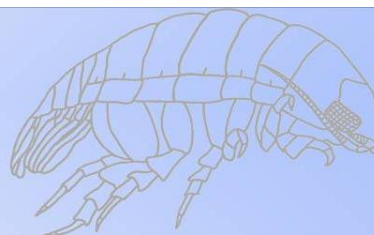


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



e-rapport nr: 43 – 2013

## *MOM-C undersøkelse fra lokalitet Storskogøya i Snillfjord kommune, april 2013*



**Rune Haugen**

**Øydis Alme**

**Stian Ervik Kvalø**

**Per-Otto Johansen**



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

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Storskogøya i Snillfjord kommune, april 2013	Dato: 09.12.2013 Antall sider og bilag: 42
Forfatter(e): Rune Haugen, Øydis Alme, Stian E. Kvalø, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Stian E. Kvalø Prosjektnummer: 807427

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

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Storskogøya on its surrounding environment. In general conditions were good with regards to the parameters surveyed, although the species composition on the station closest to the facility, Stø 1, indicated some effects of addition of organic matter to the sediment.

Keywords: Marine, environment, MOM-C survey, recipient.	Emneord: Marin, miljø, MOM-C undersøkelse, recipient.	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 43-2013
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	9.12.13	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	9.12.13	<i>Stian E. Kvalø</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:** Christian Bøe, Rune Haugen

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Ragna Tveiten, Nargis Iswlam

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

**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 Produksjonsdata fra anlegget .....	13
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>14</b>
3.1 Hydrografi .....	14
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Måling av pH og Redokspotensial (Eh) og sensoriske observasjoner .....	17
3.5 Bunndyr .....	18
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>21</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>22</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>23</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>24</b>
Generell vedleggsdel .....	25
Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....	33
Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste .....	35
Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....	39
Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi.....	40
Vedleggstabell 5. Analysebevis geologi.....	41
Vedleggstabell 6: CTD data fra STØ 3 .....	42

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Storskogøya, ved Sundlandet, i Snillfjord kommune. Innsamlingene ble gjennomført 18. april 2013.

Anlegget har ligget i nåværende posisjon i mange år og det har tidligere blitt gjennomført en rekke MOM- B- undersøkelser ved lokaliteten.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Storskogøya. 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 (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) i samarbeid med Havbrukstjenesten AS 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

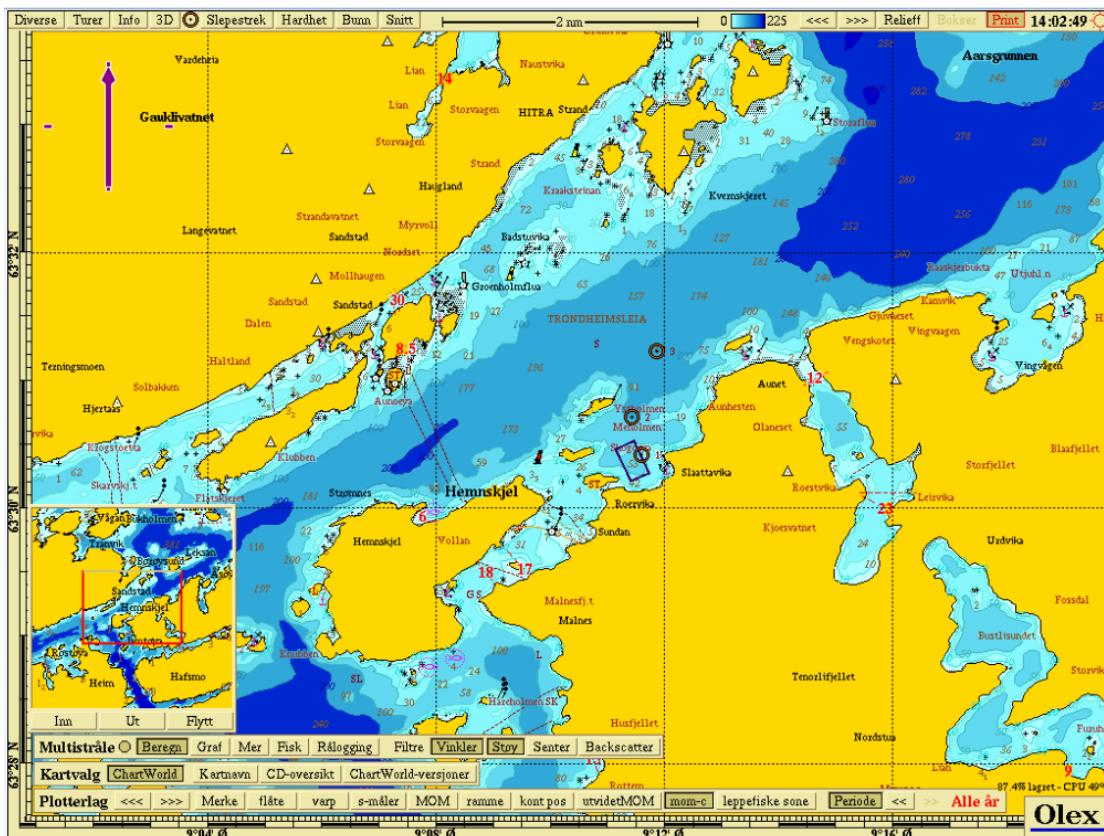
Lokaliteten ligger i ei bukt nordøst for Sunde, i Snillfjord kommune (Figur 2.1. og 2.2). Anlegget ligger over svakt skrånende terreng fra omtrent 40 m innerst til nærmere 65 m dyp under anleggets ytterste del. Skråningen fortsetter ut mot Trondheimsleia og mellomstasjonen, Stø 2 ligger lengre ut i denne skråningen, mens fjernstasjonen, Stø 3 ligger i områdets dypeste del på 152 m. Vestover er det et par grunnere sund mellom fastlandet og Storskogøya og øya lengre ut.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

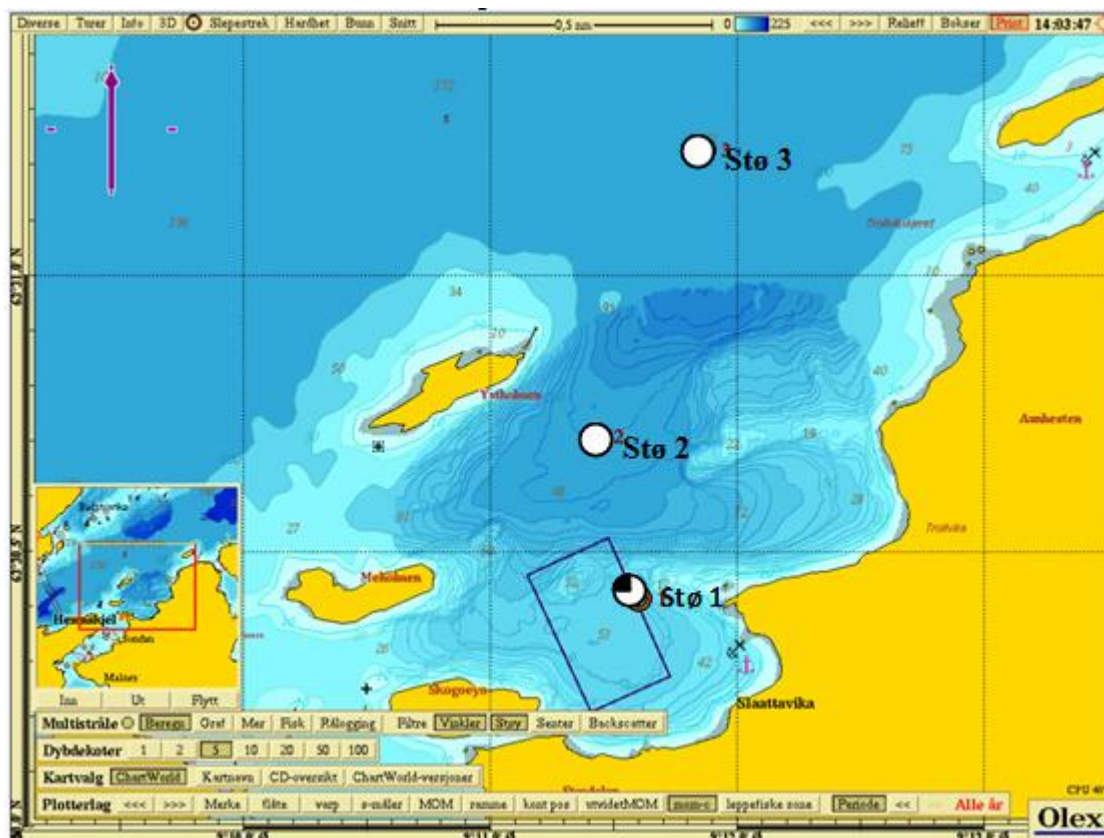
Prøveinnsamlingene ble gjort 18. april 2013. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra stasjonen i den dypeste delen av fjorden (Stø 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 Storskogøya, nordøst av Sunde ved Trondheimsleia. Kartet viser kartutsnittet for undersøkellesområdet sørlige del av Trondheimsleia.



