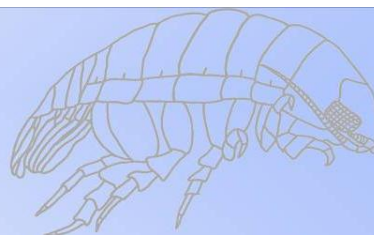


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø





e-rapport nr: 44–2013

## *MOM-C undersøkelse fra utslipp fra Lerøy Midnors slakteri på Dolmøya i Hitra kommune, april 2013*

**Rune Haugen**  
**Øydis Alme**  
**Stian Ervik Kvalø**  
**Per-Otto Johansen**



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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra utslipp fra Lerøy Midnors slakteri på Dolmøya i Hitra kommune, april 2013	Dato: 11.12.2013 Antall sider og bilag: 42
Forfatter(e): Rune Haugen, Øydis Alme, Stian E. Kvalø, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Stian E. Kvalø Prosjektnummer: 807547

Oppdragsgiver: Lerøy Midnor	Tilgjengelighet: Åpen
-----------------------------	-----------------------

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Dolmøya on its surrounding environment. In general conditions were good with regards to the parametres surveyed.

Keywords: Marine, environment, MOM-C, recipient, survey	Emneord: Marin, miljø, MOM-C, resipient, undersøkelse	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 44-2013
---------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	16.12.13	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	11.12.13	<i>Stian E. Kvalø</i>

**Utforming av sammendrag  
SAM e-rapport**

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:** Christian Bøe, Rune Haugen

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Natalia Korableva, Øydis Alme, Sharat Chandra Tumu

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

**Rapportering utført av:** Rune Haugen, Øydis Alme, Stian E. Kvalø, Per-Otto Johansen

**Glødetapsanalyser ved SAM-Marin utført av:** -

**Kornfordelingsanalyser ved SAM-Marin utført av:** -

**Ikke akkreditert:**

-

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Fartøy fra oppdragsgiver

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins norsk miljøanalyse AS med deres underleverandør  
Eurofins Umwelt GMBH **akkrediteringsnummer** test 003

Akkreditert: Sink, Fosfor, kobber, TOC totalt tørrstoff

Ikke akkreditert: -

**Geologiske analyser utført av:** Molab AS **akkrediteringsnummer** test 032

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

**Andre:** -

# INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>6</b>
2.1 Undersøkelsesområdet.....	6
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....	6
2.3 Utslippsdata fra anlegget.....	12
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>13</b>
3.1 Hydrografi .....	13
3.2 Sediment.....	14
3.3 Kjemi.....	15
3.4 Måling av pH og Redokspotensial (Eh).....	16
3.5 Bunndyr .....	16
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>20</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>21</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>22</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>23</b>
Generell vedleggsdel .....	24
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....	32
Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste .....	34
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....	38
Vedleggstabell 4. Analysebevis geologi.....	39
Vedleggstabell 5. Analysebevis kjemi.....	41
Vedleggstabell 6: CTD data fra DOS 3.....	42

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra utslippet til Lerøy Midnors slakteri på Dolmøya, i Frøyfjorden, Hitra kommune. Innsamlingene ble gjennomført 11. april 2013.

Slakteriet og utslippet av slaktevann har vært i bruk i mange år.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet i nærområdet til utslippspunktet for slakteriet. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp av vann fra slakteriet. 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 (KLIFs) 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 Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Lerøy Midnor AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Reserach AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. Havbrukstjenesten AS er en privat eid bedrift som har utført fiskehelsetjenester for oppdrettsnæringen i 22 år og utført miljøundersøkelser i 12 år. En del av erfaringen består i utførelsen av MOM B-undersøkelser i en årrekke. Havbrukstjenesten har et samarbeid med SAM-Marin for utførelse av akkrediterte MOM C-undersøkelser.

## **2 MATERIALE OG METODER**

### **2.1 Undersøkellesområdet**

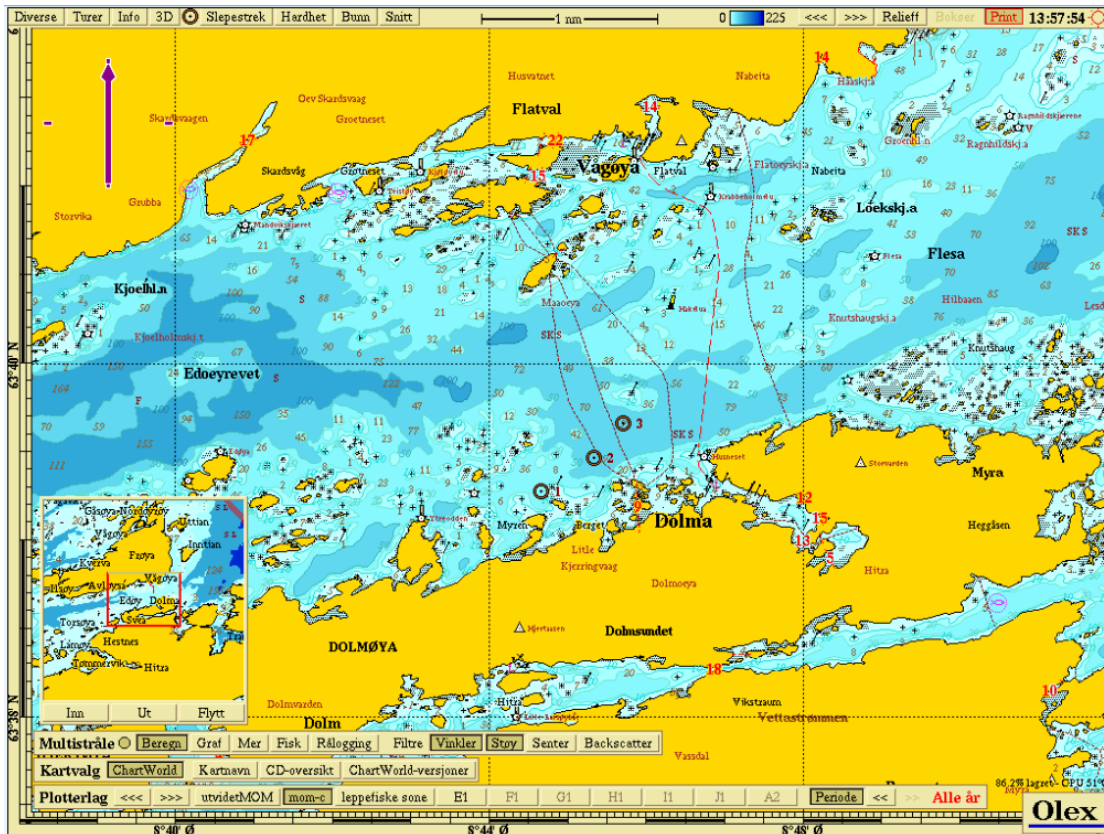
Utslipet av slaktevann ligger på sørsiden av Frøyfjorden ved Dolmøya, i Hitra kommune (Figur 2.1. og 2.2). Utslipet ligger ved skrånende terreng på omtrent 40 m dyp, og nærstasjonen Dos 1 ligger like ved på 48 m dyp. Skråningen fortsetter nordøstover og mellomstasjonen, Dos 2 ligger lengre ut i denne skråningen på 80 m dyp, mens fjernstasjonene, Dos 3 ligger i en dypere del av Frøyfjorden på 101m, lengre nordøst. I vestlig retning for utslippet er det grunne bunnforhold og en rekke holmer og skjær. Dominerende strømreretning er nordøstover.

