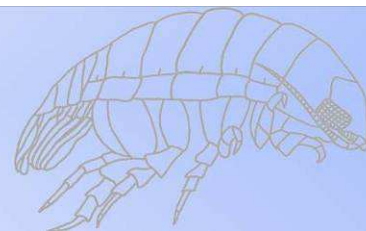


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø



e-rapport nr: 4 – 2014

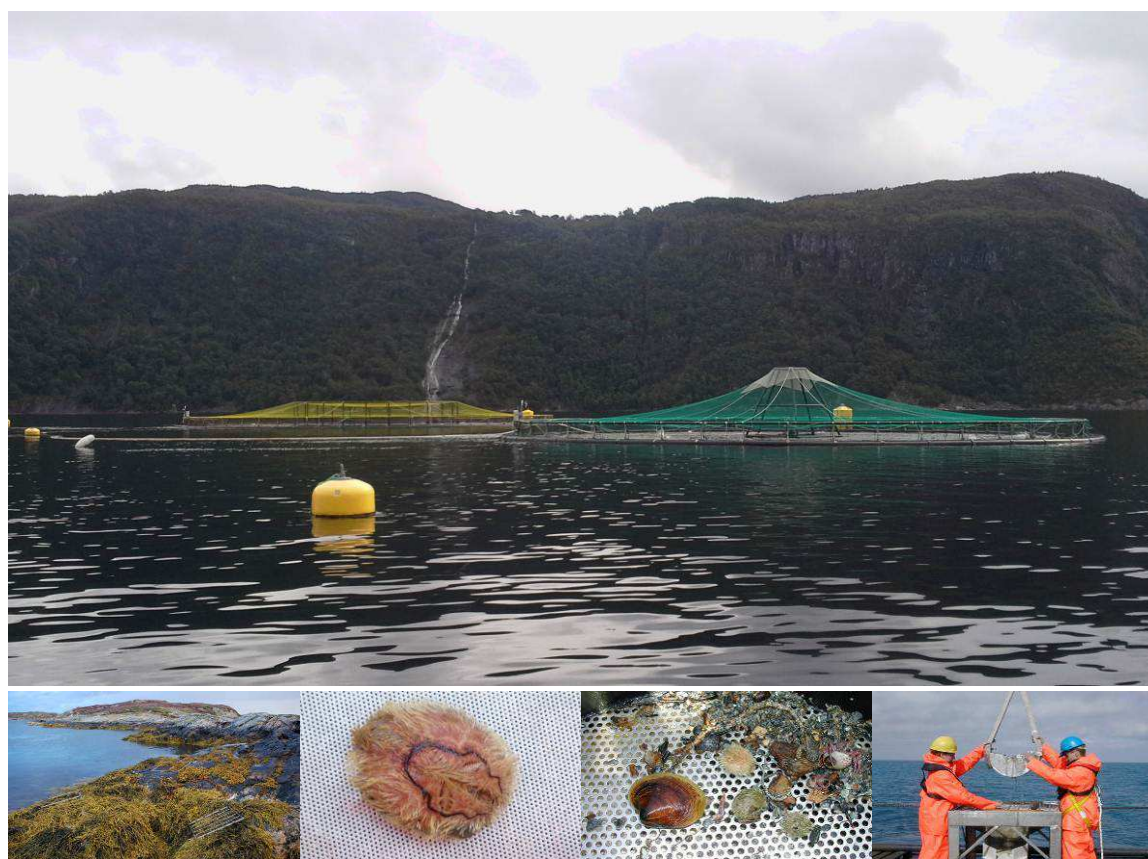
## *MOM C-undersøkelse fra lokalitet Bastli i Jøsenfjorden, Hjelmeland kommune i 2013*



**Einar Bye-Ingebrigtsen**

**Øydis Alme**

**Trond E. Isaksen**

**Per-Otto Johansen**



	<h3 style="margin: 0;">SAM-Marin</h3>	
<p>SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25</p>		<p>Internet: <a href="http://www.uni.no">www.uni.no</a> E-post: <a href="mailto:Sam-marin@uni.no">Sam-marin@uni.no</a> Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA</p>

<p>Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Bastli i Jøsenfjorden, Hjelmeland kommune i 2013</p>	<p>Dato: 06.03.2014 Antall sider og bilag: 45</p>
<p>Forfatter(e): Einar Bye-Ingebrigtsen, Øydis Alme, Trond Einar Isaksen, Per-Otto Johansen</p>	<p>Prosjektleder: Trond E. Isaksen Prosjektnummer: 807939</p>

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Bastli on its surrounding environment. Most of the parameters investigated close up to the facility indicate good conditions considering the parameters surveyed, except TOC, which showed elevated levels. However the distal station showed poorer conditions, with a moderat species composition and very high TOC levels.

<p>Keywords: Marine, environment, MOM C, survey, recipient</p>	<p>Emneord: Marin, miljø, MOM C, undersøkelse, resipient.</p>	<p>ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 4-2014</p>
--	---	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	06.03.2014	<i>P.-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	06.03.2014	<i>Trond E. Isaksen</i>

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

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til sediment analyser, samlet av:** Trond E. Isaksen og Henrik Rye Jakobsen.

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Ingrida Petrauskaite, Nargis Islam, Natalia Korableva og Torben Lode

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Frøydis Lygre, Lenka Nealova (opplæring), Tom Alvestad og Per Johannessen.

**Rapportering utført av:** Einar Bye-Ingebrigtsen (opplæring), Øydis Alme, Trond E. Isaksen, og Per-Otto Johansen.

**Ikke akkreditert:**

Prøvetaking for geologi ved nærsonen (BA-12).

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Scallop fra Kvitsøy Sjøtjenester AS

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins AS **akkrediteringsnummer** TEST 003

Akkreditert: Sink, fosfor, kobber, TOC og totalt tørrstoff.

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: TOM, kornfordeling


Ikke akkreditert: -

**Andre:** -

**Uni Research AS, SAM-Marin**  
 Thormøhlensgate 55, N 5008 Bergen  
**Telefon:** +47 55 58 43 41 **Web:** uni.no/miljo **e-post:** sam-marin@uni.no  
 Organisasjonsnummer 985 827 117 mva

## MOM C-undersøkelse fra lokalitet Bastli i Jøsenfjorden, Hjelmeland kommune i 2013

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOM C-undersøkelse fra lokalitet Bastli i Jøsenfjorden, Hjelmeland kommune i 2013		
Rapport-nummer:	4-2014	Lokalitetens navn:	Bastli
Lokalitetsnummer:	18325	GPS, senter i anlegg:	59° 16.163 'N 006° 11.559 'Ø
Fylke:	Rogaland	Kommune:	Hjelmeland
MTB-tillatelse:	3600 tonn	Driftsleder:	Tor Kleppa
Dato undersøkelse:	18. september 2013	Dato rapport:	06. mars 2014
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
		Stasjoner	BA-12 (nærsonne)	BA-3 (fjernsonne)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):			59° 16,037'N 06° 11,898'Ø	59° 17,225'N 06° 18,581'Ø
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:		22	11
	Antall individer:		58	83
	Jevnhet (0-1):		0,90	0,81
	Shann.Wien. (H') SW, tilst.klasse:			2,81 III – Moderat
	Hurl.ind.(ES <sub>n=100</sub> ) Hurl.,tilst.klasse:			11 III – Moderat
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:		II – God I – Meget god	
	Normal. TOC	TOC (mg/g):		37,0
TOC, tilst.klasse:			IV – Dårlig	V – Svært dårlig
Elementer (resultater + Sft-tilstands-klasse)	Zn, (mg/kg):		120	140
	Zn, tilst.klasse:		I – Bakgrunn	I – Bakgrunn
	P (g/kg):		1,4	1,1
	P, kommentar:		Noe forhøyet	Noe forhøyet
	Cu (mg/kg)		28	28
	Cu, tilst.klasse:		I - Bakgrunn	I – Bakgrunn
Oksygen	Cd (mg/kg)		<0,2	<0,2
	Cd, tilst.klasse:		I – Bakgrunn	I - Bakgrunn
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):	Målt verdi (%):		61,9	58,9
	O <sub>2</sub> , tilst.klasse:		II – God	II - God
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):			70 % finfraksjon	100 % finfraksjon
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:			Trond Einar Isaksen 	

# INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Undersøkelsesområdet</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 Produksjonsdata fra anlegget</b> .....	<b>13</b>
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Hydrografi</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Sediment</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3 Kjemi</b> .....	<b>16</b>
<b>3.4 Bunndyr</b> .....	<b>18</b>
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>22</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>23</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>24</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>25</b>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Bastli (lokalitetsnr. 18235) i Jøsenfjorden, Hjelmeland kommune. Innsamlingene ble gjennomført 18. september 2013.

I 2007 ble det gjennomført en resipientundersøkelse i Jøsenfjorden, lokaliteten Bastli inngikk i den undersøkelsen. Ettersom anlegget siden den gang har blitt flyttet, er ikke nærsonen sammenliknbar med nærsonen som i denne undersøkelsen fra 2013. Dataene fra fjernsone fra 2007 (Jøs2) er tatt med i beregningen i denne rapporten for sammenlikning med de nye dataene fra fjernsone (BA-3).

