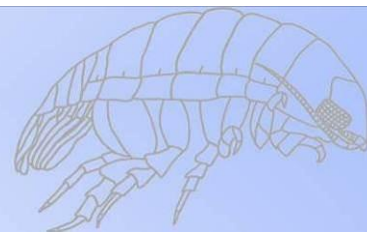


# SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin  
Uni Miljø





e-rapport nr: 6 – 2014

## *MOM C-undersøkelse fra lokalitet Kobbavik i Finnøy kommune 2013*

Torben Lode, Einar Bye Ingebrigtsen og Per-Otto Johansen



**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 10.02.2014 ( Kristin Hatlen )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 10.02.2014 ( Kristin Hatlen )

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

Rapportens tittel: MOM C-undersøkelse fra lokalitet Kobbavik i Finnøy kommune, 2013	Dato: 17.09.2013
	Antall sider og bilag: 48
Forfatter(e): Torben Lode, Einar Bye Ingebrigtsen og Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Trond Einar Isaksen
	Prosjektnummer: 807939

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

Abstract: A recipient survey was carried out to assess the impact of the aquaculture facility Kobbavik on its surrounding environment. In general conditions were good with regards to the parameters surveyed, although a slight tendency of an increasing gradient of organic matter and chemical pollutants toward the deepest parts of Fognafjorden were observed.

Keywords: Marine, environment, MOM C-survey, recipient	Emneord: Marin, miljø, MOM C-undersøkelse, resipient	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 6-2014
--	--	---

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger: <b>Per-Otto Johansen</b>	5.3.2014	<i>P-O. Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen: <b>Trond Einar Isaksen</b>	10/3-14	<i>Trond Einar Isaksen</i>

ID: 10723 Versjonsnr: 001

**SF506-Utforming av sammendrag  
SAM e-rapport****Uni Miljø - Sam Marin**

---

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 10.02.2014 ( Kristin Hatlen )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 10.02.2014 ( Kristin Hatlen )

---

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 Einar Isaksen og Henrik Rye Jakobsen

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Ina Birkeland, Linda Bjelland Pedersen og Einar Bye Ingebrigtsen

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

**Rapportering utført av:** Torben Lode, Einar Bye Ingebrigtsen og Per-Otto Johansen

**Ikke akkreditert:**

Prøvetaking for kjemi ved nærsone (KO-01) og overgangssone (KO-02); prøvetaking for geologi ved overgangssone (KO-02) og fjernsone (KO-03).

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Kvitsøy Sjøtjenester AS, Bjarte Espevik og Tom Roger Børvik

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

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

Ikke akkreditert: -

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

Akkreditert: TOM, kornfordeling

Ikke akkreditert: -

---

18.02.2014 10:27:15

Side 2 av 3

Dette dokumentet er ikke godkjent i utskrevet format. Godkjent versjon finnes kun elektronisk.

ID: 10723 Versjonsnr: 001

**SF506-Utforming av sammendrag  
SAM e-rapport**

**Uni Miljø - Sam Marin**

---

**Ansvarsområde:** Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
**Dok. kategori:** Vedlegg **Sist endret:** 10.02.2014 ( Kristin Hatlen )  
**Siste revisjon:** Ikke satt **Neste revisjon:** Ikke satt  
**Godkjent:** GODKJENT 10.02.2014 ( Kristin Hatlen )

---

**Andre: -**

---

18.02.2014 10:27:15


Side 3 av 3

Dette dokumentet er ikke godkjent i utskrevet format. Godkjent versjon finnes kun elektronisk.

**Uni Research, SAM-Marin**  
**Thormøhlensgate 55**  
**55584341/Sam-marin@uni.no**  
**/985 827 117 MVA**

**MOM C-undersøkelse fra lokalitet Kobbavik i Finnøy  
kommune, 2013**

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOM C-undersøkelse fra lokalitet Kobbavik i Finnøy kommune, 2013		
Rapport-nummer:	6-2014	Lokalitetens navn:	Kobbavik
Lokalitetsnummer:	10113	GPS, senter i anlegg:	59°07 339N, 005°56 066Ø
Fylke:	Rogaland	Kommune:	Finnøy
MTB-tillatelse:	2340t	Driftsleder:	Ivar Dyvik
Dato undersøkelse:	17.09.2013	Dato rapport:	24.02.14
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :					
		Stasjoner	Stasjon 1 (nærsonne)	Stasjon 2 (overgangssone)	Stasjon 3 (fjernsone)
<b>Parametre</b>					
GPS (prøvestasjoner):			59°07 280N 005°55 972Ø	59°07 128N 005°56 148Ø	59°07 023N 005°56 347Ø
<b>Fauna</b> (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:		39	-	33
	Antall individer:		250	-	192
	Jevnhet (0-1):		0,86	-	0,90
	Shann. Wien. (H') SW, tilst.klasse:			-	4,17 (II, God)
	Hurl.ind. (ES <sub>n-100</sub> ) Hurl., tilst.klasse:			-	24,91 (II, God)
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:		II (God) I (Meget god)		
<b>Normal. TOC</b>	TOC (mg/g):		38 (IV, Dårlig)	39 (IV, Dårlig)	46 (V, Svært dårlig)
	TOC, tilst.klasse:				
<b>Elementer</b> (resultater + Sft-tilstands-klasse)	Zn, (mg/kg):		110 (I, Bakgrunn)	140 (I, Bakgrunn)	160 (II, God)
	Zn, tilst.klasse:				
	P (g/kg):		1000 (normal verdi)	970 (normal verdi)	900 (normal verdi)
	P, kommentar:				
	Cu (mg/kg) Cu, tilst.klasse:		22 (I, Bakgrunn)	25 (I, Bakgrunn)	29 (I, Bakgrunn)
<b>Oksygen</b>	Cd (mg/kg) Cd, tilst.klasse:		<0,2 (I, Bakgrunn)	-	-
	Målt verdi (%): O <sub>2</sub> , tilst.klasse:		100,1 (I, Svært god)	92,7 (I, Svært god)	92,8 (I, Svært god)
<b>Sedimentkarakteristikk</b> (MOMB-parameter):			100% Leire	100% Leire	100% Leire
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:					

## INNHold

<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>7</b>
<b>2 MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>8</b>
2.1 Undersøkellesområdet.....	8
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder.....	8
2.3 Produksjonsdata fra anlegget.....	14
<b>3 RESULTATER OG DISKUSJON</b> .....	<b>15</b>
3.1 Hydrografi.....	15
3.2 Sediment.....	16
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Bunndyr.....	19
<b>4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON</b> .....	<b>24</b>
<b>5 TAKK</b> .....	<b>25</b>
<b>6 LITTERATUR</b> .....	<b>26</b>
<b>7 VEDLEGG</b> .....	<b>27</b>
<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata</i> .....	<i>28</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i> .....	<i>37</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i> .....	<i>39</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser</i> .....	<i>42</i>
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis</i> .....	<i>43</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data</i> .....	<i>46</i>

## 1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Kobbavik i Fognafjorden, Finnøy kommune. Innsamlingene ble gjennomført 17. september 2013.

Det er tidligere gjennomført MOM C-undersøkelse ved Kobbavik i 2010 (Hatlen og Johansen, 2010). Lokaliteten har siden blitt flyttet 300 meter øst og det er følgelig bare fjernsonen fra rapporten Hatlen og Johansen (2010) som kan brukes for direkte sammenligning med stasjonsdata for gjeldende undersøkelse. MOM C-undersøkelsen fra 2010 viser en tydelig belastning av drift på nærsonen, og smått påvirkning også i overgangssonen. Fjernsonen virker på den annen side å være uforstyrret av driften.

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

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot Miljødirektoratets (tidligere Klif) tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (SFT 97:03 og TA 2229/2007), Vanddirektivets 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 Marin 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 ble det gitt ut en ny veileder fra Direktorsgruppa, Veileder 02:2013. Denne innebefatter at det kommer inn nye indekser for beregninger av bunnfauna, samt at en tidligere benyttet indeks 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 de nye indeksene. 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 ny veileder.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet

Lokaliteten ligger sørøst for Fogn i Finnøy kommune, på ca 240 meters dyp (Figur 2.1, 2.2 og 2.3). Bunnen under anlegget heller videre sørøst ned mot 300 meter i dypet av Fognafjorden.

### 2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

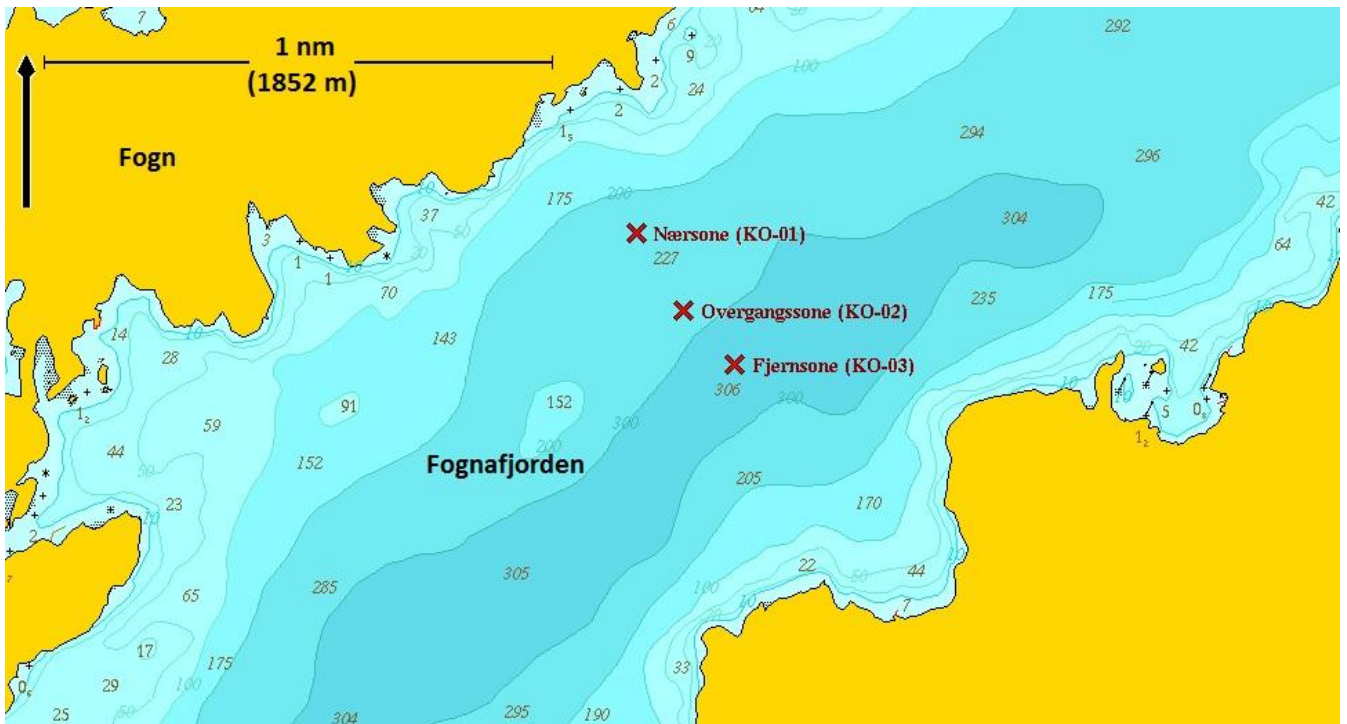
Prøveinnsamlingene ble gjort 17. september 2013. Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget, en i overgangssonen og en stasjon i dypet av fjorden. Undersøkelsen ble gjennomført av Trond Einar Isaksen og Henrik Rye Jakobsen fra SAM-Marin.