Figur 2.2: Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjonsstasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex. Hvitt kakestykke indikerer ingen påvirkning, ett kvart svart kakestykke indikerer litt påvirkning.

**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
Stø 1 18.04.13	Område 63° 30.413 'N 09° 11.603 'Ø	51	1 2 3	5 5 3	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle hugg like med mye sand
Stø 2 18.04.13	Område 63° 30.706 'N 09° 11.426 'Ø	100	1 2 3	4,5 4 3	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle hugg like med mye sand
Stø 3 18.04.13	Område 63° 31.225 'N 09° 11.859 'Ø	162	1 2 3	9 9,5 5,5	Kjemi, geologi, pH og Eh Biologi Biologi Alle hugg like med mye sand

### 2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (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 strømmer 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. Geologiske analyser er utført 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 KLIF's manual (Molvær *et. al*, 1997 og Bakke *et. al*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis WTW pH 3110 pH- meter 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 uforurensede 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.

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

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

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

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

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanndirektivet 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 Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat/ Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig	
<b>Dypvann</b>	Oksygen*	97:03	ml O <sub>2</sub> /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen metn.**	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
<b>Sediment</b>	Shannon-Wiener 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

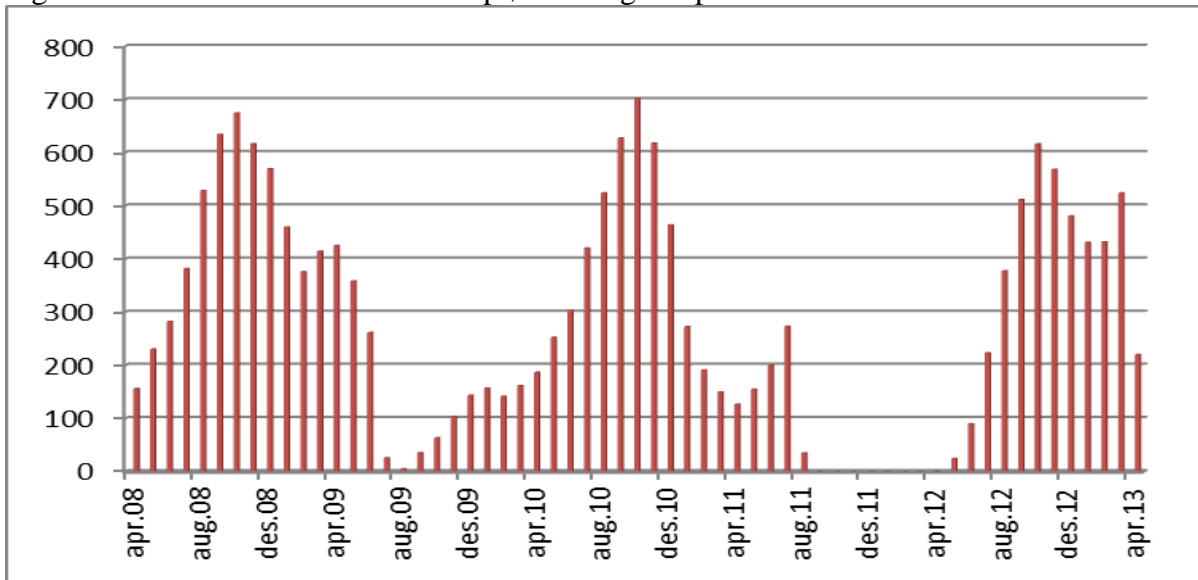
\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6<sup>0</sup>C

**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 Produksjonsdata fra anlegget

Storskogøya har vært i bruk som oppdrettslokalitet i over 10 år. Årlig fôrforbruk har ligget rundt 3.000 tonn inkl. periodene med brakklegging. Fôrforbruket pr. måned er presentert i Figur 2.3 for de siste 5 årene frem til prøvetakingstidspunktet for MOM C.



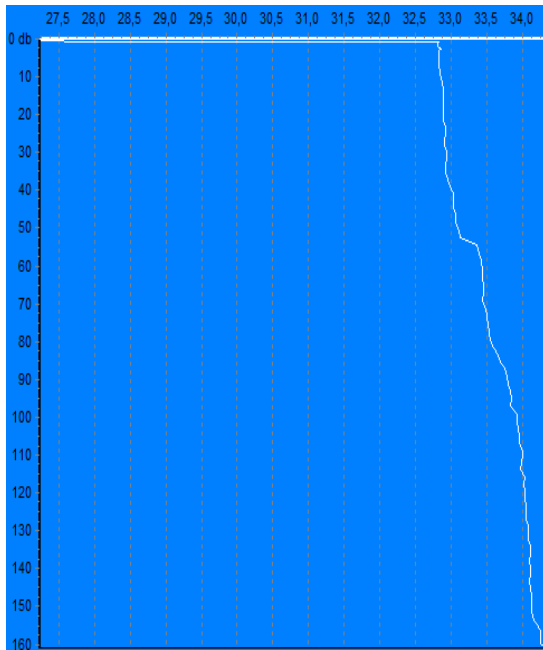
Figur 2.3: Fôrforbruket pr. måned i tonn de siste 5 årene for Storskogøya frem til prøvetaking av MOM C i april 2013.

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

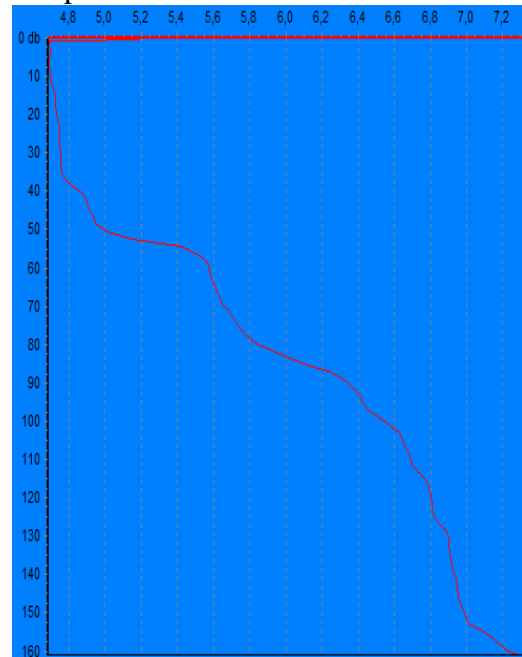
#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Stø 3 den 18. april 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1 og i vedleggstabell 6.