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets (tidligere KLIF) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 97:03 og TA 2229/2007), Vanndirektivets indekser (Veileder 02:2013) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Marine Harvest Norway AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Februar 2014 ga Direktorsgruppa ut en ny veileder (Veileder 02:2013). Denne innebærer at det kommer inn enkelte nye indekser for beregninger av bunnfauna, samt at en gammel går ut. Det er ikke mulig pr. i dag å få med alle nye beregninger i henhold til Veileder 02:2013 Dette skyldes at det må utarbeides makroer og programmer for utregning av nye indekser. Den nye veilederen er derfor tatt i bruk så langt det lar seg gjøre. Endringer er gjort i Tabell 2.2, med nye grenseverdier for NQI1, H' og ES<sub>100</sub>. Utover dette går NQI2 ut fra analysen, ettersom denne ikke lenger er en del av klassifiseringssystemet i henhold til den nye veilederen.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkelsesområdet

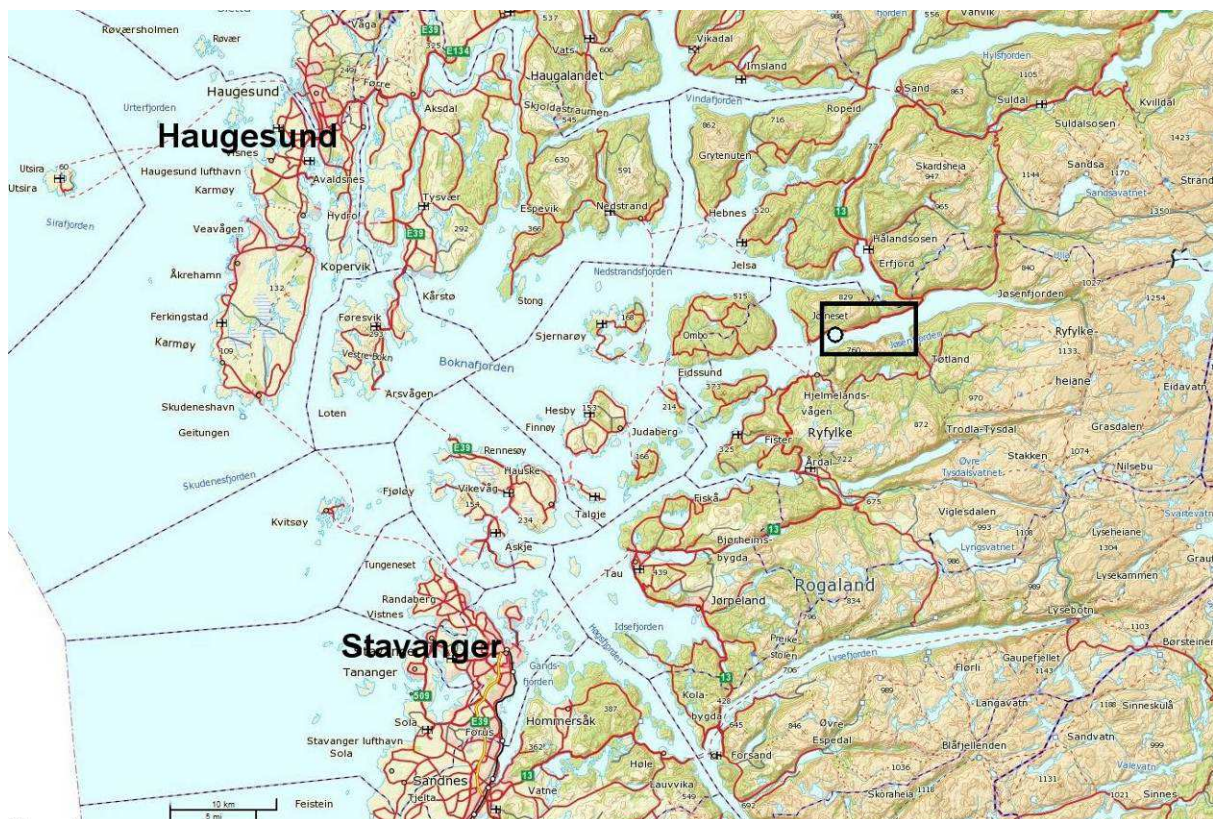
Lokaliteten ligger på nordsiden av Jøsenfjorden i Hjelmeland kommune (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Anlegget ligger over bratt skrånende terreng. Dybden under anlegget går fra omtrent 101 meter i den nordlige enden av anlegget til 288 meters dyp i den sørlige enden.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

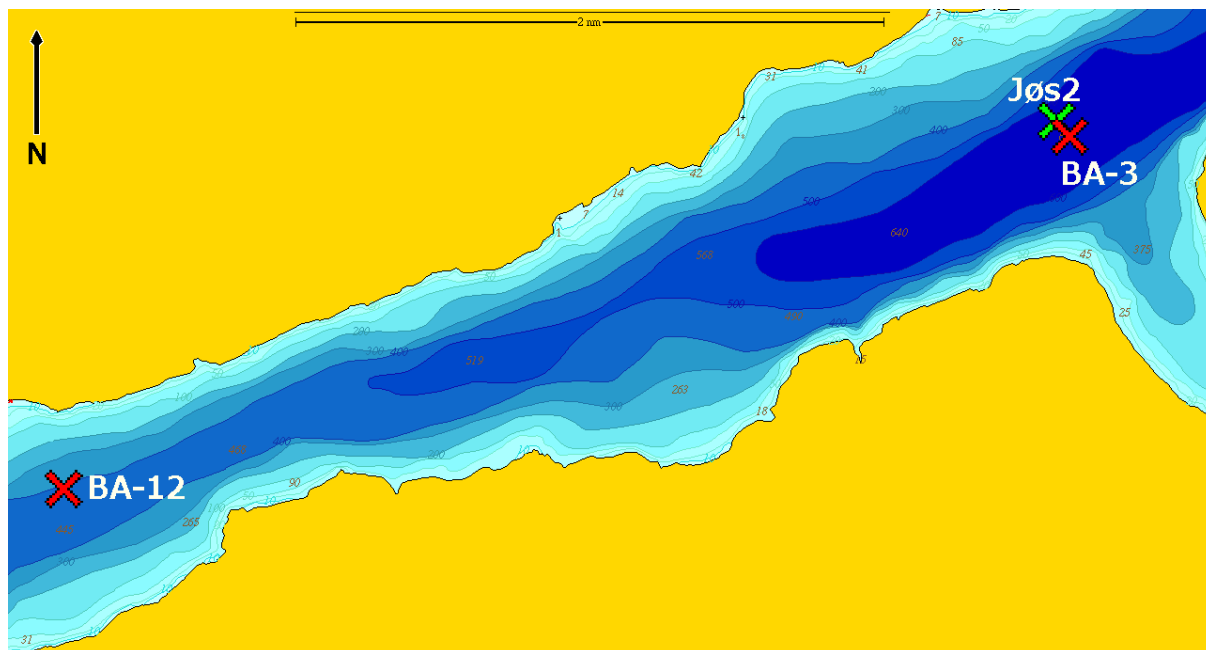
Prøveinnsamlingene ble gjort 18. september, 2013. I tillegg til en stasjon i fjernsonen (BA-3) var det planlagt en stasjon i nærsonen og en i overgangssonen. Pga. fjellbunn på begge sider av anlegget, som resulterte i tomme prøver, ble nærsonen og overgangssonen slått sammen til én stasjon (BA-12) i bunn av skråningen (Figur 2.3), i henhold til NS 9410:2007. Undersøkelsen ble gjennomført av Trond E. Isaksen og Henrik Rye Jakobsen fra SAM-Marin.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi fra både nærsonen (BA-12) og fjernsonen (BA-3). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

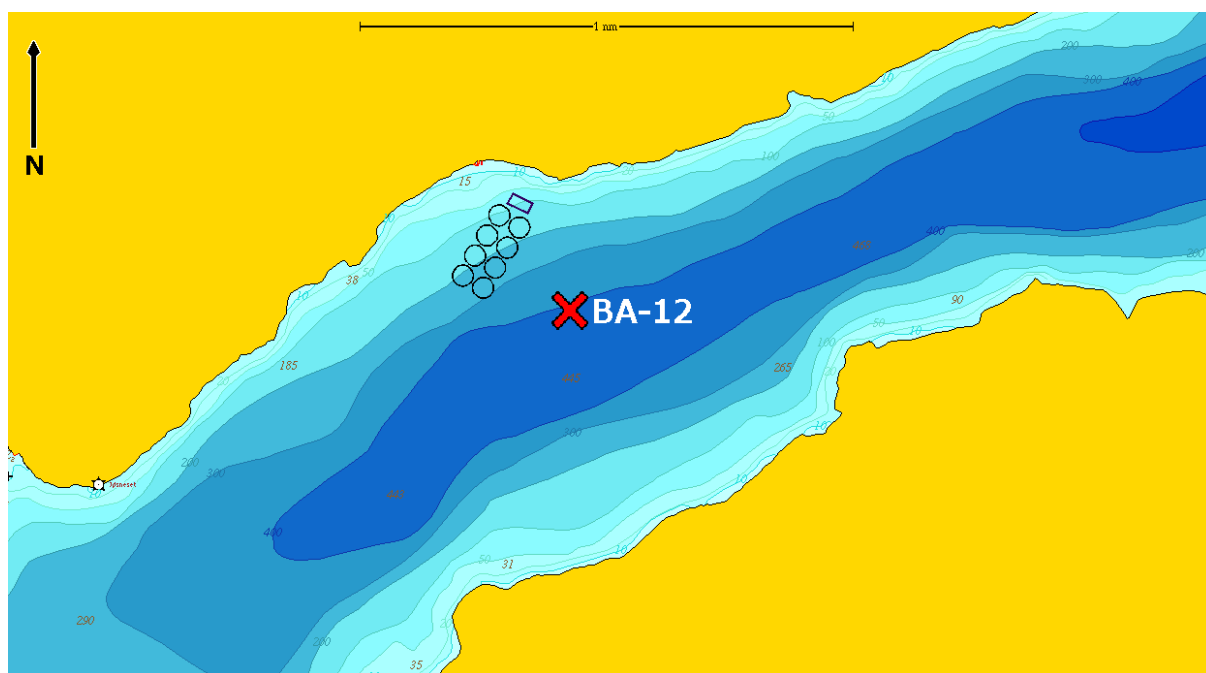
Som illustrert av Figur 2.2 har den historiske (Jøs2) og den nye fjernstasjonen (BA-3) ikke nøyaktig samme posisjon (148 meter avstand), men representerer begge det samme fjorddypet og området.



**Figur 2.1:** Oversiktskart over Jøsenfjorden. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved lokalitet Bastli. Lokaliteten er markert med et hvitt punkt i kartet. Kartkilde: Fiskeridirktoratet.



