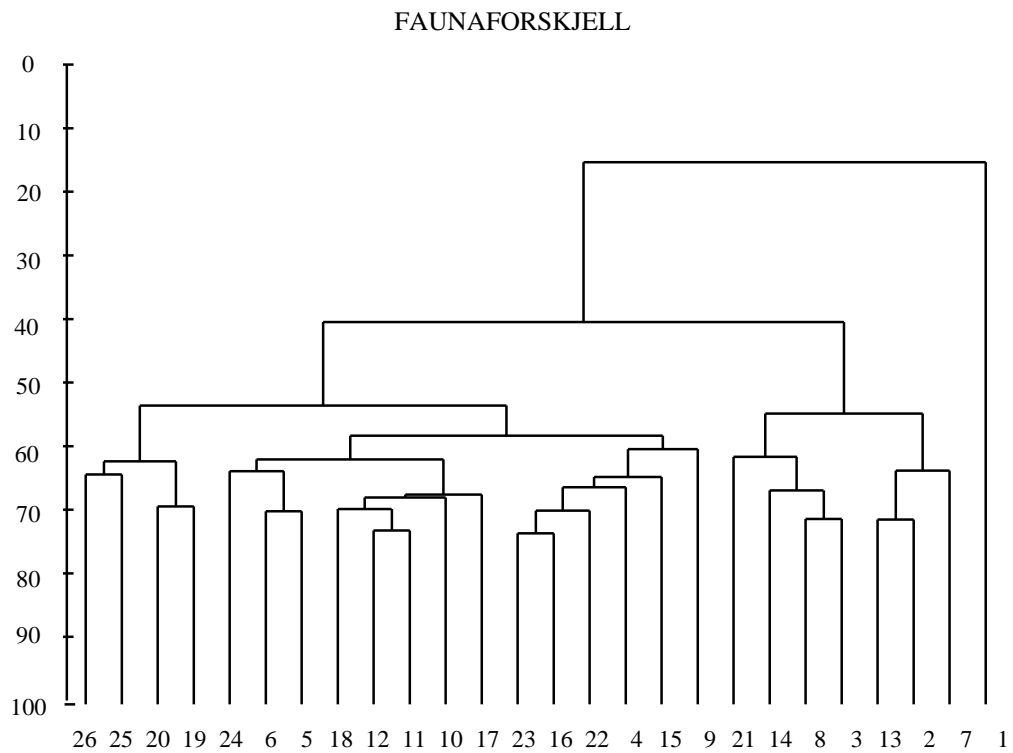
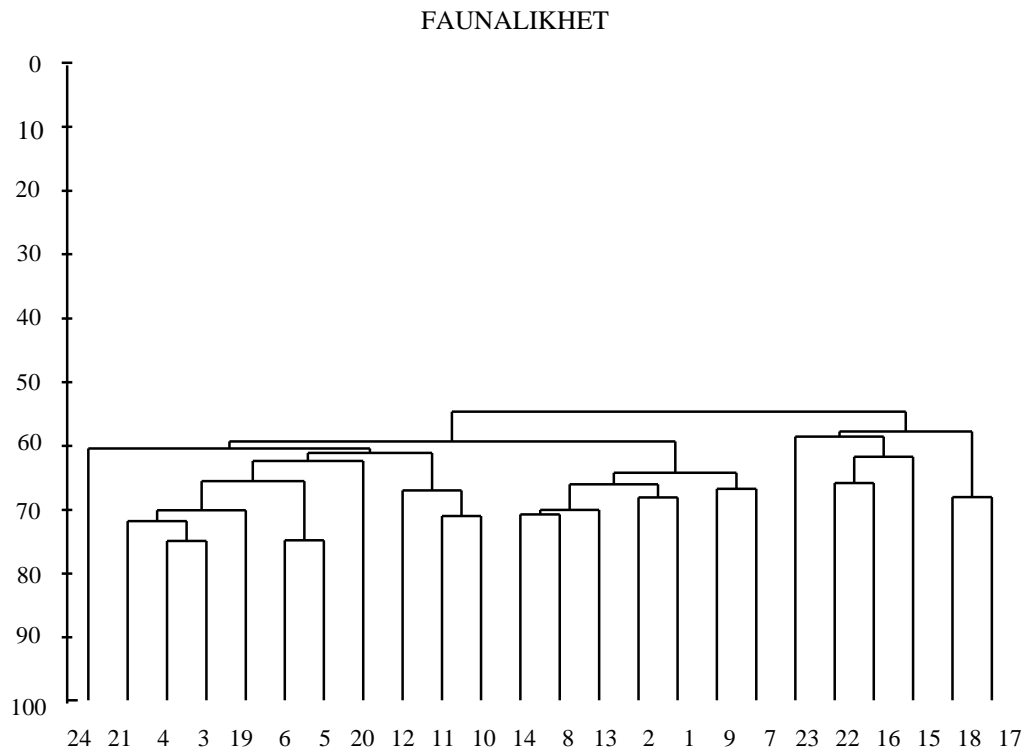
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