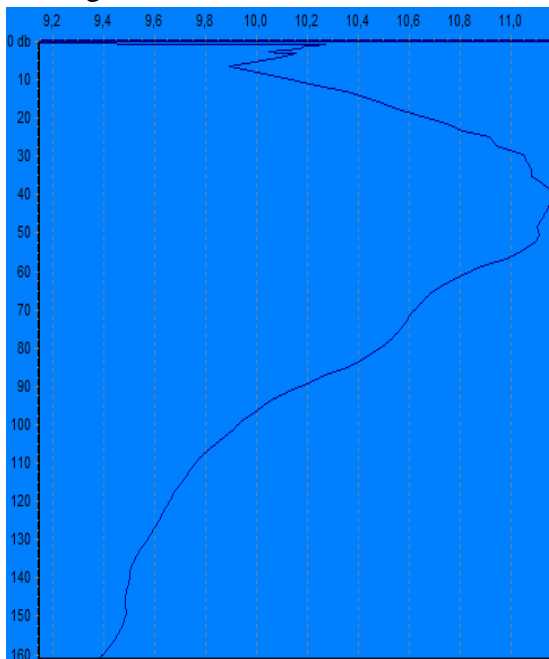
Salinitet



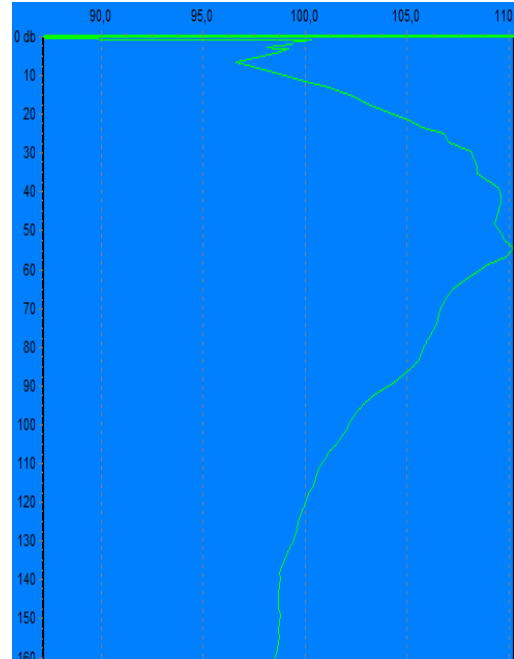
Temperatur



O2 mg/l



O2 %



**Figur 3.1:** Temperatur, saltholdighet, oksygen i % metning og mg/l på Stø 3, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 160 meter den 18. april 2013. Oksygeninnhold i ml/l blir beregnet fra mgO<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Temperaturen på Stø 3 den 18. april 2013, var i underkant av 5° C fra overflata og varierte lite ned til omtrent 50 m dyp. Fra 50 m dyp steg den jevnt ned til bunnen på 162 m, til rundt 7,2° C. Det var dermed små forskjeller og ingen gradient i temperaturforskjeller.

I overflatelaget var saltholdigheten rundt 32,8 promille. Deretter steg den jevnt uten noen gradient ned til bunnen, hvor den var i overkant av 34 promille.

Oksygeninnholdet var relativt jevnt gjennom vannsøylen. I overflatelaget lå konsentrasjonen på 9,9 mg/l. Fra rundt 8 m dyp til omtrent 38 m dyp steg oksygeninnholdet jevnt til 11,1 mg/l, før den sank jevnt ned til bunnen. Ved bunnen var den 9,4 mg/l ved 160 m dyp, hvilket tilsvarer 6,62 ml/l. Denne målingen ved bunnen plasserer bunnvannet i KLIF's tilstandsklasse I (meget god).

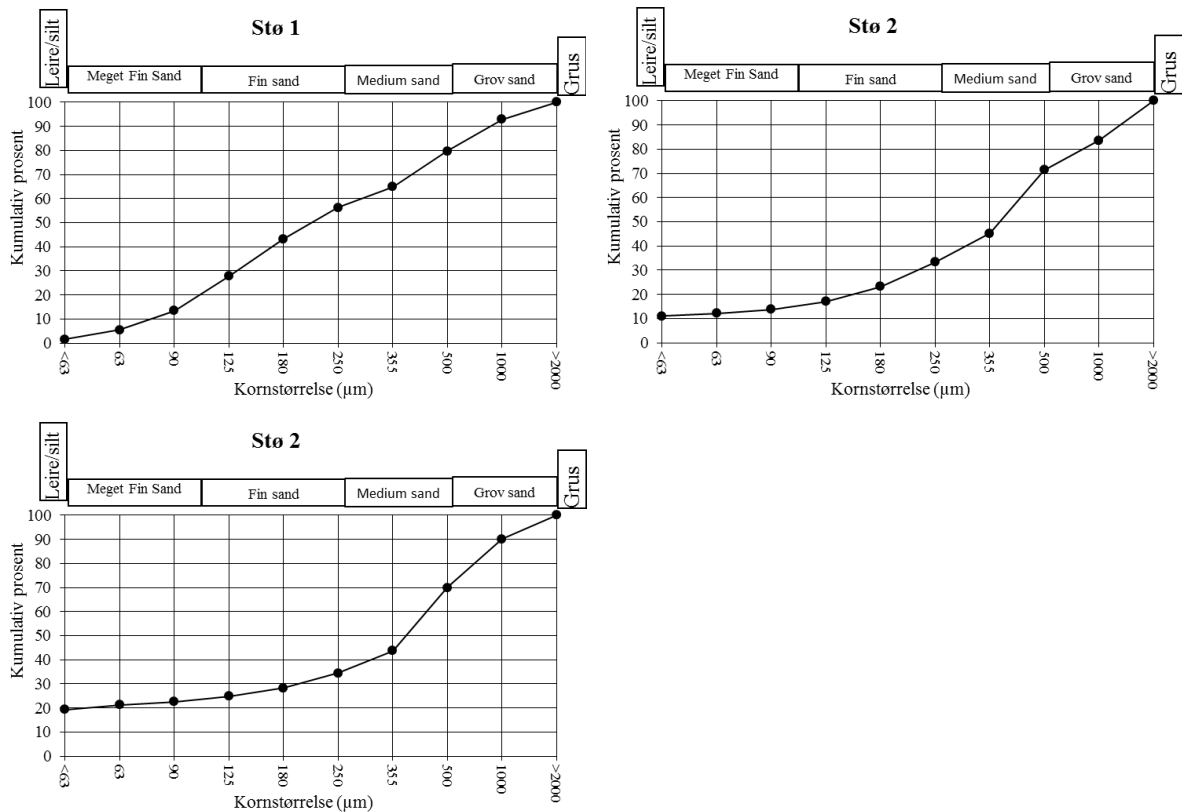
### 3.2 Sediment

Resultatene fra sediment- undersøkelserne er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, organisk innhold (% TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Storskogøya 18. april 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold TOM (%)	Leire + Silt %	Sand %	Grus %
Stø 1	51	4,36	1,5	91,4	7,1
Stø 2	100	3,94	11,0	72,6	16,4
Stø 3	162	4,48	19,3	70,7	9,9





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

I nærsonen, Stø1, dominerte grovere sediment strekt, og sand utgjorde hele 91,4 % av sedimentet, 1,5 % var finere sediment, leire og silt. De resterende 7,1 % var grus. Glødetapet var 4,4 %. Det organiske innholdet var dermed lavt.