Det ble også tatt vannprøver for hydrografi ved alle 3 undersøkelsesstasjonene (KO-01, KO-02 og KO-03). Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

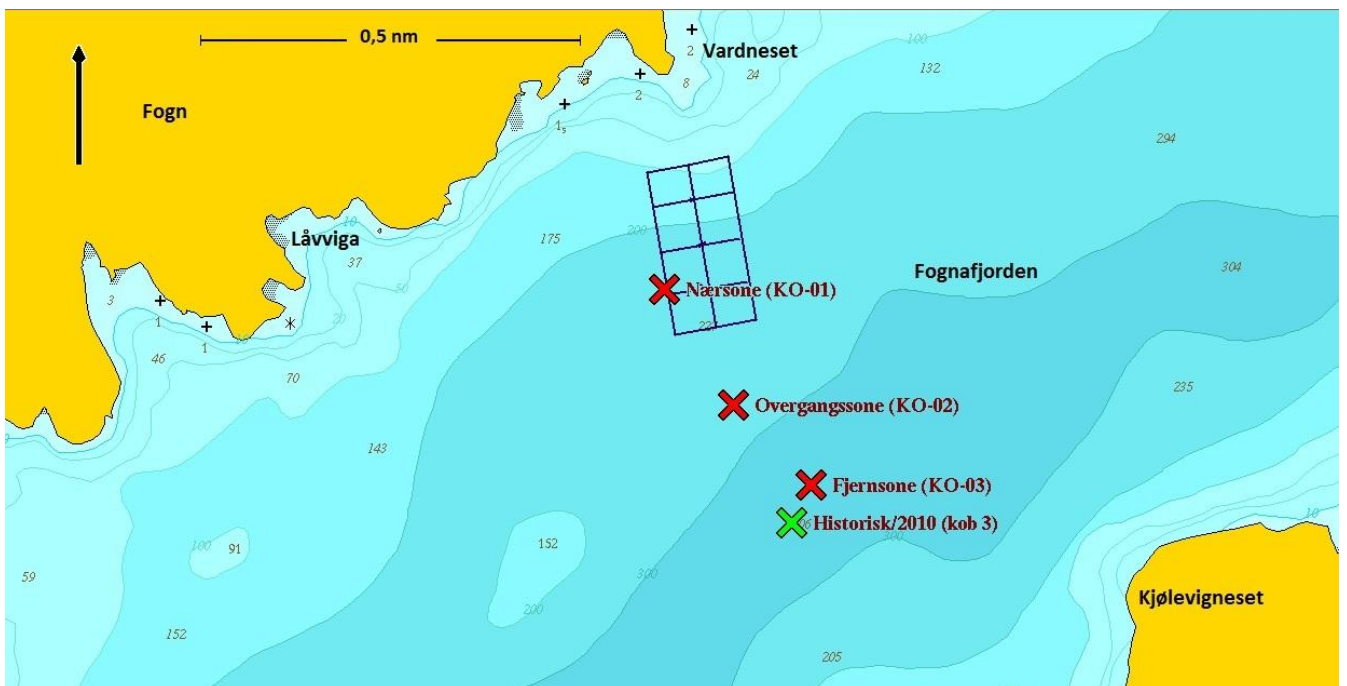


**Figur 2.1:** Oversiktskart over deler av Rogaland. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Kobbavik. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.





**Figur 2.2:** Utsnitt av Kobbavik med fjernsone i dypet og stasjoner ved anlegget. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.



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

**Tabell 2.1:** Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet i Boknafjorden, Kobbavik. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Dybder 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.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsonne KO-01 17.09.2013	59° 07,280'N 05° 55,972'Ø	242	1	20	Biologi, geologi, MOM B-parametere Biologi Kjemi* CTD m/ oksygenmåler
			2	21	
			3	21	
Overgangs- sone KO-02 17.09.2013	59° 07,128' N 05° 56,148'Ø	260	1	21	Biologi, geologi*, MOM B-parametere Biologi, Kjemi* CTD m/ oksygenmåler
			2	21	
Fjernsone KO-03 17.09.2013	59° 07,023'N 05° 56,347'Ø	305	1	20	Biologi, Kjemi, MOM B-parametere Biologi, geologi* CTD m/ oksygenmåler
			2	21	

*\*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/hugg markert stjerne (\*) i Tabell 2.1 ble tatt fra full grabb og 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 STD/CTD-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 totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og analyse av kornfordeling. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19.

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 finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sedimentoverflaten, og avgi råtten lukt ( $H_2S$ ). 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 tilfredsstillers NS-EN ISO-17025 og er akkreditert for analyse av total organisk materiale (TOM) og kornfordeling med akkrediterings nr. Test 032.

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 %.

### 2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hugget fra hver stasjon til analyse av kjemiske parametere. Prøvetaking utføres i henhold til NS-EN ISO 5667-19.

Analysene er utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn), kobber (Cu) og kadmium (Cd) er utført etter NS-EN-ISO 17294-2.

Analysene av totalt organisk karbon (TOC) er utført etter NS-EN 13137 og beregning av normalisert TOC i henhold til SFT 97:03. For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver, må konsentrasjoner av TOC i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

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

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen at TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i tabell 2.2. Innholdet av tørrstoff er 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<sup>TM</sup> pH/Eh metere (Mettler Toledo). Redokspotensialet ble målt med Ag/AgCl-redokselektrode (InLab Redox) 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 det være få eller ingen arter tilstede i sedimentet.

For innsamling av bunnprøver er 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 (van veen, duo 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 vaskes 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 er fiksert ved tilsetning av 20 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet skylles prøvene på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene sorteres ut fra sediment-restene og overføres til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det lar seg gjøre bestemmes dyr til art. Bunndyrsmaterialet oppbevares 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 benyttet for analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks brukes for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generell 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 tidligere Veileder 01:2009 og SFT 97:03. Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ), Hulberts diversitetsindeks ( $ES_{100}$ ), 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 bunndyrsdata (side 28). For denne rapporten er inndeling i tilstandsklasser for indekser brukt 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) som beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er 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	II	III	IV	V	
			Bakgrunn/ Svært god	God	Moderat	Dårlig	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		>4	4-3	3-2	2-1	<1
	NQII	02:2013		0,9-0,82	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

\*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 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 lokalitet Kobbavik startet produksjonen i 1999. Lokaliteten ble nylig flyttet 300 meter øst i forhold til tidligere plassering, og ny lokalitet ble først tatt i bruk 18.08.2013. Det totalt lagt opp til to rammefortøyninger på 100 meter x 400 meter, som hver kan romme 4 merder på 200 meters omkrets. Ved undersøkelsestidspunktet består lokaliteten bare av 2 stk. merder på 200 meter omkrets. Det er produksjon i begge disse merdene og lokaliteten har ved undersøkelsestidspunktet en innestående biomasse på 49 208 kg. Fisken er av årgang 1303G (utsett høst 13) og neste planlagte brakkleggingsfase er fra 15. mai til 15. juli 2015.

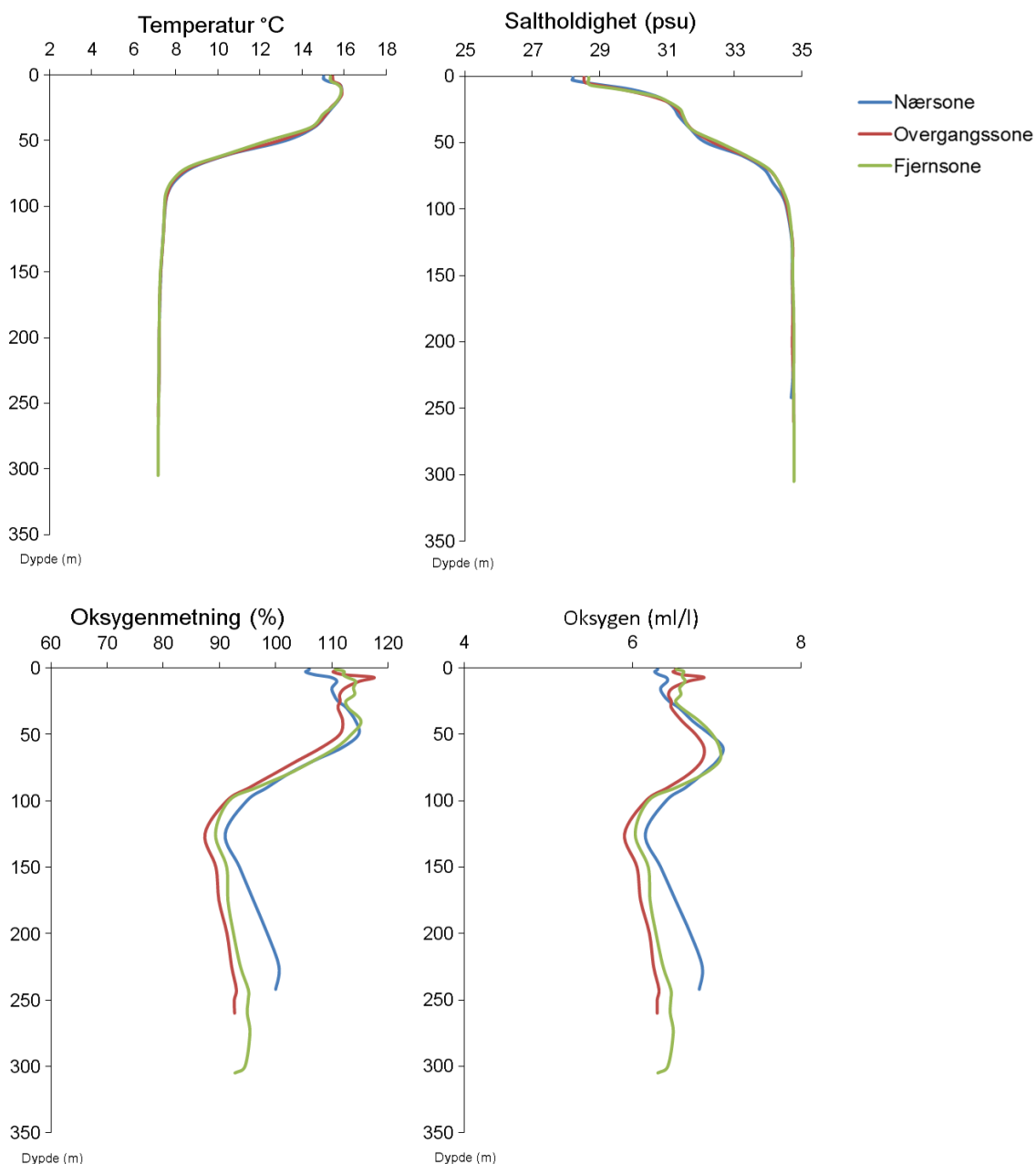
**Tabell 2.4.** Fôrforbruk i tonn på lokaliteten de siste 3 år:

	Utfôret mengde (kg)	Produsert mengde (kg)
2013 (01.01.13 – 17.09.13)	23 044	23 044
2012	997 851	1 131 516
2011	2 595 117	2 259 381
2010	1 476 342	1 580 144

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

#### 3.1 Hydrografi

Temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon KO-01 (nærsone), KO-02 (overgangssone) og KO-03 (fjernsone), 17. september 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data finnes i Vedleggstabell 5.



**Figur 3.1:** Temperatur, saltholdighet, oksygen i % metning og ml/l på nærsone-, overgangssone-, og fjernsonestasjon, målt med CTD-sonde fra overflaten og ned til 305 meter den 17. september 2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra  $\text{mgO}_2/\text{l}$  med en omregningskoeffisient på 1,42.

Både temperatur- og saltholdighetsstratifiseringen er svært lik på alle de 3 målte stasjonene og varierer i liten grad. Det er et tydelig sprangsjikt (pyknoklin) ved omtrent 50 - 80 meters dyp som skiller overflatevannet fra de underliggende vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Et sprangsjikt antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet ved disse 3 stasjonene hindrer effektivt vannmassene i de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold.

Oksygeninnholdet i vannsøylen varierer noe mellom de ulike stasjonene. Felles for alle 3 er en topp i oksygeninnhold i sprangsjiktet ved ca. 60 meters dyp. Ovenfor 60 meter er oksygeninnholdet lite stabilt og vekslende for samtlige stasjoner, spesielt i de øvre vannlag. Dette er en naturlig effekt av jevnlig omrøring og utskiftning av vannmasser, og forholdene her vil på kort sikt variere i større grad enn ellers i vannsøylen. Under sprangsjiktet er oksygeninnholdet avtagende ved alle 3 stasjonene ned mot 100 meters dyp, hvor samtlige stasjonsprofiler viser et bunnpunkt i målt oksygeninnhold. Forholdet mellom de 3 stasjonene i målt oksygeninnhold er ganske jevnt nedenfor sprangsjiktet.

Oksygeninnhold i vannmasser er ikke like stabilt som temperatur og saltholdighet, 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 vertikalt som fremstår av disse målingene.

Om man ser bort fra de øvre 30 meterne har KO-01 jevnt over høyest verdier for oksygeninnhold de 3 stasjonene seg imellom og har også høyeste enkeltmåling på 7,08 ml/l, ved 60 meters dyp. Ved den dypeste målingen for KO-01 på 242 meter er oksygeninnholdet 6,8 ml/l. Dette plasserer bunnvannet ved KO-01 i Miljødirektoratets tilstandsklasse 1 (Svært god). KO-03 ligg tett på, men har generelt noe lavere oksygeninnhold i vannmassene under sprangsjiktet. Ved den dypeste målingen for KO-03 ved 305 meter er oksygeninnholdet 6,3 ml/l, som plasserer bunnvannet i Miljødirektoratets tilstandsklasse 1 (Svært god). Med unntak av toppsjiktet har KO-02 generelt lavest oksygeninnhold av de 3 målte stasjonene. Ved den dypeste målingen for KO-02 på 260 meter er oksygeninnholdet 6,3 ml/l, hvilket plasserer bunnvannet i Miljødirektoratets tilstandsklasse 1 (Svært god). KO-02 har det lavest målte punktet for oksygeninnhold ved samtlige stasjoner, og måler 5,91 ml/l ved 125 meters dyp. Det er innenfor Miljødirektoratets tilstandsklasse 1 (Svært god) for dypvann. Grenseverdier for tilstandsklasser er oppgitt i Tabell 2.2.

### 3.2 Sediment

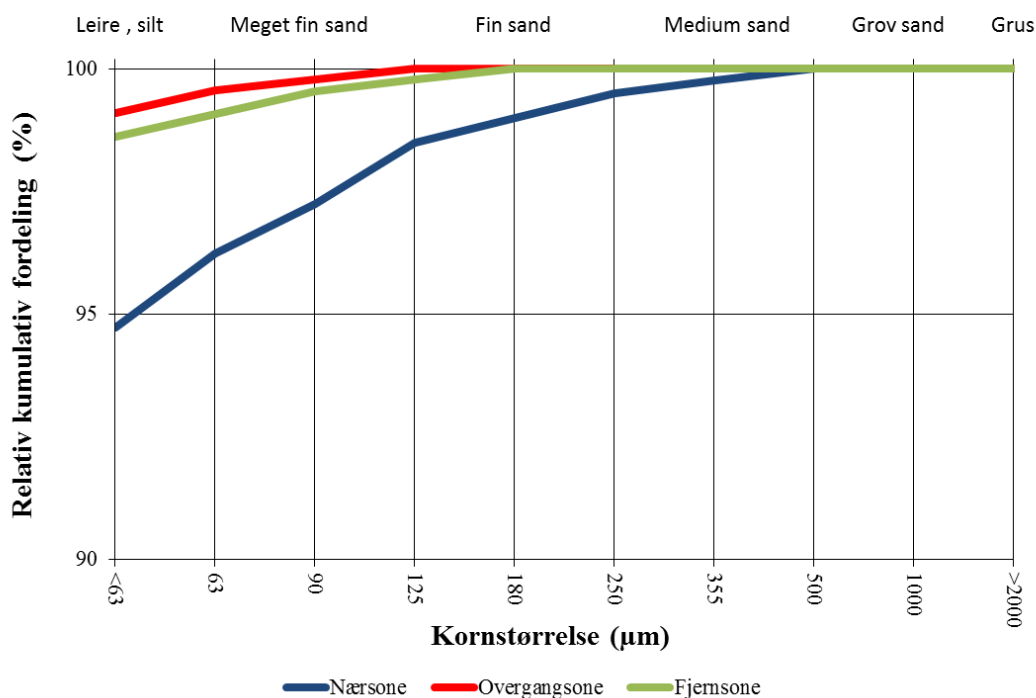
Resultatene fra sedimentundersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

**Tabell 3.1:** Oversikt over dyp, totalt organisk materiale (% glødetap, TOM) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Kobbavik, september 2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% TOM)	Leire + Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
KO-01, Nærsone	243	9,3	94,7	5,3	0
KO-02, Overgangssone*	260	10,8	99,1	0,9	0
KO-03, Fjernsone*	305	12,4	98,6	1,4	0

\*Geologiprøve ikke tatt akkreditert grunnet full grabb, i henhold til NS-EN ISO 5667-19





**Figur 3.2:** Sedimentfraksjoner. Relativ kumulativ fordeling av kornstørrelse i sedimentprøver fra ulike stasjoner ved lokaliteten Kobbavik: Nærsonen, KO-01; Overgangssone, KO-02; Fjernsone, KO-03. Kornstørrelser er kategorisert som sedimentfraksjoner fra finest til grovest (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).

Tabell 3.1 viser prosentvis fordeling av sedimentfraksjoner for de 3 undersøkte stasjonene.

Nærsonen (KO-01) domineres av silt og leire, hvilke utgjør 94,7 % av alt sediment. De resterende 5,3 % består av sand. Overgangssonen (KO-02) er nesten utelukkende bestående av silt og leire, som utgjør hele 99,1 %, og de resterende 0,9 % utgjort av sand. Sedimentet ved fjernstasjonen (KO-03) ute i dypet av fjorden er også preget av silt og leire, som utgjør hele 98,6 %. Den resterende 1,4 % består av sand.

Felles for alle 3 stasjonene er høy andel finkornet sediment (< 63 µm) (Figur 3.2). Dette indikerer svake bunnstrømforhold ved samtlige stasjoner. KO-01 virker likevel å ha noe mer strømaktivitet ved bunn basert på kornfordelingen (Figur 3.2).

Normale verdier for glødetap i norske fjorder ligg på under 10 % glødetap. Selv om glødetapet i nærsonen er innenfor det som regnes som normalt for norske fjorder, er 9,3 % likevel helt i øvre sjiktet av normale verdier. De noe forhøyede verdiene for glødetap ved overgangssonen og fjernsonen indikerer en viss grad av organisk belastning i fjorden. Det virker å være en svakt økende gradient for glødetap fra nærsonen og ut til fjernsonen ved undersøkelsestidspunktet.

### 3.3 Kjemi

#### 3.3.1 Sedimentanalyser

Konsentrasjoner av fosfor i marine sedimenter ligger vanligvis omkring 1000 mg/kg TS i vestlandsfjordene. Alle de 3 undersøkte stasjonene har fosforverdier innenfor det som betraktes som normalt.

Fjernsonen (KO-03) har høyest målte verdi for normalisert TOC på 46 mg/g (Tabell 3.2) og gir Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig). Også for nærsone (KO-01) og overgangssone (KO-02) er verdier for normalisert TOC forhøyet, med henholdsvis 38 mg/g og 39 mg/g. Begge disse havner i tilstandsklasse IV (Dårlig). TOC verdiene fra samtlige stasjoner tyder på betydelige mengder organisk innhold ved undersøkelsestidspunktet.

De høye TOC verdiene stemmer dårlig med målt glødetap for stasjonene. 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 i denne 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). Det påpekes også i veileder 02:2013 at forholdet mellom normalisert TOC og glødetap er vist å variere og at de ikke er direkte sammenlignbare.

Verdiene av metallene kobber og sink er målt for samtlige undersøkte stasjoner. Verdiene for kobber er normale ved alle 3 undersøkte stasjoner og får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå) (Tabell 3.2). Også verdier for sink får beste tilstandsklasse I (bakgrunnsnivå) ved KO-01 og KO-02, mens KO-03 har svakt forhøyede konsentrasjoner og får tilstandsklasse II (God) (Tabell 3.2).

Det virker å være en svakt økende konsentrasjonsgradient for normalisert TOC, sink og kobber fra nærsone og ut til fjernsonen ved undersøkelsestidspunktet.

Utover standard krav for MOM-C undersøkelser (NS 9410:2007) er det også analysert for forekomst av kadmium ved KO-01. Konsentrasjonen av kadmium ved KO-01 måles til <0,2 mg/kg TS og plasserer i Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Bakgrunnsnivå) (TA 2229/2007).

**Tabell 3.2:** Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS). Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter Miljødirektoratets klassifisering (TA 2229/2007) for sink, kobber og etter SFT 97:03 for normalisert TOC; for TK grenseverdier, se Tabell 2.2.

Stasjon	Totalt organisk karbon		TK	Fosfor	Sink	Kobber			Kadmium		Tørrstoff (TS) %
	g/kg	Normalisert TOC mg/g		mg/kg TS	mg/kg TS	TK	TS	TK	mg/kg TS	TK	
KO-01, Nærsonen*	37	38	IV	1000	110	I	22	I	<0,2	I	26,9
KO-02, Overgangssone*	39	39	IV	970	140	I	25	I			31,5
KO-03, Fjernsonen	46	46	V	900	160	II	29	I			24,9

\*Kjemiprøve ikke tatt akkreditert grunnet full grabb, i henhold til NS-EN ISO 5667-19.

### 3.3.2 Måling av pH og redokspotensialet (E<sub>h</sub>)

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

Måling av pH og E<sub>h</sub> gir normale verdier og beste tilstandsklasse 1 for alle de 3 undersøkte stasjonene (KO-01, KO-02 og KO-03).

**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 / Parameter	pH	E <sub>h</sub>	pH/E <sub>h</sub> poeng	Tilstand
KO-01, Nærsonne	7,68	101	0	1
KO-02, Overgangssone	7,83	97	1	1
KO-03, Fjernsone	7,99	124	0	1

### 3.4 Bunnedyr

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 bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I henhold til NS 9410:2007 er det ikke nødvendig å opparbeide bunndyrsanalyse på overgangssone dersom målte parametere på de to andre stasjonene viser tilstand god eller bedre. I tillegg til innsamlede stasjonsprøver for denne undersøkelsen er det også tatt med historisk faunainformasjon fra en tidligere MOM C-undersøkelse ved lokaliteten i februar 2010 for sammenligning. Stasjonen fra 2010 (Kob 3) er tatt ute i dypet av fjorden som fjernsone, ved omtrentlig samme dybde og 100 meter fra KO-03 (Figur 2.3).

I bunndyrsprøvene fra nærstasjonen like ved anlegget (KO-01) er det totalt 39 arter bestående av til sammen 250 individer. Diversiteten (H') for stasjonen beregner til 4,16, og det samlede resultatet av diversitets og ømfintlighetsindekser (H', NQI1, og ES<sub>100</sub>) plasserer KO-01 i Direktoratgruppas tilstandsklasse II (God) (Se Tabell 2.2 for oversikt over grenseverdier og tilstandsklasser). I følge MOM-standardens er diversitetsindekser lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen like ved anlegg (Tabell 2.3). Etter dette klassifiseringssystemet får stasjonen miljøtilstand 1 (Meget god).

Prøvene fra fjernstasjonen (KO-03) har totalt 33 ulike arter, bestående av til sammen 192 individer. Diversiteten (H') for KO-03 er lik 4,17, og stasjonen får totalt (H', NQI1 og ES<sub>100</sub>) Direktoratgruppas tilstandsklasse II (God). MOM-standardens klassifiseringssystem gjelder ikke for fjernsonen. Til sammenligning fikk fjernstasjonen for MOM C-undersøkelsen i 2010 (Kob 3) også Direktoratgruppas tilstandsklasse II (God).

Prøvene fra nærsone (KO-01) har samlet 59 individer av muslingen (bivalvia) *Thyasira equalis*. Dette er den mest dominerende arten i nærsone ved undersøkelsestidspunktet og utgjør 23,6 % av alle individer samlet inn fra denne stasjonen (se Tabell 3.5 for oversikt over de ti mest tallrike artene ved hver stasjon). Børstemarken *Paramphinome jeffreysii* er nest mest dominerende, representert ved 23 individ og 9,2 prosent av alle individer. Totalt utgjør *T. equalis* og *P. jeffreysii* 32,8 % av prøvenes totale mengde individer. De ti mest individrike artene ved undersøkelsestidspunktet er typiske for relativt dype bløtbunnsområder. Det er en god variasjon av ulike typer organismer (polychaeta, bivalvia og sipuncula) blant de ti mest individrike artene ved KO-01, hvilket indikerer gode miljøforhold ved stasjonen.

Bunndyrprøvene fra fjernsone (KO-03) har også en god blanding av ulike typer organismer blant de ti mest tallrike artene (børstemark, muslinger, krageorm og pigghuder). De tre mest tallrike artene i prøvene fra KO-03 er muslingen *Kelliella abyssicola* med 23 individ, og muslingene *Thyasira equalis* og *Nucula tumidula* med 22 individer hver. Disse artene utgjør tilsammen 34,9 % av prøvenes totale antall individer. Faunaen ved KO-03 på undersøkelsestidspunktet vitner om gode miljøforhold. I likhet med Kob3 fra 2010, var de tre vanligste artene muslinger og utgjorde til sammen 40 % av alle individene.

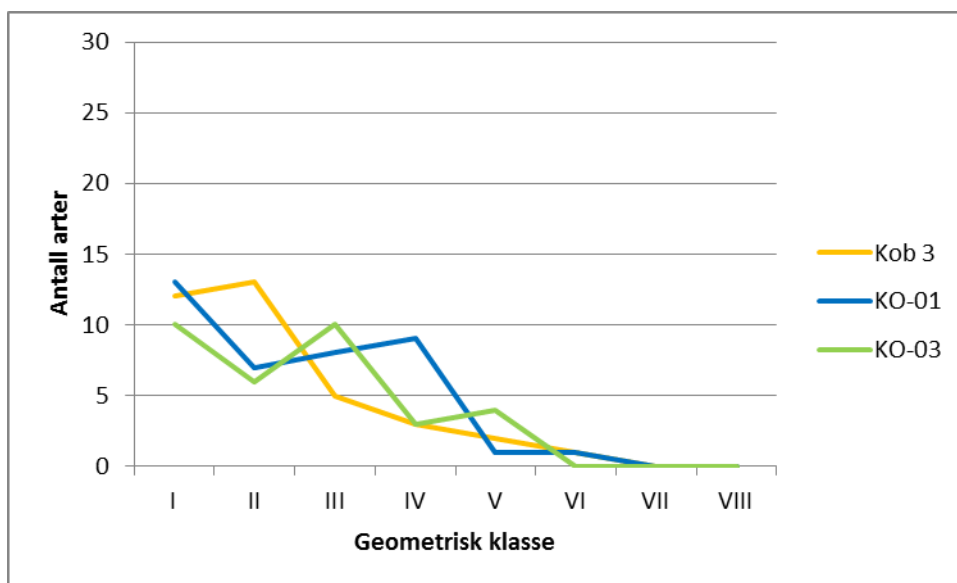
Knekkene i fordeling av geometriske klasser for både KO-01 og KO-03 indikerer en viss påvirkning av bunnfaunaen.. Sammenligning av geometriske klasser for KO-03 med fjernstasjonen fra undersøkelsen i 2010 (Kob 3) indikerer stabilt gode forhold i dypet av fjorden over de siste årene.

De multivariate analysene viser ca 50 % likhet mellom fjern og nær-stasjonen fra 2013. (Figur 3.4 og 3.5). Spesielt fremtredende er det likevel at fjernsone for gjeldene undersøkelse (KO-03) er mer lik gjeldene nærsone (KO-01) enn den er lik fjernsone fra 2010 (Kob 3). Undersøkelsen i 2010 ble tatt i februar og ikke i samme punkt. Forskjeller i både plassering, årstider og endring over tid er mulige forklaringer på dette.

**Tabell 3.4:** Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Blå: svært god, Grønn: god, Gul: moderat, Orange: dårlig, Rød: svært dårlig (se Generell vedleggsdel). Stasjon kob 3 er fra en tidligere MOM C undersøkelse ved lokaliteten. Samlet prøvevolum for biologi ved samtlige stasjoner er 0,2 m<sup>2</sup>.

Stasjon/år	Hugg	Antall arter	Antall individer	Diversitet (H')	NQI1	ES100	TK	AMBI	Jevnhet (J)	H'-max	MOM TK
KO-01/2013	1	25	87	4,14	0,72	25,00		2,140	0,89	4,64	
	2	34	163	4,18	0,74	27,98		2,088	0,82	5,09	
	Sum	39	250	4,36		28,48			0,82	5,29	1
	<b>Snitt</b>	<b>29,5</b>	<b>125</b>	<b>4,16</b>	<b>0,73</b>	<b>26,49</b>	<b>II</b>	<b>2,114</b>	<b>0,86</b>	<b>4,87</b>	
KO-03/2013	1	26	102	4,15	0,80	25,82		1,071	0,88	4,70	
	2	24	90	4,19	0,76	24,00		1,571	0,91	4,58	
	Sum	33	192	4,39		27,20			0,87	5,04	
	<b>Snitt</b>	<b>25</b>	<b>96</b>	<b>4,17</b>	<b>0,78</b>	<b>24,91</b>	<b>II</b>	<b>1,321</b>	<b>0,90</b>	<b>4,64</b>	
Kob 3/2010	1	26	93	3,83	0,79	26,00		1,230	0,81	4,70	
	2	25	101	3,80	0,79	24,91		1,133	0,82	4,64	
	Sum	36	194	4,03		27,51			0,78	5,17	
	<b>Snitt</b>	<b>25,5</b>	<b>97</b>	<b>3,81</b>	<b>0,79</b>	<b>25,46</b>	<b>II</b>	<b>1,182</b>	<b>0,82</b>	<b>4,67</b>	

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



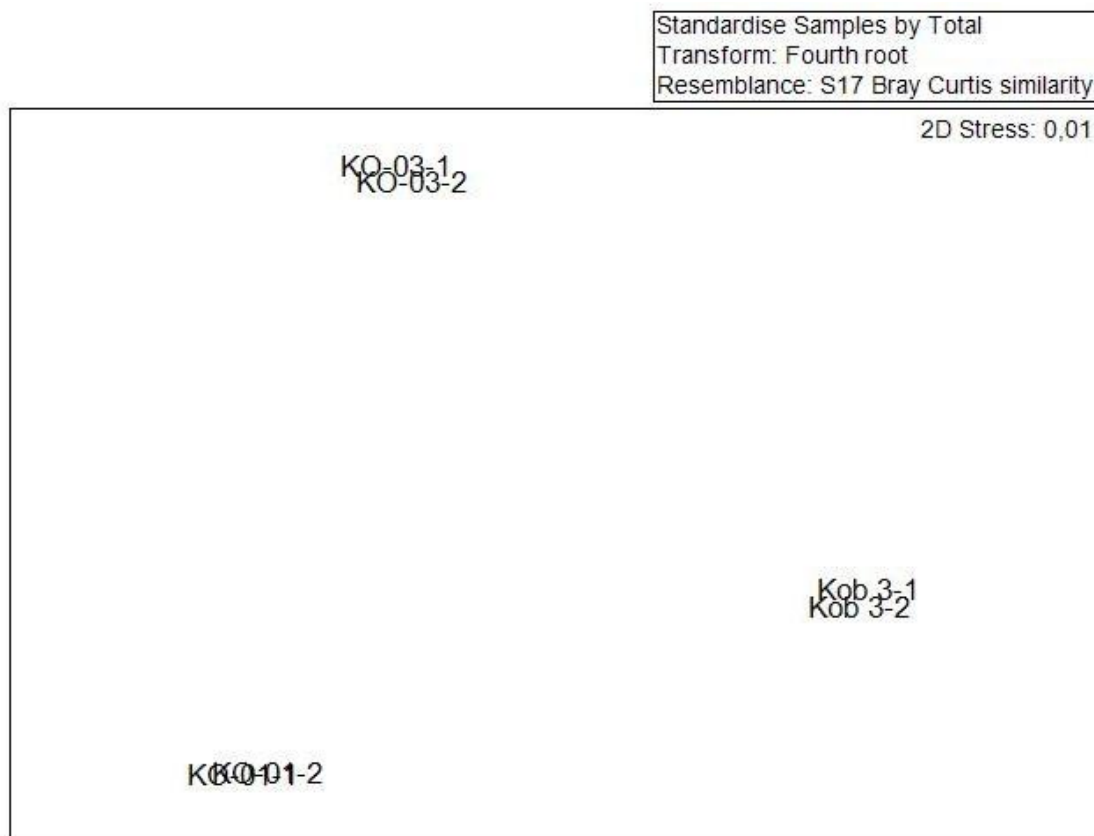
**Figur 3.3:** Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

**Tabell 3.5:** De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er lik 0,2 m<sup>2</sup>.

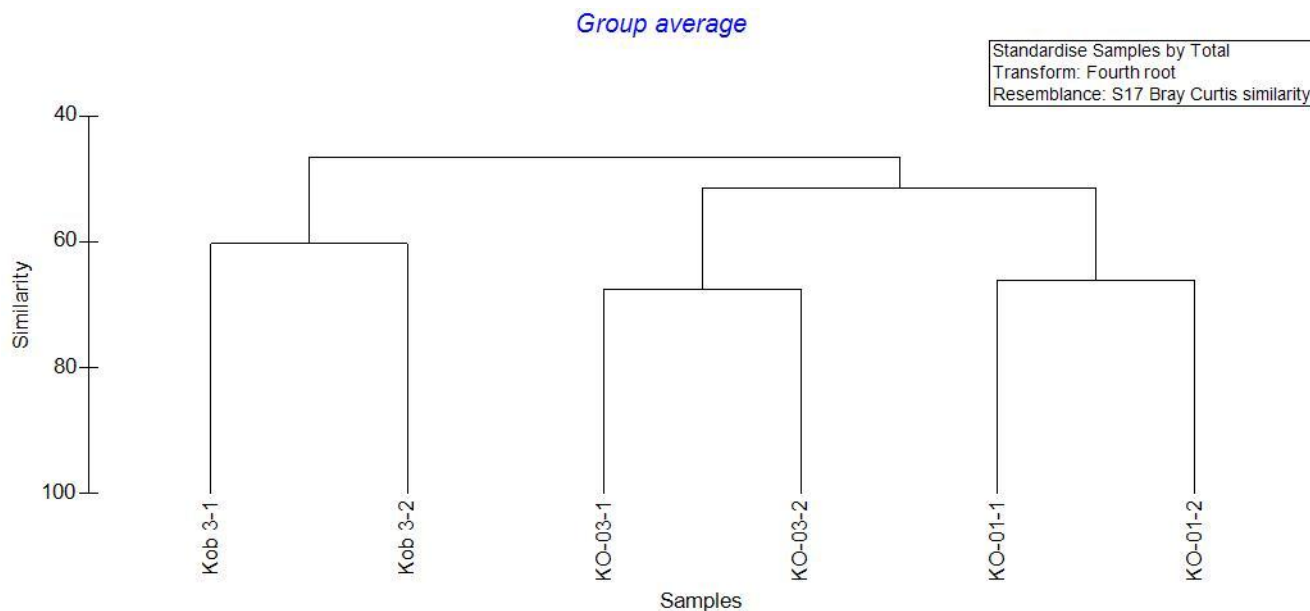
Kob 3	Antall individer	%	Kum. %
<i>Kelliella abyssicola</i>	53	27,3	27,3
<i>Nucula tumidula</i>	23	11,9	39,2
<i>Thyasira equalis</i>	19	9,8	49,0
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	11	5,7	54,6
<i>Heteromastus filiformis</i>	10	5,2	59,8
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	10	5,2	64,9
<i>Nephtys incisa</i>	6	3,1	68,0
<i>Amythasides macroglossus</i>	6	3,1	71,1
<i>Ceratocephale loveni</i>	5	2,6	73,7
<i>Levinsenia gracilis</i>	5	2,6	76,3

KO-01	Antall individer	%	Kum. %
<i>Thyasira equalis</i>	59	23,6	23,6
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	23	9,2	32,8
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	13	5,2	38,0
<i>Galathowenia oculata</i>	13	5,2	43,2
<i>Ceratocephale loveni</i>	11	4,4	47,6
<i>Adontorhina similis</i>	10	4,0	51,6
<i>Anobothrus</i> sp.	10	4,0	55,6
<i>Sosanopsis wireni</i>	10	4,0	59,6
<i>Levinsenia gracilis</i>	9	3,6	63,2
<i>Nucula tumidula</i>	8	3,2	66,4
<i>Spiophanes kroeyeri</i>	8	3,2	69,6

KO-03	Antall individer	%	Kum. %
<i>Kelliella abyssicola</i>	23	12,0	12,0
<i>Thyasira equalis</i>	22	11,5	23,4
<i>Nucula tumidula</i>	22	11,5	34,9
<i>Sosanopsis wireni</i>	16	8,3	43,2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	9	4,7	47,9
<i>Heteromastus filiformis</i>	9	4,7	52,6
<i>Spatangoida</i> indet.	9	4,7	57,3
<i>Galathowenia oculata</i>	7	3,6	60,9
<i>Adontorhina similis</i>	7	3,6	64,6
<i>Amythasides macroglossus</i>	7	3,6	68,2



**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 i sjøen ved oppdrettslokaliteten Kobbavik i Fognafjorden, Finnøy kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 17. september 2013. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner: en ved anlegget (nærsonen), en i overgangssonen og en i dypet av fjorden (fjernsonen).

Alle de tre undersøkte stasjonene består ved undersøkelsestidspunktet av et finkornet sediment svært dominert av leire og silt, med litt innslag av sand. Dette kan tyde på svake bunnstrømmer i området. Alle de tre undersøkte stasjonene oppfyller tilfredsstillende Miljødirektoratets krav om oksygeninnhold i dypvann og får beste karakter på dette punktet.

Glødetap er et mål på totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet, hvor høyere prosent glødetap indikerer høyere andel organisk innhold. Sedimentet ved nærsonen har glødetap lik 9,3 % og befinner seg med det helt i øvre grense av verdier for norske fjorder, som typisk er på under 10 %. Både overgangssonen og fjernsonen har TOM-verdier som er forventet på dette dypet.

Et annet mål på organisk innhold i sediment er TOC, som måler sedimentets totale innhold av karbon. Samtlige stasjoner har ved undersøkelsestidspunktet forhøyede verdier av TOC, men fjernsonen skiller seg ut med svært forhøyede verdier og Miljødirektoratets tilstandsklasse V (Svært dårlig). Det må understrekes at verdier og forhold angitt av glødetap og TOC ikke nødvendigvis er sammenlignbare og TOC er ikke tilpasset forholdene i kystnære områder.

Verdier for fosfor måles ved samtlige undersøkte stasjoner til normale verdier for fosfor i marine sedimenter. Også måling av pH og Eh viser meget gode forhold både i nærsonen, overgangssonen og fjernsonen.

Med unntak av måling for sink i fjernsonen ble samtlige stasjoner målt til bakgrunnsnivåer av både kobber og sink ved undersøkelsestidspunktet og får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Bakgrunn). Fjernsonen har svakt forhøyet konsentrasjon av sink i sedimentet og får tilstandsklasse II (God).

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 nærstasjonen. Analysen av kadmium viser verdier tilsvarende bakgrunnsnivå og får Miljødirektoratets tilstandsklasse I (Bakgrunn).

Bunnfaunaen ved nærsonen er ved undersøkelsestidspunktet ganske lik faunaen ved fjernsonen. Begge har tilfredsstillende høy grad av artsdiversitet og god fordeling av individ på ulike arter. I henhold til MOM-standard som er gjeldende for områder nærliggende anlegg får nærsonen tilstand 1 (Meget god). Fjernsonen får i henhold til Direktoratgruppas klassifiseringssystem tilstand II (God).

Resultatene fra MOM C-undersøkelsen ved Kobbavika, september 2013 viser gode forhold for lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet. TOC indikerer noe større organisk belastning i fjernsonen sammenlignet med nærsonen. For TOC verdiene er dette i kontrast til den foregående MOM C undersøkelsen (Hatlen og Johansen, 2010), som viste en sterk forhøyning av TOC i nærsonen. Glødetapet lå imidlertid på et forventet nivå på dette dypet. Undersøkelsen i 2010 som ble utført i februar måned viste videre sterkt forhøyede verdier av



fosfor, mens fosforkonsentrasjonene i 2013 ikke var forhøyede. Det er for MOM C-undersøkelsen i 2010 ikke oppgitt hvor i produksjonssyklusen anlegget befant seg ved undersøkelsestidspunktet. Dersom undersøkelsen i 2010 ble gjort ved maks produksjon kan dette være forklarende for de høye verdiene målt for fosfor og TOC i nærsonen.

Videre for undersøkelsen i 2013 er den målte gradienten av økende glødetap ut mot fjernsonen tilsvarende det som ble målt i 2010. Også for kjemiske målinger virker det å være en svakt stigende gradient av belastning fra nærsonen og ut til fjernsonen. Bunnfaunaen ved samtlige stasjoner virker imidlertid på undersøkelsestidspunktet å være lite påvirket av driften.

En viktig faktor å påpeke er at lokaliteten ved undersøkelsestidspunktet i 2013 nylig var oppstartet (18.08.2013) etter å ha blitt flyttet fra en tidligere plassering omtrent 300 meter vest for plasseringen ved undersøkelsestidspunktet. Dette er naturlig nok en viktig årsak til de jevnt over gode forholdene ved nærsonen. Det har vært drift i området siden 1999, og belastning over tid fra drift ved gammel lokalitet er en mulig forklaring til den svakt indikerte gradienten av organisk og kjemisk belastning som kommer frem i resultatene for denne undersøkelsen.

Effekt av videre drift på ny lokalitet er vanskelig å si noe om basert på resultat rett etter oppstart. Områdets evne til å ta seg inn igjen i løpet av brakkeleggingsperioder er avgjørende for hvorvidt drift er forsvarlig med tanke på fremtidige miljøkvalitet. Andre forhold som landbruk og fjordsystemets egen biologiske dynamikk vil også kunne påvirke graden av organisk materiale i fjorden. Kjemiske parametere gir mulighet til å oppdage mulig miljøpåvirkning av drift før dette effektivt kommer til syne gjennom næringskjeder i området. Faunaanalysene for denne undersøkelsen vitner om gode forhold.

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 maks produksjon og fullført brakkeleggingsfase, da dette gir utfyllende informasjon på driftens belastende effekt og områdets evne til restituerings.

## 5 TAKK

Vi takker for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Trond Einar Isaksen og Henrik Rye Jakobsen fra SAM- Marin, samt Bjarte Espevik og Tom Roger Børvik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS. Bunnprøvene ble sortert av Ina Birkeland, Linda Bjelland Pedersen og Einar Bye Ingebrigtsen. Bunndyrene ble identifisert av Lenka Nealova, Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen.

## 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.
- Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Green, N., Johnsen, T., Lømsland, E., Magnusson, J., Omli, L., Oug, E., Pedersen, A., Rygg, B og Walday, M. 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Tiårsrapport (1990-99). Kystovervåkingsprogrammet. TA-1883/2002.
- 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.
- Hatlen, K. og Johansen, P-O. 2010. MOM-C undersøkelse i Kobbavika i Finnøy kommune. SAM e-Rapport nr. 8-2010. 38 s.
- 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. TA 1467/1997.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9423. 1998. Vannundersøkelse – Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 9410. 2007. Miljøovervåking av marine matfiskanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 13137. 2001. Karakterisering av avfall – Bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) i avfall, slam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 17294-2. 2004. Vannundersøkelse – Bruk av induktivt koplet plasmamassespektrometri (ICP-MS) – Del 2: Bestemmelse av 62 grunnstoffer. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN ISO 16665. 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- NS-EN ISO 5667-19. 2005. Vannundersøkelse, Prøvetaking, Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.
- NS-EN ISO/IEC 17025:2005. Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse. *Norges Standardiseringsforbund*.
- NS-EN 14346. 2006. Karakterisering av avfall – Beregning av tørrstoff ved bestemmelse av tørket rest eller vanninnhold. *Norges Standardiseringsforbund*.

## 7 Vedlegg

<i>Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata .....</i>	<i>28</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre .....</i>	<i>37</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste.....</i>	<i>39</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>42</i>
<i>Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis .....</i>	<i>43</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD Data.....</i>	<i>46</i>

## Generell vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

### 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 bunndyr-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 bunndyrprøver 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.

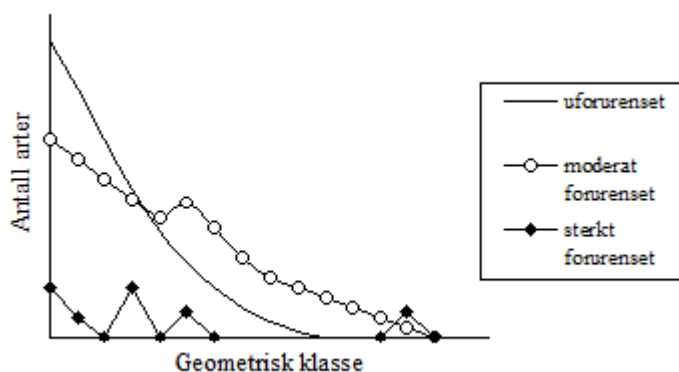
### Geometriske klasser

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. 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 Direktorsgruppen Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

### Diversitet.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

hvor ES100 = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og Ni individer av i-ende art.

**Diversitetsindekse SN** er beskrevet som:

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

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

### Ømfintlighet

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

### Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

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

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

### Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H' og ES<sub>100</sub>) 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 Molvær et al. 1997 for sammen-ligning 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
ISI <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. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

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

### Multivariate analyser

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

### Klassifikasjon og ordinasjon

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

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

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

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

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k  
 $y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen  
 $y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter  
 $p$  = totalt antall arter

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

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

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

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

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

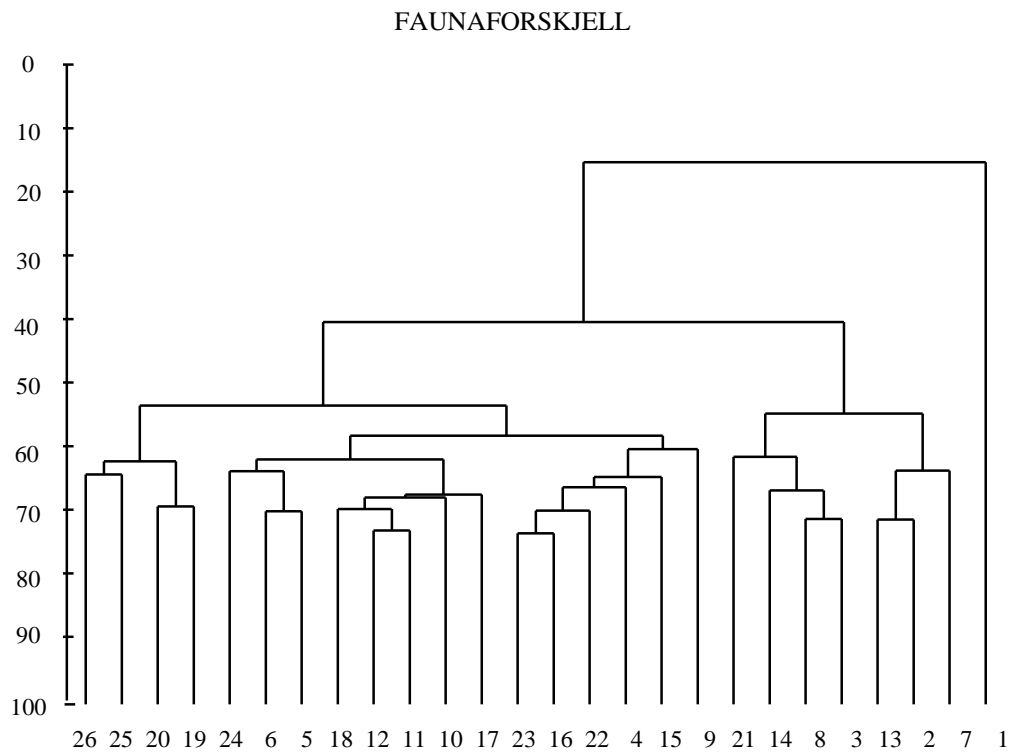
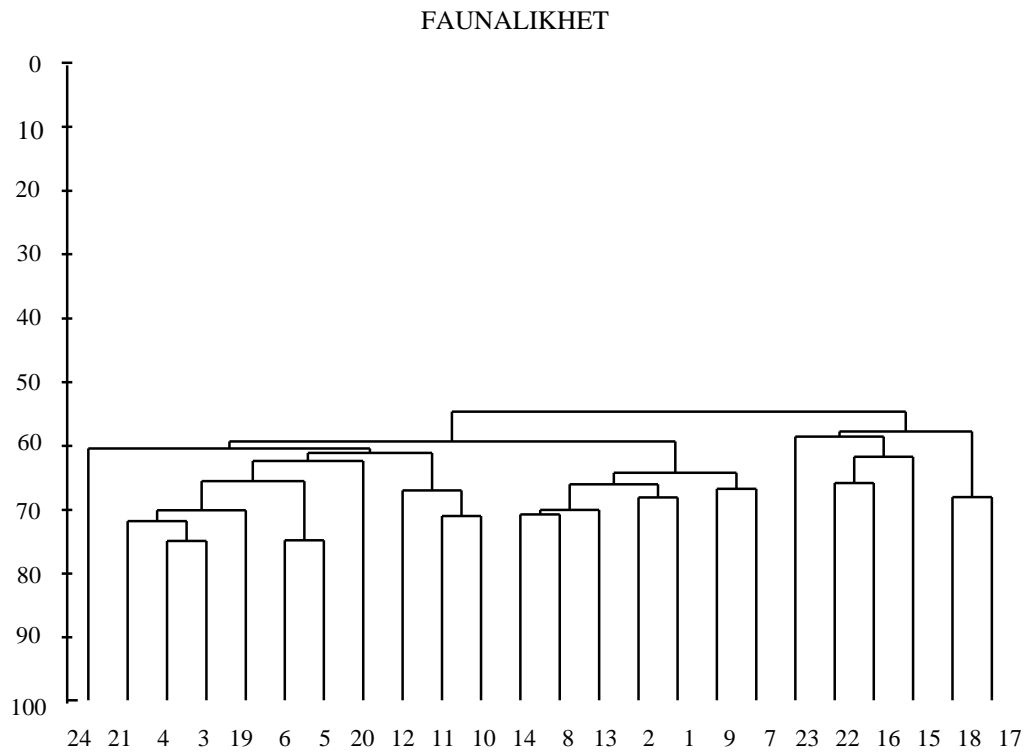


Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren:  $< 0,05$  = svært god presentasjon,  $< 0,1$  = god presentasjon,  $< 0,2$  = brukbar presentasjon,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

### Dataprogrammer

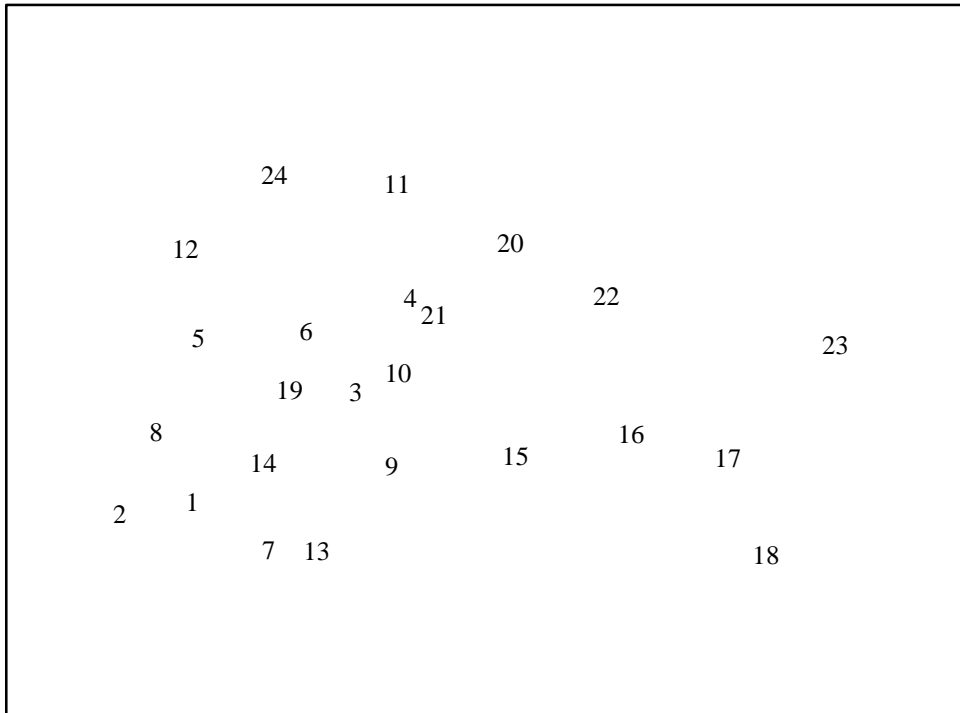
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget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

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

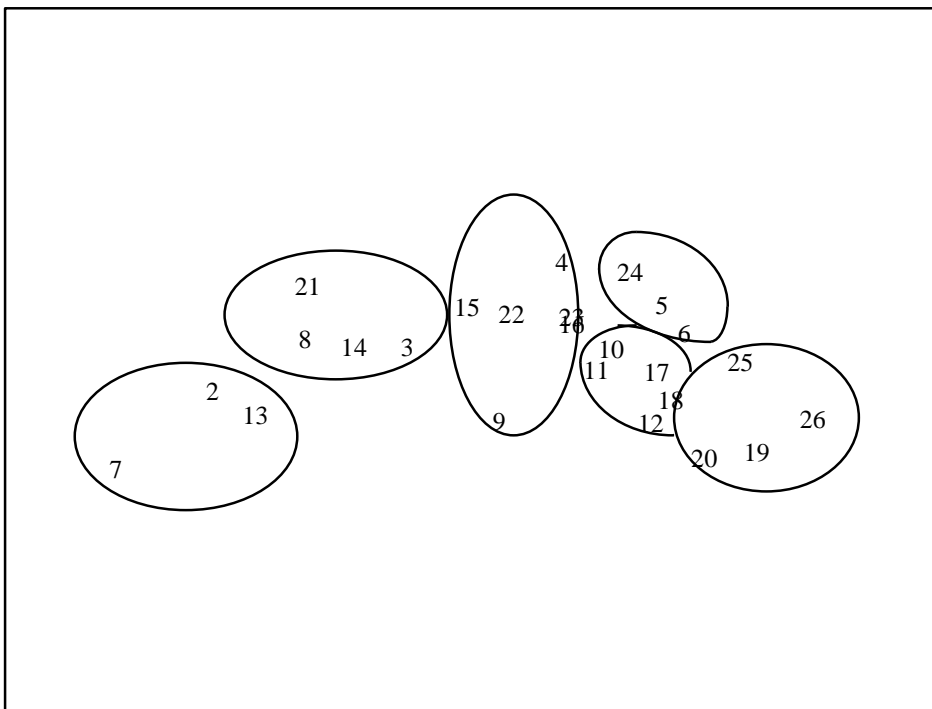


**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



**Figur v3.** MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

## Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

## PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Harvest Norway AS  
 Lokaltet: Kobbavik  
 Lokaltetstype: Matfisk, Laks

Dato: 17.09.2013  
 Lokaltetsnr: 10113

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr										Indeks				
			1	2	3												
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0											0,0	
I	Tilstand (Gruppe I)		A														
II	pH	verdi	7,68	7,83	7,99												
	E <sub>h</sub> (mv)	verdi	-118	-122	-95												
		+ ref. verdi	101	97	124												
	pH/E <sub>h</sub>	fra figur	0	1	0											0,3	
	Tilstand, prøve		1	1	1												
	Tilstand, gruppe II		1														
	Buffer temp:		8,21		Temp sjø:	14,9	Temp sediment:	8,6									
	pH sjø:				Eh sjø:	372	Ref. elektrode:	219									
	Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):		TEI 17.09.13														
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0												
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0												
		Brun/Sort = 2															
	Lukt	Ingen = 0	0	0	0												
		Noe = 2															
		Sterk = 4															
	Konsistens	Fast = 0															
		Myk = 2	2	2	2												
		Løs = 4															
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0															
1/4 ≤ v < 3/4 = 1																	
v ≥ 3/4 = 2		2	2	2													
Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0													
	2 - 8 cm = 1																
	t ≥ 8 cm = 2																
	SUM		4	4	4												
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,88	0,88											0,9	
	Tilstand prøve		1	1	1												
	Tilstand gruppe III		1														
	Middelverdi gruppe II og III		0,44	0,94	0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	
	Tilstand gruppe II og III		1														
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	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: 14.02.2014  
dato

TL  
Sign.

EBI  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Norway AS

Dato: 17.09.2013

Lokalitet: Kobbavik

Lokalitetsnr: 10113

Lokalitetstype: Matfisk, Laks

Prøvetaksstedsnr (nr)	1	2	3						
Dyp (m)	242	260	305						
Antall forsøk	1	1	1						
Bobling (i prøve)									
Primær-sediment	Grus								
	Skjellsand								
	Sand								
	Mudder								
	Silt								
	Leire	100	100	100					
Fjellbunn									
Steinbunn									
Pigghuder, antall									
Krepsdyr, antall									
Skjell, antall									
Børstemark, antall									
Andre dyr, antall									
<i>Malacoceros fuliginosa</i>									
Beggiatoa									
Fôr									
Fekalier									
Kommentarer									

Korrekturlest: 14.02.2014  
dato

TL  
Sign.

EBI  
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

## Vedleggstabell 2. Artsliste

ID: 10728 Versjonsnr: 001

## SF505-Benthos Artsliste

Uni Miljø - Sam Marin

Ansvarsområde: Sam Marin / Rapportering / Rapportering /  
 Dok. kategori: Vedlegg Sist endret: 22.01.2014 ( Øydis Alme )  
 Siste revisjon: Ikke satt Neste revisjon: Ikke satt  
 Godkjent: GODKJENT 27.01.2014 ( Kristin Hatlen )



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

Prosjekt nr.: 807939

Prøvetakingssted (område): Kobbavik

Dato for prøvetaking: 17.09.2013

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

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
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

## Opplysninger om merker i artslisten:

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

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

## Andre opplysninger:

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

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

Signatur: *Tom Alvestad*  
 Godkjent taksonom

## SAM-Marin

Stasjon	KO-01	KO-01	KO-03	KO-03
Dato	17.09.2013	17.09.2013	17.09.2013	17.09.2013
Hugg	1	2	1	2
<b>HYDROZOA</b>				
Hydrozoa indet.	+	+	+	+
<b>ANTHOZOA</b>				
Stylatula elegans				
Actiniaria indet.				
Botrucnidifier norvegicus	1			1
<b>PLATYHELMINTES</b>				
indet.				
<b>NEMERTINI</b> indet.	6	2	2	2
<b>ANNELIDA</b>				
<b>POLYCHAETA</b>				
Paramphinome jeffreysii	8	15	5	4
Aphrodita aculeata				
Polynoidae indet.	2	1		
Pholoe baltica				1
Neoleanira tetragona	1		1	
Tomopteris sp.				
Ophiodromus flexuosus		1		
Exogone sp.	1	1		
Ceratocephale loveni	4	7	4	
Nephtys hystericis	3	4		
Nephtys incisa				
Nephtys paradoxa		2	2	2
Glycera lapidum				
Paradiopatra quadricuspis				
Lumbrineridae indet.				
Polydora sp.	1	1	2	1
Spiophanes kroeyeri	3	5		
Spiophanes wigleyi		1		
Spiochaetopterus bergensis		1		
Spiochaetopterus typicus		1	+	3
Levinsenia gracilis	5	4	2	3
Chaetozone sp.	1			
Diplocirrus glaucus				
Pherusa sp.		1		
Heteromastus filiformis		6	3	6
Rhodine loveni				
Rhodine gracilior			1	2
Galathowenia oculata	8	5	2	5
Pectinaria sp.	2	2		
Anobothrus sp.	6	4		
Mugga wahrbergi		1		1
Amythasides macroglossus			1	6



## SAM-Marin

Stasjon	KO-01	KO-01	KO-03	KO-03
Dato	17.09.2013	17.09.2013	17.09.2013	17.09.2013
Hugg	1	2	1	2
Sosanopsis wireni	5	5	8/2	5/1
Amage auricula	2	1		
Terebellides stroemi		2		
Sabellidae indet.	1		1	
Euchone sp.			1	
<b>SIPUNCULA</b>				
Onchnesoma steenstrupi	3	10	1	2
<b>ARTHROPODA</b>				
<b>CRUSTACEA</b>				
Calanoida indet				
Calanus finmarchicus	1	1	4	5
Calanus hyperboreus			2	1
Eudorella emarginata		1		
Diastylodes serrata				
<b>AMPHIPODA</b>				
Amphipoda indet.				
Eriopisa elongata	1	4/2	1	
<b>MOLLUSCA</b>				
Caudofoveata indet.	1	4/1		2
Nucula tumidula	3/2	3	10/3	7/2
Yoldiella philippiana		1	1/3	1
Delectopecten vitreus			2/1	2/1
Heteranomia squamula			4	
Thyasira sarsii				1/2
Thyasira equalis	15/1	43	8/3	11
Mendicula feruginosa	2			
Adontorhina similis	1	9	4	3
Tellimya ferruginosa		3/3		
Abra nitida	0/4	0/1	2/1	2/1
Kelliella abyssicola			12	11
Cuspidaria abbreviata				
Entalina tetragona				
<b>ECHINODERMATA</b>				
<b>OPHIUROIDEA</b> indet.				
Amphilepis norvegica		4/2		0/1
Ophiura sarsii			0/1	
Echinoidea indet.			0/1	
Spatangoida indet.			0/9	
Brissopsis lyrifera		1		
<b>CHAETOGNATHA</b>				
indet.	1			1
<b>VARIA</b>	+		+	+

**Vedleggstabell 3. Geometriske klasser**

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Kob 3	KO-01	KO-03
I	12	13	10
II	13	7	6
III	5	8	10
IV	3	9	3
V	2	1	4
VI	1	1	0
VII	0	0	0
VIII	0	0	0

## Vedleggstabell 4. Utdrag av Analysebevis



Uni Research AS  
HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
5006 BERGEN  
Attn: Uni Miljø

**Eurofins Environment Testing Norway AS  
(Bergen)**  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Box 75  
NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

**AR-13-MX-002558-01**



**EUNOBE-00008084**

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

## ANALYSERAPPORT

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 1000	mg/kg tv	a) 970	mg/kg tv	a) 900	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 22	mg/kg tv	a) 25	mg/kg tv	a) 29	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 110	mg/kg tv	a) 140	mg/kg tv	a) 160	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 37	mg/g tv	a) 39	mg/g tv	a) 46	mg/g tv	EN 13137	0.1
Total tørrstoff		a) 26.9	% (w/w)	a) 31.5	% (w/w)	a) 24.9	% (w/w)	EN 14346	0.1
Kadmium (Cd)		a) <0.2	mg/kg tv					NS EN ISO 17294-2	0.2

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbestraße "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 21.10.2013

*Helene L. Botnevik*

Helene Lillethun Botnevik

Kvalitetsleder/avd.leder mikro

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2

		<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.: 52594	Antall sider + bilag: 5	
		Rapport referanse: KR-17966	Dato: 28.11.2013	
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 611101/807939/11/13	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur: Terje Kolberg	

Prøver mottatt dato: 19.11.2013

## RESULTATER

Prøve merket:			807939/ 11/13 KO-01, 231 m	807939/ 11/13 KO-02, 254 m	807939/ 11/13 KO-03, 299 m
Parameter	Enhet	Ana.dato	KA- 084395	KA- 084396	KA- 084397
TOM (550 oC)	%	28.11.13	9,31	10,8	12,4

KO-01	KA- 084395	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)			
>2000	-1		0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire	94,7
1000	0		0,00	0,0	0,0	5,89	Sand	5,3
500	1		0,01	0,3	0,3		Grus	0,0
355	1,5		0,01	0,3	0,5	SdΦ		
250	2		0,02	0,5	1,0	1,31		
180	2,5		0,02	0,5	1,5			
125	3		0,05	1,3	2,8	SkΦ		
90	3,5		0,04	1,0	3,8	-0,01		
63	4		0,06	1,5	5,3			
<63	8		3,77	94,7	100,0	KΦ		
			3,98	100,0		0,75		

SAM-Marin

KO-02		KA-084396							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md $\Phi$	Silt og leire		99,1	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,98	Sand		0,9	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus		0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	Sd $\Phi$				
250	2	0,00	0,0	0,0	1,24				
180	2,5	0,00	0,0	0,0					
125	3	0,01	0,2	0,2	Sk $\Phi$				
90	3,5	0,01	0,2	0,5	0,00				
63	4	0,02	0,5	0,9					
<63	8	4,39	99,1	100,0	K $\Phi$				
		4,43	100,0		0,74				

KO-03		KA-084397							
Diameter( $\mu$ m)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
>2000	-1	0,00	0,0	0,0	Md $\Phi$	Silt og leire		98,6	
1000	0	0,00	0,0	0,0	5,97	Sand		1,4	
500	1	0,00	0,0	0,0		Grus		0,0	
355	1,5	0,00	0,0	0,0	Sd $\Phi$				
250	2	0,00	0,0	0,0	1,24				
180	2,5	0,01	0,2	0,2					
125	3	0,01	0,2	0,5	Sk $\Phi$				
90	3,5	0,02	0,5	0,9	0,00				
63	4	0,02	0,5	1,4					
<63	8	4,29	98,6	100,0	K $\Phi$				
		4,35	100,0		0,74				

**ANALYSEINFORMASJON**

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

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

**ANMERKNINGER**

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

### Vedleggstabell 5. CTD Data

Resultater fra hydrografimålingene på KO-01:

Depth(u)	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	ml/l	F (µg/l)	Density
1	28,21	15,029	106,05	8,95	6,30	1,16	20,742
2	28,21	15,029	105,68	8,92	6,28	1,43	20,745
3	28,19	15,027	105,41	8,9	6,27	1,83	20,739
5	28,61	15,268	106,97	8,97	6,32	2,45	21,015
7	29,17	15,765	109,9	9,09	6,40	1,76	21,354
10	29,95	15,881	110,94	9,11	6,42	0,64	21,939
15	30,68	15,865	110,07	9	6,34	0,26	22,522
20	31,05	15,701	110,4	9,04	6,37	0,16	22,866
25	31,24	15,432	111,16	9,14	6,44	0,12	23,093
30	31,35	15,169	112,67	9,31	6,56	0,08	23,254
40	31,71	14,568	114,3	9,54	6,72	0,06	23,706
50	32,16	13,218	114,81	9,83	6,92	0,05	24,374
60	33,25	10,65	111,84	10,05	7,08	0,04	25,75
70	33,88	8,87	106,73	9,95	7,01	0,04	26,578
80	34,14	8,015	102,19	9,7	6,83	0,03	26,958
90	34,42	7,634	98,53	9,42	6,63	0,03	27,283
100	34,56	7,513	94,91	9,09	6,40	0,03	27,46
125	34,71	7,4	91,06	8,74	6,15	0,03	27,705
150	34,72	7,304	93,62	9	6,34	0,03	27,842
175	34,73	7,248	96,09	9,25	6,51	0,03	27,973
200	34,73	7,221	98,57	9,5	6,69	0,03	28,09
225	34,74	7,22	100,64	9,7	6,83	0,02	28,213
242	34,69	7,196	100,05	9,65	6,80	0,03	28,263

Resultater fra hydrografimålingene på KO-02:

Depth(u)	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	ml/l	F (µg/l)	Density
1	28,54	15,46	110,8	9,25	6,51	1,09	20,906
2	28,54	15,461	110,61	9,24	6,51	1,22	20,91
3	28,54	15,47	110,31	9,21	6,49	1,46	20,911
5	28,59	15,504	112,16	9,36	6,59	2,55	20,951
7	28,98	15,778	117,53	9,73	6,85	2,18	21,205
10	29,66	15,868	114,96	9,46	6,66	0,87	21,72
15	30,52	15,893	112,4	9,2	6,48	0,35	22,393
20	31,07	15,672	111,46	9,13	6,43	0,18	22,888
25	31,31	15,355	111,53	9,18	6,46	0,14	23,167
30	31,46	15,145	111,15	9,18	6,46	0,08	23,349
40	31,74	14,494	111,98	9,36	6,59	0,07	23,747
50	32,38	12,911	111,45	9,59	6,75	0,05	24,607
60	33,32	10,593	108,14	9,73	6,85	0,05	25,811
70	34,01	8,77	103,83	9,69	6,82	0,04	26,696
80	34,32	7,93	99,63	9,47	6,67	0,04	27,114
90	34,47	7,624	95,39	9,12	6,42	0,03	27,323
100	34,58	7,498	91,34	8,75	6,16	0,03	27,477
125	34,73	7,414	87,46	8,39	5,91	0,03	27,723
150	34,72	7,295	89,41	8,6	6,06	0,03	27,84
175	34,74	7,242	89,94	8,66	6,10	0,03	27,983
200	34,72	7,221	91,38	8,81	6,20	0,03	28,086
225	34,75	7,223	92,22	8,88	6,25	0,03	28,218
242	34,76	7,199	93,05	8,97	6,32	0,03	28,319
250	34,76	7,19	92,69	8,94	6,30	0,03	28,345
260	34,76	7,181	92,74	8,94	6,30	0,03	28,403

Resultater fra hydrografimålingene på KO-03:

Depth(u)	Sal.	Temp	Ox %	mg/l	ml/l	F (µg/l)	Density
1	28,68	15,352	110,69	9,26	6,52	1,16	21,039
2	28,68	15,352	111,99	9,37	6,60	1,26	21,041
3	28,68	15,351	112,28	9,39	6,61	1,47	21,045
5	28,65	15,407	112,05	9,36	6,59	2,39	21,022
7	28,76	15,677	112,8	9,37	6,60	2,17	21,058
10	29,6	15,853	114,29	9,41	6,63	0,87	21,678
15	30,64	15,841	113,9	9,32	6,56	0,28	22,501
20	31,1	15,669	114,08	9,34	6,58	0,21	22,915
25	31,4	15,387	112,55	9,25	6,51	0,12	23,227
30	31,49	14,997	112,96	9,35	6,58	0,08	23,4
40	31,73	14,409	115,25	9,65	6,80	0,05	23,756
50	32,56	12,377	113,51	9,87	6,95	0,04	24,845
60	33,37	10,486	110,8	9,99	7,04	0,04	25,87
70	34,03	8,631	106,7	9,99	7,04	0,03	26,734
80	34,32	7,866	102,18	9,72	6,85	0,03	27,127
90	34,51	7,544	96,66	9,26	6,52	0,03	27,371
100	34,62	7,479	91,72	8,79	6,19	0,03	27,51
125	34,72	7,408	89,34	8,57	6,04	0,03	27,714
150	34,73	7,281	91,33	8,79	6,19	0,03	27,855
175	34,76	7,236	91,54	8,82	6,21	0,03	27,997
200	34,77	7,217	92,55	8,92	6,28	0,02	28,12
225	34,76	7,21	93,78	9,04	6,37	0,03	28,23
242	34,76	7,204	95,17	9,17	6,46	0,03	28,32
250	34,76	7,192	95,16	9,17	6,46	0,03	28,35
260	34,77	7,184	94,98	9,16	6,45	0,03	28,411
275	34,77	7,176	95,46	9,21	6,49	0,03	28,469
300	34,77	7,171	94,6	9,12	6,42	0,03	28,588
305	34,77	7,171	92,8	8,95	6,30	0,04	28,621