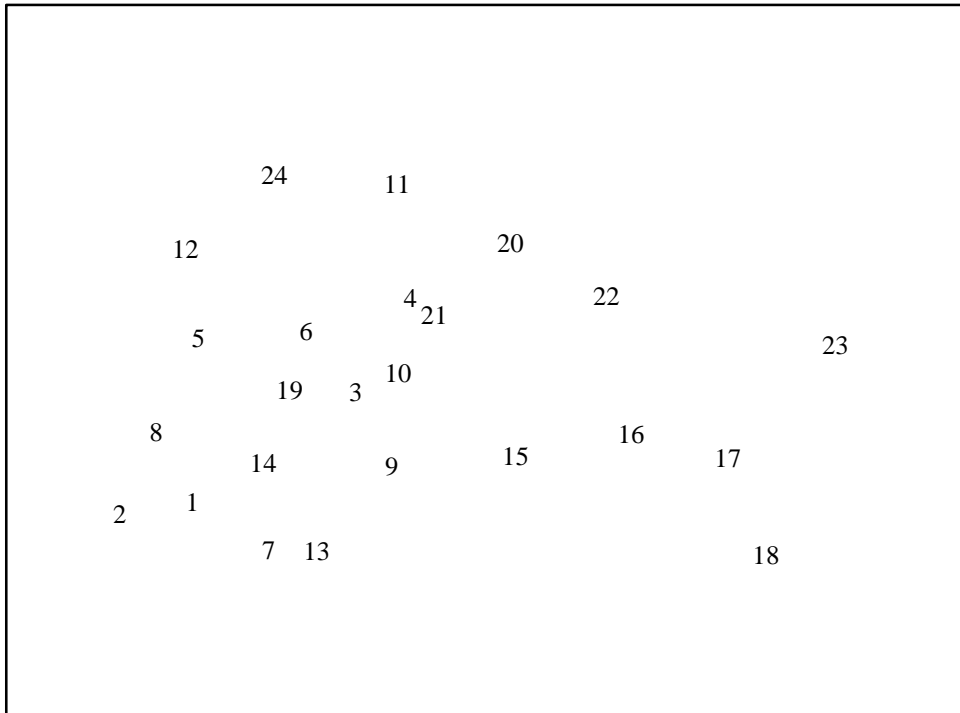
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