**Figur 2.2:** Utsnitt av Jøsenfjorden med referansestasjoner i dypet og stasjon ved anlegget. Stasjoner fra undersøkelsen er markert med et rødt kryss, historiske stasjoner med et grønt kryss. Eksakt plassering av stasjonene fra undersøkelsen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



**Figur 2.3:** Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjonerstasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for hydrografimålinger og grabbprøver innsamlet i området ved lokalitet Bastli 18. september 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybde innhentet vha. CTD. Det ble benyttet en duo grabb, hvor det ene kammeret utgjør 0.1m<sup>2</sup> og brukes til biologiprøver (fullt kammer 21 l), mens det andre kammeret er mindre og brukes til kjemi- og geologiprøver. Pga. fjellbunn ved anlegget ble nærsone og overgangssone slått sammen til én stasjon (Nærsone, BA-12) i bunn av skråningen ved anlegget, i henhold til NS 9410:2007.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone BA-12 18.9.2013	Bastli 59° 16,037'N 06° 11,898'Ø	433	1 2	20 21	Biologi, kjemi, MOM B-parametere Biologi, geologi* CTD m/oksygenmåler
Fjernsone BA-03 18.9.2013	Bastli 59° 17,225'N 06° 18,581'Ø	640	1 2	20 20	Biologi, kjemi, MOM B-parametere Biologi, geologi CTD m/oksygenmåler

\* avvik grunnet full grabb og forstyrning av øvre sedimentlag.

I henhold til NS-EN ISO 5667-19 må øvre sedimentlag i grabbprøve være uforstyrret for å oppfylle krav for prøvetaking for kjemi- og geologiprøver. Prøver markert med stjerne (\*) i Tabell 2.1 ble tatt fra full grabb er følgelig ikke utført akkreditert.

### 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 føre til at dyrelivet dør ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Vann kan også være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet.

Måling av temperatur, saltholdighet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en CTD/STD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. For å hente ut og analysere data, ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

### 2.2.2 Sediment

Ved hver av de tre stasjonene ble det tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap, totalt organisk materiale) og analyse av kornfordeling.

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.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen i vekt mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764:1980. 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 fine partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og avgi råtten lukt (H<sub>2</sub>S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

Prøvetaking og analyse er utført etter gjeldende Norsk Standard NS 4764 og NS 9423. Kornfordeling og organisk innhold (% glødetap, total organisk materiale) er analysert akkreditert av Molab AS. Molab AS har et kvalitetssikringssystem som tilfredsstillende NS-EN ISO/IEC-17025 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale (TOM) og kornfordeling med akkrediterings nr. TEST 032.

Resultat av kornfordelingen til sedimentprøvene 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 %.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameterne.

Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter NS-EN 13137 og beregningene av normalisert TOC i henhold til SFT 97:03. For klassifisering av TOC i sedimentprøver må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F), ved bruk av formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 \times (1-F)$$

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC, med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 2.2. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS-EN 14346. Tilstandsklasser gis for de målte parameterne som inngår i Miljødirektoratets veiledere (SFT 97:03 og TA 2229/2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med to portable SevenGo™ pH/Eh metere (Mettler Toledo). Eh ble målt med redokselektrode (InLab Redox) av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med 3M 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 21 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet ble vasket gjennom 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 tilsetning av 20 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-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 vedleggsdel – Analyse av bunndyrdata). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen skal på sikt erstatte Veileder 01:2009 og SFT 97:03. I henhold til Veileder 02:2013, ved bruk av bunndyr for klassifisering, benyttes Shannon-Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ) og ømfintlighetsindeksene NQII, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI og AMBI, samt indeks for individtetthet DI. 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. NQII 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 Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyrdata. For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser gjort på bakgrunn av veileder 02:2013 (Tabell 2.2). Nye indekser er foreløpig ikke tatt i bruk. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (SFT 97:03) og for gjennomsnittet (Veileder 02:2013) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene

for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se Tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410:2007) (Tabell 2.3).

**Tabell 2.2:** Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i SFT 97:03, TA 2229/2007 og Veileder 02:2013. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I Bakgrunn/ Svært god	II God	III Moderat	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 ind. (H')	02:2013		5,7-4,8	4,8-3,0	3,0-1,9	1,9-0,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	97:03		6-4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQII	02:2013		0,90-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	<0,31
	ES <sub>100</sub>	02:2013		50-34	34-17	17-10	10-5	<5
	Organisk karbon	97:03	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
	Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Kadmium	TA 2229	mg Cd/kg	<0,25	0,25-2,6	2,6-15	15-140	>140	

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

\*\* Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C

**Tabell 2.3:** Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410:2007 (MOM).

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

## 2.3 Produksjonsdata fra anlegget

På lokaliteten Bastli startet produksjonen i 2004. Anlegget har ligget i nåværende posisjon ca. 1 år. Anlegget består av 8 ringer (5 stk. 120 m og 3 stk. 160 m). Det var produksjon i hele anlegget. Biomassen ved undersøkelsestidspunktet (18.9.2013) var 2649 tonn. Fisken er av 2012 årgang (høst) og utslaktes februar 2014. Anlegget skal deretter brakklegges fram til juli 2014.

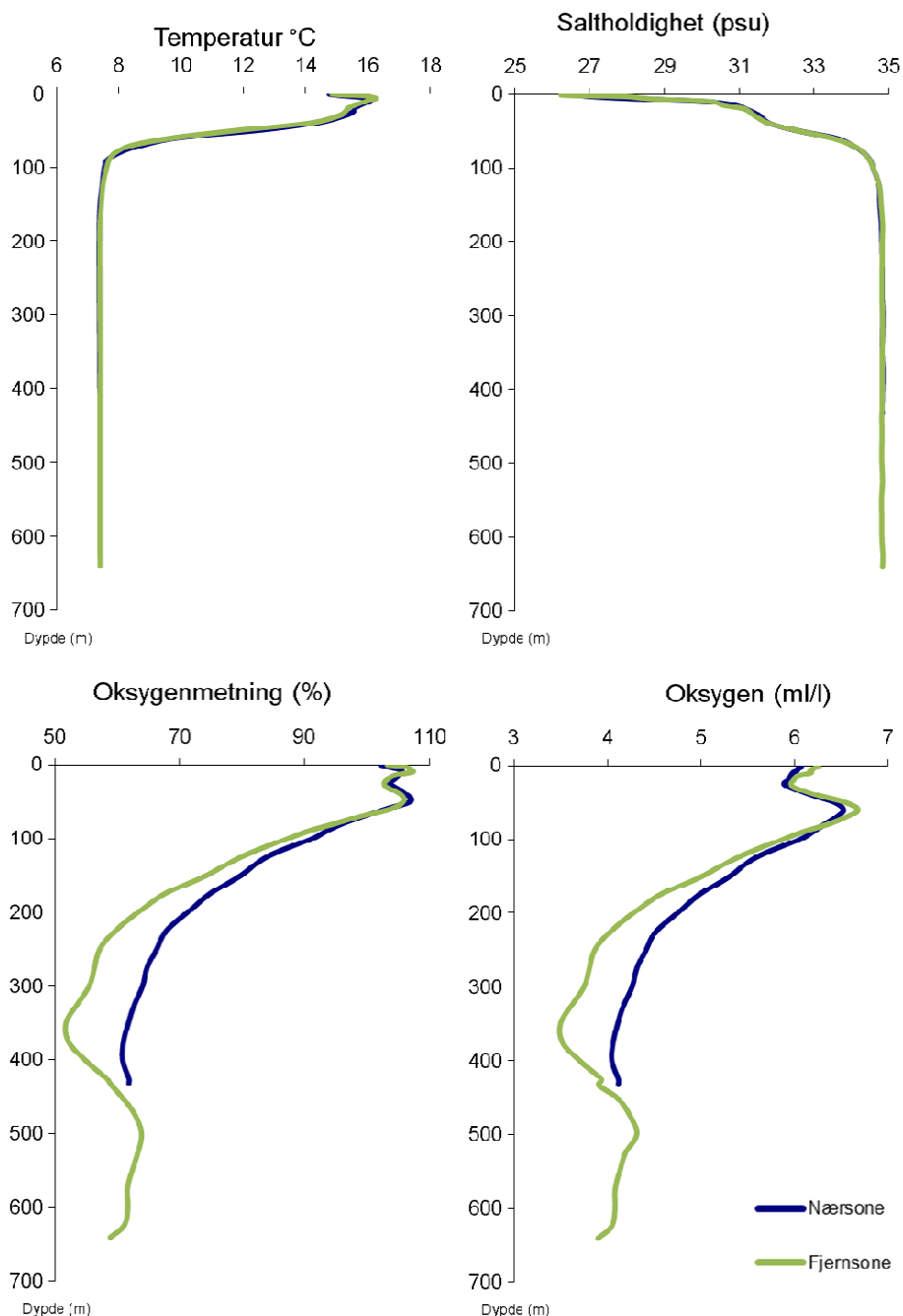
**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten for inneværende år fram til undersøkelsestidspunktet og de forrige 3 år før anlegget ble flyttet:

	Utfôret mengde	Produsert mengde
2013 (1.1. – 18.9.)	2257 tonn	2099 tonn
2012	536 tonn	545 tonn
2011	4659 tonn	3976 tonn
2010	1160 tonn	1154 tonn

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonene fra nær- (BA-12) og fjernsonen (BA-3) til lokaliteten Bastli, 18. september 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 6.



**Figur 3.1:** Temperatur, saltholdighet, oksygen i % metning og ml/l på nærsone (BA-12) og fjernsone (BA-3) ved lokalitet Bastli. Profilmålingene er utført fra overflaten og ned til like over bunn. Målingene ble gjennomført 18. september 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mg O<sub>2</sub>/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Både temperatur- og saltholdighetstratifikasjonen er svært lik på de to målte stasjonene og varierer i liten grad. Det er et tydelig sprangsjikt ved omtrent 30 - 90 meters dyp som skiller overflatevannet fra de underliggende vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Under sprangsjiktet holder vannmassene en relativ stabil temperatur (7,4 °C) og saltholdighetsnivå (34,8 ‰). Det antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet ved disse 2 stasjonene hindrer effektivt vannmassene i de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet varierer med termo- og haloklin som følge av årstider og værforhold.