Overgangssonen, Stø 2, var sedimentet grovt og mye lik Stø 1. Det bestod av 72,6 % sand, 16,4 % grus og 11,0 % silt/leire. Her var glødetapet lavest (3,9 %) og det organiske innholdet er derfor normalt lavt.

Fjernstasjon, Stø 3, var mye lik de to andre stasjonene, med mest av grovere sediment, men andel finere sediment var litt høyere enn på de to andre stasjonene. Andelen sand var 70,7 %,leire/silt fraksjonen var 19,3 %, mens grusandelen var 9,9 %. Her var glødetapet også lavt, på 4,5 %..

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Verdien for TOC var lav på alle tre stasjonene, og ga Tilstandsklasse I (Meget god) for alle de tre stasjonene. TOC er ikke tilpasset kystfarvann (Aure et al. 1993), men i dette tilfellet samsvarte verdiene godt med resultatene for glødetap, som også var lavt på alle tre stasjonene. 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	TOC mg/kg	Norm. TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Stø 1	12,0	17,7	I	770	45,0	I	10,0	I	59,4
Stø 2	10,0	16,0	I	440	48,0	I	8,0	I	67,8
Stø 3	11,0	14,5	I	480	44,0	I	9,0	I	72,6

### 3.4 Måling av pH og Redokspotensial (Eh) og sensoriske observasjoner

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

Målingen av pH og  $E_h$  på alle stasjonene ga beste tilstandsklasse, tilstand 1. Det var ingen sensoriske faktorer som indikerer påvirkning, da det var ingen lukt, gass, slam eller farge på de to dypeste stasjonene, Stø 2 og Stø 3. På nærstasjonen var det litt mørkere farge (1), og noe lukt (2), som indikerer utslag av påvirkning.

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

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Stø1	7,28	-134	1	1
Stø 2	7,35	-21	0	1
Stø 3	7,50	12	0	1

### 3.5 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i 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 Stø 1 like ved anlegget, ble det funnet 36 arter med til sammen 309 individer. Den mest tallrike arten på denne stasjonen var børstemakken *Capitella capitata*, som med 90 individer utgjorde 29 % av det totale individantallet i prøven. Dette er en art som trives i forhold med mye tilført organisk materiale der andre arter kan ha vansker med leve. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter, NQI1 og NQI2, havnet i henholdsvis tilstandsklasse III og II. Dette indikerer at det er noe miljøpåvirkning på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene. Diversiteten ble beregnet til 3,76 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse II (God). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk stasjonen Miljøtilstand 1 (meget god) (Tabell 2.3).

På fjernsonestasjonen Stø 3 fant man 63 arter med til sammen 361 individer. Diversiteten ble beregnet til 4,44 som plasserer stasjonen i KLIFs tilstandsklasse I (Meget God). Den mest tallrike arten var børstemarken *Melinna albicincta*, med 104 individer (29 %). Ellers finner man ytterligere åtte børstemarkarter og en art av *Sipuncula* blant de ti mest tallrike artene. NQI1 og NQI2, havnet også i beste tilstandsklasse. Dette indikerer gode forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene.

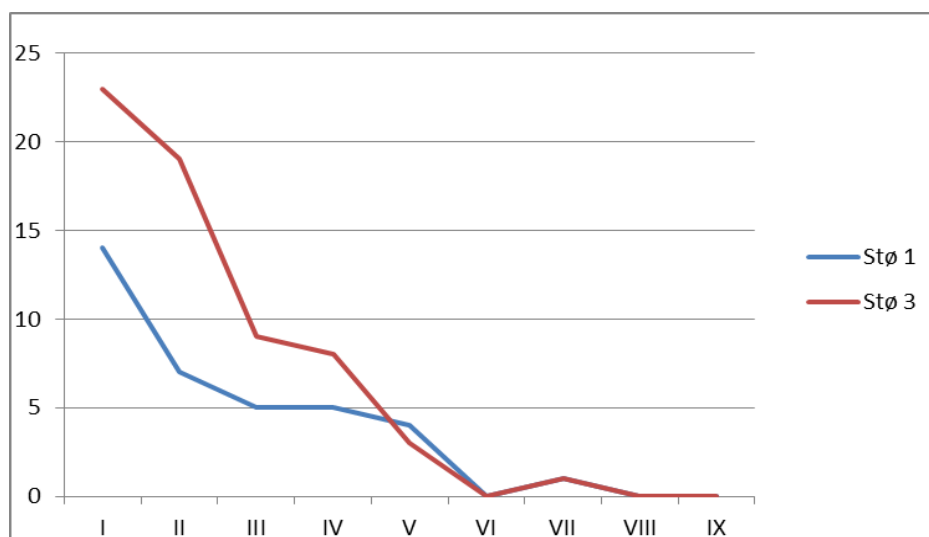
Grunnet de gode verdiene på Stø 1 og Stø 3 var det ikke behov for å analysere Stø 2.

De multivariate analysene viser at det var 61 % likhet mellom huggene på stasjon Stø 1 og 68 % likhet mellom huggene på stasjon Stø 3. Forskjellen mellom stasjonene var langt større, med en likhet nærmere 20 % (Figur 3.4 og 3.5). 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 (grabbhugnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: meget god, Grønn: god, Orange: dårlig, Rød: meget dårlig (se generell vedleggsdel).

Stasjon	Hugg	Arter	Individer	Diversitet			ES		AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
				(H')	NQI1	NQI2	(100)	TK				
Stø 1	2	28	232	3,49	0,59	0,53	20,48		3,693	0,73	4,81	
Stø 1	3	23	77	4,04	0,66	0,63	23,00		2,899	0,89	4,52	
Sum		36	309	3,83			22,81			0,74	5,17	
<b>Snitt</b>		<b>25,5</b>	<b>154,5</b>	<b>3,76</b>	<b>0,62</b>	<b>0,58</b>	<b>21,74</b>		<b>3,296</b>	<b>0,81</b>	<b>4,67</b>	<b>I</b>
Stø 3	2	47	171	4,60	0,77	0,73	35,75		2,079	0,83		
Stø 3	3	49	190	4,29	0,76	0,69	34,76		2,295	0,76	5,55	
Sum		63	361	4,61			35,43			0,77	5,61	
<b>Snitt</b>		<b>48</b>	<b>180,5</b>	<b>4,44</b>	<b>0,77</b>	<b>0,71</b>	<b>35,26</b>	<b>I</b>	<b>2,187</b>	<b>0,80</b>	<b>5,98</b>	

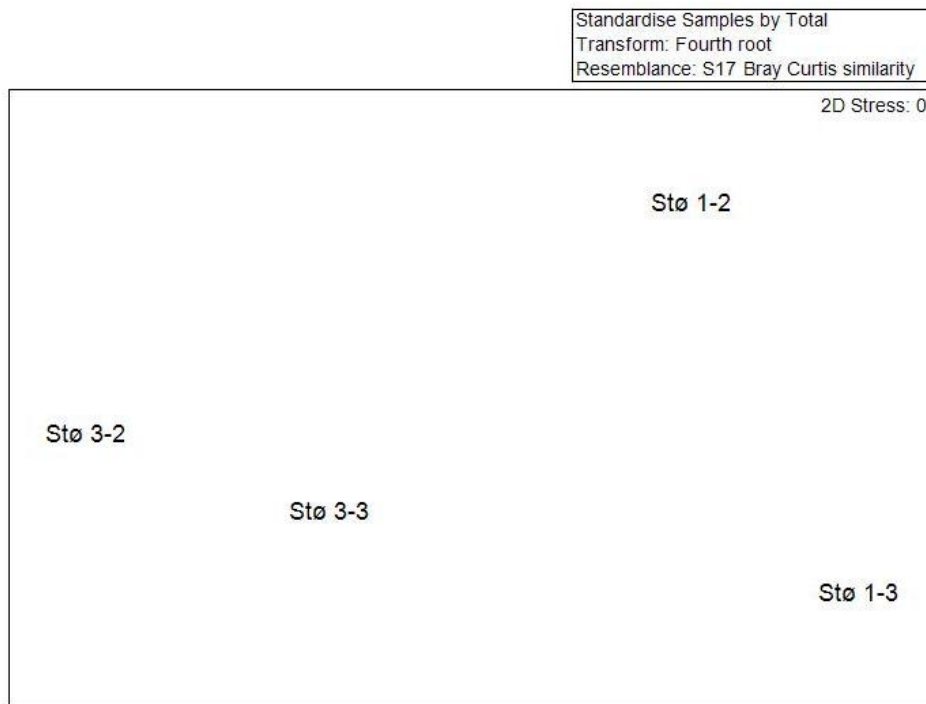
I – Meget god    II - God    III – Mindre god    IV – Dårlig    V – Meget dårlig



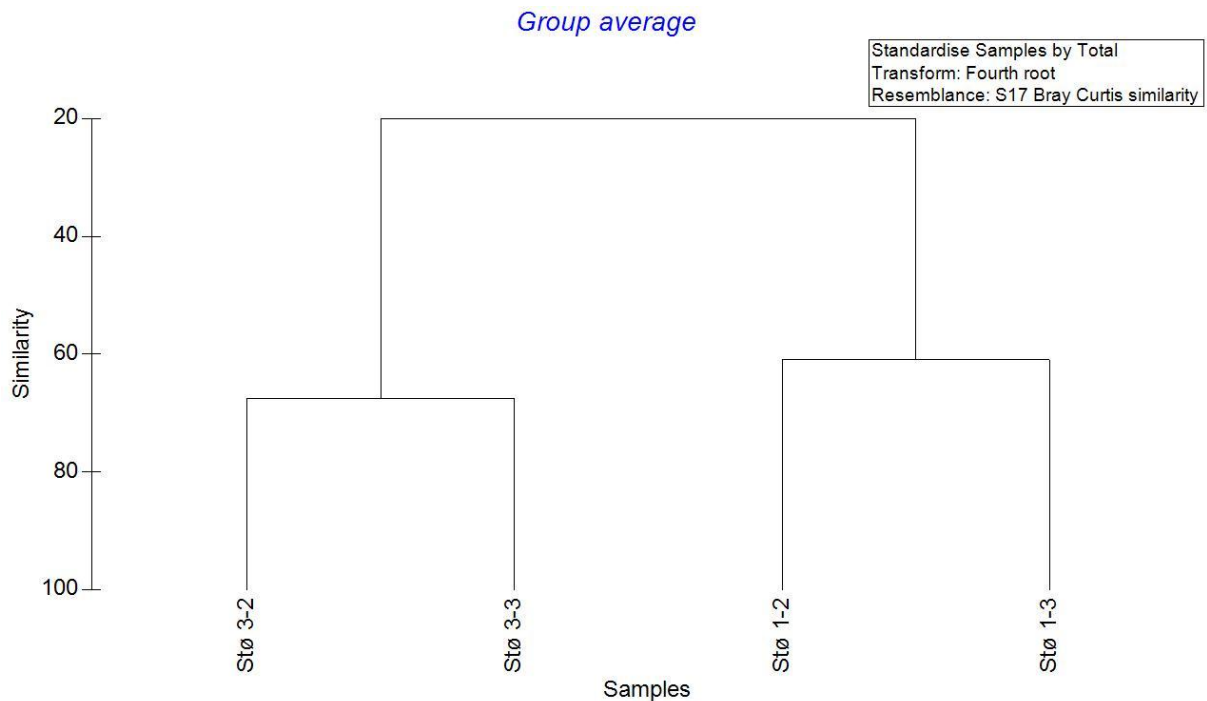
**Figur 3.3:** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

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

Stø 1	Antall individer	0,2 m2 %	Kum. %	Stø 3	Antall individer	0,2 m2 %	Kum. %
<i>Capitella capitata</i>	90	29	29	<i>Melinna albicincta</i>	104	29	0,29
<i>Scoloplos armiger</i>	31	10	39	<i>Sabellidae indet.</i>	23	6	0,35
<i>Thyasira sarsii</i>	29	9	48	<i>Malacoceros sp.</i>	16	4	0,40
<i>Pholoe baltica</i>	26	8	57	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	16	4	0,44
<i>Prionospio cirrifera</i>	23	7	64	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	14	4	0,48
<i>Mediomastus fragilis</i>	15	5	69	<i>Notomastus latericeus</i>	12	3	0,51
<i>Eteone longa</i>	10	3	72	<i>Spiophanes wigleyi</i>	12	3	0,55
<i>Goniada maculata</i>	9	3	75	<i>Lumbrineridae indet.</i>	11	3	0,58
<i>Paradoneis sp.</i>	9	3	78	<i>Amythasides macroglossus</i>	11	3	0,61
<i>Pectinaria auricoma</i>	9	3	81	<i>Aphelochaeta sp.</i>	10	3	0,64



**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



**Figur 3.5:** 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 oppdrettslokaliteten Storskogøya, ved Sundlandet sør i Trondheimsleia, Snillfjord kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført dato. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Sedimentet var dominert av sand på alle tre stasjonene, med minst andel på Stø3, 70,7 % og størst andel på nærstasjonen Stø 1 på 91,4 %. Alle stasjonene hadde en mindre andel av silt/leire og en andel av grus.

Oksygenforholdene målt ved bunnen ved Stø 3 ga 6,6 ml/l og ga beste tilstandsklasse, I.

Analysene av tungmetallene ga beste tilstandsklasse for både sink og kobber for alle tre stasjonene. Likeledes var fosforverdiene lave for alle stasjonene. TOC verdiene var og lave på alle tre stasjonene, og alle fikk beste tilstandsklasse I, noe som samsvarer med et lavt glødetap på alle tre. Glødetap og TOC viser at man har lite organisk stoff i sedimentet. Måling av pH og Eh ga alle stasjonene beste tilstand 1.

På nærstasjonen Stø 1, hadde sedimentet en noe mørkere farge og noe lukt, noe som indikerer en viss påvirkning som trolig skyldes oppdrettsaktiviteten. På de to andre stasjonene var det ingen sensoriske observasjoner som tyder på forurensing.

Analysene av bunnfauna gav beste tilstand etter MOM for nærstasjonen Stø 1 og beste tilstand etter KLIF for fjernstasjonen Stø 3. Grunnet de gode forholdene for fauna på både Stø 1 og Stø 3, ble ikke mellomstasjonen Stø, 2 analysert.

Lokaliteten har vært i bruk i mange år. MOM C undersøkelsen viste at området hadde gode forhold på undersøkelsestidspunktet. Undersøkelsen ble imidlertid ikke utført ved produksjonstopp da miljøbelastningen som regel er høyest. Redokspotensialet og pH gav beste tilstand for sedimentet på alle stasjonene.

## **5 TAKK**

På toktet deltok Christian Bøe og Rune Haugen fra Havbrukstjenesten AS. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten og Nargis Islam. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad og Frøydis Lygre.