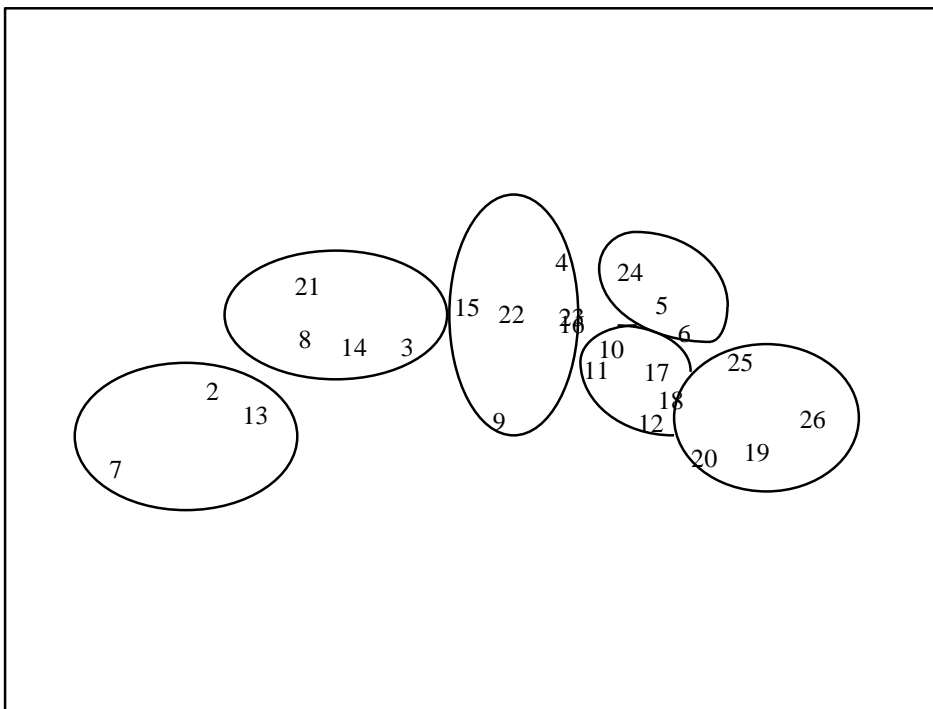


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. 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): Midt-Norsk Havbruk AS, Nyvegen 20, 7900 Rørvik
Prosjekt nr.: 807559

Prøvetaksingssted (område): Digermulen

Dato for prøvetaking: 17.4.2013

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Aqua Kompetanse AS

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: nei.

Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Tom Alvestad

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

Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 2 sider.

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

Signatur: 
Godkjent taksonom

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 1/2	Stasjon: Dato: Dyp: Hugg:	Dig 1	Dig 1	Dig 3	Dig 3
		17.04.2013	17.04.2013	17.04.2013	17.04.2013
Arter		106	106	219 m	219 m
		1	2	1	2
* NEMERTINI indet.		4	3	7	11
* NEMATODA indet.					3
POLYCHAETA					
<i>Ampharete lindstroemi</i>				2	6
<i>Aphelochaeta</i> sp.				1	
<i>Aricidea catherinae</i>		1			
<i>Capitella capitata</i>		184	598		
<i>Chaetozone</i> sp.		15	16		
<i>Cossura longocirrata</i>			1		
<i>Diplocirrus glaucus</i>			2	9	10
<i>Echysippe vanelli</i>				1	
<i>Eteone</i> sp.		6	4		
<i>Euchone</i> sp.					3
<i>Exogone</i> sp.				2	1
<i>Galathowenia oculata</i>		5		1	2
<i>Goniada maculata</i>			1		
<i>Heteromastus filiformis</i>		91	152	29	68
<i>Levinsenia gracilis</i>		10	2		
Lumbrineridae indet.				1	2
<i>Maldane sarsi</i>		2			
Maldanidae indet.		7	4	3	4
<i>Melinna cristata</i>				6	4
<i>Mugga wahrbergi</i>					1
<i>Nephtys ciliata</i>		4	4		1
<i>Notomastus latericeus</i>				1	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>					1
<i>Owenia borealis</i>		0/2			
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		3	3	5	11
<i>Paraonis</i> sp.			1		
<i>Pectinaria auricoma</i>				0/1	
<i>Pectinaria koreni</i>			1		
<i>Pholoe baltica</i>		10	9		
<i>Phylo norvegicus</i>				1/2	
<i>Polycirrus latidens</i>					1
<i>Polycirrus plumosus</i>		1			
<i>Polydora</i> sp.		4		37	43
<i>Polyphysia crassa</i>			1	1	
<i>Prionospio cirrifera</i>		1		2	6
<i>Proclea graffii</i>				2	9
<i>Rhodine loveni</i>					1
Sabellidae indet.				2	4
<i>Sabellides borealis</i>		4	3		
<i>Samytha sexcirrata</i>					1
<i>Scalibregma inflatum</i>			1		
<i>Scoelepis korsuni</i>					1
<i>Scoloplos armiger</i>		4	4		
<i>Spiochaetopterus typicus</i>				0/1	0/1
<i>Spiophanes kroyeri</i>				78	130
Syllidae indet.		2	1		