Oksygeninnholdet i vannsøylen ved de to stasjonene er svært likt ned til 100 meters dyp, med en topp i metningsgrad ved ca. 50 meters dyp (~107 %) og jevnt synkende oksygenmetning med økende dyp, og deretter økende etter 400 meters dyp. Oksygeninnhold i vannsøylen er ikke like stabilt som temperatur og salinitet, og vil i større grad bli påvirket av små-skala endringer, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp. Det er derfor ikke unormalt med slike variasjoner som fremstår av disse målingene. Mellom 100-433 meters dyp har nærsonen (61-91 %) gjennomgående høyere oksygeninnhold enn fjernsonen (52-87 %).

Oksygeninnholdet i bunnvannet ved nær- (4,12 ml/l) og fjernsonen (3,9 ml/l) tilsvarer begge til tilstandsklasse II (God) i henhold til Miljødirektoratet (SFT 97:03). Fjernsonen viste dermed mye bedre oksygenforholdene enn i desember 2007 (Jøs2) hvor oksygeninnholdet tilsvarte den dårligste tilstanden (V- Svært dårlig) med 1,16 ml/l. Jøsenfjorden har i enkelte perioder hatt lavt oksygeninnhold pga. manglende bunnvannsfornyning. Det er tidligere antydnet at oksygenvariasjonene er sesongavhengige, med dårligst oksygenforhold i vinterhalvåret (Johansen *et al.*, 2008).

### 3.2 Sediment

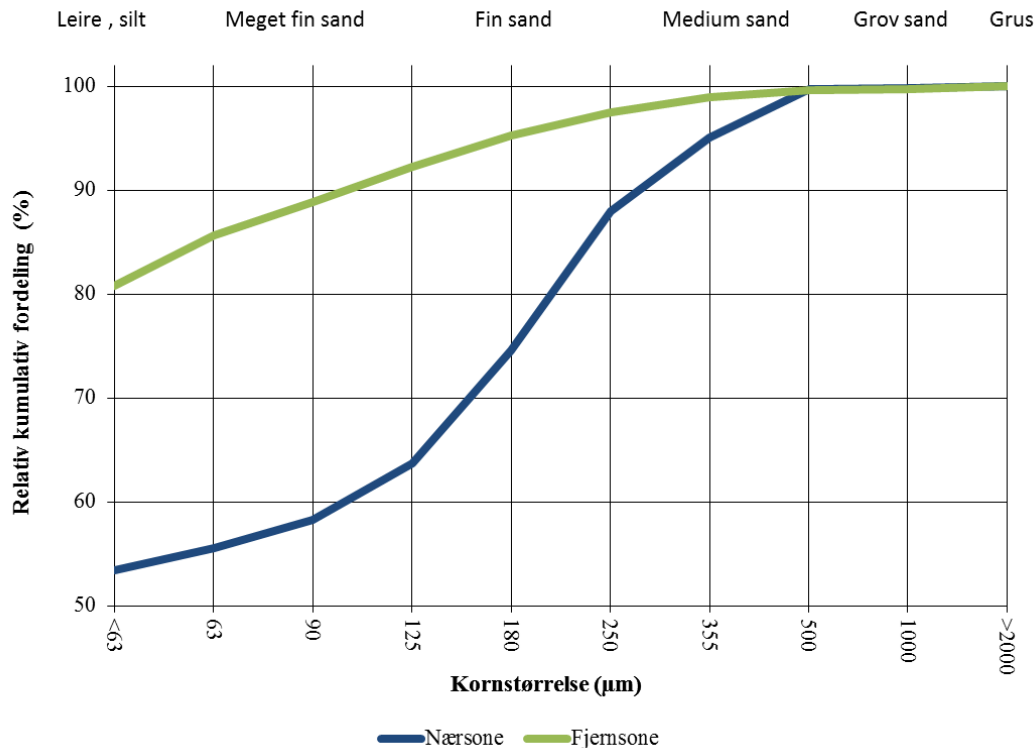
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

I nærsonen, BA-12, var sedimentet relativt finkornet sediment bestående av 53,5 % silt og leire og 46,4 % sand, mens det var kun 0,1 % grus. Glødetapet var 6,83 %. Det organiske innholdet var dermed lavt og godt innenfor det som er normalt for norske fjorder.

Fjernsonen, BA-3, ute i dypet av fjorden hadde et svært finkornet sediment bestående av 80,8 % leire og silt, 18,9 % sand og 0,2 % grus. Glødetapet var 7,09 %. Dette er normalt for dype norske fjorder.

**Tabell 3.1:** Sediment. Oversikt over dyp, organisk innhold (% total organisk materiale, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Bastli, 18.09.2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold TOM (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
<b>Nærsonen, BA-12</b>	433	6,83	53,5	46,4	0,1
<b>Fjernsonen, BA-3</b>	640	7,09	80,8	18,9	0,2



**Figur 3.2** Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra nærsone (BA-12) og fjernsone (BA-3) ved lokaliteten Bastli. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (NS-EN ISO 16665:2005): leire / silt (< 63 µm), meget fin sand (63 – 124 µm), fin sand (125 – 249 µm), medium sand (250 – 499 µm), grov sand (500 – 2000 µm), grus (> 2000 µm).

### 3.3 Kjemi

#### Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis omkring 1000 mg/kg TS i vestlandsfjordene (SAM-Marin, intern database). Fosforverdiene fra både nærsonen (BA-12) og fjernsonen viste svakt forhøyede verdier (hhv. 1400 og 1100 mg/kg TS) (Tabell 3.2).

Klassifiseringssystemet krever beregning av normalisert totalt organisk karbon (TOC). Dette betyr at både finstoff (leire og silt) og TOC må analyseres og brukes i beregningene. I følge SFT 97:03 har dette medført at grenseverdiene mellom tilstandsklassene har blitt strengere. Formelen som benyttes til dette er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som denne i rapporten. Slike kystnære områder kan ha til dels store variasjoner med tanke på organisk materiale i sediment. Kilden til slike variasjoner kan være både terrestrisk og marin (TA-1883/2002).

Den normaliserte TOC-verdien for BA-12 (37,0 mg/g) var høy og stasjonen får dermed tilstandsklasse IV (Dårlig). På fjernstasjonen, BA-3, var den normaliserte TOC-verdien svært høy (44,0 mg/g), og stasjonen får tilstandsklasse V (Svært dårlig) i henhold til SFT 97:03. Dette tyder på at det er store mengder organisk materiale i sedimentet ved disse stasjonene. Fjernstasjonen hadde i 2007 (Johansen *et al.* 2008) et lavere TOC-nivå, men dette kan forklares med sesongvariasjoner mellom høst og vinter. I likhet med undersøkelsen i 2007 hadde fjernsonen et høyere TOC-nivå enn nærsonen, og det antyder at det er andre kilder enn



oppdrettsvirksomheten ved Bastli som forårsaker de forhøyede nivåene. De forhøyede TOC-nivåene er ikke i samsvar med glødetapet ved disse to stasjonene, som angir en normal mengde organisk materiale for vestlandsfjorder.

Kobber- og sinkverdiene er lave og havner i beste tilstandsklasse (I – bakgrunn) for begge stasjonene.

Utover standard krav for MOM C-undersøkelser (NS 9410:2007) er det også analysert for forekomst av kadmium ved BA-12 og BA-3. Kadmiumnivået ved både BA-12 (<0.2 mg/kg) og BA-3 (0,2 mg/kg) er lavt og tilsvarer tilstandsklasse I (bakgrunn) (TA 2229/2007).

**Tabell 3.2:** Innholdet av undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering (TA 2229/2007) for sink, kobber og normalisert TOC.

Stasjon	TOC mg/g	Norm. TOC mg/g	TK	Fosfor mg/kg TS	Sink mg/kg TS	TK	Kobber mg/kg TS	TK	Kadmium mg/kg TS	TK	Tørrstoff (TS) %
Nærsone											
BA-12	37	37,0	IV	1 400	120	I	28	I	<0,2	I	39,6
Fjernsone											
BA-3	44	44,0	V	1 100	140	I	28	I	<0,2	I	36,8

#### Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

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

Målingene av pH og Eh på både nærstasjonen (BA-12) og fjernstasjonen (BA-3) viste gode pH-verdier og positive redokspotensial, begge stasjonene får dermed tilstand 1.

**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	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand
Nærsone				
BA-12	7,45	94	1	<b>1</b>
Fjernsone				
BA-3	8,11	93	1	<b>1</b>

### 3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i september 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra BA-12, i bunn av skrånningen ved anlegget, ble det funnet 22 arter med til sammen 58 individer. Diversiteten ( $H'$ ) ble beregnet til 3,42 som plasserer stasjonen i Miljødirektoratets 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 I (Meget god) (Tabell 2.3). Blant de elleve mest tallrike artene finner man to bløtdyrsarter, en pigghud, en krepsdyrart, en koralldyrsart og 6 arter av børstemark. Hulbert-indeksen havnet i tilstandsklasse III (Moderat). Grafen for fordelingen av de geometriske klassene er kort og ligger lavt med start på 11 arter for geometrisk klasse 1. Det at arten *Capitella Capitata* er tilstedet med 6,9 % av alle individene indikerer at det var et visst tilslag av organisk materiale på stasjonen.

Ute i dypet på BA-3 fant man 14 arter med til sammen 83 individer. Diversiteten ble beregnet til 2,81 som plasserer stasjonen i tilstandsklasse III (Moderat). Til sammenligning hadde den historiske fjernstasjonen, Jøs2, i 2007 en diversitet beregnet til 3,04 som tilsvarer tilstandsklasse II (God). Blant de 14 artene ved BA-3 finner man en pigghudart, en koralldyrsart, tre bløtdyrsarter og ni arter av børstemark. Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet i tilstandsklasse III (Moderat). Dette indikerer moderate forhold på stasjonen, noe som også støttes opp av fordelingen av de geometriske klassene.

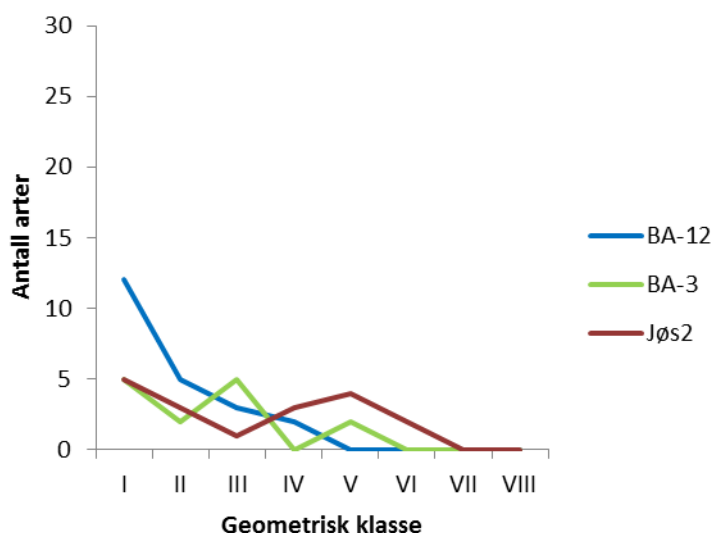
Det er tidligere registrert perioder med svært lavt oksygeninnhold i Jøsenfjorden, og det er antydnet at disse periodene er sesongavhengige (Johansen *et al.*, 2008). Svært lavt oksygeninnhold kan over tid føre til endringer i bunndyrs sammensetningen og potensielt til nyetablering etter hver periode med dårlige oksygenforhold. Prøvene fra denne undersøkelsen antyder ingen slike drastiske endringer i bunndyrs sammensetningen.

De multivariate analysene viser at det var stor variasjon mellom huggene fra nærsone (BA-12), mens det var stor likhet mellom huggene ved BA-3. Analysene viser også at det er en vesentlig forskjell mellom huggene fra BA-3 og den historiske fjernsone (Jøs2) fra 2007. Det er vesentlig forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange individer det var av hver art (Figur 3.4 og 3.5), selv om *Paramphinoe jeffreysii* er blant de to mest dominerende artene på begge stasjonene. Det er forventet og naturlig med slike forskjeller ettersom de to stasjonene ligger på forskjellige lokaliteter og dyp.

**Tabell 3.4:** Antall individer, arter, diversitet ( $H'$  og ES100), jevnhet (J), beregnet maksimal diversitet ( $H'$ max), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer), totalt og gjennomsnittlig for stasjonene. Klassifisering av miljøtilstand foretatt etter Veileder 01:2009, men med de nye indeksgrenseverdiene fra Veileder 02:2013 (se Generell vedleggsdel) samt MOM tilstand (firkant angir tallmateriale som klassifiserer stasjonen) fra NS 9410:2007

Stasjon	År	Hugg	Antall arter	Antall individ	Diversitet ( $H'$ )	NQI1	Es100	TK	AMBI	Jevnhet (J)	$H'$ -max	MOM TK
BA-12	2013	1	14	27	3,46	0,64	14,00		2,94	0,91	3,81	1
		2	14	31	3,38	0,68	14,00		2,30	0,89	3,81	
		Sum	22	58	3,96		22,00			0,89	4,46	
		<b>Snitt</b>	<b>14</b>	<b>29</b>	<b>3,42</b>	<b>0,66</b>	<b>14,00</b>	<b>II</b>	<b>2,62</b>	<b>0,90</b>	<b>3,81</b>	
BA-3	2013	1	12	45	3,10	0,63	12,00		2,54	0,86	3,58	
		2	10	38	2,53	0,60	10,00		2,70	0,76	3,32	
		Sum	14	83	3,03		14,00			0,79	3,81	
		<b>Snitt</b>	<b>11</b>	<b>41,5</b>	<b>2,81</b>	<b>0,61</b>	<b>11,00</b>	<b>III</b>	<b>2,62</b>	<b>0,81</b>	<b>3,45</b>	
Jøs2	2007	1	11	26	3,20	0,70	11,00		1,68	0,92	3,46	
		2	14	48	3,49	0,71	14,00		1,57	0,92	3,81	
		3	10	49	2,84	0,63	10,00		2,13	0,85	3,32	
		4	9	20	2,98	0,68	9,00		1,69	0,94	3,17	
		5	12	75	2,70	0,65	12,00		1,98	0,75	3,58	
		Sum	18	218	3,37		14,47			0,81	4,17	
		<b>Snitt</b>	<b>11,2</b>	<b>43,6</b>	<b>3,04</b>	<b>0,67</b>	<b>11,20</b>		<b>1,81</b>	<b>0,88</b>	<b>3,47</b>	

I – Svært god    II – God    III – Moderat    IV – Dårlig    V – Svært dårlig

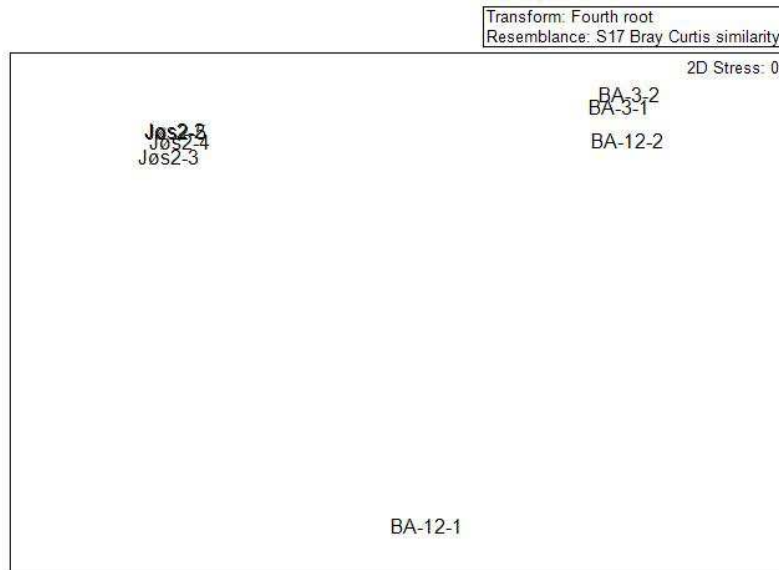


**Figur 3.3:** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene. Prøvene fra Jøs2 er fra 2007, mens prøvene fra BA-2 og BA-12 er fra 2013.

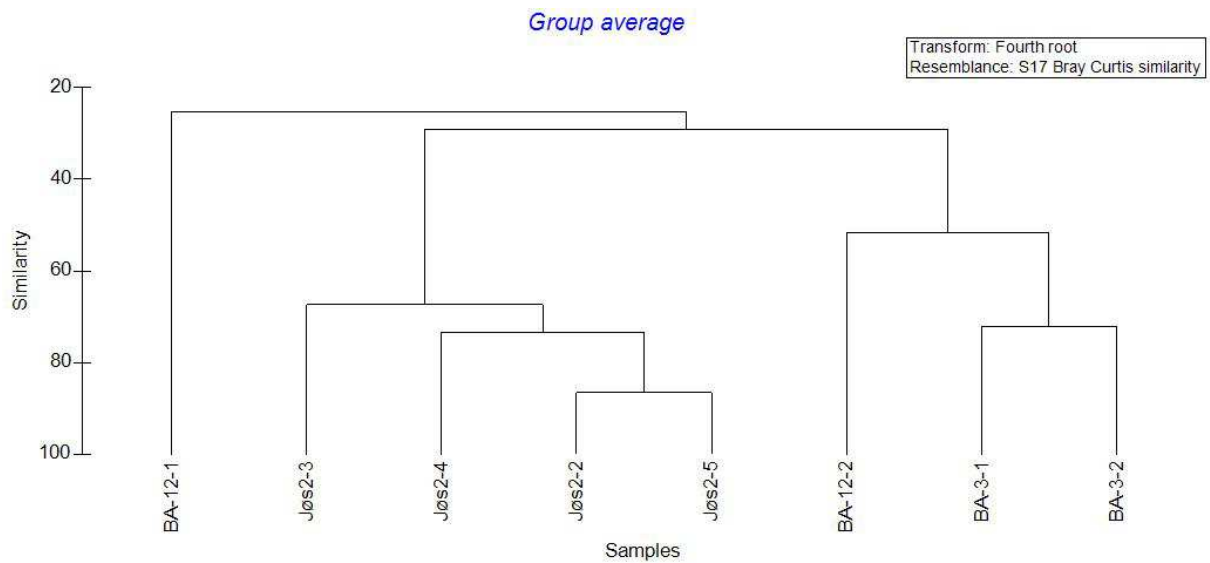
**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene.

<b>Jøs2</b>	Antall individer	%	Kum. %	<b>BA-12</b>	Antall individer	%	Kum. %
Ophiodromus flexuosus	49	22,5	22,5	Paramphinome jeffreysii	9	15,5	15,
Paramphinome jeffreysii	40	18,3	40,8	Lagis koreni	8	13,8	29,3
Thyasira equalis	19	8,7	49,5	Eriopisa elongata	7	12,1	41,4
Aricidea suecia	18	8,3	57,8	Galathowenia oculata	5	8,6	50,0
Eriopisa elongata	18	8,3	66,1	Capitella capitata	4	6,9	56,9
Ceratocephale loveni	17	7,8	73,9	Thyasira equalis	3	5,2	62,1
Prionospio cirrifera	15	6,9	80,7	Botrucnidifer norvegicus	3	5,2	67,2
Cerianthus lloydii	13	6,0	86,7	Abra nitida	3	5,2	72,4
Caudofoveata indet.	13	6,0	92,7	Nereimyra cf. woodsholea	2	3,4	75,9
Levinsenia gracilis	4	1,8	94,5	Ceratocephale loveni	2	3,4	79,3

<b>BA-3</b>	Antall individer	%	Kum. %
Paramphinome jeffreysii	26	31,3	31,3
Thyasira equalis	18	21,7	53,0
Aricidea sp.	7	8,4	61,4
Nereimyra cf. woodsholea	6	7,2	68,7
Anobothrus sp.	6	7,2	75,9
Botrucnidifer norvegicus	5	6,0	81,9
Bylgides sp.	5	6,0	88,0
Ceratocephale loveni	3	3,6	91,6
Brissopsis lyrifera	2	2,4	94,0
Prionospio cirrifera	1	1,2	95,2
Paradoneis sp.	1	1,2	96,4
Lagis koreni	1	1,2	97,6
Delectopecten vitreus	1	1,2	98,8
Tellimya tenella	1	1,2	100,0



**Figur 3.4:** MDS plot på hugg-nivå for stasjonene undersøkt i 2013 og den historiske fjernstasjonen Jøs2 fra 2007. 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 og den historiske fjernstasjonen Jøs2 fra 2007. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

#### 4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Bastli i Jøsenfjorden, Hjelmeland kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 18. september 2013. Det ble samlet prøver fra to stasjoner, en i bunn av skråningen ved anlegget (nærsonen) og en i dypet av fjorden (fjernsonen).

Oksygenmålingene fra denne undersøkelsen viser oksygenforhold som er svært mye bedre enn fra undersøkelse i desember 2007. Det er tidligere antydnet at oksygenforholdene i Jøsenfjorden varierer med sesong, hvor det er lavest oksygenforhold i vinterhalvåret. Langvarige perioder med dårlige oksygenforhold kan påvirke bunndyrsfaunaen og føre til nyetablering når perioden er over. Resultatene fra denne undersøkelsen viser derimot at det ikke er noen tydelig påvirkning på bunnfaunaen som følge av eventuelle perioder med lave oksygenforhold.

Sedimentet på stasjonen i nærsonen, bestod av et relativt finkornet sediment bestående av dominert av leire, silt og sand. I fjernsonen var sedimentet svært finkornet og dominert av silt og leire. Dette kan tyde på svake bunnstrømmer innover i Jøsenfjorden. Begge de undersøkte stasjonene hadde et oksygeninnhold i bunnvannet som gir Miljødirektoratets tilstandsklasse II (God).

Glødetapet er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvorpå høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Begge stasjonene hadde et normalt glødetap for norske fjorder, som typisk er under 10 %.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler det totale innhold av karbon. Begge stasjonene har ved undersøkelsestidspunktet hadde forhøyede verdier av normalisert TOC, med tilstandsklasse IV (Dårlig) og V (Svært dårlig) for henholdsvis nærsonen og fjernsonen. Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare. Etersom TOC-verdiene er høyest i fjernsonen er det trolig andre kilder enn oppdrettsvirksomheten ved lokaliteten Bastli som forårsaker de høye verdiene.

Verdier for fosfor i sedimentet var svakt forhøyet på begge stasjonene ved undersøkelsestidspunktet. Måling av pH og Eh derimot viste god forhold ved begge stasjonene. Ved begge stasjonene var kobber og sinkverdiene var lave. I tillegg til standarden for hvilke kjemiske parametere som skal inngå i MOM C-undersøkelser er det utført målinger på konsentrasjon av kadmium i sedimentet ved begge stasjonene. Analysen av kadmium viser gode verdier.

Bunnfauna ved nærsonen var noe ulik faunaen ved fjernsonen ved undersøkelsestidspunktet, men det var større ulikhet mellom de to huggene ved nærsonen enn mellom det andre hugget ved nærsonen (BA-12-2) og de to huggene ved fjernsonen. Nærsonen hadde god artsdiversitet og jevnhet. Det ble funnet 21 arter hvorav ingen av artene utgjorde mer enn 15,8 % av det totale individtallet ved undersøkelsestidspunktet. I henhold til MOM-standarder får nærsonen tilstand 1- Meget God. Fjernsonen hadde ved undersøkelsestidspunktet moderat artsdiversitet og en ujevn fordeling. I henhold til Direktoratets klassifiseringssystem får nærsonen tilstandsklasse II (God), mens fjernsonen får tilstandsklasse III (Moderat). Tilstanden i

fjernsonen er sannsynligvis ikke forårsaket av driften ved Bastli alene, men at fjernsonen er under et større trykk med påvirkning fra flere oppdrettsanlegg i Jøsenfjorden.

Det må påpekes at nærsone ved denne MOM C-undersøkelsen var ca. 300 meter fra merdkanten pga. fjellbunn ved anlegget. En MOM B-undersøkelse ved Bastli i desember 2013 (Lode & Isaksen, 2013) ved maksproduksjon ga tilstandsklasse 3 og ble gitt dårligste tilstandsklasse for kjemi. Med bakgrunn i dette kan man anta at de faktiske forholdene i nærsone ved Bastli er noe verre ved merdkanten enn ved den undersøkte nærstasjonen (BA-12) i denne MOM C-undersøkelsen.

Det rådes alltid å følge bunnforholdene under anlegg nøye for å unngå negativ innvirkning både på fisken i anlegget og miljøet. Spesielt kan det være nyttig å få til bunnundersøkelser både i forbindelse med maksproduksjon og fullført brakkeleggingsfase, da det gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til innhenting.

## **5 TAKK**

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Trond E. Isaksen og Henrik Rye Jakobsen fra SAM- Marin, samt Bjarte Espevik og Tom R. Børvik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS. Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland, Nargis Islam, Natalia Korableva og Torben Lode. Bunndyrene ble identifisert av Per Johannessen, Frøydis Lygre, Lenka Nealova og Tom Alvestad.

## 6 LITTERATUR

- Anon. 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet, 181 s.
- Anon. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen, 263 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.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Johansen P-O, Vassenden G, Heggøy E. 2008. Marinbiologisk miljøundersøkelse av Jøsenfjorden og oppdrettsanlegg ved Bastli og Vindsvik i 2007. *e-Rapport* nr. 5-2008.
- Lode T, Isaksen T. E. 2013. MOM B-undersøkelse ved Bastli i Hjelmeland kommune desember 2013. SAM Notat nr. 48-2013. 14 s.
- 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.
- Moy F, Aure J, Dahl E, Green N, Johnsen T, Lømsland E, Magnusson J, Omli L, Oug E, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Kystovervåkingsprogrammet. TA 1883/2002.
- Norsk Standard NS 4764:1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410:2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9423:1998. Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN 13137:2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN 14346:2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriets kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2005. Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS-EN ISO 17294-2:2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.



## **7 VEDLEGG**

<b>Generell vedleggsdel.....</b>	<b>26</b>
<b>Vedleggstabell 1. MOM B-parametere.....</b>	<b>35</b>
<b>Vedleggstabell 2. Artsliste.....</b>	<b>35</b>
<b>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser .....</b>	<b>40</b>
<b>Vedleggstabell 4. Utdrag av analysebevis – kjemi.....</b>	<b>41</b>
<b>Vedleggstabell 5. Utdrag av analysebevis - geologi .....</b>	<b>41</b>
<b>Vedleggstabell 6. CTD Data .....</b>	<b>44</b>

## Generell vedleggsdel

### Analyse av bunndyrsdata

#### Generelt

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

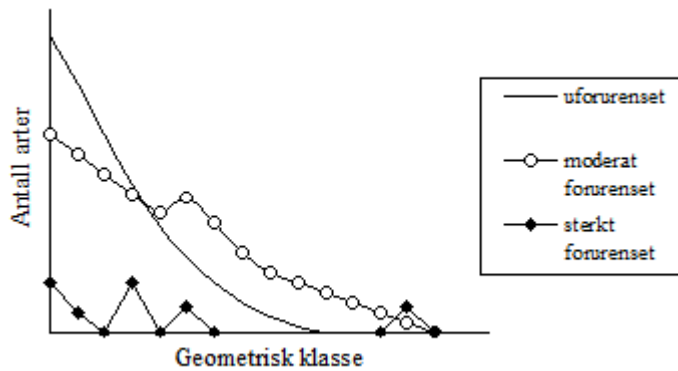
#### Geometriske klasser

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

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

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

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



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

### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (SFT 97:03 og Veileder 02:2013, Tabell v2 og v3).

### **Diversitet.**

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

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

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

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

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

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

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

**Hurlbert diversitetsindeks  $ES(100)$**  er beskrevet som:

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

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:

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten ( $H'$  og  $ES_{100}$ ) og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter Veileder 02:2013. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til SFT 97:03 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 02:2013\*:

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES <sub>100</sub>	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISL <sub>2012</sub>	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05

\* 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. SFT 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

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

### Multivariate analyser

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

### Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten

trenger ikke å være en gradient fra “godt” til “dårlig” miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

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

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

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k

$y_{ij}$  = antallet i i’te rekke og j’te kolonne i datamatriksen

$y_{ik}$  = antallet i i’te rekke og k’te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

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

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

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

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

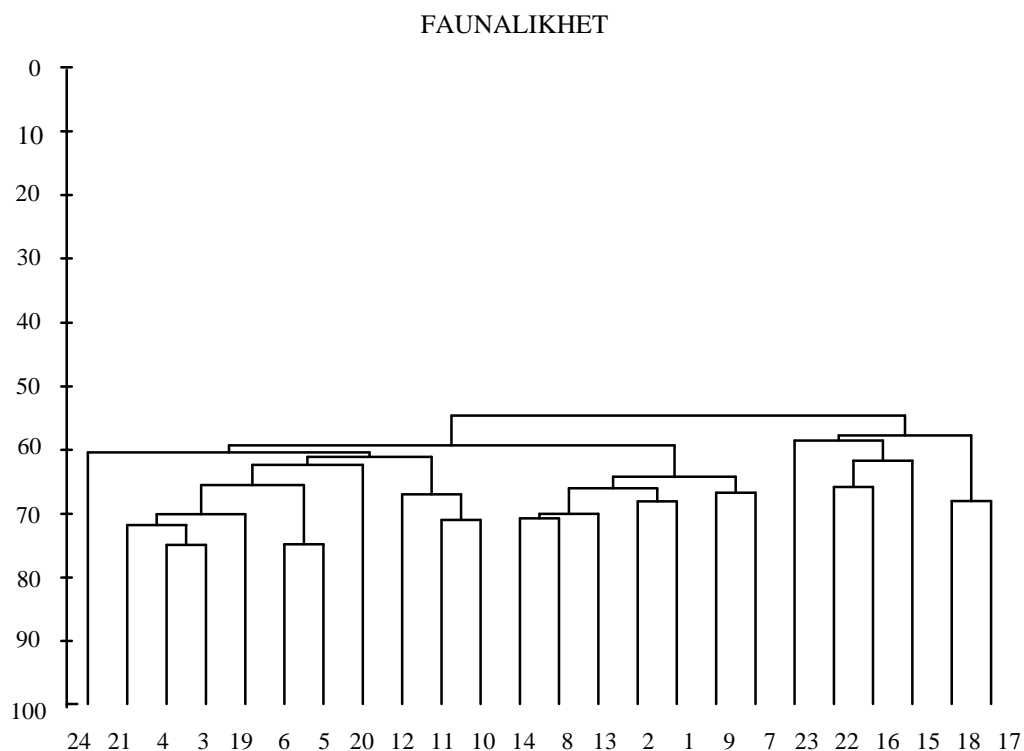
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

### Dataprogrammer

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

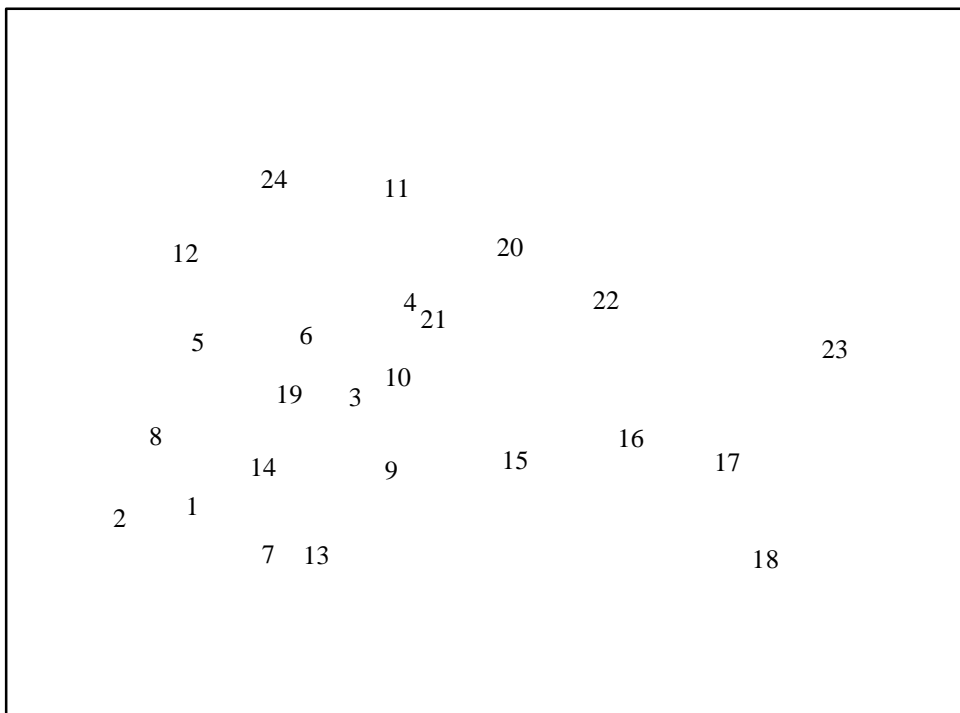
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer 6 fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.



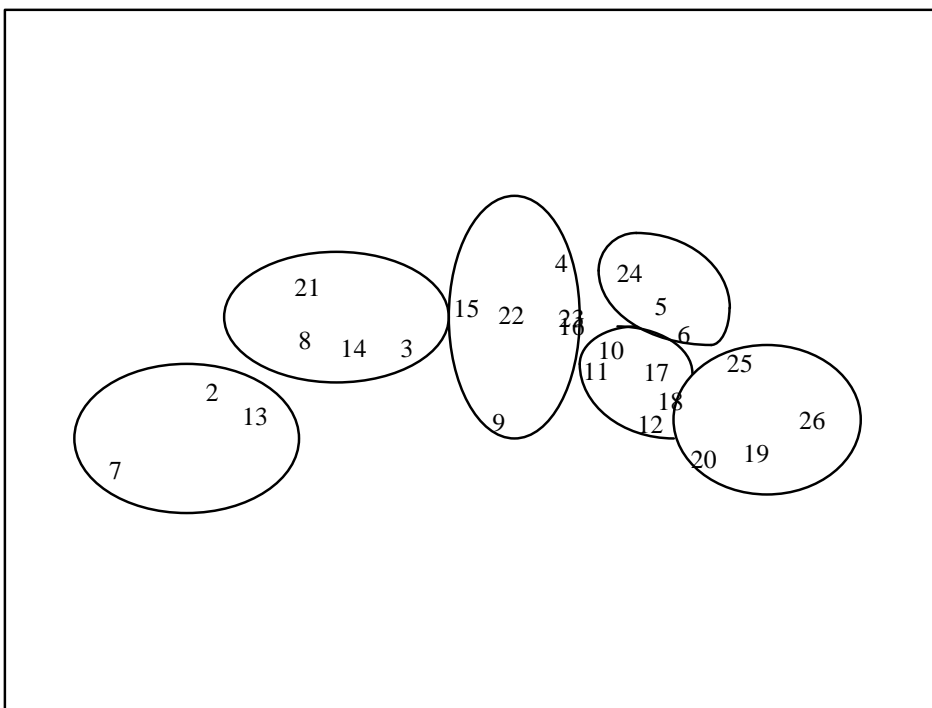
**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.



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

- Anon. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen, 263 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.
- 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.

## Vedleggstabell 1. MOM B-parametere

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Harvest Norway AS

Dato: 18.09.2013

Lokalitet: Bastli

Lokalitetsnr: 18235

Lokalitetstype: Matfisk, laks

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks														
			BA-12	BA-3																					
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1																							
I	Tilstand (Gruppe I)																								
II	pH	verdi	7,45	8,11																					
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-125	-126																					
		+ ref. verdi	94	93																					
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	1	1								1,0													
	Tilstand, prøve		1	1																					
	Tilstand, gruppe II		1																						
	Buffer temp:				Temp sjø:	14,2	Temp sediment:	8,5																	
	pH sjø:		8,13		Eh sjø:	347	Ref. elektrode:	219																	
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		18.09.2013 TEI																						
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0																					
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0																					
		Brun/Sort = 2																							
	Lukt	Ingen = 0	0	0																					
		Noe = 2																							
		Sterk = 4																							
	Konsistens	Fast = 0																							
		Myk = 2	2	2																					
		Løs = 4																							
	Grabbvolum	v < 1/4 = 0																							
1/4 ≤ v < 3/4 = 1																									
v ≥ 3/4 = 2		2	2																						
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0																						
	2 - 8 cm = 1																								
	t ≥ 8 cm = 2																								
	SUM		4	4																					
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,88								0,9													
	Tilstand prøve		1	1																					
	Tilstand gruppe III		1																						
	Middelverdi gruppe II og III		0,94	0,94								0,9													
	Tilstand gruppe II og III		1																						
	pH/E <sub>h</sub>																								
	Korr. sum																								
	Indeks	Tilstand																							
	Middelverdi																								
	< 1,1	1																							
	1,1 - < 2,1	2																							
	2,1 - < 3,1	3																							
	≥ 3,1	4																							
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tilstand</th> <th rowspan="2">Lokalitetstilstand</th> </tr> <tr> <th>Gruppe I</th> <th>Gruppe II og III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3, 4</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>								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	
Tilstand		Lokalitetstilstand																							
Gruppe I	Gruppe II og III																								
A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4																							
4	1, 2, 3	1, 2, 3																							
4	4	4																							
			LOKALITETSTILSTAND								1														

Korrekturlest:

20.01.2014  
datoEBI  
Sign.TL  
Sign.

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Norway AS

Dato: 18.09.2013

Lokalitet: Bastli

Lokalitetsnr: 18235

Lokalitetstype: Matfisk, laks

Prøvetakingssted (nr)	BA-12	BA-3								
Dyp (m)										
Antall forsøk	1	1								
Bobling (i prøve)	Nei	Nei								
Primær-sediment	Grus									
	Skjellsand									
	Sand	30								
	Mudder									
	Silt	60	90							
	Leire	10	10							
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall										
Børstemark, antall										
Andre dyr, antall										
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
Fôr	-	-								
Fekalier	-	-								
Kommentarer	Nærsoner (1) slått sammen med overgangssoner (2) -> 12	Mye organisk: Kvister, barnåler								

Korrekturlest: 20.01.2014  
dato

EBI  
Sign.

TL  
Sign.

**Vedleggstabell 2. Artsliste**

Vedlegg SF-SAM-505.5

**BENTHOS ARTSLISTE**

SAM-Marin



**SAM-Marin**  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS,  
Pb 4102 Sandviken, 5835 Bergen**

**Prosjekt nr.: 807939**

**Prøvetakingssted (område): Bastli**

**Dato for prøvetaking: 18.09.2013**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research, SAM-Marin**

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

**Artene er identifisert av: Lenka Nealova (opplæring), Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen**

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

**Opplysninger om merker i artslisten:**


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

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

**Andre opplysninger:**

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

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

Signatur:   
Godkjent taksonom

Marine Harvest	BA 03	BA 03	BA 12	BA 12
	18.9.13	18.9.13	18.9.13	18.9.13
Type beskrivelse	1	2	1	2
* CNIDARIA				
* HYDROZOA				
* ANTHOZOA				
Botrucnidifer norvegicus	2	3		3
Cerianthus lloydii				
PLATYHELMINTES				
* indet.				
* NEMERTINI indet.	4		7	9
PRIAPULIDA				
ANNELIDA				
POLYCHAETA				
Paramphinome jeffreysii	9	17	6	3
Bylgides cf. annenkovae				1
Bylgides sp.	0/4	0/1		
Neoleanira tetragona				1
Gyptis rosea			1	
Nereimyra cf. woodsholea	2/1	3		2
Ophiodromus flexuosus				
Glyphohesione klatti				
Ceratocephale loveni	2	1		2
Ophryotrocha sp.			1	
Prionospio steenstrupii				
Prionospio cirrifera	1			
Spiochaetopterus typicus				
Aricidea suecia				
Aricidea sp.	7			
Levinsenia gracilis				
Paradoneis sp.		1		
Paraonis sp.				
Diplocirrus glaucus			1	
Capitella capitata			3	1
Heteromastus filiformis			1	
Rhodine gracilior			1	
Galathowenia oculata			4	1
Lagis koreni	1		1	7
Anobothrus sp.	3	3		
CRUSTACEA				
* Calanus finmarchicus	8	2	1	2
* Calanus helgolandicus	4			
* Chiridius armatus	1			1
* Centropages typicus		1		
* Metridia longa	1	1		3
* Mysidacea indet.	1			
Diastylodes serrata			1	

* ISOPODA				
* Amphipoda indet.				
* Hyperiidae indet.				
* Caprellidae indet.				
Eriopisa elongata			1	5/1
* DECAPODA				
MOLLUSCA				
Caudofoveata indet.				
Nucula tumidula				
Delectopecten vitreus		1		
Thyasira flexuosa			1	
Thyasira sarsii				
Thyasira equalis	11	7	2	1
Tellimya tenella	1			1
Abra nitida			0/3	
Hiatella sp.				0/1
* BRYOZOA				
ECHINODERMATA				
Asteroidea indet.				
Brissopsis lyrifera	1	1		1
HOLOTUROIDEA				
* CHAETOGNATHA indet.	5	4		
ASCIDIACEA				
CHORDATA				
* VARIA	+	+		

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

<b>Geometrisk klasse</b>	<b>Jøs2</b>	<b>BA-3</b>	<b>BA-12</b>
I	5	5	11
II	3	2	5
III	1	5	3
IV	3	0	2
V	4	2	0
VI	2	0	0
VII	0	0	0
VIII	0	0	0



## Vedleggstabell 4. Utdrag av 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-002558-01**



**EUNOBE-00008084**

Prøvemottak: 03.10.2013  
Temperatur:  
Analyseperiode: 04.10.2013-21.10.2013  
Referanse: 807939/104/13

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2013-1004-014	441-2013-1004-015						
Prøvetakingsdato:		18.09.2013	18.09.2013						
Prøvetaker:		Oppdragsgiver	Oppdragsgiver						
Analysestartdato:		04.10.2013	04.10.2013						
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter						
Prøvemerking:		Ba-12, 126 m Hugg 1	Ba-03, 648 m Hugg 1						
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1400	mg/kg tv	a) 1100	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 28	mg/kg tv	a) 28	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 120	mg/kg tv	a) 140	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 37	mg/g tv	a) 44	mg/g tv			EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 39.6	% (w/w)	a) 36.8	% (w/w)			EN 14346	0.1
Kadmium (Cd)		a) <0.2	mg/kg tv	a) 0.2	mg/kg tv			NS EN ISO 17294-2	0.2

**Utførende laboratorium/ Underleverander:**

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 21.10.2013

*Helene L. Botnevik*

Helene Lillethun Botnevik

Kvalitetsleder/avd.leder mikro

## Vedleggstabell 5. Utdrag av 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>Sedimentanalyser</b>		
Kunde: Uni Research AS Att: Trond E. Isaksen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: <b>52594</b>	Antall sider + bilag: <b>5</b>	
		Rapport referanse: <b>KR-17966</b>	Dato: <b>28.11.2013</b>	
Rev. nr. <b>0</b>	Kundens bestillingsnr./ ref.: <b>611101/807939/11/13</b>	Utført: <b>Terje Kolberg</b>	Ansvarlig signatur: <b>Terje Kolberg</b> 	

Prøver mottatt dato: 19.11.2013

Prøve merket:			807939/ 11/13, BA-03 648 m	807939/ 11/13 BA-12, 426 m
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 084402	KA- 084401
TOM (550 oC)	%	28.11.13	7,09	6,83

BA-12		KA- 084401							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,01	0,1	0,1	MdΦ		Silt og leire		53,5
1000	0	0,01	0,1	0,3		4,26	Sand		46,4
500	1	0,34	4,7	5,0			Grus		0,1
355	1,5	0,51	7,0	12,0	SdΦ				
250	2	0,97	13,4	25,4		2,29			
180	2,5	0,79	10,9	36,3					
125	3	0,39	5,4	41,7	SkΦ				
90	3,5	0,20	2,8	44,5		0,00			
63	4	0,15	2,1	46,5					
<63	8	3,87	53,5	100,0	KΦ				
		7,24	100,0			0,65			

BA-03	KA-084402							
Diameter( $\mu\text{m}$ )	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)				
>2000	-1	0,02	0,2	0,2	Md $\Phi$	Silt og leire	80,8	
1000	0	0,01	0,1	0,4	5,53	Sand	18,9	
500	1	0,06	0,7	1,1		Grus	0,2	
355	1,5	0,12	1,4	2,5	Sd $\Phi$			
250	2	0,19	2,2	4,7	1,75			
180	2,5	0,26	3,1	7,8				
125	3	0,29	3,4	11,2	Sk $\Phi$			
90	3,5	0,27	3,2	14,3	-0,13			
63	4	0,41	4,8	19,2				
<63	8	6,87	80,8	100,0	K $\Phi$			
		8,50	100,0		0,94			

### ANALYSEINFORMASJON

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

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

**Vedleggstabell 6. CTD Data**Resultater fra hydrografimålingene på **BA-12** (nærsone).

Dyp (m)	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density
1	26,67	14,767	102,18	8,63	1,88	19,615
2	26,83	14,941	102,66	8,63	2,3	19,705
3	27,02	15,17	103,2	8,62	2,49	19,809
5	27,74	15,762	104,25	8,57	1,96	20,248
7	28,69	16,022	105,38	8,57	1,01	20,927
10	30,15	16,118	105,67	8,5	0,41	22,037
15	30,92	15,829	105,1	8,46	0,25	22,717
20	31,16	15,605	104,42	8,43	0,14	22,973
25	31,39	15,547	103,51	8,36	0,09	23,188
30	31,57	15,286	104,4	8,47	0,07	23,4
40	31,84	14,359	106,23	8,77	0,05	23,853
50	32,59	12,569	107,01	9,13	0,05	24,835
60	33,61	9,932	103,16	9,27	0,04	26,148
70	34,06	8,76	99,55	9,16	0,04	26,737
80	34,34	8,058	96,15	8,98	0,03	27,109
90	34,51	7,659	93,51	8,8	0,03	27,354
100	34,59	7,548	91,34	8,61	0,04	27,48
125	34,75	7,476	83,98	7,93	0,03	27,723
150	34,77	7,409	79,91	7,55	0,03	27,863
175	34,81	7,386	74,9	7,08	0,03	28,011
200	34,82	7,379	71,34	6,75	0,03	28,134
225	34,83	7,377	67,9	6,42	0,03	28,263
250	34,83	7,381	66,36	6,27	0,03	28,371
275	34,83	7,384	64,81	6,13	0,03	28,49
300	34,85	7,388	64,11	6,06	0,03	28,616
325	34,84	7,393	62,79	5,93	0,03	28,719
350	34,83	7,396	61,83	5,84	0,03	28,829
375	34,85	7,398	61,05	5,77	0,03	28,953
400	34,84	7,4	60,88	5,75	0,03	29,064
425	34,83	7,402	61,89	5,85	0,04	29,166
433	34,84	7,4	61,9	5,85	0,03	29,225

Resultater fra hydrografimålingene på **BA-3** (fjernsone).

Dyp (m)	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	F (µg/l)	Density
1	26,25	14,854	103,26	8,85	1,54	19,271
2	26,72	15,143	104,7	8,9	1,47	19,581
3	27,96	15,892	106,31	8,83	1,55	20,375
5	28,39	16,112	106,83	8,81	1,75	20,671
7	28,9	16,269	106,86	8,76	1,14	21,038
10	30,29	16,003	107,41	8,78	0,54	22,175
15	30,56	15,676	104,35	8,57	0,36	22,47
20	31,13	15,393	103,36	8,51	0,12	22,993
25	31,31	15,285	102,77	8,47	0,11	23,176
30	31,45	15,11	103,06	8,52	0,07	23,351
40	31,83	14,177	105,33	8,85	0,05	23,878
50	32,6	11,938	105,87	9,29	0,04	24,961
60	33,53	9,832	103,82	9,49	0,05	26,107
70	34,08	8,458	99,07	9,31	0,03	26,802
80	34,34	7,918	94,97	9,03	0,04	27,133
90	34,5	7,705	90,69	8,65	0,03	27,334
100	34,59	7,624	87,41	8,35	0,03	27,468
125	34,76	7,497	79,89	7,65	0,03	27,733
150	34,8	7,45	74,4	7,13	0,03	27,884
175	34,84	7,406	67,7	6,49	0,03	28,035
200	34,83	7,395	63,41	6,08	0,04	28,145
225	34,83	7,394	59,75	5,73	0,03	28,255
250	34,82	7,394	57,23	5,49	0,03	28,366
275	34,82	7,398	56,4	5,41	0,03	28,477
300	34,84	7,405	55,57	5,33	0,03	28,609
325	34,84	7,409	53,62	5,14	0,03	28,718
350	34,83	7,414	51,83	4,97	0,03	28,825
375	34,83	7,415	52,2	5	0,03	28,937
400	34,83	7,407	54,82	5,26	0,03	29,051
425	34,83	7,405	58,28	5,59	0,03	29,163
433	34,82	7,403	58,99	5,55	0,03	29,218
450	34,82	7,401	60,76	5,83	0,03	29,271
475	34,82	7,399	62,91	6,03	0,03	29,387
500	34,82	7,399	63,92	6,13	0,03	29,501
525	34,84	7,399	63,39	5,96	0,03	29,647
550	34,81	7,4	62,43	5,87	0,03	29,744
575	34,82	7,401	61,66	5,8	0,03	29,865
600	34,82	7,402	61,75	5,8	0,03	29,978
625	34,85	7,405	61,17	5,75	0,03	30,113
640	34,84	7,406	58,92	5,54	0,03	30,178