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

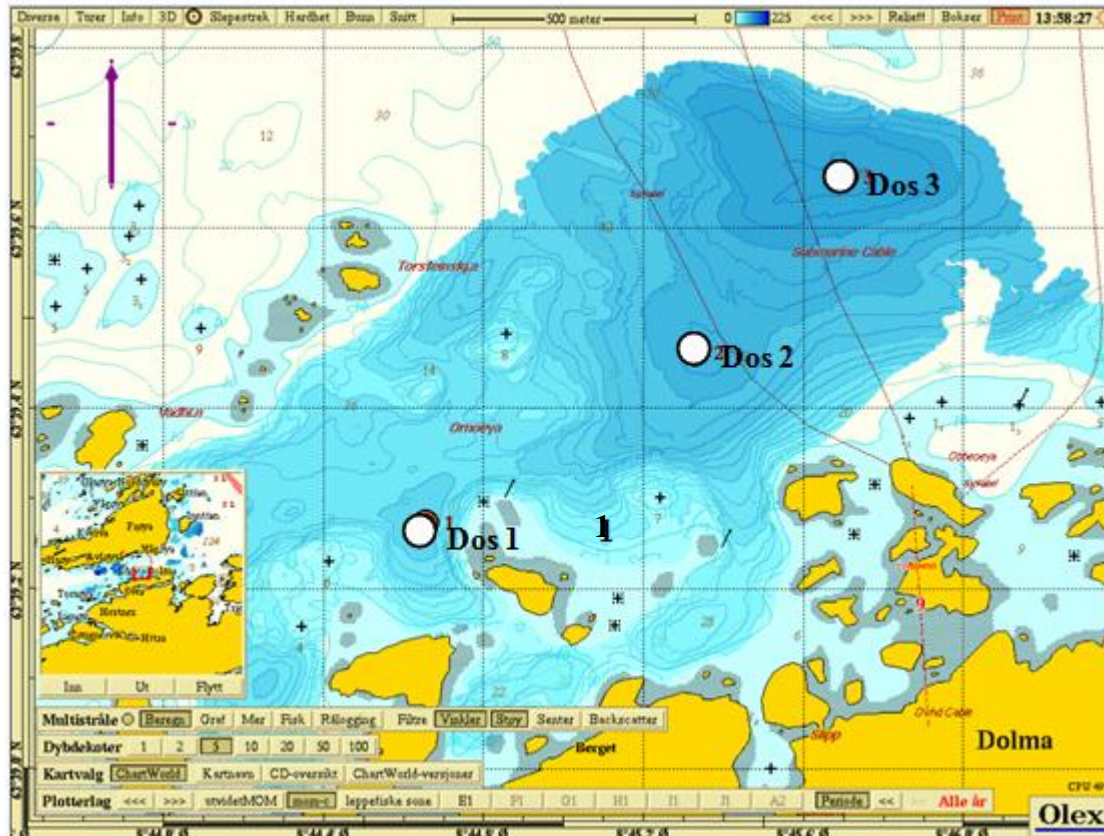
Prøveinnsamlingene ble gjort 11.april 2013. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved utslippet, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS.

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





Figur 2.1: Oversiktskart over utslipp fra slakteriet til Lerøy Midnor, sør i Frøyfjorden. Prøvestasjonene er inntegnet som røde sirkler på kartet.



Figur 2.2: Kartutsnitt over prøvetakingsområdet, utenfor Dolmøya ved utslippspunkt fra slakteriet i Frøyfjorden. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex. Hele hvite sirkler indikere meget gode forhold etter parameterne i MOM C standarden.

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i område og navn. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble brukt en van Veen grabb og brukes til kjemi-, geologi- og biologiprøver (fullt kammer 17 l).

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Dos 1 11.04.13	Område 63° 39.272 'N 08° 44.655 'Ø	48	1	6,5	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle hugg med grovt sediment
			2	6,5	
			3	7,5	
Dos 2 11.04.13	Område 63° 39.461 'N 08° 45.330 'Ø	80	1	2,0	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle hugg med grovt sediment
			2	5,0	
			3	4,5	
Dos 3 11.04.13	Område 63° 39.656 'N 08° 45.702 'Ø	101	1	2,0	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Ikke akkreditert, åpen grabb; stein Alle hugg med grovt sediment, med mindre steiner
			2	3,0	
			3	0,0*	

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

### 2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en geologi 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, (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 strømmen og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig 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. Alle geologiske analyser utføres akkreditert av MOLAB AS under akkrediteringsnummer test 032.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra 1 hugg fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ 31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i Miljødirektoratets manual (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis WTW pH meter type pH 3110 og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

## 2.2.4 Bunndyr

Artssammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet 0,1 m<sup>2</sup>. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m<sup>2</sup> grabb har et volum på 17 liter (van Veen). Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved 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 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 Høytteknologisenteret 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 bunndyrsanalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

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

Direktoratsgruppen 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 veilederene. 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 <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
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 <sub>100</sub>	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 mgO<sub>2</sub> /l er 1,42

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

**Tabell 2.3:** Vurdering av miljøtilstanden i 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 <sup>2</sup> . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup>
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m <sup>2</sup> .

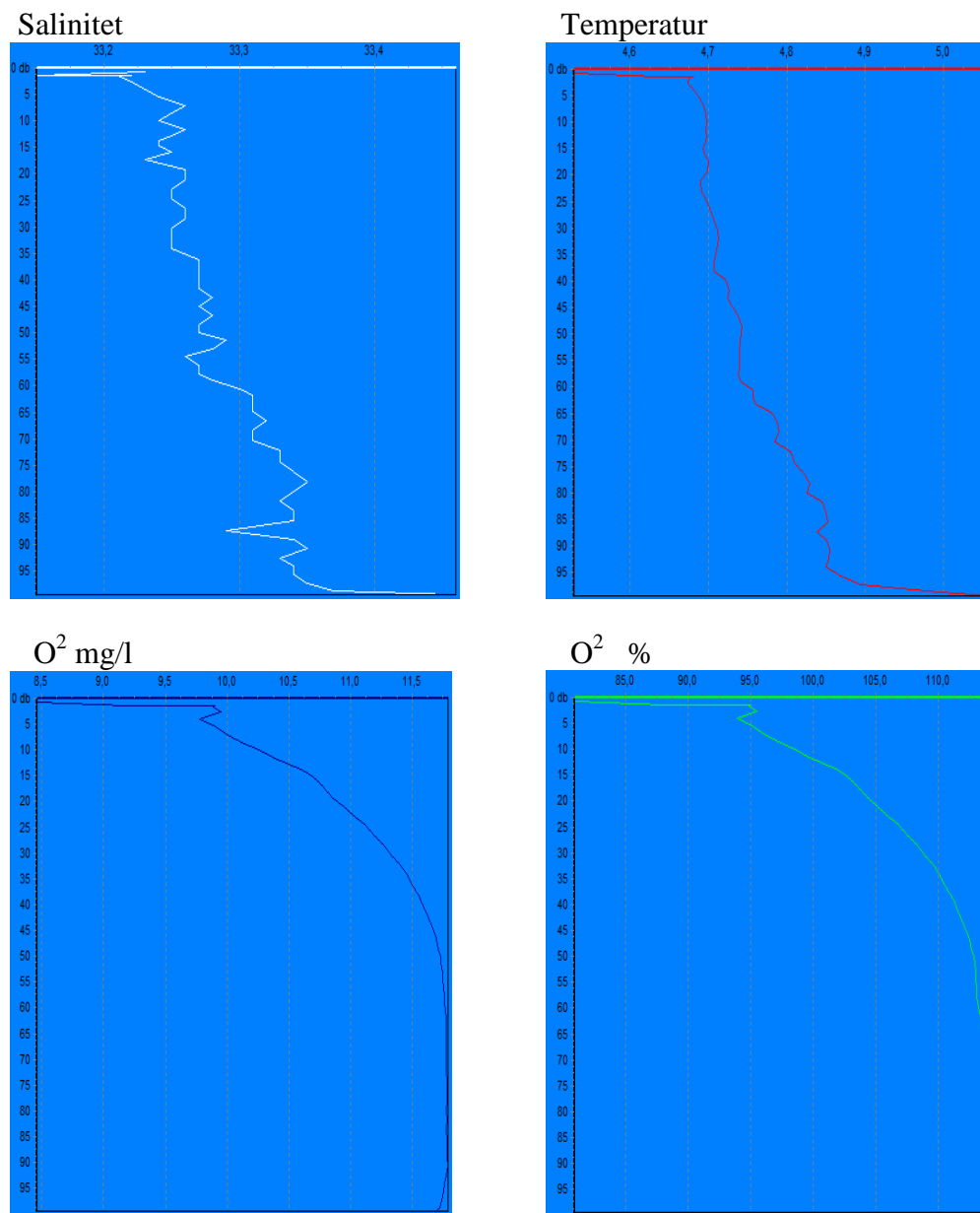
### 2.3 Utslippsdata fra anlegget

Slakteriet har en tillatelse til slaktning av 45.000 tonn fisk i året. De brukes ca. 3 liter vann pr. kg, I 2012 ble mengden av utslippsvann estimert til 103 659 m<sup>3</sup>. Prosessvannets pH justeres ved bruk av maursyre og behandles med klor til klorinnhold er større enn 10mg/m<sup>3</sup> og redox-verdi større enn 380mV før utslipp.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Dos 3 den 11. april 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1 og i vedleggstabell 6.



**Figur 3.1:** Temperatur, saltholdighet, Oksygen i % metning og ml/l på Dos 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 101 meter den 11. april 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på Dos 3 den 11.april 2013, var jevn gjennom hele vannsøylen. Den var 4,7 °C i overflatelaget, og var 4,8 °C rundt 60 m, deretter sank temperaturen litt nedover i vannsøylen til 5 °C ved bunnen.

Saltholdigheten sank som temperaturen gjennom hele vannsøylen. I overflatelaget var saltholdigheten rundt 33,2 promille. Deretter steg den minimalt uten noen gradient ned til bunnen, hvor den var i overkant av 33,4 promille.

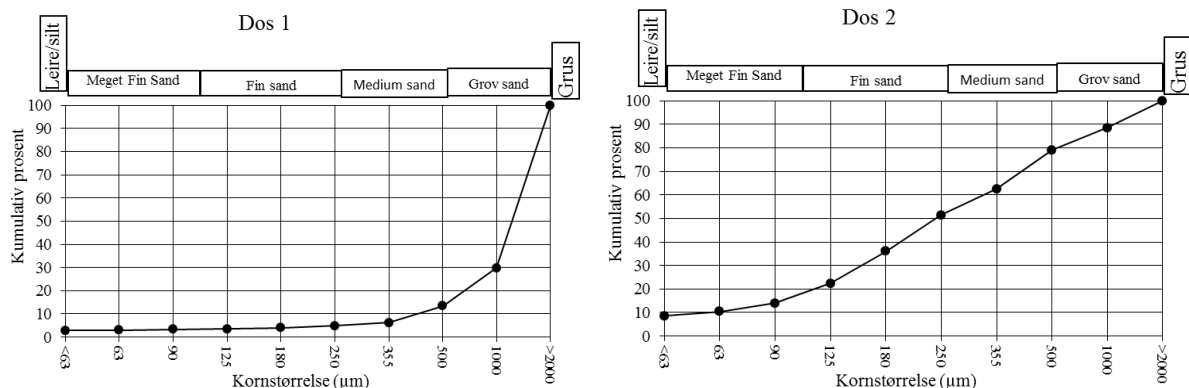
Oksygeninnholdet var relativt jevnt gjennom vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen på 9,9 mg/l. Oksygeninnholdet økte deretter jevnt ned til rundt 50 m dyp, og var fra der av jevn helt ned til bunnen på 11,6 mg/l, hvilket tilsvarer 8,2 ml/l. Denne målingen ved bunnen plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god). Det økende oksygenivået nedover i vannsøylen sett i sammenheng med tettheten av vannet, se vedlegg 6, viser at det har vært en kraftig omrøring av vannet i hele vannsøylen i forkant av undersøkelsen.

### 3.2 Sediment

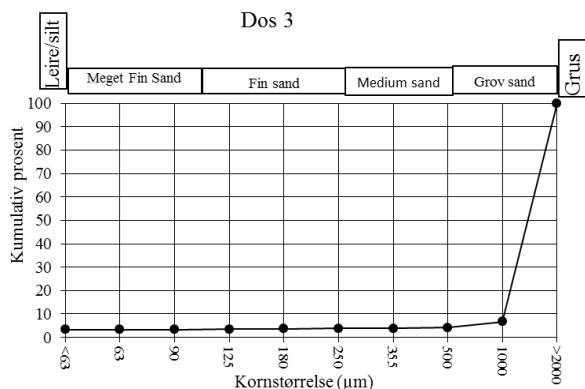
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Dolmøya 11. april 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold		Leire +		
		TOM (%)	Silt	Sand	Grus	
Dos 1	48	5,50	2,8	27,0	70,2	
Dos 2	80	4,22	8,5	79,9	11,5	
Dos 3	101	1,29	3,3	3,4	93,3	







**Figur 3.2:** Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sediment prøver fra Nærsonen: Dos 1, Overgangssonen: Dos 2 og Fjernsonen: Dos 3.

I nærsonen, Dos 1, var sedimentet grovt og dominerte av grus som utgjorde 70,2 % av sedimentet. Resten av sedimentet var i hovedsak sand, med 27 %. Fint sediment av silt og leire utgjorde kun 2,8 %. Glødetapet var 5,5 %. Det organiske innholdet var dermed lavt.

Overgangssonen, Dos 2, bestod også av grovere sediment med 79,9 % sand og 11,5 % grus. Fint sediment av leire og silt utgjorde 8,5 %. Her var glødetapet lavt (4,2 %) og det organiske innholdet er lavt.

Ved fjernstasjon, Dos 3, var sedimentet meget grovt og bestod av hele 93,3 % grus. Resten var 3,4 % sand og 3,3 % leire/silt. Her var glødetapet meget lavt, på 1,3 %.

Sedimentet på alle stasjonene hadde et høyt innhold av grus og sand, noe som indikerer gode strømforhold.

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Verdien for TOC var litt til noe forhøyet på alle tre stasjonene, og ga Tilstandsklasse (TK) III (Moderat/mindre god) for Dos 2, TK II (God) for Dos 1 og Dos 3. Dette indikerer noe organisk innhold, men det samsvarer ikke med glødetapet som var lavt til meget lavt på de samme stasjonene, og indikerer lite organisk innhold. Men TOC er ikke tilpasset forholdene i kystfarvann (aure et al 1993). Dette må en ta hensyn til i vurderingene.

Verdiene av tungmetallene, kobber og sink var lave på alle tre stasjonene, og får tilstandsklasse I (Meget god). Verdiene for fosfor var og lave på alle tre stasjonene.

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

Stasjon	Totalt organisk karbon g/kg	Normalisert TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Dos 1	9	26,50	II	340	15	I	4	I	78,4
Dos 2	14	30,47	III	470	35	I	8	I	64,9
Dos 3	7	24,41	II	320	21	I	4	I	68,5

### 3.4 Måling av pH og Redokspotensial (E<sub>h</sub>)

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

Målingen av pH og E<sub>h</sub> på alle stasjonene ga beste tilstandsklasse, tilstand 1. Det var ingen sensoriske faktorer som indikerer påvirkning, da det var ingen lukt, gass, slam eller farge.

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

Stasjon	pH	E <sub>h</sub>	pH/E <sub>h</sub> poeng	Tilstand
Dos 1	7,57	2	0	1
Dos 2	7,49	-73	0	1
Dos 3	7,65	161	0	1

### 3.5 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.4, og i Vedleggstabellene 2-3. 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.

I bunndyrsprøvene fra Dos 1 i anleggets nærsone, ble det funnet 75 arter med til sammen 555 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,94 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I (Svært god). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær fiske-anlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved fiskeanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk

stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god) (Tabell 2.3). Den mest tallrike arten i prøven var børstemarken *Kefersteinia cirrata* som med 55 individer utgjorde 10 % av totalen. Blant de mest tallrike artene var det ellers ytterligere 7 børstemarkarter og 2 arter av bløtdyr. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter, NQI1 og NQI2, havnet i tilstandsklasse I. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene. AMBI-verdien indikerer at man har moderate forstyrrelser på stasjonen.

Ute i dypet på Dos 3 ble det kun tatt et hugg som ble godkjent. Det siste hugg hadde et volum på mindre enn 3 liter, altså ikke akkreditert. En rekke forsøk ble gjort for et 3. hugg, men det lyktes ikke da grabben kom opp åpen med stein i kjeften. Dette skyldes et grovt sediment med mye små steiner. På Dos 3 fant man 60 arter med til sammen 407 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,32 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I (Meget God). Børstemark i familien Spirorbidae utgjorde 23 % av det totale individantallet. I tillegg til børstemark ble det funnet flere arter av bløtdyr samt *Brachiopoda* og *Sipuncula* blant de mest tallrike artene. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet i beste tilstandsklasse. Til tross for at det ene hugget ikke hadde nok sediment, så indikerer artsfordelingen at det var gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene.

Grunnet de gode verdiene på Dos 1 og Dos 3 var det ikke behov for å analysere Dos 2.

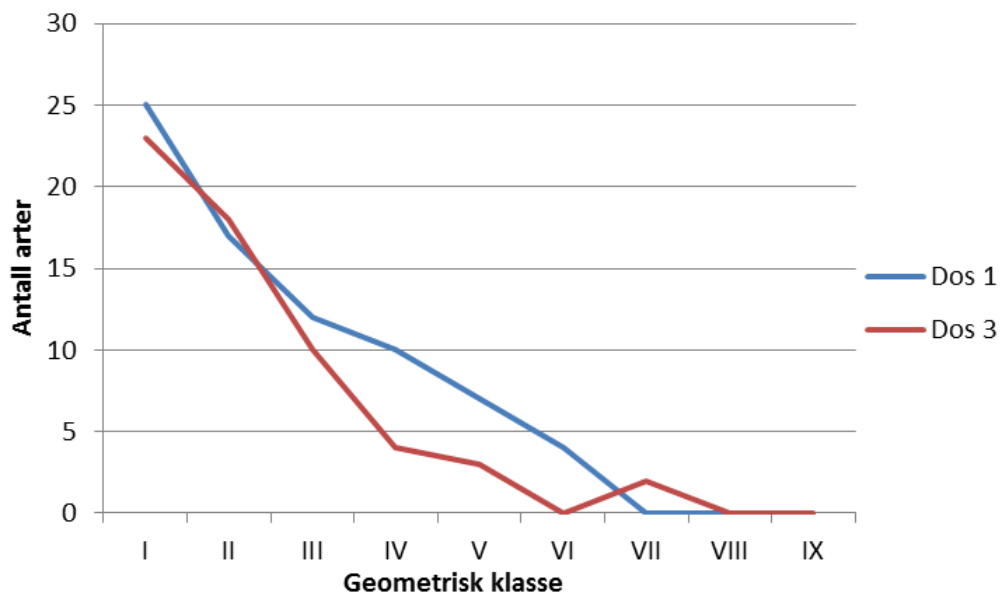
De multivariate analysene viser at det var høyere likhet innad mellom huggene på stasjon Dos 1, enn mellom nærstasjonen (Dos 1) og fjernstasjonen (Dos 3). Dette er forventet og naturlig ettersom stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp.

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

\*Det ene hugget på Dos 3 ble ikke utført akkreditert pga for lite sediment i grabben.

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	Diversitet			ES (100)	KLIF		Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
				(H')	NQI1	NQI2		TK	AMBI			
Dos 1	2	45	225	4,66	0,79	0,77	33,2		1,60	0,85	5,49	
Dos 1	3	67	330	5,21	0,81	0,81	39,3		1,80	0,86	6,07	
Sum		75	555	5,22			38,2			0,84	6,23	
<b>Snitt</b>		<b>56</b>	<b>277,5</b>	<b>4,94</b>	<b>0,80</b>	<b>0,79</b>	<b>36,9</b>	<b>I</b>	<b>1,70</b>	<b>0,85</b>	<b>5,78</b>	<b>1</b>
Dos 3*	2	60	407	4,32	0,85	0,79	30,7	I	0,93	0,73	5,91	1

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

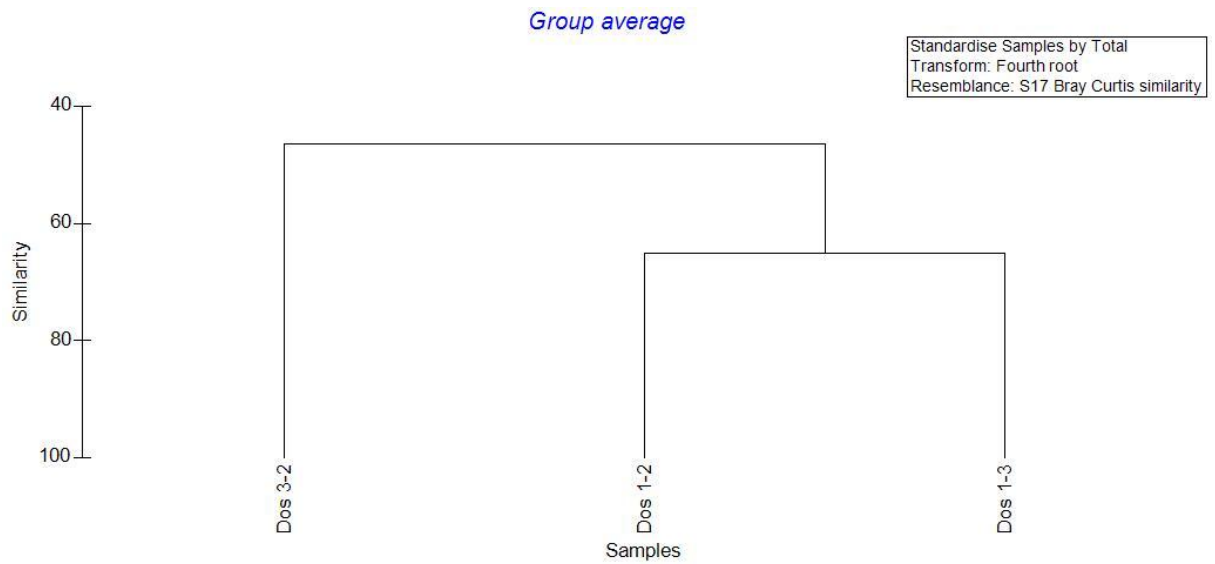


Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene på stasjonene Dos 1 og Dos 3. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og kumulativ prosent av antall individer for stasjonene