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

s. 2/2	Stasjon Dato Dyp Arter Hugg	Dig 1 17.04.2013 106 1	Dig 1 17.04.2013 106 2	Dig 3 17.04.2013 219 m 1	Dig 3 17.04.2013 219 m 2
	<i>Terebellides stroemii</i>			7/3	10/2
	SIPUNCULA				
	<i>Phascolion strombus</i>	1		1	
	CRUSTACEA				
	<i>Campylaspis costata</i>			1	
	<i>Diastylis</i> sp.	1			
	<i>Eudorella emarginata</i>				3
	<i>Leucon</i> sp.			1	
*	<i>Metridia longa</i>			5	2
	MOLLUSCA				
	<i>Abra nitida</i>			0/1	
	<i>Adontorhina similis</i>			2	3
	<i>Aporrhais pespelecani</i>	1			
	Caudofoveata indet.		2	4	3
	<i>Ennucula tenuis</i>		0/1	1/1	
	<i>Euspira montagui</i>		1		
	<i>Kurtiella tumidula</i>				2
	<i>Mytilus edulis</i>				0/1
	<i>Nucula tumidula</i>			3/1	2/1
*	Nudibranchiata indet.	5			
	<i>Philine aperta</i>	0/3	0/4		
	<i>Philine scabra</i>	10	1	0/1	
	<i>Thyasira equalis</i>			44/4	61/6
	<i>Thyasira sarsi</i>			0/6	0/1
	<i>Thyasira scabra</i>	1	2		
	<i>Yoldiella lucida</i>			1/2	6/1
	<i>Yoldiella nana</i>			3	9/1
	ECHINODERMATA				
	<i>Ctenodiscus crispatus</i>				1
	<i>Brisaster fragilis</i>				2
*	CHAETOGNATHA indet.			1	
	ASCIDIACEA				
*	Egg (fra diverse arter)	4			3
*	VARIA	+			

Vedleggstabell 2. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene

Geometrisk klasse	Dig 1	Dig 3
I	14	19
II	6	10
III	5	6
IV	6	6
V	2	3
VI	0	0
VII	0	3
VIII	1	1
IX	0	0
X	1	0
XI	0	
XII	0	

Vedleggstabell 3. Analysebevis Kjemi



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

AR-13-MX-001280-01



EUNOBE-00006662

Prøvemottak: 23.05.2013
Temperatur:
Analyseperiode: 23.05.2013-05.06.2013
Referanse: 807559 / 28/13

ANALYSERAPPORT

Provenr.:		441-2013-0523-020	441-2013-0523-021	441-2013-0523-022					
Prøvetakingsdato:		17.04.2013	17.04.2013	17.04.2013					
Prøvetaker:		Oppdragsgiver	Oppdragsgiver	Oppdragsgiver					
Analysestartdato:		23.05.2013	23.05.2013	23.05.2013					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		Dig 1, 106 m Hugg 3	Dig 2, 152 m Hugg 3	Dig 3, 219 m Hugg 3					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1400	mg/kg tv	a) 1000	mg/kg tv	a) 1100	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 19	mg/kg tv	a) 16	mg/kg tv	a) 31	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 50	mg/kg tv	a) 58	mg/kg tv	a) 110	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 19	mg/kg tv	a) 18	mg/kg tv	a) 34	mg/kg tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 62.7	% (w/w)	a) 60.1	% (w/w)	a) 45.6	% (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 05.06.2013

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

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 :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 1