## 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*.

## 7 VEDLEGG

<a href="#"><u>Generell vedleggsdel</u></a> .....	Error! Bookmark not defined.
<a href="#"><u>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</u></a> .....	Error! Bookmark not defined.
<a href="#"><u>Vedleggstabell 2. Prøverapport Artsliste</u></a> .....	Error! Bookmark not defined.
<a href="#"><u>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</u></a> .....	Error! Bookmark not defined.
<a href="#"><u>Vedleggstabell 4. Analysebevis kjemi</u></a> .....	Error! Bookmark not defined.
<a href="#"><u>Vedleggstabell 5. Analysebevis geologi</u></a> .....	Error! Bookmark not defined.
<a href="#"><u>Vedleggstabell 6: CTD data fra STØ 3</u></a> .....	Error! Bookmark not defined.

## 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.

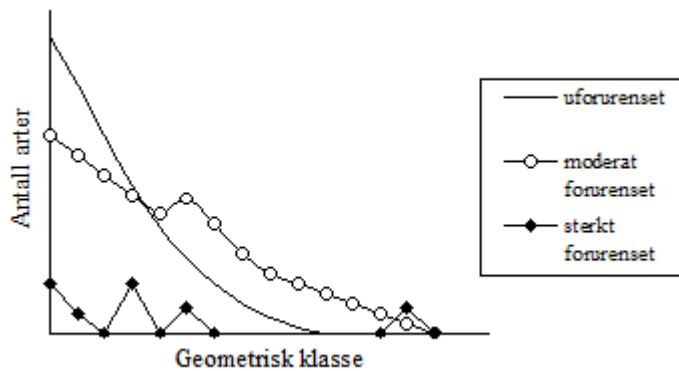
#### Geometriske klasser

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 Direktoratsgruppa 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.

**Diversitetsindeksen SN** er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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:

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

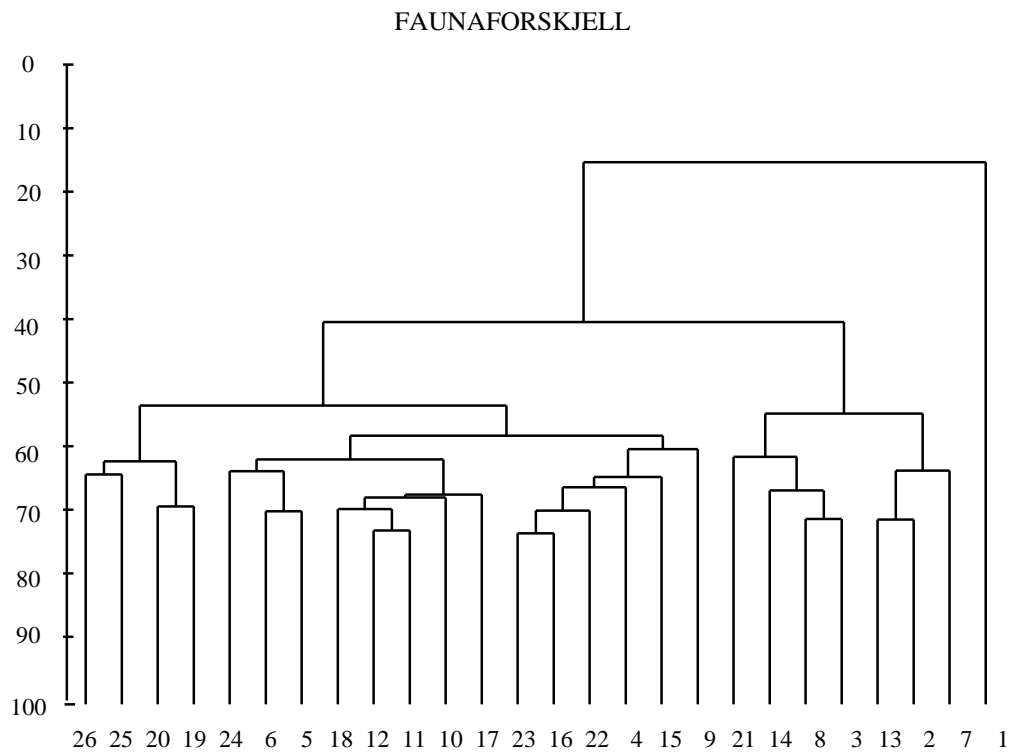
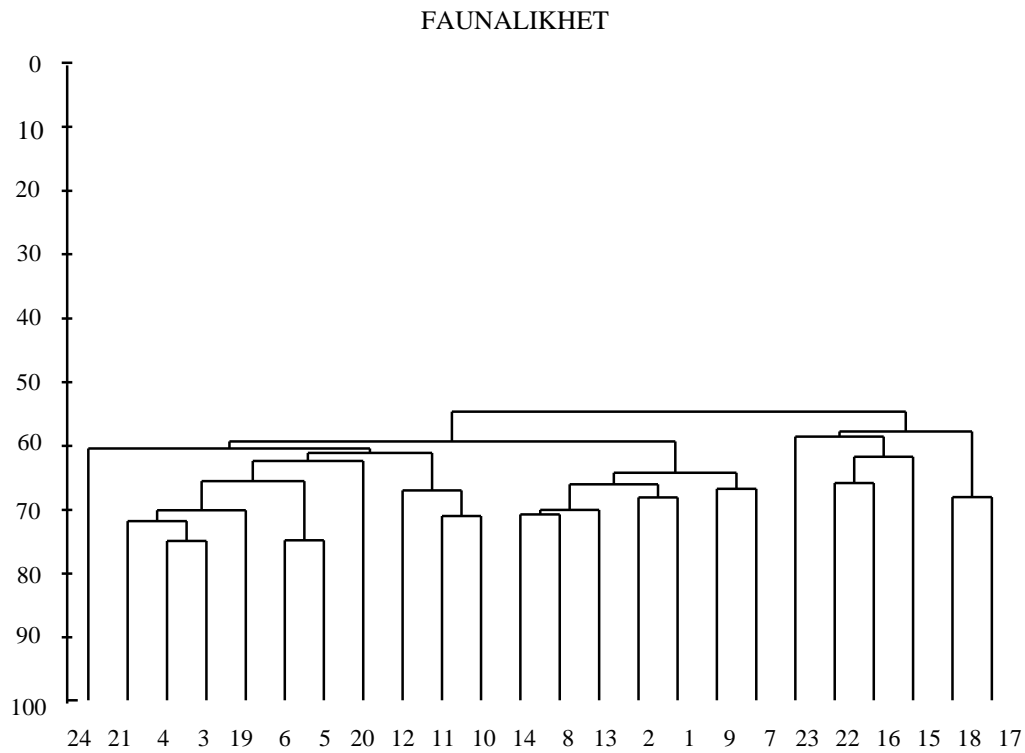
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,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

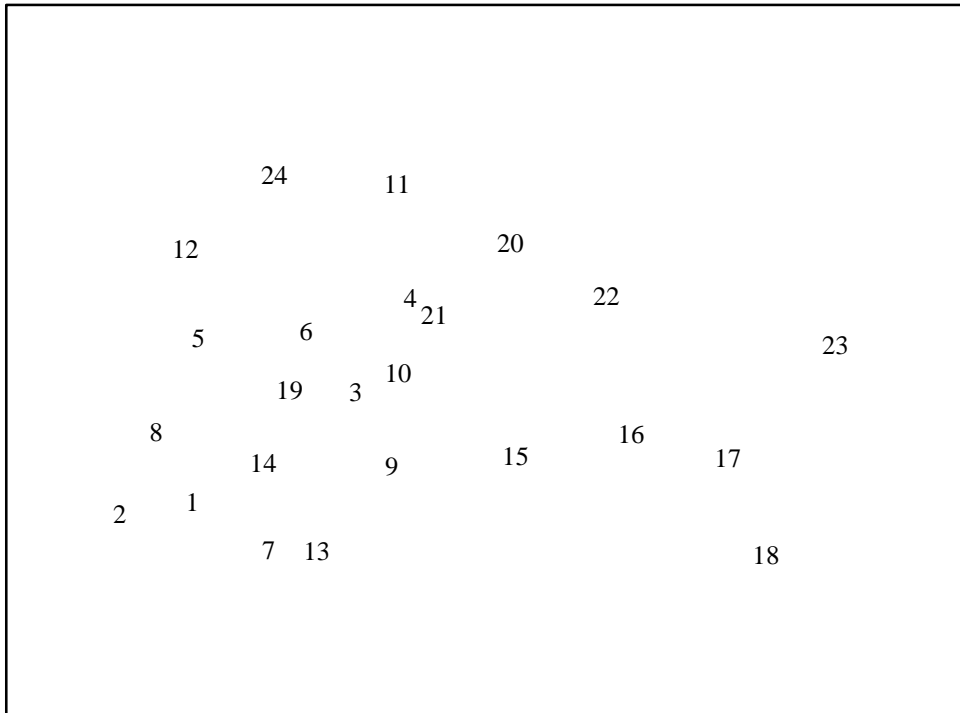
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.



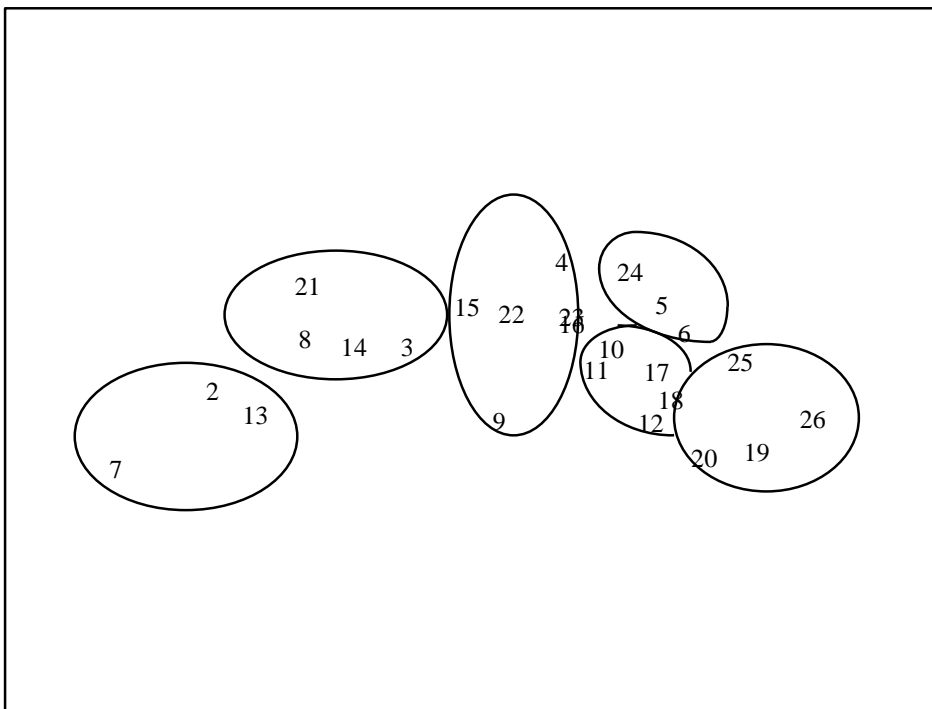


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

Bfa

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: *LERØY MIDNOR* / P.nr. 802427

Dato: 18/4-13

Lokalitet: *STORSKOGØYA*

Lokalitetsnr:

Lokalitetstype: *FLATEISK*

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks	
			S101	S101	S101	S102	S102	S102	S103	S103	S103	S103		
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
I	Tilstand (Gruppe I)													
II	pH	verdi	7.28			7.35				7.50				
	E <sub>s</sub> (mv)	verdi	-134			-21				12				
		+ ref. verdi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	pHE <sub>s</sub>	fra figur												#DIV/0!
	Tilstand, prøve													
	Tilstand, gruppe II													
			Buffer temp:	Temp sjø:	Temp sediment:									
			pH sjø: 7.90	Eh sjø: 14	Ref. elektrode: n/a									
			Kalibrering pH-elektrode (Dato og sign):											
			18/4-13   <i>Rene</i>											
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/Grå = 0				0	0	0	0	0	0	0	0	
		Brunn/Sort = 2	1	1	1									
	Lukt	Ingen = 0				0	0	0	0	0	0	0	0	
		Noe = 2	2	2	2									
		Stærk = 4												
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Myk = 2												
		Los = 4												
	Grabb-volum	v < 34 = 0			0		0	0						
		14 < v < 34 = 1	1	1		1				1	1	1		
		v ≥ 34 = 2												
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 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	
	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	
	Tilstand prøve													
	Tilstand gruppe III													
	Middelverdi gruppe II og III		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	Tilstand gruppe II og III													
pHEh	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	Lokalitetstilstand									
			A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4									
			4	1, 2, 3	1, 2, 3									
			4	4	4									
			LOKALITETSTILSTAND											
			0											

Korrekturlest: *19/4-13*

dato

Sign. *Rene*

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.: 807427**

**Prøvetakingssted (område): Storskogøya**

**Dato for prøvetaking: 18.4.13**

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

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -**

**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 godkjenning fra SAM.

Signatur:.....*Frøydis Lygre*.....  
Godkjent taksonom

## SAM-Marin/Havbruksstjenesten

s. 1/3	Stasjon	Stø 1	Stø 1	Stø 3	Stø 3
	Dato	18.04.2013	18.04.2013	18.04.2013	18.04.2013
	Dybde	51 m	51 m	162 m	162 m
Arter	Hugg	2	3	2	3
<b>ANTHOZOA</b>					
	Actiniaria indet.	1		1	
	Edwardsia sp.	3			
*	NEMERTINI indet.	3	+	1	1
*	NEMATODA indet.		2	5	6
<b>POLYCHAETA</b>					
	<i>Ampharetidae</i> indet	1			
	<i>Amythasides macroglossus</i>			5	6
	<i>Anobothrus</i> sp.			1	5
	<i>Aphelochaeta</i> sp.			5	5
	<i>Aricidea</i> sp.	2			1
	<i>Capitella capitata</i>	83	7		
	<i>Chaetozone</i> sp.	1	1	1	8
	<i>Diplocirrus glaucus</i>			0/1	
	<i>Drilonereis filum</i>			1	
	<i>Echysippe vanelli</i>			3	4
	<i>Eteone foliosa</i>	1			
	<i>Eteone longa</i>	5	5		
	<i>Euchone</i> sp.			1	
	<i>Eunice pennata</i>		1		
	<i>Galathowenia oculata</i>	5	2	1	1
	<i>Glycera lapidum</i>		4	3/1	2
	<i>Goniada maculata</i>	4/3	2	1	1
	<i>Lanice conchilega</i>			1	2
	<i>Laonice sarsi</i>			1	0/1
	<i>Lipobranchius jeffreysii</i> juv	1			
	<i>Lumbriclymene cylindricauda</i>			1	
	<i>Lumbrineridae</i> indet.	1		7	4
	<i>Malacoceros</i> sp.			8	8
	<i>Maldanidae</i> indet.			1	
	<i>Mediomastus fragilis</i>	11	4		
	<i>Melinna albicincta</i>			31/9	50/14
	<i>Melinna elisabethae</i>			1	
	<i>Nereimyra punctata</i>	1	1		
	<i>Notomastus latericeus</i>			3/3	6
	<i>Oligochaeta</i> indet.	2			1
	<i>Onchnesoma steenstrupii</i>			6	10
	<i>Ophelina acuminata</i>	1			
	<i>Ophryotrocha</i> sp.	4	2		
	<i>Owenia borealis</i>	0/5	1/1	1/1	
	<i>Paradiopatra quadricuspis</i>			1	
	<i>Paradoneis</i> sp.	5	4		1

## SAM-Marin/Havbruksstjenesten

s. 2/3	Stasjon	Stø 1	Stø 1	Stø 3	Stø 3
	Dato	18.04.2013	18.04.2013	18.04.2013	18.04.2013
	Dybde	51 m	51 m	162 m	162 m
Arter	Hugg	2	3	2	3
<i>Paramphinome jeffreysii</i>		2		12	2
<i>Paramphitrite birulai</i>			2		
<i>Pectinaria auricoma</i>		4/5			
<i>Pholoe baltica</i>		21	5	1	2
<i>Pista lornensis</i>				3/1	2/3
<i>Poecilochaetus serpens</i>				3	1
<i>Polycirrus norvegicus</i>					1
<i>Polydora</i> sp.				2	1
<i>Prionospio cirrifera</i>		14	9		1
<i>Rhamphobranchium brevibranchiatum</i>					2
<i>Sabellidae</i> indet.				12	11
<i>Sabellides octocirrata</i>				1	2
<i>Scalibregma inflatum</i>			1		
<i>Scoloplos armiger</i>		17	14		
<i>Siboglinum fjordicum</i>					+
<i>Sosanopsis wireni</i>					1
<i>Spiophanes kroyeri</i>		1		1	0/1
<i>Spiophanes wigleyi</i>				5/3	2/2
<i>Syllidae</i> indet.		2	3		1
<b>CRUSTACEA</b>					
* <i>Amphipoda</i> indet.		2		7	9
* <i>Munida sarsi</i>					0/1
* <i>Verruca stroemia</i>					1
<b>MOLLUSCA</b>					
<i>Axinulus croulinensis</i>				2	1
<i>Caudofoveata</i> indet.				1	4
<i>Euspira pulchella</i>			1		
<i>Kurtiella tumidula</i>					1
<i>Leptochiton alveolus</i>				0/1	0/1
<i>Limatula subauriculata</i>		1			
<i>Lucinoma borealis</i>			1		
<i>Macandrevia cranium</i>					0/1
<i>Mendicula ferruginosa</i>				3/1	1
<i>Mytilidae</i> indet.					0/1
<i>Philine punctata</i>			0/1		
<i>Puncturella noachina</i>					1/1
<i>Similipecten similis</i>				1	
<i>Thyasira flexuosa</i>				1	
<i>Thyasira obsoleta</i>				2	1
<i>Thyasira sarsii</i>		23/2	4		
<i>Timoclea ovata</i>					1
<b>SIPUNCULA</b> indet.				3	



s. 3/3	Stasjon	Stø 1	Stø 1	Stø 3	Stø 3
	Dato	18.04.2013	18.04.2013	18.04.2013	18.04.2013
	Dybde	51 m	51 m	162 m	162 m
	Arter	Hugg	2	3	2
* BRYOZOA indet.					
* Bryozoa indet. grenet				+	
<b>ECHINODERMATA</b>					
<i>Amphipholis squamata</i>				1	
<i>Echinocardium flavescens</i>					0/2
<i>Ekmania barthii</i>				4	1
<i>Ophiura carnea</i>				1	1/2
<i>Pseudothyone raphanus</i>				2	
<i>Psolus squamatus</i>				0/1	0/1
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>					0/2
Synaptidae indet.			1	3	1
* CHAETOGNATHA indet.					1
ASCIDIACEA indet.					1
* Fiskeegg		15	3	1	
* VARIA			+	+	

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Stø 1	Stø 2
I	14	23
II	7	19
III	5	9
IV	5	8
V	4	3
VI	0	0
VII	1	1
VIII	0	0
IX	0	0

## Vedleggstabell 4. 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-001282-01



EUNOBE-00006664

Prøvemottak: 23.05.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 23.05.2013-05.06.2013  
Referanse: 807427 ref33/13

## ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 770	mg/kg tv	a) 440	mg/kg tv	a) 480	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 10	mg/kg tv	a) 8	mg/kg tv	a) 9	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 45	mg/kg tv	a) 48	mg/kg tv	a) 44	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 12	mg/kg tv	a) 10	mg/kg tv	a) 11	mg/kg tv	EN 13137	0,1
Total tørrstoff		a) 59,4	% (w/w)	a) 67,8	% (w/w)	a) 72,6	% (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 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 5. 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.:	Antall sider + bilag:	
		51311	2	
		Rapport referanse:	Dato:	
Rev. nr.		KR-17474		28.08.2013
0	Kundens bestillingsnr./ ref.:	Utført:		Ansvarlig signatur:
	611101	Terje Kolberg / Eli Ellingsen		Terje Kolberg 

Prøver mottatt dato: 28.06.2013

## RESULTATER

Prøve merket:			807427/ 46/13 pr Stø 1	807427/ 46/13 pr Stø 2	807427/ 46/13 pr Stø 3		
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 081274	KA- 081275	KA- 081276		
TOM (550 oC)	%	30.07.13	4,36	3,94	4,48		

## Kornfordeling

Analysedato: 25.07.13

Stø 1	KA- 081274	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1	0,91	7,1	7,1	MdΦ	Silt og leire	1,5	
1000	0	1,68	13,2	20,3	1,74	Sand	91,4	
500	1	1,89	14,8	35,1		Grus	7,1	
355	1,5	1,11	8,7	43,8	SdΦ			
250	2	1,65	12,9	56,7	1,53			
180	2,5	1,97	15,4	72,2				
125	3	1,83	14,3	86,5	SkΦ			
90	3,5	1,02	8,0	94,5	-0,25			
63	4	0,51	4,0	98,5				
<63	8	0,19	1,5	100,0	KΦ			
		12,76	100,0		0,85			

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 6: CTD data fra STØ 3**

Dyp	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density
1	32,8	4,688	99,44	10,18	0,19	25,97
3	32,83	4,694	98,54	10,09	0,14	26,003
7	32,83	4,69	96,62	9,89	0,26	26,02
11	32,87	4,703	100,02	10,24	0,28	26,072
15	32,89	4,723	102,32	10,46	0,52	26,104
20	32,89	4,73	104,14	10,65	0,35	26,124
25	32,91	4,746	106,83	10,92	0,37	26,163
29	32,93	4,755	108,15	11,05	0,38	26,198
41	33,03	4,874	109,6	11,16	0,27	26,317
50	33,1	5,009	109,59	11,11	0,25	26,402
61	33,43	5,577	108,32	10,81	0,77	26,646
71	33,48	5,68	106,57	10,61	0,18	26,721
89	33,78	6,324	104,31	10,2	0,12	26,958
101	33,91	6,578	102,03	9,91	0,12	27,082
121	34,03	6,806	99,92	9,64	0,09	27,238
131	34,08	6,9	99,36	9,57	0,08	27,307
151	34,12	6,993	98,72	9,48	0,08	27,418
161	34,37	7,34	97,65	9,29	0,06	27,611