Dos 1	Antall individer	0,2 m <sup>2</sup> %	Kum. %	Dos 3	Antall individer	0,1 m <sup>2</sup> %	Kum. %
<i>Kefersteinia cirrata</i>	55	10	10	<i>Spirorbidae</i> indet.	95	23	23
<i>Pholoe baltica</i>	43	8	18	<i>Mytilidae</i> indet.	72	18	41
<i>Polycirrus norvegicus</i>	37	7	24	<i>Limatula subauriculata</i>	28	7	48
<i>Hydroides norvegica</i>	37	7	31	<i>Crenella decussata</i>	26	6	54
<i>Notoproctus</i> sp.	26	5	36	<i>Oligochaeta</i> indet.	25	6	60
<i>Astarte montagui</i>	25	5	40	<i>Polynoidae</i> indet.	13	3	63
<i>Malmgreniella mcintoshii</i>	23	4	44	<i>Axiokebuita</i> sp.	11	3	66
<i>Eupolymnia nesidensis</i>	21	4	48	<i>Sipuncula</i> indet.	10	2	68
<i>Leptochiton asellus</i>	20	4	52	<i>Leptochiton asellus</i>	9	2	71
<i>Lipobranchius jeffreysii</i>	17	3	55	<i>Novocrania anomala</i>	7	2	72

## SAM-Marin/Havbrukstjenesten



**Figur 3.4:** Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene undersøkt i 2013. 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 ved utslippet til Lerøy Midnor ved Dolmøya, sør i Frøyfjorden, Hitra kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 11. april 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved utslippet, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Sedimentet var grovt på alle tre stasjonene, noe som indikerer gode strømforhold. Spesielt grovt var det på nær- og fjernstasjonen, som hadde en grusandel på henholdsvis 70,2 % og 93,3 %. I overgangssonene, Dos 2 var sedimentet sterkt dominert av sand, med 79,9 %. Alle stasjonene hadde en mindre andel av silt/leire.

Oksygenforholdet målt ved bunnen ved Dos 3 var høyt, og ga 8,2 ml/l, beste tilstandsklasse I.

Analysen av tungmetallene ga beste verdier for både kobber og sink for alle tre stasjonene. Likeledes var fosforverdiene lave for alle stasjonene. TOC verdiene var forhøyede på alle tre stasjonene, som henholdsvis fikk TK II (Dos 1 og Dos 3) og TK III (Dos 2), men glødetapet var derimot lavt til meget lavt på alle og viste at man har lite organisk stoff i sedimentet. Måling av pH og Eh ga alle stasjonene beste tilstand 1.

Analysene av bunnfauna ga beste tilstand etter MOM for nærstasjonen Dos 1 og beste tilstand etter KLIF for fjernstasjonen Dos 3. Dos 1 hadde moderat forstyrrelse av bunnfaunaen (etter AMBI indeksen), mens målt etter AMBI indeksen var fauna på Dos 3 uforstyrret. Grunnet de gode forholdene for fauna på både Dos 1 og Dos 3, ble ikke mellomstasjonen, Dos 2 analysert.

Denne undersøkelsen viser at en finner normale gode forhold for bunndyr, kjemi og oksygen på stasjonene for denne MOM C. En kan dermed konkludere med at en ikke kan se negativ påvirkning fra utslippet fra slakteriet til Lerøy Midnor på Dolmøya.



## **5 TAKK**

Vi takker for god hjelp og et hyggelig tokt. På toktet deltok Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS og. Bunnprøvene ble sortert av Natalia Korableva, Øydis Alme og Sharat Chandra Tumu. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Per Johannessen.

## 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. Miljøovervåkning av marine matfiskanlegg. Norges Standardiseringsforbund
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.

## 7 VEDLEGG

<a href="#"><u>Generell vedleggsdel</u></a> .....	24
<a href="#"><u>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</u></a> .....	32
<a href="#"><u>Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste</u></a> .....	34
<a href="#"><u>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</u></a> .....	38
<a href="#"><u>Vedleggstabell 4. Analysebevis geologi</u></a> .....	39
<a href="#"><u>Vedleggstabell 5. Analysebevis kjemi</u></a> .....	41
<a href="#"><u>Vedleggstabell 6: CTD data fra DOS 3</u></a> .....	42

## Generell vedleggsdel

### Analyse av bunndyrsdata

#### Generelt

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

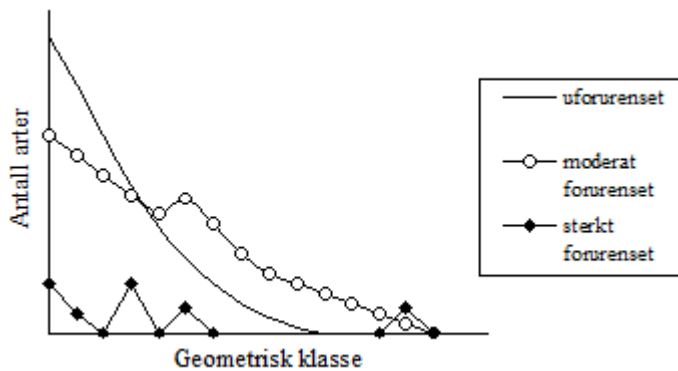
#### Geometriske klasser

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

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

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

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



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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratets gruppa 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:

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

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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	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 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:

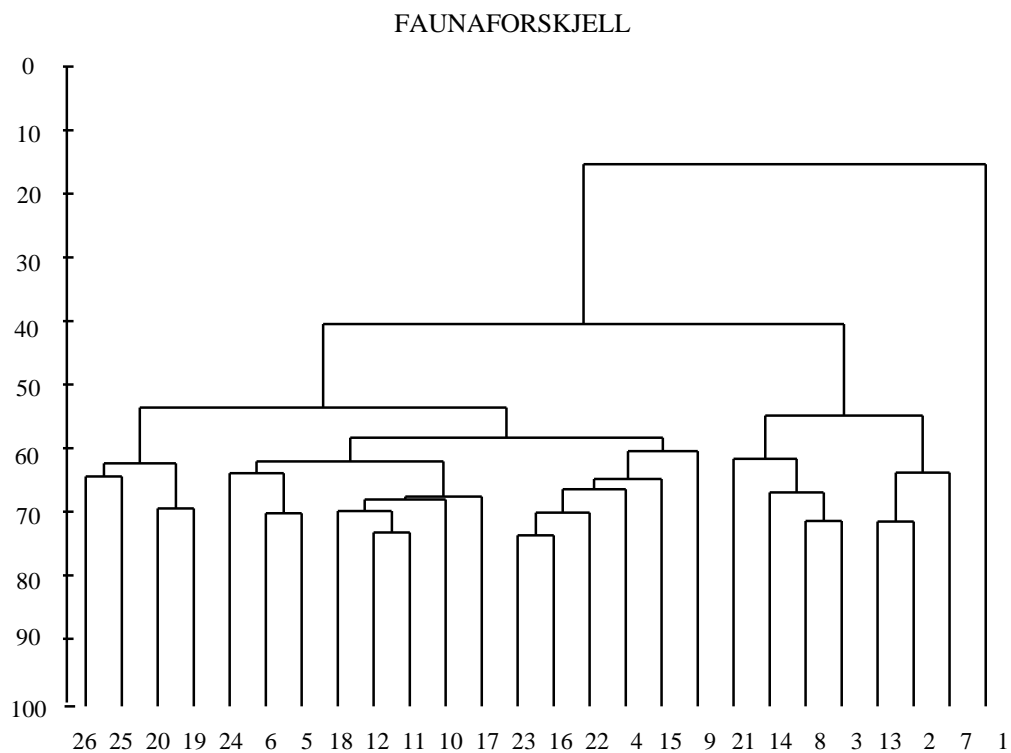
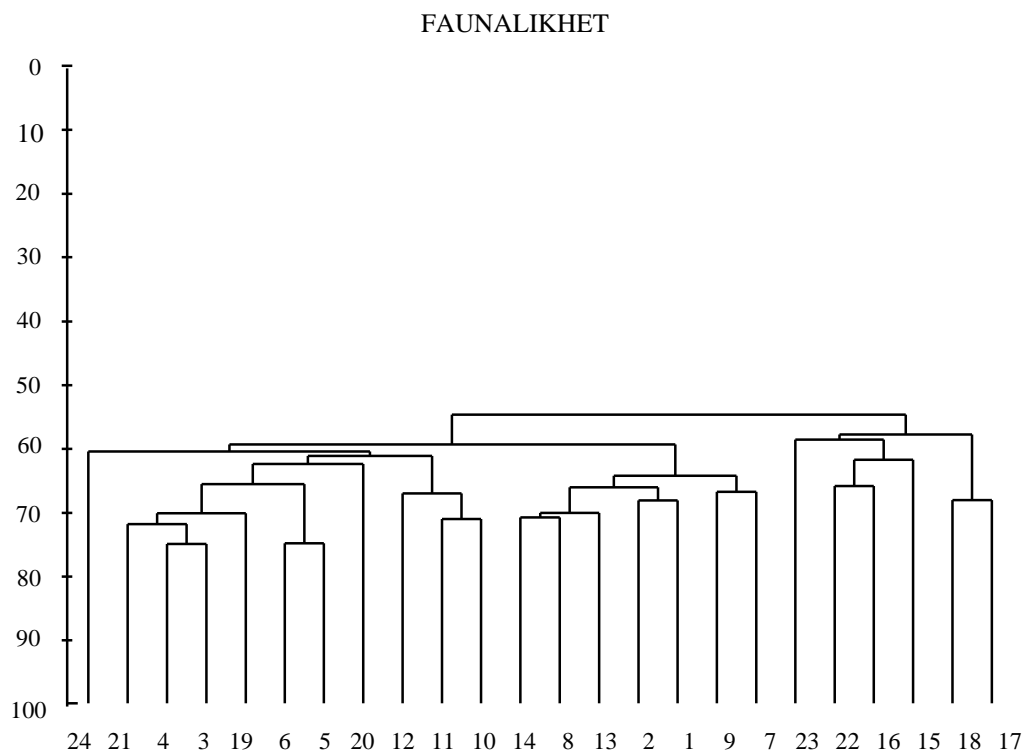
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

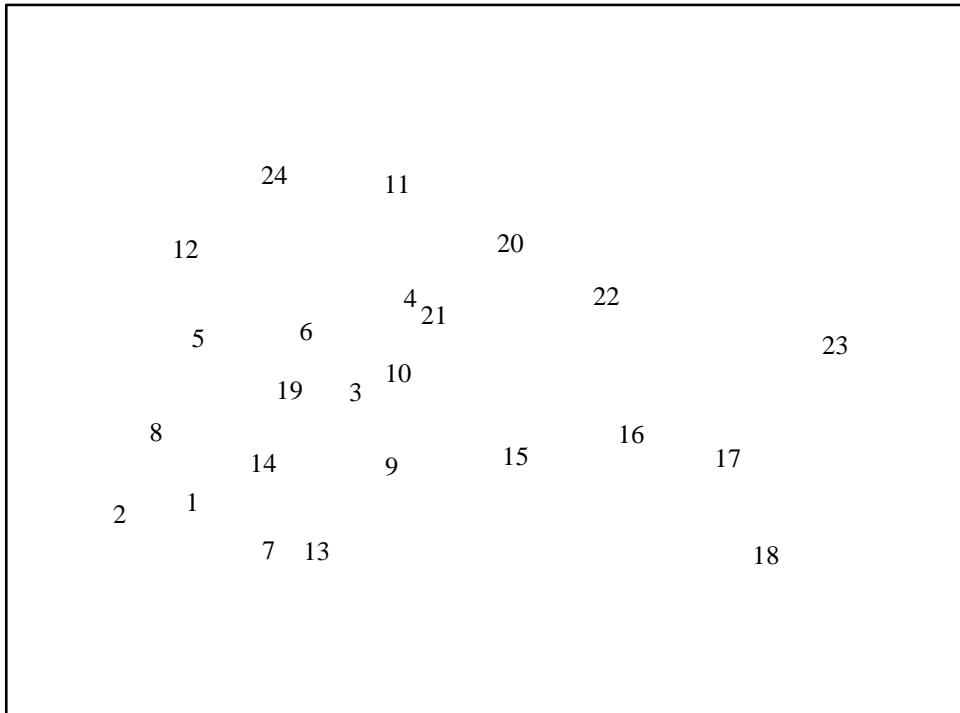
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

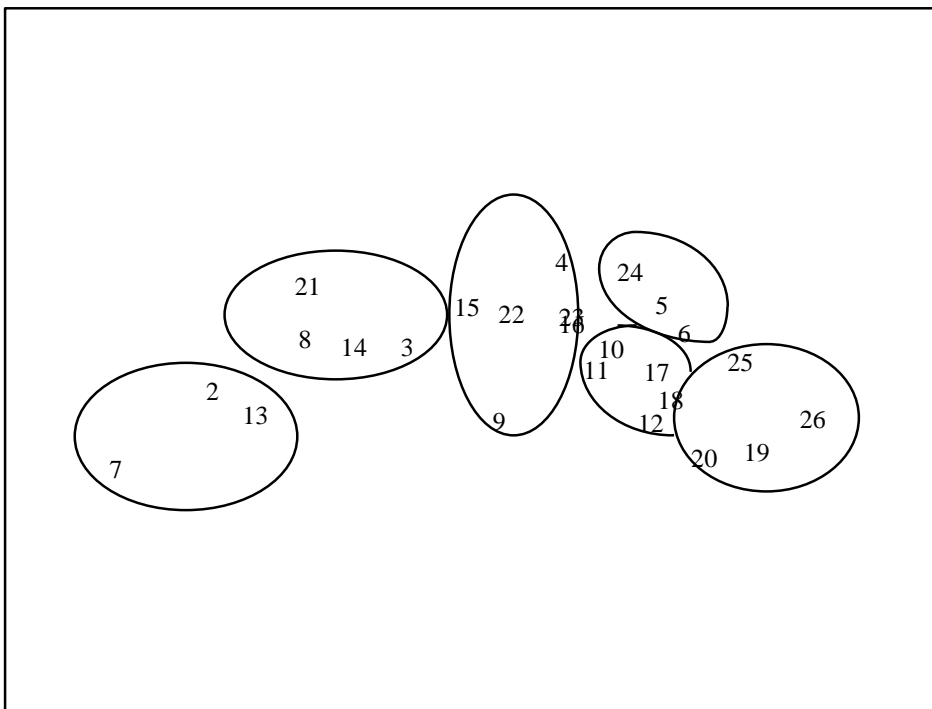


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: **LERØY MIDNOR**

Lokalitet: **SKARTEIET DOLMØYA**

Lokalitetstype: **VTSLEPP SKARTEI**

Date: **11/4-13**

Lokalitetssnr: **n/a**

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks			
			Dos1	Dos1	Dos1	Dos2	Dos2	Dos2	Dos3	Dos3	Dos3	Dos3				
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	#DIV/0!
I	Tilstand (Gruppe I)															
II	pH	verdi	7,52			7,49			7,65							
	E <sub>s</sub> (mv)	verdi	2			-23			161							
		= ref. verdi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	pH/E <sub>s</sub>	fra figur	0			1			0							#DIV/0!
	Tilstand, prøve		1			1			1							
	Tilstand, gruppe II															
Kalibrering pH-elektrode (Dato og sign):			Buffer temp:		Temp sjø:		Temp sediment:			Ref. elektrode:						
			pH sjø: 5,9°C		Eh sjø: -17											
			7,94													
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/Gul = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Brun/Sort = 2														
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Nei = 2														
		Sterk = 4														
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Myk = 2														
	Grabbvolum	v < 1M = 0				0			0	0	0	0	0	0	0	
		1M < v < 2M = 1	1	1	1		1									
		v ≥ 2M = 2														
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2 - 8 cm = 1														
1 ≥ 8 cm = 2																
SUM			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Korrigert sum (*0,22)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tilstand prøve																
Tilstand gruppe III																
Middelevdi gruppe II og III			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
Tilstand gruppe II og III																
pH/Eh	Korr. sum															
	Indeks															
	Middelverdi															
	< 1,1	1														
	1,1 - < 2,1	2														
	2,1 - < 3,1	3														
	≥ 3,1	4														
			Tilstand		Lokalitetstilstand											
			Gruppe I	Gruppe II og III												
			A	1, 2, 3, 4		1, 2, 3, 4										
			4	1, 2, 3		1, 2, 3										
			4	4		4										
			LOKALITETSTILSTAND										0			

Korrekturlest: **15/4-12**  
dato

*[Signature]*  
Sign.

Sign.



SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: **LERØY MOTOR**  
 Lokaltet: **SLAKTERIET DOLMØYA**  
 Lokaltetstype: **UTSLIPP SLAKTERI**

Dato: **11/4-13**  
 Lokaltetsnr: **n/a**

Prøvetakingssted (nr)	Das1	Das1	Das1	Das2	Das2	Das2	Das3	Das3	Das3
Dyp (m)	48	48	48	80	80	80	101	101	101
Antall forsøk	1	1	1	2	2	1	1	1	4
Bobling (i prøve)	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI	NEI
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand	1	1	1			1	1	2
	Sand				2	2	2		<del>2</del>
	Mudder								
	Silt								
Leire									
Fjellbunn									
Steinbunn				1	1	1	2	2	1
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									n/a
Børstemark, antall	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	JA	n/a
Andre dyr, antall									
Malacoceros fuliginosa									
Beggiatoa									
Før									
Fekalier									
Kommentarer									* HVA ÅREN B KABB STEIN! KJEFTEN

Korrekturlest:

15/4-13  
 dato

Sign.

Sign.

## Vedleggstabell 2. Prøverapport 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): Lerøy Midnor AS, 7247 Hestvika**  
**Prosjekt nr.: 807547**

**Prøvetakingssted (område): Dolmøya**

**Dato for prøvetaking: 16.4.13**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Havbrukstjenesten AS**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Det ble kun tatt ett godkjent hugg ved stasjon Dos 3 da det tredje hugget ikke ble tatt grunnet åpen grabb med stein i åpningen ved gjentatte forsøk.**

**Artene er identifisert av: Tom Alvestad og Frøydis Lygre**

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

#### Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

#### Andre opplysninger:

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

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

Signatur: *Frøydis Lygre*  
Godkjent taksonom

## SAM-Marin/Havbruksstjenesten

s. 1/3	Stasjon	Dos 1	Dos 1	Dos 3
		11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013
	Dato			
	Dybde	48 m	48 m	101 m
	Hugg	2	3	2
Arter				
*	<b>PORIFERA</b> indet.	+	+	+
*	<b>HYDROZOA</b> indet.	+	+	+
	<b>ANTHOZOA</b>			
	<i>Cerianthus lloydii</i>		0/1	
	Actiniaria indet.	4	1	1
	<i>Edwardsia</i> sp.	3	6	1
*	<b>NEMERTINI</b> indet.	4	3	
*	<b>NEMATODA</b> indet.	8	11	54
	<b>POLYCHAETA</b>			
	<i>Ampharete lindstroemi</i>			1
	<i>Amphitrite cirrata</i>			1
	<i>Aonides paucibranchiata</i>		1	
	<i>Aphelochaeta</i> sp.		1	
	<i>Axiokebuita</i> sp.	1	3	11
	<i>Chaetopterus variopedatus</i>			1
	<i>Chaetozone</i> sp.		1	
	<i>Cirratulus cirratus</i>	4	4	2
	<i>Eteone longa</i>		1	
	<i>Euchone</i> sp.	1	3	
	<i>Eulalia bilineata</i>		1	
	<i>Eulalia mustela</i>	3		
	<i>Eumida sanguinea</i>	3	2/1	
	<i>Eunice pennata</i>	1		1
	<i>Eupolymnia nebulosa</i>			2
	<i>Eupolymnia nesidensis</i>	6	15	
	<i>Galathowenia oculata</i>			1
	<i>Glycera lapidum</i>	1	3/3	0/2
	<i>Gyptis rosea</i>		3	1
	<i>Harmothoe</i> sp.	0/1	0/2	
	<i>Hydroides norvegica</i>	14	23	2/1
	<i>Kefersteinia cirrata</i>	39	16	6
	<i>Lacydonia</i> sp.	1	3	
	<i>Laonice bahusiensis</i>	1		4/2
	<i>Lepidonotus squamatus</i>			1
	<i>Lipobranchius jeffreysii</i>	3	10/4	2
	Lumbrineridae indet.	1	6	
	<i>Macrochaeta clavicornis</i>	1	2	2
	Maldanidae indet.			1
	<i>Malmgreniella mcintoshii</i>	12/8	3	
	<i>Mystides caeca</i>	1		
	<i>Nereimyra punctata</i>			5
	<i>Nereis pelagica</i>		0/1	3/2

## SAM-Marin/Havbruktstjenesten

s. 2/3	Stasjon	Dos 1	Dos 1	Dos 3
		11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013
	Dato			
	Dybde	48 m	48 m	101 m
Arter	Hugg	2	3	2
<i>Notomastus latericeus</i>			4	1/1
<i>Notoproctus</i> sp.		4	22	
<i>Paraonis</i> sp.			1	1
<i>Parathelepus collaris</i>				2
<i>Pareurythoe borealis</i>		6	4/1	2
<i>Pholoe baltica</i>		16	27	6
<i>Polycirrus norvegicus</i>		11	26	
<i>Polydora</i> sp.		1	1	1
<i>Polygordius</i> sp.				1
Polynoidae indet.				0/13
<i>Pomatoceros triqueter</i>		2/1	1	
<i>Protodorvillea kefersteini</i>			1	
Sabellidae indet.		3	10	4
<i>Sphaerodoropsis</i> sp.				1
<i>Sphaerodorum flavum</i>		3	1/5	2/1
<i>Spio</i> sp.		3		
<i>Spiophanes bombyx</i>				0/1
Spirorbidae indet.		3	10	95
Syllidae indet.		5	10	5
<i>Thelepus cincinnatus</i>				4/1
<i>Trichobranchus glacialis</i>		6	1	
<b>OLIGOCHAETA indet.</b>			2	25
<b>CRUSTACEA</b>				
* Amphipoda indet.		6	14	4
* <i>Calanus finmarchicus</i>		1		
* <i>Eurydice</i> sp.			1	
* <i>Galathea intermedia</i>			0/7	
* <i>Gnathia</i> sp.			1	
* <i>Hyas coarctatus</i>				1/1
* <i>Liocarcinus pusillus</i>			1	
* Paguridae indet.			0/1	
* <i>Pleurogonium spinosissimum</i>			1	
Tanaidacea indet.		1		2
* <i>Verruca stroemia</i>			2	6/8
<b>PYCNOGONIDA indet.</b>				5
<b>MOLLUSCA</b>				
<i>Arctica islandica</i>			1	
<i>Astarte montagui</i>		13/2	10	1/1
Bivalvia indet.				3
<i>Clausinella fasciata</i>		1	1	
<i>Crenella decussata</i>			1	22/4
<i>Euspira montagui</i>			2	

s. 3/3	Stasjon	Dos 1	Dos 1	Dos 3
	Dato	11.04.2013	11.04.2013	11.04.2013
	Dybde	48 m	48 m	101 m
Arter	Hugg	2	3	2
<i>Euspira pulchella</i>			2	
<i>Hiatella</i> sp.			0/1	
<i>Ischnochiton albus</i>				1
<i>Leptochiton alveolus</i>				1
<i>Leptochiton asellus</i>		4/1	12/3	7/2
<i>Limaria loscombi</i>			1/2	
<i>Limatula subauriculata</i>		8/2	1	22/6
<i>Melanella</i> sp.		1		3
<i>Monia squama</i>				1
<i>Mya</i> sp.			0/1	
Mytilidae indet.		0/3	0/5	0/72
<i>Novocrania anomala</i>		4	12	7
<i>Skenea ossiansarsi</i>				2
<i>Skenea</i> sp.				1
<i>Tapes rhomboides</i>		2	1	
<i>Timoclea ovata</i>			1	
<i>Venus casina</i>			1	1
<b>SIPUNCULA</b>				
Sipuncula indet.		2		10
<i>Phascolion strombus</i>			1/1	
* <b>BRYOZOA indet.</b>				
* Bryozoa indet. skorpeformet		++	+	++
* Bryozoa indet. grenet		+	+	++
<b>ECHINODERMATA</b>				
<i>Amphipholis squamata</i>			1	
<i>Amphiura filiformis</i>				0/3
Echinoidea indet.			0/2	
<i>Ekmania barthii</i>		1	1	
<i>Ophiocomina nigra</i>			3	0/1
<i>Ophiocten affinis</i>			1	0/1
<i>Ophiopholis aculeata</i>			1	0/1
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>			0/1	
Synaptidae indet.			5	
<i>Thyonidium drummondii</i>				2
<b>ENTEROPNAUSTA indet.</b>			1	
<b>ASCIDIACEA indet.</b>		6	4	2
<i>Pyura tessellata</i>		1	3	
* Fiskeegg			3	1
* <b>VARIA</b>				+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

<b>Geometriske klasser</b>	<b>Dos 1</b>	<b>Dos 3</b>
I	25	23
II	17	18
III	12	10
IV	10	4
V	7	3
VI	4	0
VII	0	2
VIII	0	0
IX	0	0

## Vedleggstabell 4. Analysebevis geologi

		<b>Molab as, 8607 Mo i Rana</b> 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		
		<b>RAPPORT</b>  <b>Sedimentprøver SAM-Marin</b>		
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Sentralt fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 51311	Antall sider + bilag: 2	
		Rapport referanse: KR-17468	Dato: 27.08.2013	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101	Utført: Terje Kolberg / Eli Ellingsen	Ansvarlig signatur: 	

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

## RESULTATER

Prøve merket:			807547/ 59/13 pr Dos 1	807547/ 59/13 pr Dos 2	807547/ 59/13 pr Dos 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081262	KA- 081263	KA- 081264		
TOM (550 oC)	%	26.06.13	5,50	4,22	1,29		

## Kornfordeling

Analysedato: 26.07.13

Dos 1	KA- 081262	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1		8,63	70,2	70,2	MdΦ	Silt og leire	2,8
1000	0		2,01	16,3	86,5	-2,23	Sand	27,0
500	1		0,89	7,2	93,7		Grus	70,2
355	1,5		0,18	1,5	95,2	SdΦ		
250	2		0,10	0,8	96,0	2,01		
180	2,5		0,06	0,5	96,5			
125	3		0,03	0,2	96,8	SkΦ		
90	3,5		0,04	0,3	97,1	0,07		
63	4		0,01	0,1	97,2			
<63	8		0,35	2,8	100,0	KΦ		
			12,30	100,0		0,86		

Prøveresultatene gjelder utelukkende de prøvede objekter. Selve rapporten representerer eller inneholder ingen produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabes standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se [www.molab.no](http://www.molab.no) for disse betingelser.



Dos 2	KA- 081263	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	1,64	11,5	11,5	MdΦ	Silt og leire	8,5	
1000	0	1,32	9,3	20,8	1,55	Sand	79,9	
500	1	2,35	16,5	37,4		Grus	11,5	
355	1,5	1,58	11,1	48,5	SdΦ			
250	2	2,20	15,5	64,0	1,97			
180	2,5	1,94	13,7	77,7				
125	3	1,18	8,3	86,0	SkΦ			
90	3,5	0,50	3,5	89,5	-0,05			
63	4	0,28	2,0	91,5				
<63	8	1,21	8,5	100,0	KΦ			
		14,20	100,0		1,40			

Dos 3	KA- 081264	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	17,05	93,3	93,3	MdΦ	Silt og leire	3,3	
1000	0	0,47	2,6	95,9	-17,85	Sand	3,4	
500	1	0,05	0,3	96,2		Grus	93,3	
355	1,5	0,01	0,1	96,2	SdΦ			
250	2	0,02	0,1	96,4	11,91			
180	2,5	0,03	0,2	96,5				
125	3	0,02	0,1	96,6	SkΦ			
90	3,5	0,01	0,1	96,7	0,00			
63	4	0,01	0,1	96,7				
<63	8	0,60	3,3	100,0	KΦ			
		18,27	100,0		0,74			

### ANALYSEINFORMASJON

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings- status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons- grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	NS-9423	A	10	-	%

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 produktgodkjenning. Rapporteres i henhold Molabs standard leveringsbetingelser dersom ikke annet er avtalt. Se [www.molab.no](http://www.molab.no) for disse betingelser.



## Vedleggstabell 5. 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-001025-01



EUNOBE-00006378

Prøvemottak: 19.04.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 19.04.2013-08.05.2013  
Referanse: 807547 / 27/13

## ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 340	mg/kg tv	a) 470	mg/kg tv	a) 320	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 4	mg/kg tv	a) 8	mg/kg tv	a) 4	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 15	mg/kg tv	a) 35	mg/kg tv	a) 21	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 9	g/kg tv	a) 14	g/kg tv	a) 7	g/kg tv	EN 13137	0,1
Total tørrstoff		a) 78,4	% (w/w)	a) 64,9	% (w/w)	a) 68,5	% (w/w)	EN 14346	0,1

441-2013-0419-076 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet  
441-2013-0419-077 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet  
441-2013-0419-078 Merknader: Prøven var frossen ved ankomst laboratoriet

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 08.05.2013

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 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 1

**Vedleggstabell 6: CTD data fra DOS 3**

Dyp	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density
1	33,21	4,676	94,75	9,87	0,2	26,299
3	33,22	4,673	95,53	9,95	0,17	26,313
5	33,24	4,689	95,15	9,91	0,19	26,339
7	33,26	4,694	96,09	10	0,21	26,362
10	33,24	4,698	98,52	10,25	0,43	26,36
15	33,24	4,693	102,45	10,66	0,34	26,382
21	33,26	4,69	105,17	10,95	0,29	26,428
30	33,25	4,711	108,88	11,33	0,46	26,461
40	33,27	4,722	111,34	11,58	0,3	26,52
45	33,27	4,731	112,22	11,67	0,27	26,543
50	33,27	4,741	112,83	11,73	0,39	26,565
55	33,26	4,739	112,98	11,75	0,37	26,578
59	33,28	4,741	113,15	11,76	0,87	26,615
65	33,31	4,781	113,4	11,77	0,35	26,661
70	33,31	4,784	113,39	11,77	0,39	26,687
74	33,33	4,81	113,55	11,78	0,4	26,717
80	33,34	4,826	113,57	11,78	0,36	26,75
85	33,34	4,852	113,66	11,78	0,31	26,773
91	33,35	4,855	113,77	11,79	0,37	26,805
96	33,34	4,868	113,43	11,75	0,28	26,818
99	33,46	5,059	113,49	11,69	0,56	26,909