Vedleggstabell 4. Analysebevis Glødetap

		Molab as, 8607 Mo i Rana Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		RAPPORT Sedimentprøver SAM-Marin		
		Ordre nr.:	Antall sider + bilag:	
		51311	1	
		Rapport referanse:	Dato:	
		KR-17469	27.08.2013	
Rev. nr.	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:		Ansvarlig signatur:
0	611101	Terje Kolberg / Eli Ellingsen		Terje Kolberg 

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

RESULTATER

Prøve merket:			807559/ 60/13 pr St. Dig 1	807559/ 60/13 pr St. Dig 2	807559/ 60/13 pr St. Dig 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081265	KA- 081266	KA- 081267		
TOM (550 oC)	%	26.07.13	3,25	5,12	8,58		

ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings- status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons- grense	Enhet
TOM (550 oC)	NS-4764	A	20	0,30	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

ANMERKNINGER

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjennelse. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se www.molab.no for disse betingelser.

Vedleggstabell 5. MOM B, B1 og B2 skjema

Vedlegg SF-SAM-830.05 B1a SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1
Firma: Midt Norsk Havbruk **Dato:** 17.4.13
Lokalitet: **Lokalitetsnr:**
Lokalitetstype: Matfisk

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr						Indeks														
			Dig 3	Dig 2	Dig 1																		
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0															0.0			
I	Tilstand (Gruppe I)		A																				
II	pH	verdi	7.59	7.55	7.25																		
	E _h (mv)	verdi	149	24	52																		
		+ ref. verdi	#####	#####	#####																		
	pH/E _h	fra figur	0	0	1																	0.3	
	Tilstand, prøve		1	1	1																		
	Tilstand, gruppe II		1																				
	Buffer temp:		12	Temp sjø:	4.7	Temp sediment:	6.2																
	pH sjø:		7.81	Eh sjø:	269 mV	Ref. elektrode:	210mV																
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		17.4.13 VS																				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0																		
	Farge	Lys/Grå = 0		0	0																		
		Brun/Sort = 2																					
	Lukt	Ingen = 0		0	0																		
		Noe = 2																					
		Sterk = 4																					
	Konsistens	Fast = 0																					
		Myk = 2		2	2	2																	
	Grabb- volum	Løs = 4																					
		v < 1/4 = 0																					
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1																					
	Tykkelse på slamlag	v ≥ 3/4 = 2		2	2	2																	
		0 - 2 cm = 0		0	0	0																	
		2 - 8 cm = 1																					
	t ≥ 8 cm = 2																						
	SUM		4	4	4																		
	Korrigert sum (*0,22)		0.88	0.88	0.88																	0.9	
	Tilstand prøve		1	1	1																		
	Tilstand gruppe III		1																				
	Middelverdi gruppe II og III		0.44	0.44	0.94																	0.6	
	Tilstand gruppe II og III		1																				
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	Tilstand			Lokalitetstilstand																	
			Gruppe I	Gruppe II og III			Lokalitetstilstand																
			A	1, 2, 3, 4			1, 2, 3, 4																
			4	1, 2, 3			1, 2, 3																
			4	4			4																
	< 1,1	1																					
	1,1 - < 2,1	2																					
	2,1 - < 3,1	3																					
	≥ 3,1	4																					
	Korrekturlest:		LOKALITETSTILSTAND																			1	
		03.09.2013	Sign. <i>dinda Hagen</i>			Sign. <i>CS</i>																	
		dato	Sign.			Sign.																	

Godkjent av: KH/SHJ Gyldig fra: 11.03.2013 Side av .

SAM-Marin og Aqua Kompetanse

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Midt Norsk Havbruk

Dato: 17.4.13

Lokalitet: Digermulen

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype: Matfisk

Prøvetakingssted (nr)	Dig 3	Dig 2	Dig 1						
Dyp (m)	229	152	106						
Antall forsøk	1	1	1						
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand		1						
	Mudder								
	Silt	4	3	3					
Leire	1	1	2						
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall	Ja	Ja							
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall	Ja	Ja	Ja						
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Før									
Fekalier									
Kommentarer		Slim- ål							

Korrekturlest: 03.09.2013
dato

Linda Hagen
Sign.

[Signature]
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .